EL RUHA

13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH



02-07/2025

JULY

Sharm El Sheik, Egypt

PROCEEDINGS BOOK

Editors:
Prof. Dr. Omer S.M. Jomah
Prof. Dr. Abdullah GÖKTAŞ

LIBERTY
Academic Books

EL RUHA

13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH

July 2-7, 2025 / Sharm El Sheik, Egypt

CONGRESS PROCEEDINGS BOOK

EDITOR

Prof. Dr. Omer S.M. Jomah
Prof. Dr. Abdullah GÖKTAŞ

Copyright © Liberty

ISBN: 979-8-89695-116-2
Publication Date: 31.07.2025

Liberty Publishing House
Water Street Corridor New York, NY 10038
www.libertyacademicbooks.com
+1 (314) 597-0372

ALL RIGHTS RESERVED NO PART OF THIS BOOK MAY BE REPRODUCED IN ANY FORM, BY PHOTOCOPYING OR BY ANY ELECTRONIC OR MECHANICAL MEANS, INCLUDING INFORMATION STORAGE OR RETRIEVAL SYSTEMS, WITHOUT PERMISSION IN WRITING FROM BOTH THE COPYRIGHT OWNER AND THE PUBLISHER OF THIS BOOK.

© Liberty Academic Publishers 2025

The digital PDF version of this title is available Open Access and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 license (http://creativecommons. org/licenses/by-nc/4.0/) which permits adaptation, alteration, reproduction and distribution for noncommercial use, without further permission provided the original work is attributed. The derivative works do not need to be licensed on the same terms.

adapted by Mariam Rasulan

CONGRESS ID

979-8-89695-116-2

CONGRESS TITLE

EL RUHA 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH

DATE and PLACE

July 2-7, 2025 / Sharm El Sheik, Egypt

ORGANIZATION

IKSAD-Institute of Economic Development and Social Research, Türkiye

CONGRESS COORDINATOR

Samira KHADHRAOUI ONTUNC
IKSAD-Institute of Economic Development and Social Research, Türkiye

NUMBER of ACCEPTED PAPERS-**221** *(Türkiye- 102, Other Countries- 11S)*

NUMBER of REJECTED PAPERS-**23**

PARTICIPANTS COUNTRY

Türkiye, Nigeria, Algeria, Morocco, India, China, Bangladesh, South Africa, Iran, Azerbaijan, Republic of Niger, Lebanon, France, Tunisia, Serbia, Bulgaria, Yemen, Italy, Pakistan, Uzbekistan, Saudi Arabia, UK, Poland, Canada, Jordan, Ukraine, Indonesia, Kyrgyz Republic, Vietnam, Albania.

PRESENTATION

Oral C Poster presentation

EVALUATION PROCESS

All applications have undergone a double-blind peer review process

***

Organizing Committee

Assoc. Prof. Dr. Hasan ÇİFTÇİ - Harran Unversity, Turkiye
Dr. Basim Mohammad Ali Aldahadha - Mutah University
Dr. Anis BEN ALI - Tunis University
Dr. Mariam Sheddahi OLSSON - Labanese University
Assoc. Prof. Dr. Hüseyin ERİŞ - Harran University, Turkiye
Samira KHADHRAOUI ONTUNC - İKSAD
Abdellatif GARROURI
Nicholas Edizer
Assoc. Prof. Dr. Veysel DELEN - Harran University, Turkiye

***

International Scientific Committee

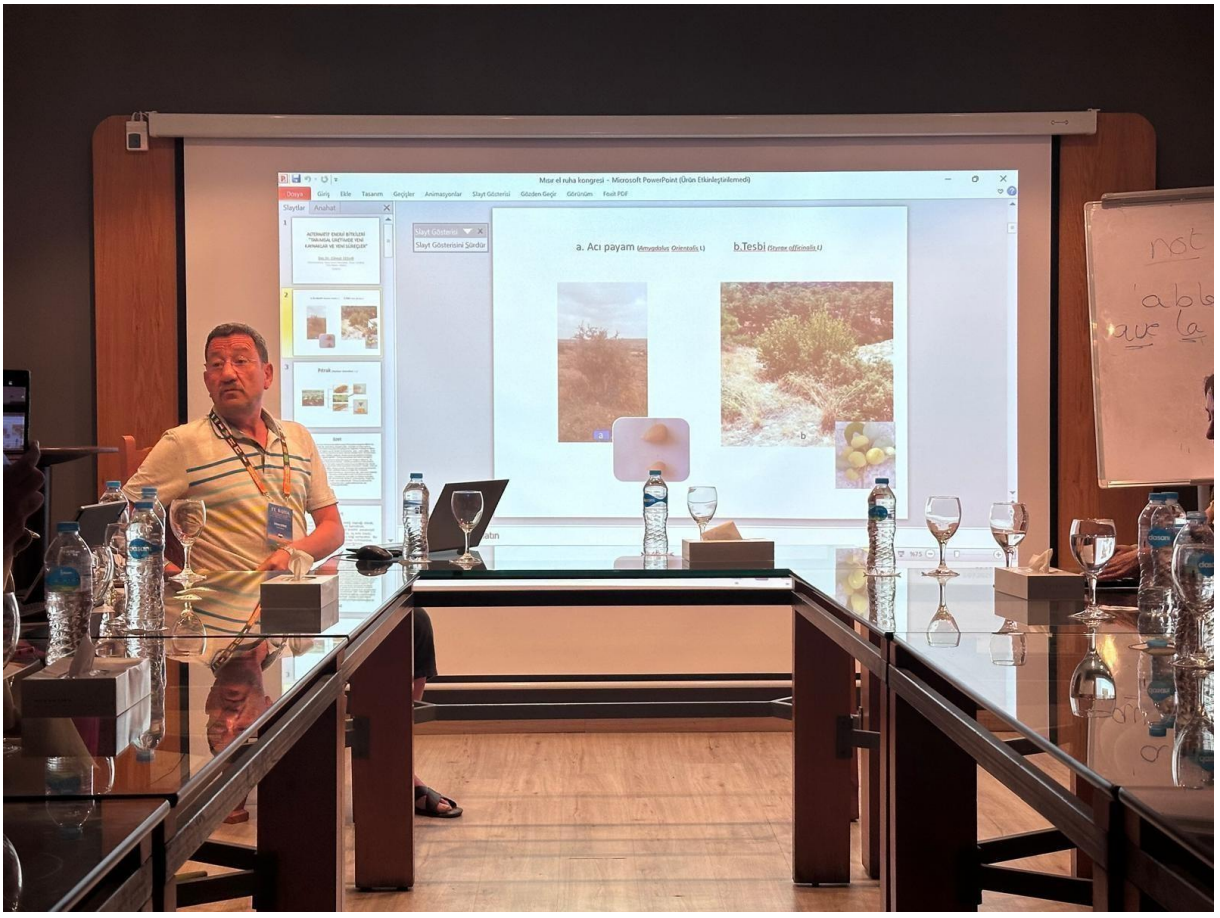
Dr. Ahmad Sha rif FAKHEER, Beyrut Üniversitesi
Dr. Francesco Fatone, Verona Üniversitesi
Dr.Zhihuan MENCHUANG, Çin Renmin Üniversitesi
Dr. Anis BEN ALI, Tunus Üniversitesi
Dr. Orhun Burak SÖZEN, Gaziantep Üniversitesi
Dr. Güray ALPAR, Türk Ordusu
Dr. Didem ATIS, Sakarya Üniversitesi
Dr. Fethi DEMİR, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Dr. Maha Hamdan ALANAZI, Riyad Kral Abdullah Üniversitesi
Dr. DIPANWITA PAL, BURDWAN ÜNİVERSİTESİ
Dr. Tamalika SULTANA, Bangladeş Dakka Üniversitesi
Dr. Ludmila MEDVEDEVNA, Rusya Bilimler Akademisi
Dr. Kaan DİYARBAKIRLIOČLU, Yalova Üniversitesi
Dr. Nilgün ÖZPOZAN, Erciyes Üniversitesi
Dr. Çolpon TOKTOSUNOVA, Kırgız Ekonomi Üniversitesi
MUHAMMAD ŞOAİB KHAN PATHAN, SALU Khairpur Pakistan
Dr. Osman SİRKECİ, Giresun Üniversitesi
Dr. Kamuran Elbeyoğlu, Mersin Üniversitesi
Dr. Emine GÜNERİ, Erciyes Üniversitesi
Dr. Osman ALTAY, Beykent Üniversitesi
Dr. Bhakta Bandhu Dash, ASBM Üniversitesi
Dr. Celal ASLAN, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Dr. Doğan KUTUKIZ, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi
Dr. Aslı Saylan KIRMIZIGÜL, Erciyes Üniversitesi
Dr. Faruk TÜRK, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
Dr. Hakan EYGÜ, Atatürk Üniversitesi
Dr . Faruk DÜNDAR, GLASGOW Üniversitesi
Dr. Rui Alberto da Silva Martins Isidoro, Beja Politeknik Üniversitesi, Portekiz




4.CONCLUSION


4.CONCLUSION

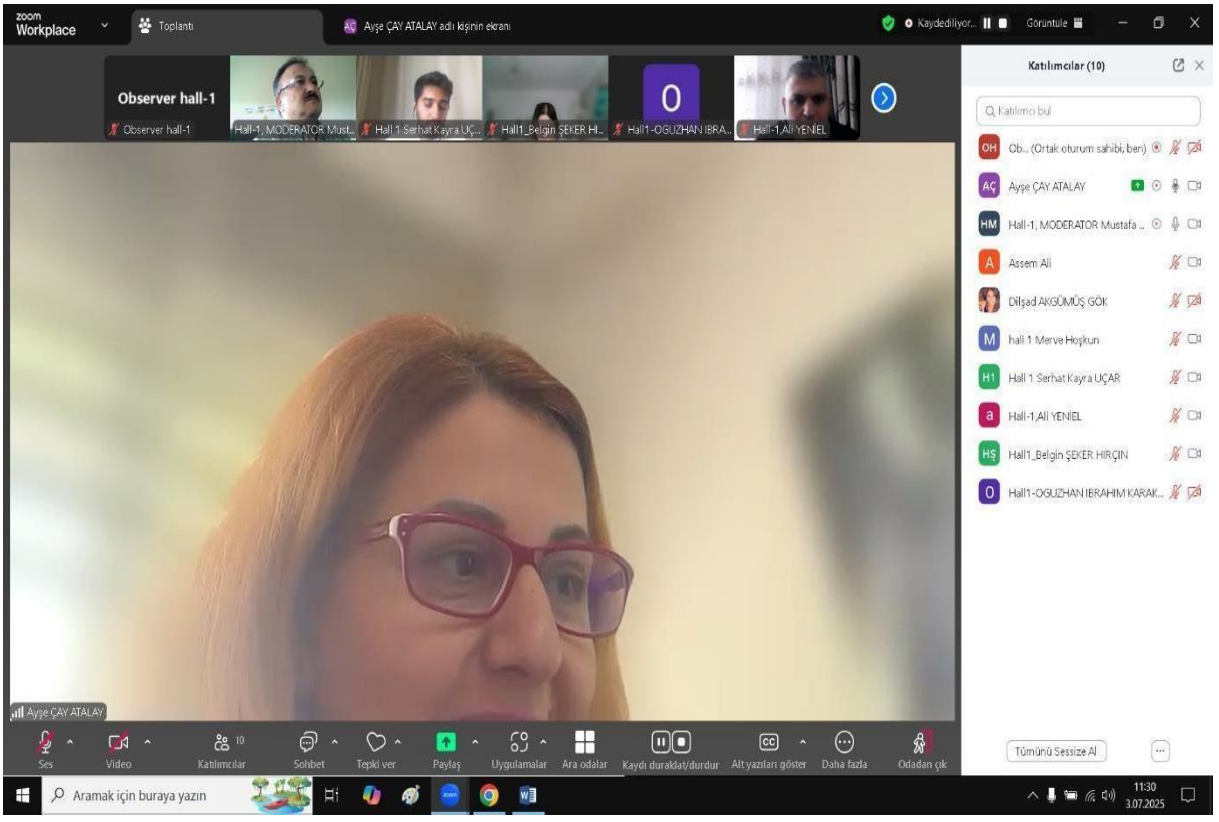


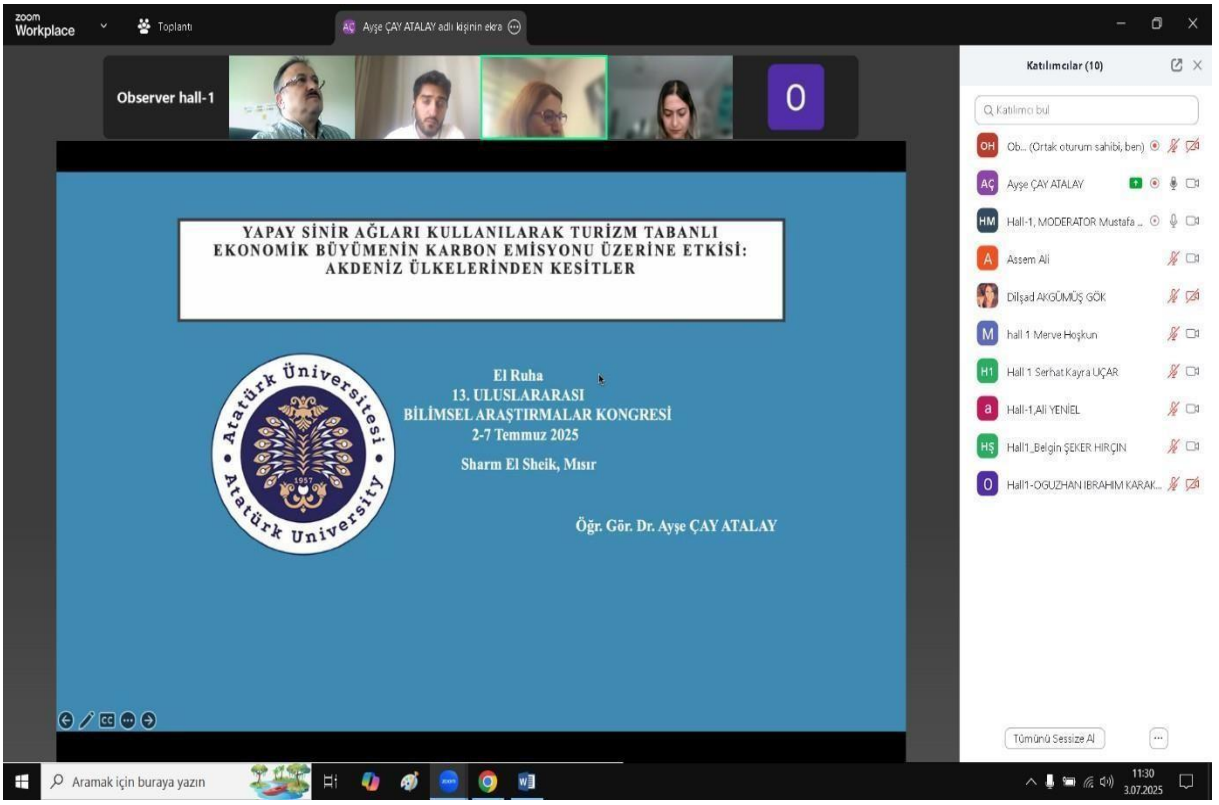

Mısır el nuha kongresi - Microsoft PowerPoint (Ürün Etkileşimlendi)
Slayt Gösterisi
Slayt Gösterisini Şuradan
a. Acı payam
b.Tesbi

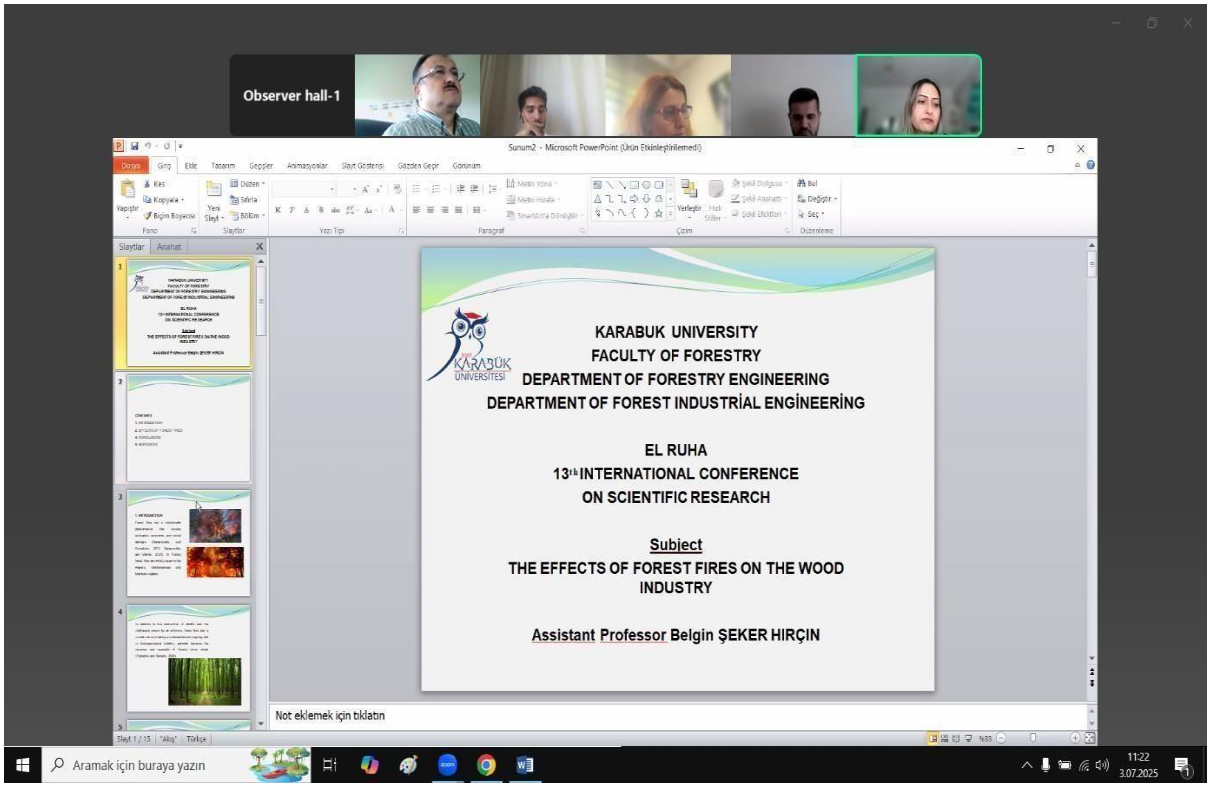


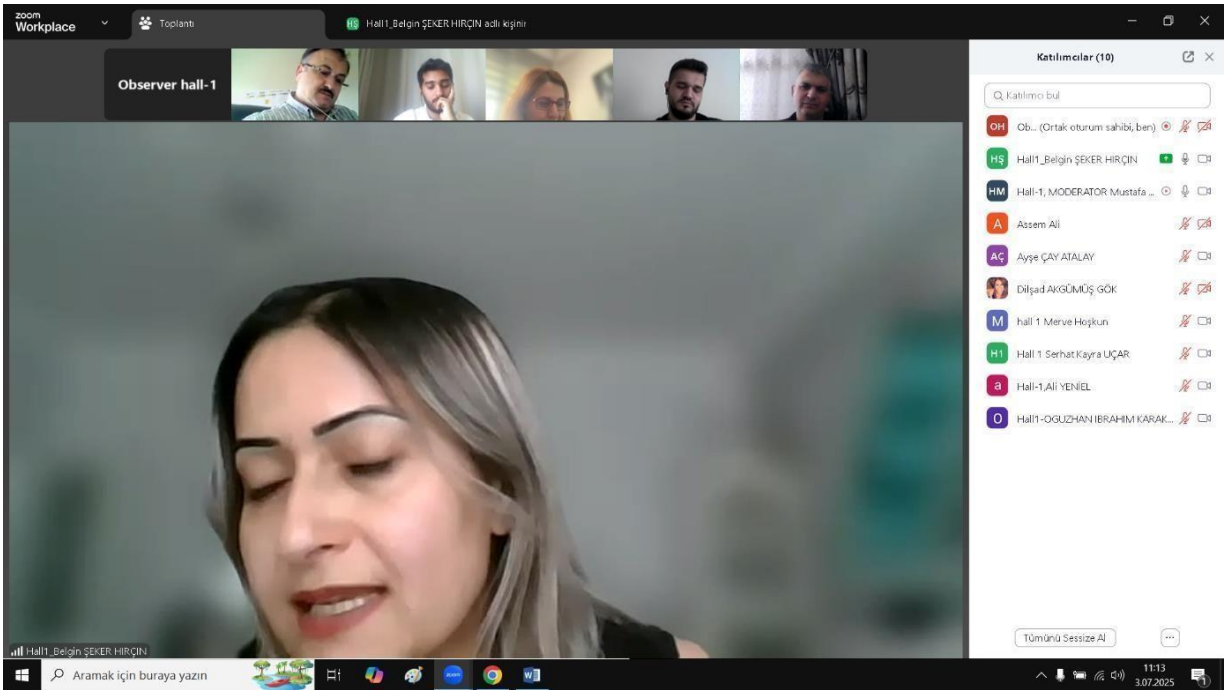


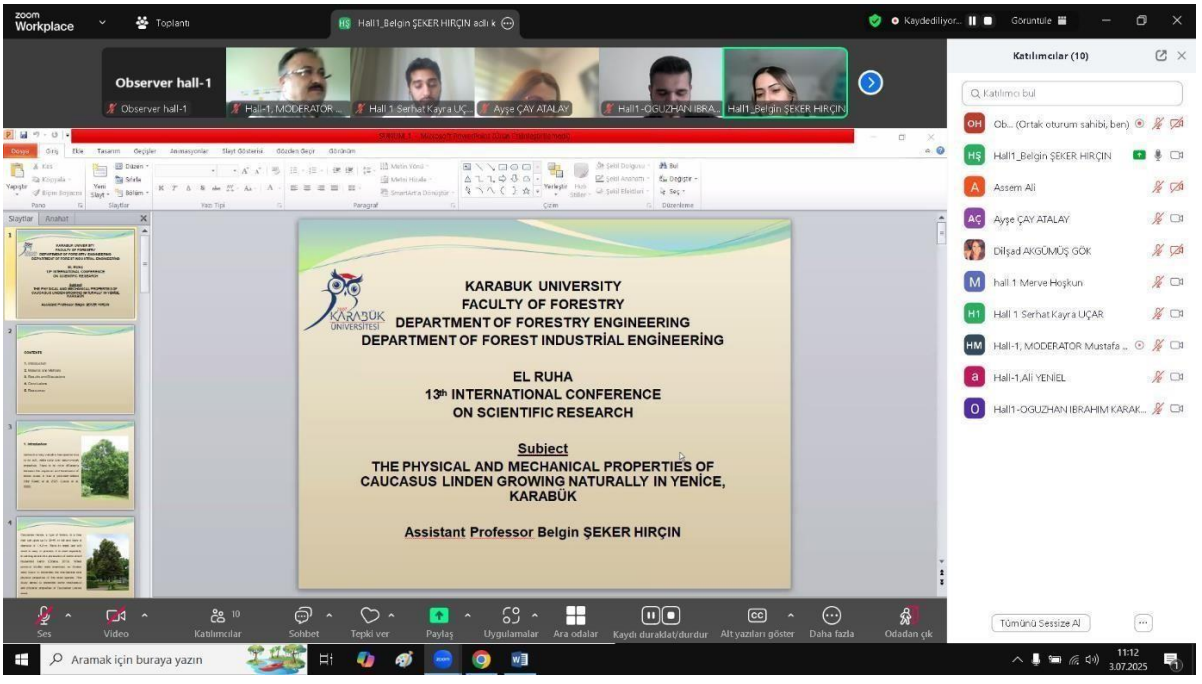

zoom
Workplace
Observer hall-1
Katılımcılar (10)
Katılımcı bul
Ob... (Ortak oturum sahibi, ben)
Assem Ali
Hall-1, MODERATOR Mustafa ...
Ayşe ÇAY ATALAY
Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK
hall 1 Merve Hoşkun
Hall 1 Serhat Kayra UÇAR
Hall-1 Ali YENİEL
Hall1_Belgin ŞEKER HIRÇIN
Hall1-OGUZHAN IBRAHIM KARAK...
Tümünü Sessize Al
Assem Ali
Aramak için buraya yazın
11:40
3.07.2025

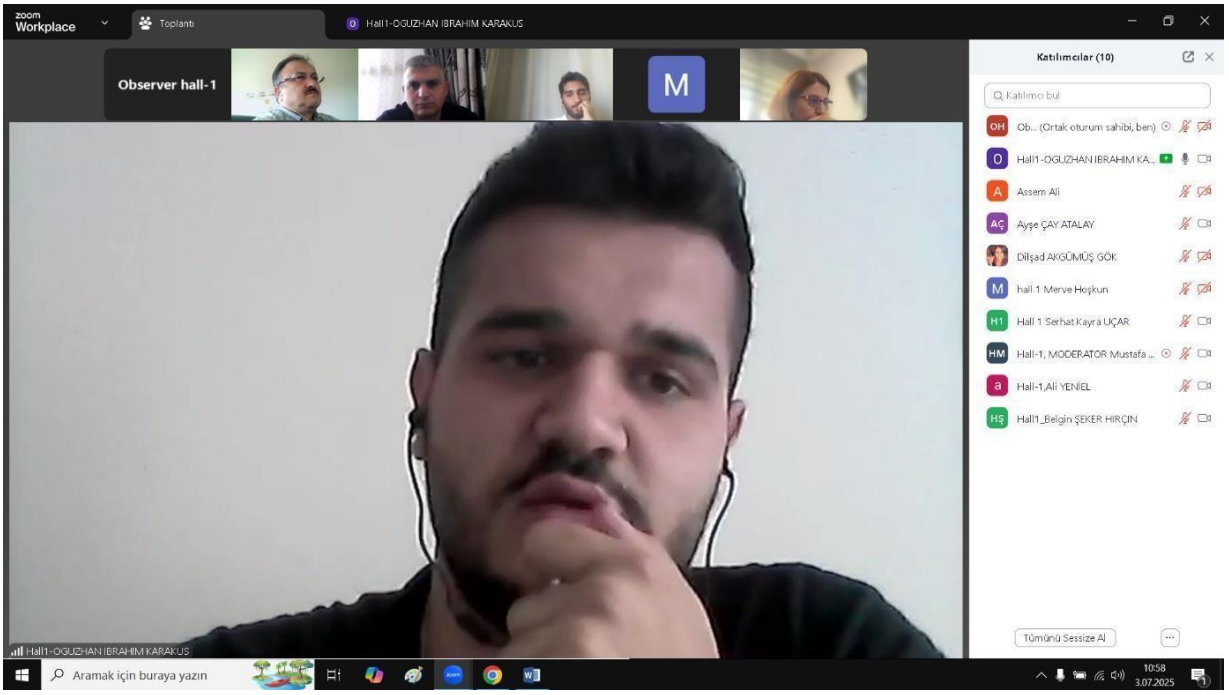

zoom
Workplace
Toplantı
Ayşe ÇAY ATALAY adlı kişinin ekranı
Kaydediliyor...
Görüntüle
Observer hall-1
Katılımcılar (10)
Katılımcı bul
Ob... (Ortak oturum sahibi, ben)
Ayşe ÇAY ATALAY
Hall-1, MODERATOR Mustafa ...
Assem Ali
Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK
hall 1 Merve Hoşkun
Hall 1 Serhat Kayra UÇAR
Hall-1 Ali YENİEL
Hall1_Belgin ŞEKER HIRÇIN
Hall1-OGUZHAN IBRAHIM KARAK...
Tümünü Sessize Al
Ayşe ÇAY ATALAY
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı duraklat/durdur
Alt yazıları göster
Daha fazla
Odadan çık
Aramak için buraya yazın
11:30
3.07.2025


zoom Workplace
Toplantı
Ayşe ÇAY ATALAY adlı kişinin ekra
Observer hall-1
YAPAY SİNİR AĞLARI KULLANILARAK TURİZM TABANLI EKONOMİK BÜYÜMENİN KARBON EMİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ: AKDENİZ ÜLKELERİNDEN KESİTLER
Atatürk Üniversitesi
Atatürk University
El Ruha
13. ULUSLARARASI
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ
2-7 Temmuz 2025
Sharm El Sheik, Mısır
Öğr. Gör. Dr. Ayşe ÇAY ATALAY
Katılımcılar (10)
Katılımcı bul
Ob... (Ortak oturum sahibi, ben)
Ayşe ÇAY ATALAY
Hall-1, MODERATOR Mustafa ...
Assem Ali
Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK
hall 1 Merve Hoşkun
Hall 1 Serhat Kayra UÇAR
Hall-1,Ali YENİEL
Hall1_Belgin ŞEKER HIRÇIN
Hall1-OGUZHAN IBRAHIM KARAK...
Tümünü Sessize Al
Aramak için buraya yazın
11:30
3.07.2025

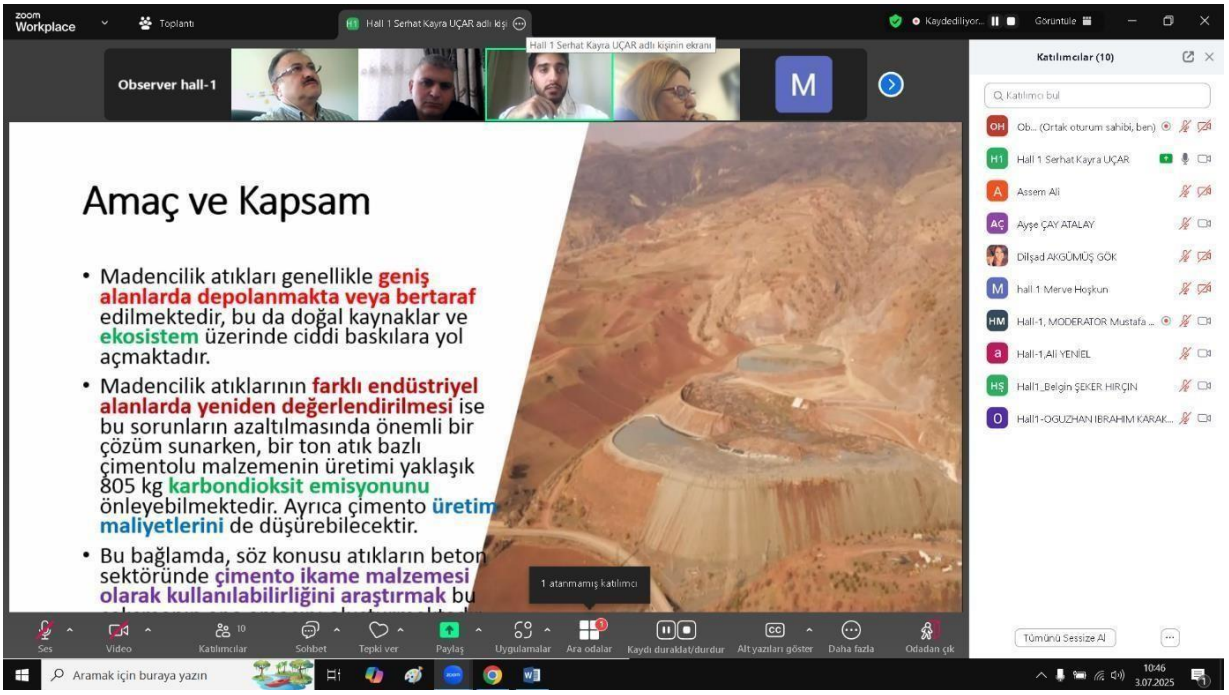

Observer hall-1
Sunum2 - Microsoft PowerPoint (Ürün Etkinleştirilmemiş)
KARABUK UNIVERSITY
FACULTY OF FORESTRY
DEPARTMENT OF FORESTRY ENGINEERING
DEPARTMENT OF FOREST INDUSTRİAL ENGİNEERİNG
EL RUHA
13th INTERNATIONAL CONFERENCE
ON SCIENTIFIC RESEARCH
Subject
THE EFFECTS OF FOREST FIRES ON THE WOOD INDUSTRY
Assistant Professor Belgin ŞEKER HIRÇIN
Not eklemek için tıklatın
Aramak için buraya yazın
11:22
3.07.2025

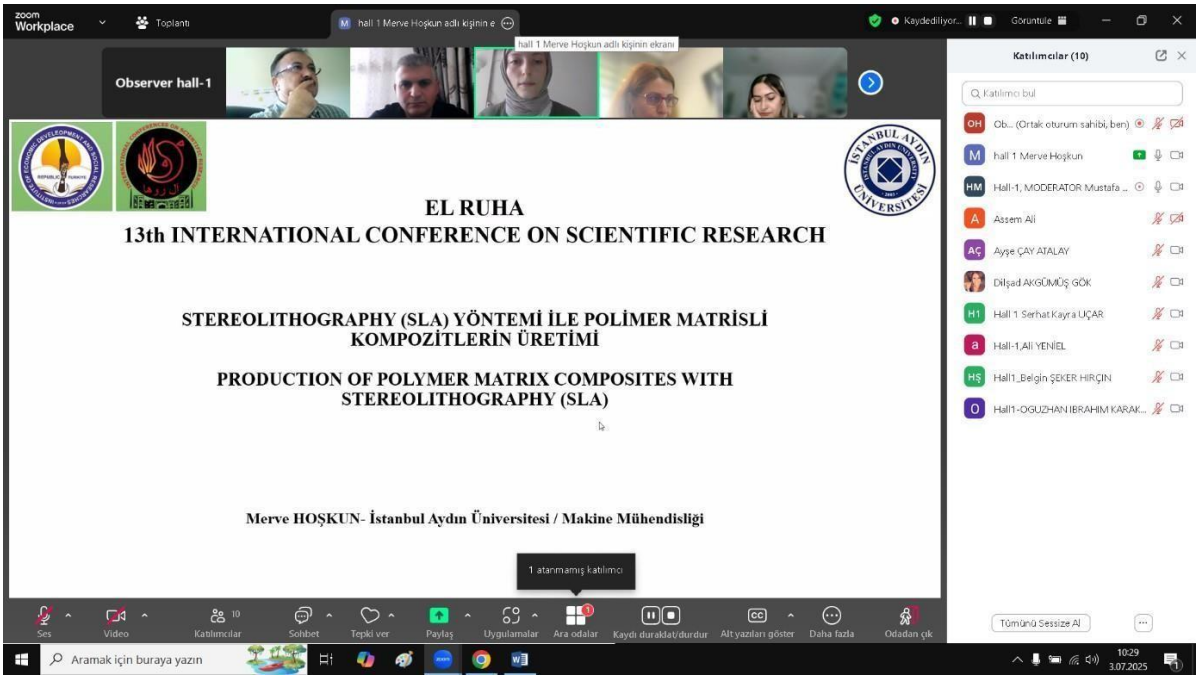

zoom Workplace
Toplantı
Hall1_Belgin ŞEKER HIRÇIN adlı kişinin
Observer hall-1
Katılımcılar (10)
Katılımcı bul
Ob... (Ortak oturum sahibi, ben)
Hall1_Belgin ŞEKER HIRÇIN
Hall-1, MODERATOR Mustafa ...
Assem Ali
Ayşe ÇAY ATALAY
Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK
hall 1 Merve Hoşkun
Hall 1 Serhat Kayra UÇAR
Hall-1,Ali YENİEL
Hall1-OGUZHAN IBRAHIM KARAK...
Tümünü Sessize Al
Hall1_Belgin ŞEKER HIRÇIN
Aramak için buraya yazın
11:13
3.07.2025

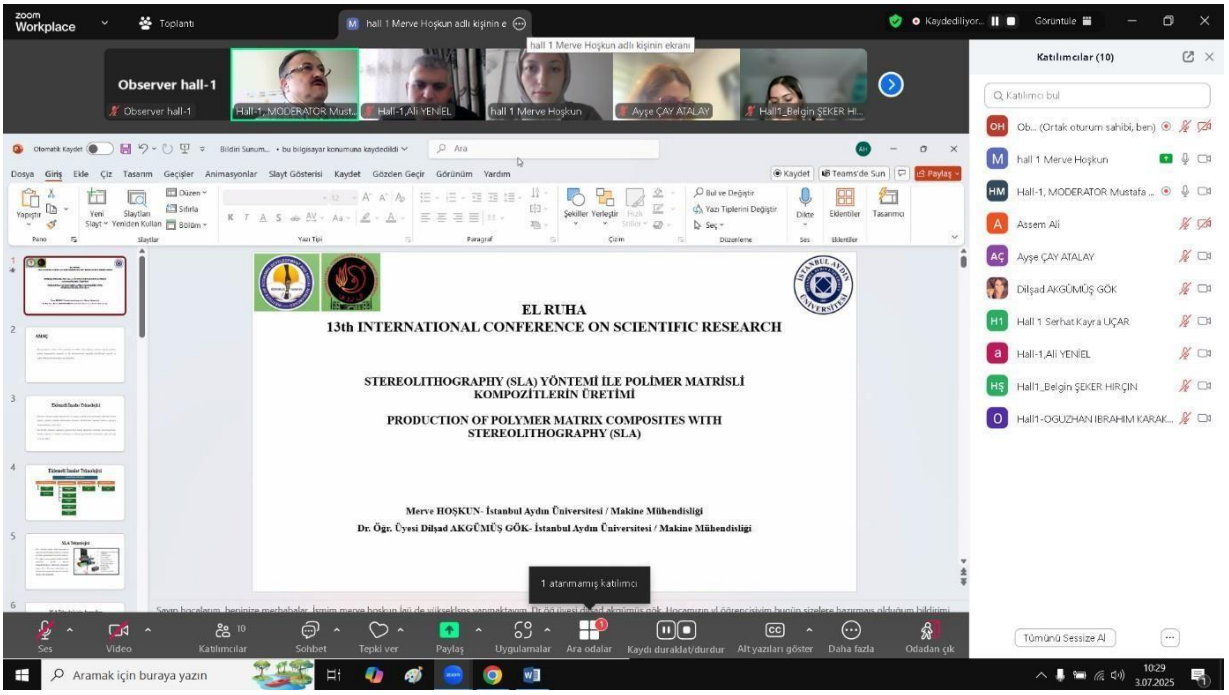

zoom Workplace
Toplantı
Hall1_Belgin ŞEKER HIRÇIN adlı k
Kaydediliyor...
Görüntüle
Observer hall-1
Hall-1, MODERATOR ...
Hall 1 Serhat Kayra UÇ...
Ayşe ÇAY ATALAY
Hall1-OGUZHAN IBRA...
Hall1_Belgin ŞEKER HIRÇIN
Katılımcılar (10)
KARABUK UNIVERSITY
FACULTY OF FORESTRY
DEPARTMENT OF FORESTRY ENGINEERING
DEPARTMENT OF FOREST INDUSTRİAL ENGİNEERİNG
EL RUHA
13th INTERNATIONAL CONFERENCE
ON SCIENTIFIC RESEARCH
Subject
THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CAUCASUS LINDEN GROWING NATURALLY IN YENİCE, KARABÜK
Assistant Professor Belgin ŞEKER HIRÇIN
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı duraklat/durdur
Alt yazıları göster
Daha fazla
Odadan çık
Tümünü Sessize Al
Aramak için buraya yazın
11:12
3.07.2025

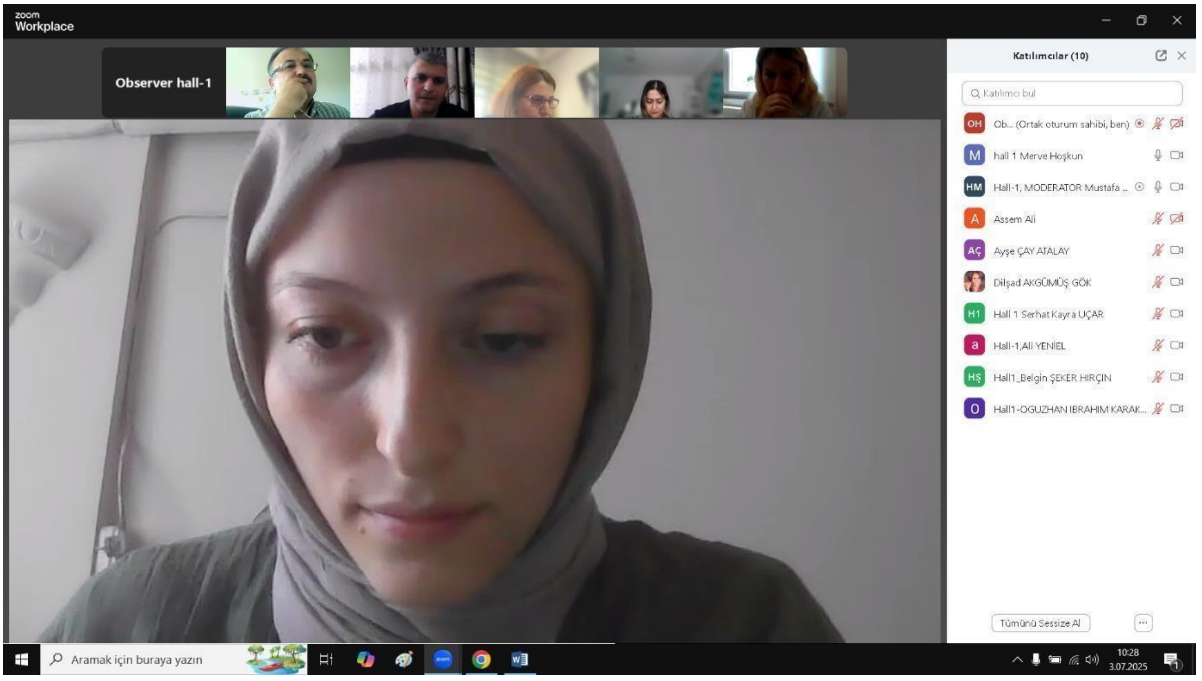

zoom Workplace
Toplantı
Hall1-OGUZHAN IBRAHIM KARAKUS
Observer hall-1
Katılımcılar (10)
Katılımcı bul
Ob... (Ortak oturum sahibi, ben)
Hall1-OGUZHAN IBRAHIM KA...
Assem Ali
Ayşe ÇAY ATALAY
Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK
hall 1 Merve Hoşkun
Hall 1 Serhat Kayra UÇAR
Hall-1, MODERATOR Mustafa ...
Hall-1,Ali YENİEL
Hall1_Belgin ŞEKER HIRÇIN
Tümünü Sessize Al
Aramak için buraya yazın
10:58
3.07.2025

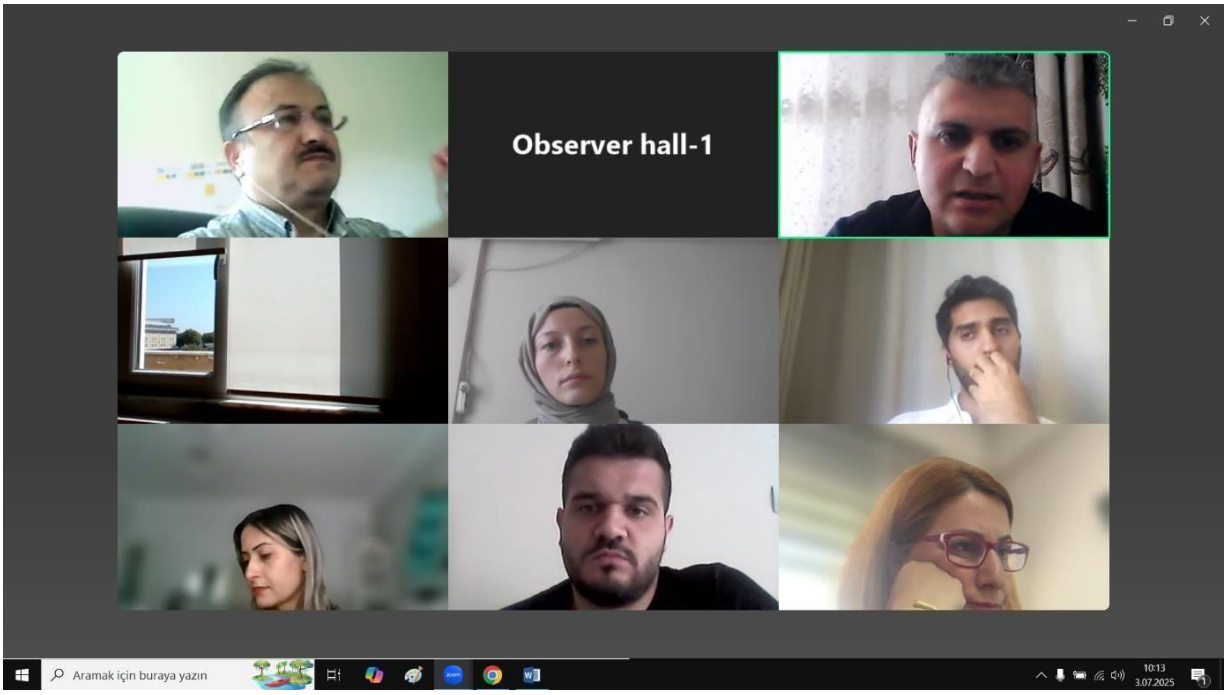

zoom Workplace
Toplantı
Hall 1 Serhat Kayra UÇAR adlı kişinin
Kaydediliyor...
Görüntüle
Observer hall-1
Katılımcılar (10)
Katılımcı bul
Hall 1 Serhat Kayra UÇAR
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı duraklat/durdur
Alt yazıları göster
Daha fazla
Odadan çık
Tümünü Sessize Al
Aramak için buraya yazın
10:46
3.07.2025

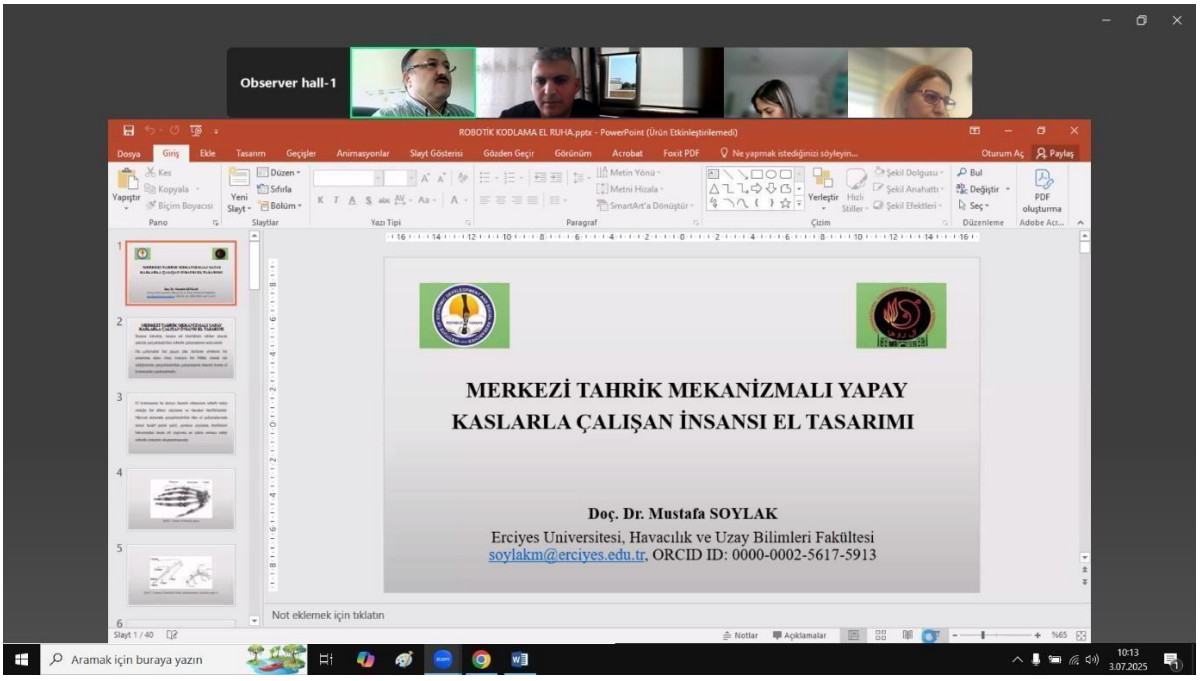

Observer hall-1
Amaç ve Kapsam
• Madencilik atıkları genellikle geniş alanlarda depolanmakta veya bertaraf edilmektedir, bu da doğal kaynaklar ve ekosistem üzerinde ciddi baskılara yol açmaktadır.
• Madencilik atıklarının farklı endüstriyel alanlarda yeniden değerlendirilmesi ise bu sorunların azaltılmasında önemli bir çözüm sunarken, bir ton atık bazlı çimentolu malzemenin üretimi yaklaşık 805 kg karbondioksit emisyonunu önleyebilmektedir. Ayrıca çimento üretim maliyetlerini de düşürebilecektir.
• Bu bağlamda, söz konusu atıkların beton sektöründe çimento ikame malzemesi olarak kullanılabilirliğini araştırmak bu
1 atanmamış katılımcı
Katılımcılar (10)


Observer hall-1
EL RUHA
13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH
STEREOLITHOGRAPHY (SLA) YÖNTEMİ İLE POLİMER MATRİSLİ KOMPOZİTLERİN ÜRETİMİ
PRODUCTION OF POLYMER MATRIX COMPOSITES WITH STEREOLITHOGRAPHY (SLA)
Merve HOŞKUN- İstanbul Aydın Üniversitesi / Makine Mühendisliği
1 atanmamış katılımcı
Katılımcılar (10)

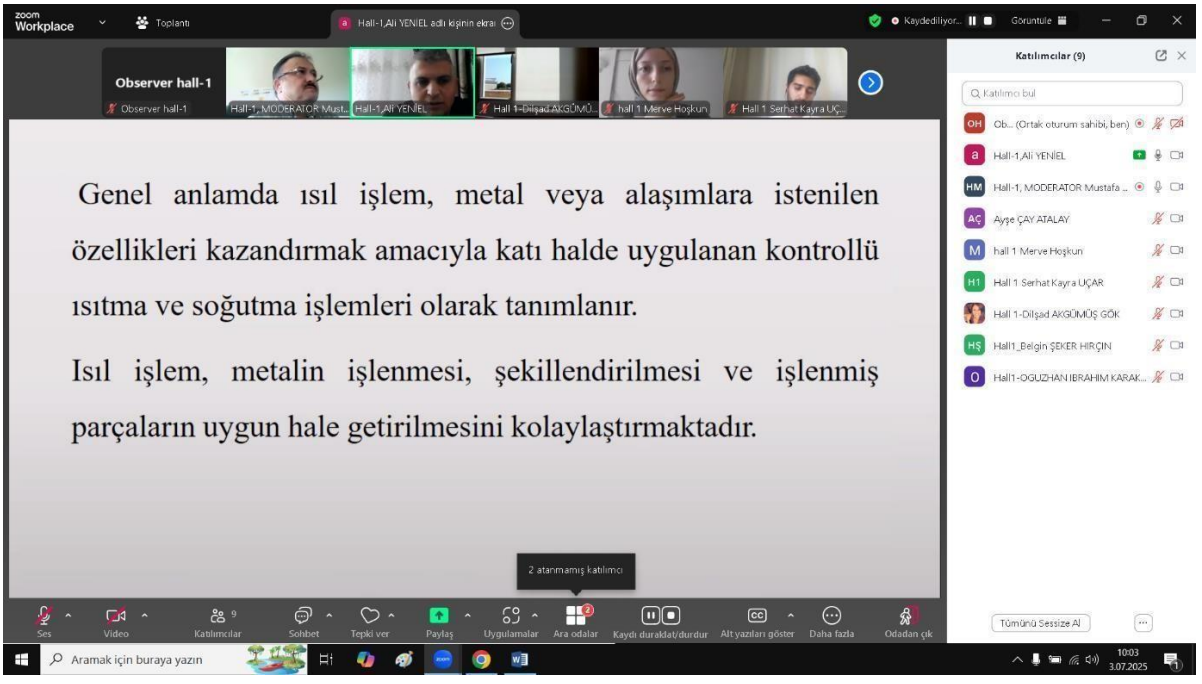

zoom Workplace
Toplantı
hall 1 Merve Hoşkun adlı kişinin e
Kaydediliyor...
Görüntüle
Observer hall-1
Observer hall-1
Hall-1, MODERATOR Must...
Hall-1,Ali YENİEL
hall 1 Merve Hoşkun
Ayşe ÇAY ATALAY
Hall1_Belgin ŞEKER Hi...
Katılımcılar (10)
Katılımcı bul
Ob... (Ortak oturum sahibi, ben)
hall 1 Merve Hoşkun
Hall-1, MODERATOR Mustafa ...
Assem Ali
Ayşe ÇAY ATALAY
Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK
Hall 1 Serhat Kayra UÇAR
Hall-1,Ali YENİEL
Hall1_Belgin ŞEKER HIRÇIN
Hall1-OGUZHAN IBRAHIM KARAK...
EL RUHA
13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH
STEREOLITHOGRAPHY (SLA) YÖNTEMİ İLE POLİMER MATRİSLİ KOMPOZİTLERİN ÜRETİMİ
PRODUCTION OF POLYMER MATRIX COMPOSITES WITH STEREOLITHOGRAPHY (SLA)
Merve HOŞKUN- İstanbul Aydın Üniversitesi / Makine Mühendisliği
Dr. Öğr. Üyesi Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK- İstanbul Aydın Üniversitesi / Makine Mühendisliği
1 atanmamış katılımcı
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı durdur/durdur
Alt yazıları göster
Daha fazla
Odadan çık
Tümünü Sessize Al
Aramak için buraya yazın
10:29
3.07.2025

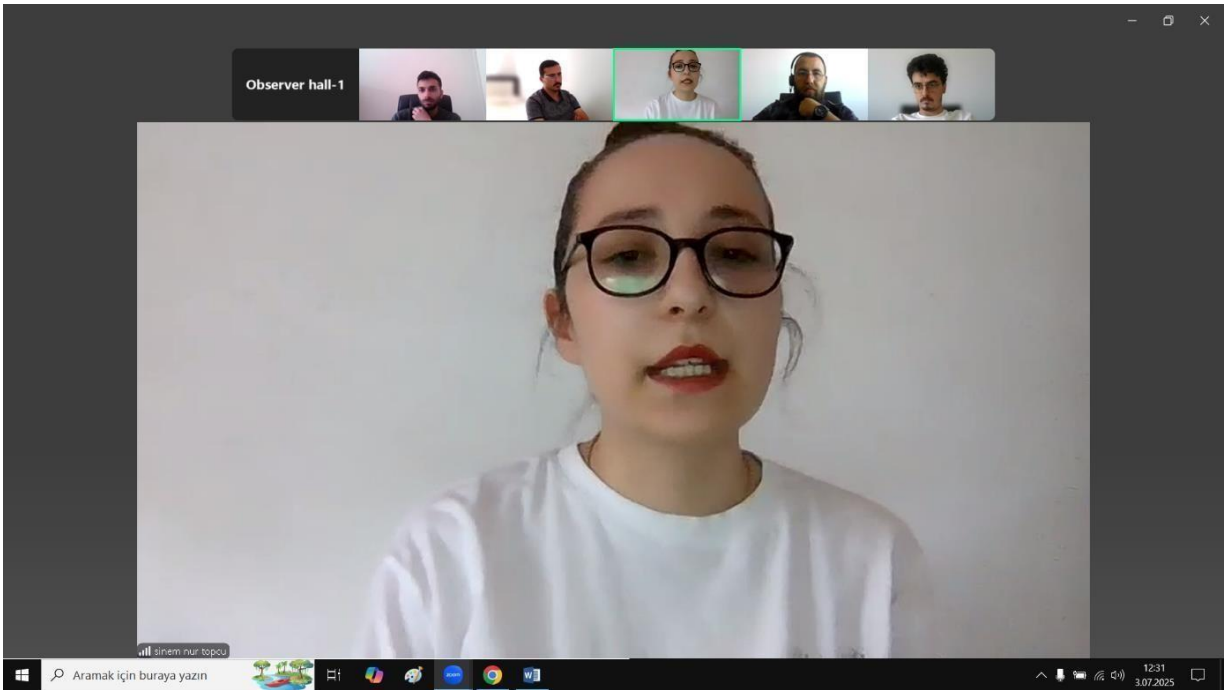

zoom Workplace
Observer hall-1
Katılımcılar (10)
Katılımcı bul
Ob... (Ortak oturum sahibi, ben)
hall 1 Merve Hoşkun
Hall-1, MODERATOR Mustafa ...
Assem Ali
Ayşe ÇAY ATALAY
Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK
Hall 1 Serhat Kayra UÇAR
Hall-1,Ali YENİEL
Hall1_Belgin ŞEKER HIRÇIN
Hall1-OGUZHAN IBRAHIM KARAK...
Tümünü Sessize Al
Aramak için buraya yazın
10:28
3.07.2025

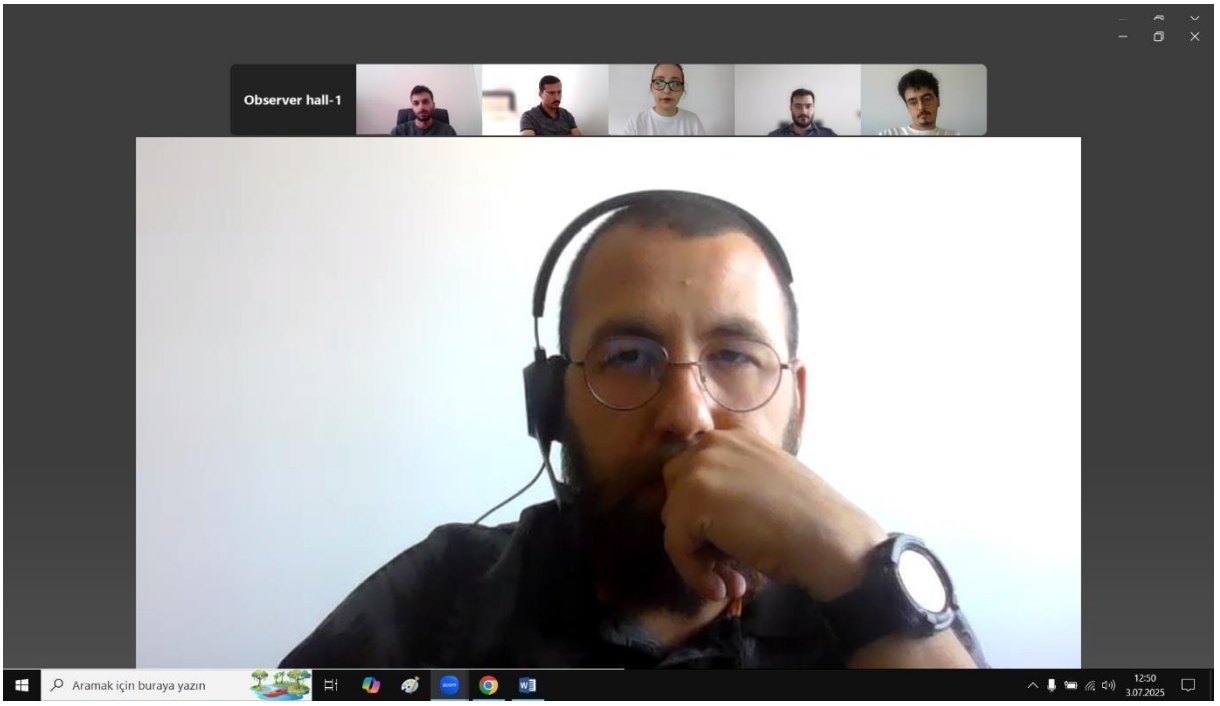

Observer hall-1
Aramak için buraya yazın
10:13
3.07.2025

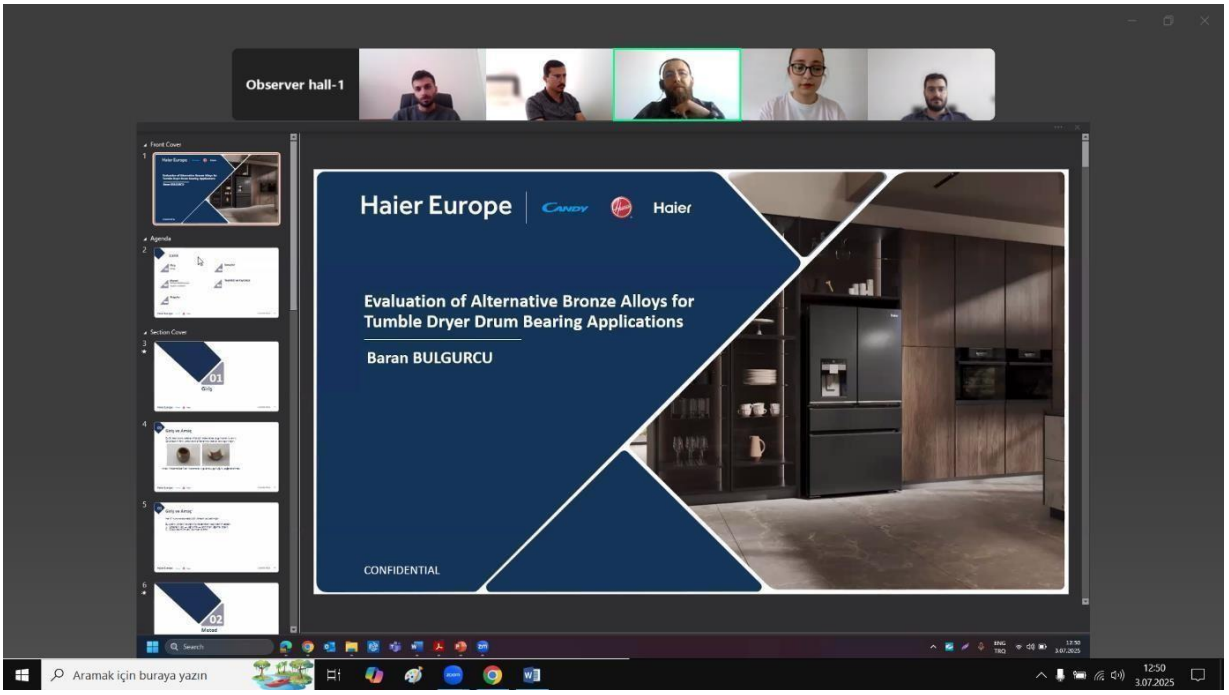

Observer hall-1
ROBOTİK KODLAMA EL RUHA.pptx - PowerPoint (Ürün Etkinleştirilemedi)
MERKEZİ TAHRİK MEKANİZMALI YAPAY KASLARLA ÇALIŞAN İNSANSI EL TASARIMI
Doç. Dr. Mustafa SOYLAK
Erciyes Universitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi
soylakm@erciyes.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-5617-5913
Not eklemek için tıklatın
Aramak için buraya yazın
10:13
3.07.2025

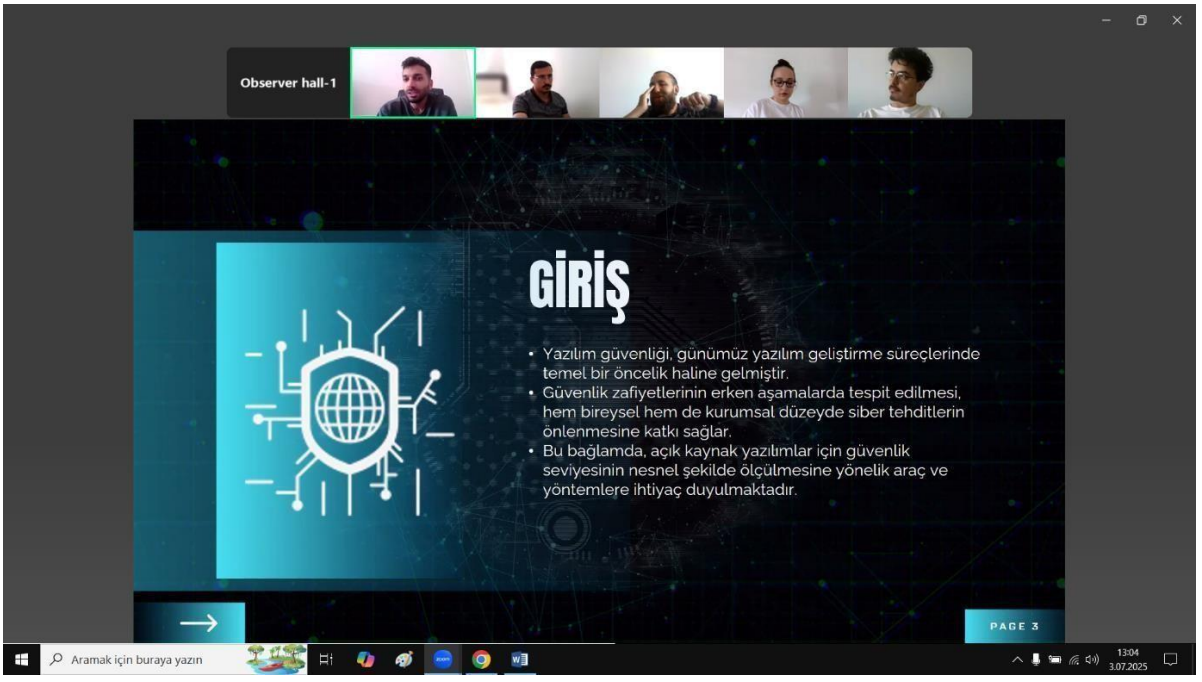

zoom Workplace
Toplantı
Hall-1,Ali YENİEL adlı kişinin ekranı
Kaydediliyor...
Görüntüle
Observer hall-1
Observer hall-1
Hall-1, MODERATOR Must...
Hall-1-Dilşad AKGÜMÜ...
hall 1 Merve Hoşkun
Hall 1 Serhat Kayra UÇ...
Hall1_Belgin ŞEKER Hi...
Katılımcılar (9)
Katılımcı bul
Ob... (Ortak oturum sahibi, ben)
Hall-1,Ali YENİEL
Hall-1, MODERATOR Mustafa ...
Ayşe ÇAY ATALAY
hall 1 Merve Hoşkun
Hall 1 Serhat Kayra UÇAR
Hall 1-Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK
Hall1_Belgin ŞEKER HIRÇIN
Hall1-OGUZHAN IBRAHIM KARAK...
2 atanmamış katılımcı
Hall-1,Ali YENİEL
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı duraklat/durdur
Alt yazıları göster
Daha fazla
Odadan çık
Tümünü Sessize Al
Aramak için buraya yazın
10:03
3.07.2025

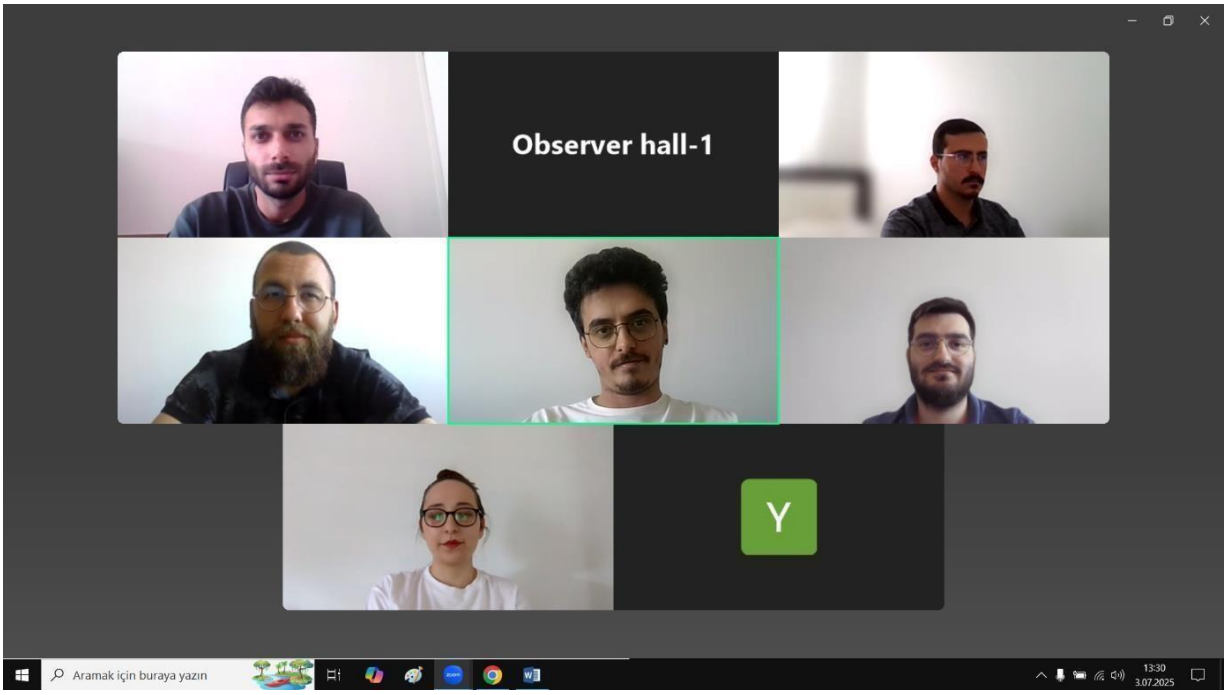

zoom Workplace
Toplantı
Hall-1,Ali YENİEL adlı kişinin ekranı
Kaydediliyor...
Görüntüle
Observer hall-1
Observer hall-1
Hall-1, MODERATOR Must...
Hall-1,Ali YENİEL
Hall-1-Dilşad AKGÜMÜ...
hall 1 Merve Hoşkun
Hall 1 Serhat Kayra UÇ...
Katılımcılar (9)
Katılımcı bul
Ob... (Ortak oturum sahibi, ben)
Hall-1,Ali YENİEL
Hall-1, MODERATOR Mustafa ...
Ayşe ÇAY ATALAY
hall 1 Merve Hoşkun
Hall 1 Serhat Kayra UÇAR
Hall 1-Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK
Hall1_Belgin ŞEKER HIRÇIN
Hall1-OGUZHAN IBRAHIM KARAK...
Genel anlamda ısıl işlem, metal veya alaşımlara istenilen özellikleri kazandırmak amacıyla katı halde uygulanan kontrollü ısıtma ve soğutma işlemleri olarak tanımlanır.
Isıl işlem, metalin işlenmesi, şekillendirilmesi ve işlenmiş parçaların uygun hale getirilmesini kolaylaştırmaktadır.
2 atanmamış katılımcı
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı duraklat/durdur
Alt yazıları göster
Daha fazla
Odadan çık
Tümünü Sessize Al
Aramak için buraya yazın
10:03
3.07.2025

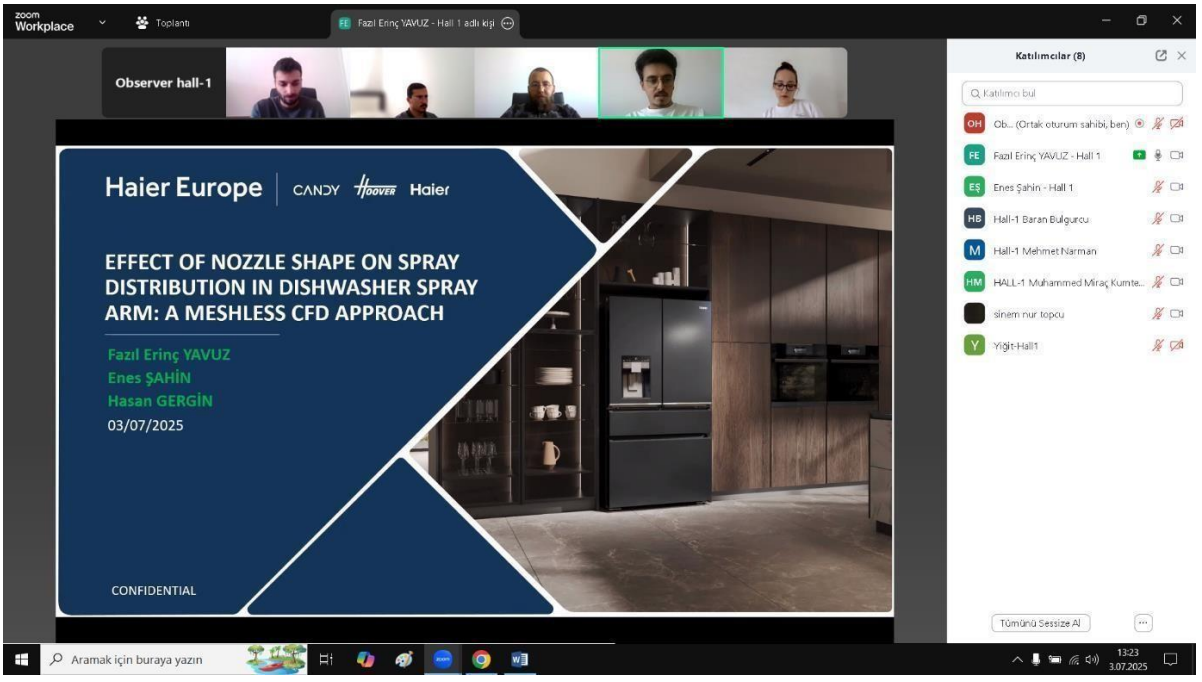

Observer hall-1
sinem nur topcu
Aramak için buraya yazın
12:31
3.07.2025

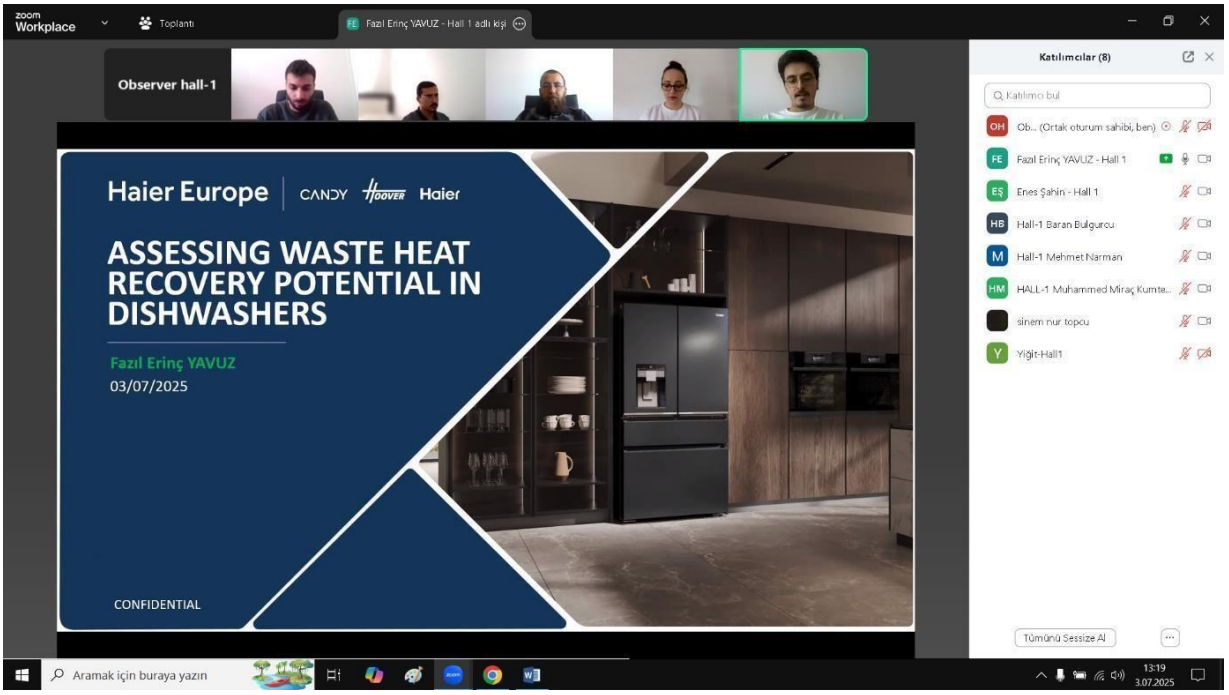

Observer hall-1
Aramak için buraya yazın
12:50
3.07.2025

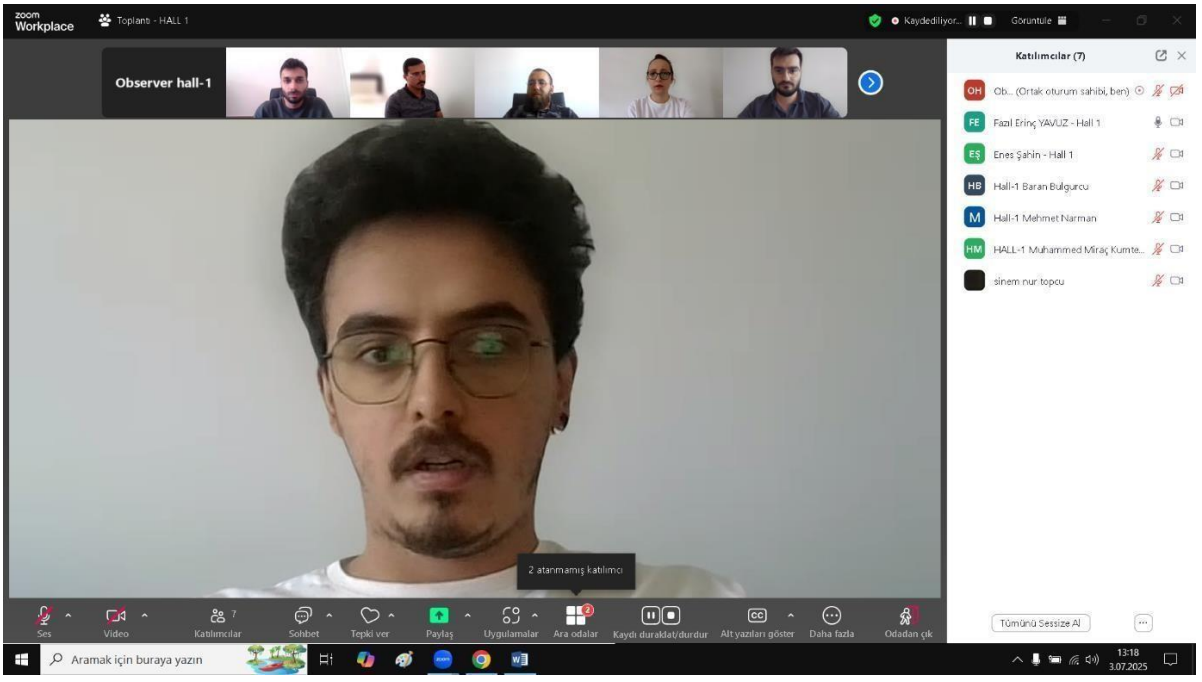

Observer hall-1
Haier Europe
Haier
Evaluation of Alternative Bronze Alloys for Tumble Dryer Drum Bearing Applications
Baran BULGURCU
CONFIDENTIAL
Aramak için buraya yazın
12:50
3.07.2025

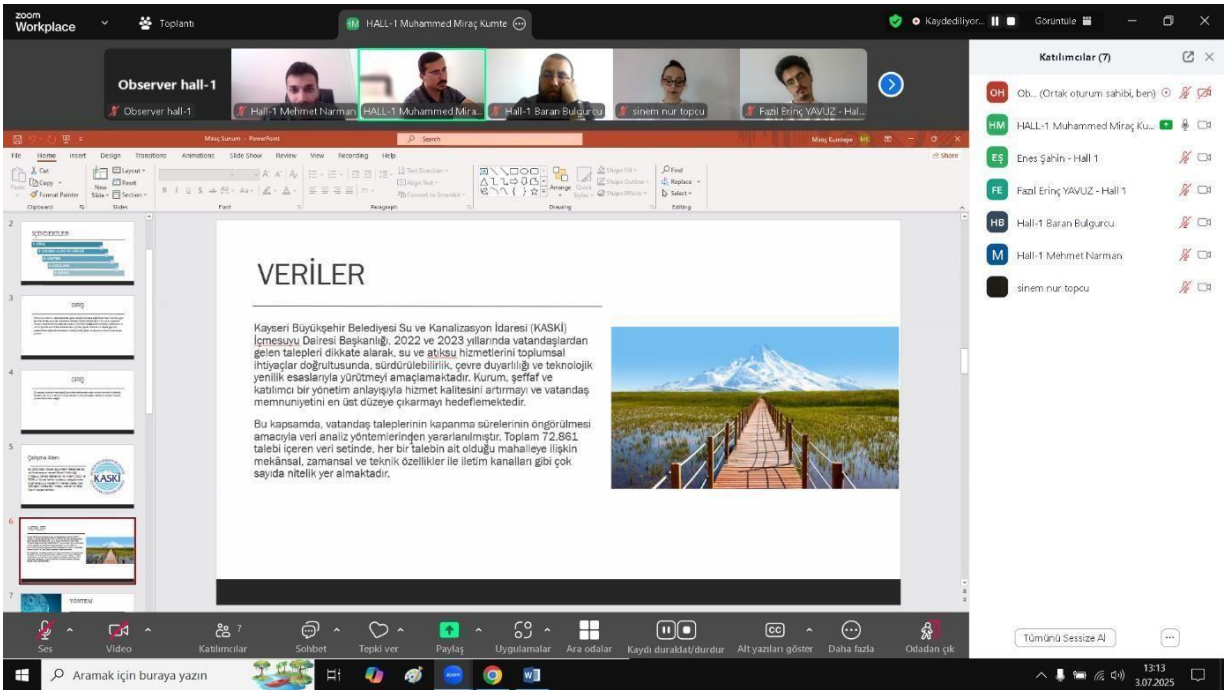

Observer hall-1
GİRİŞ
• Yazılım güvenliği, günümüz yazılım geliştirme süreçlerinde temel bir öncelik haline gelmiştir.
• Güvenlik zafiyetlerinin erken aşamalarda tespit edilmesi, hem bireysel hem de kurumsal düzeyde siber tehditlerin önlenmesine katkı sağlar.
• Bu bağlamda, açık kaynak yazılımlar için güvenlik seviyesinin nesnel şekilde ölçülmesine yönelik araç ve yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır.
PAGE 3
Aramak için buraya yazın
13:04
3.07.2025

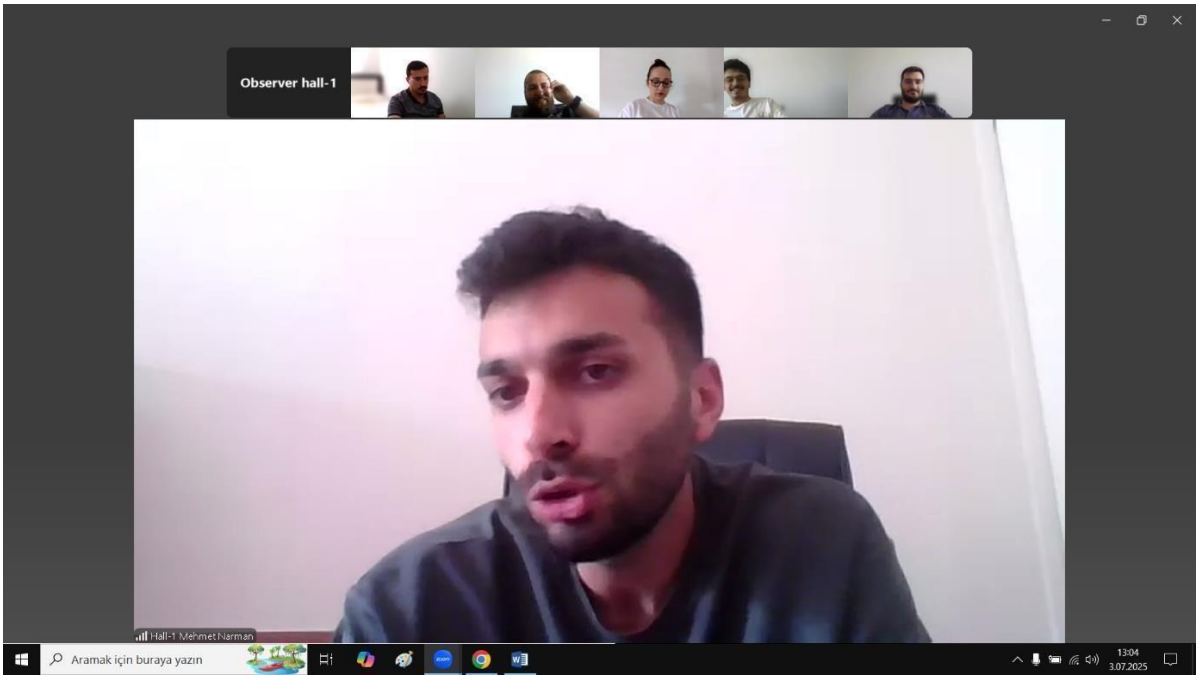

Observer hall-1
Y
Aramak için buraya yazın
13:30
3.07.2025


zoom Workplace
Toplantı
Fazıl Erinç YAVUZ - Hall 1 adlı kişi
Observer hall-1
Katılımcılar (8)
Katılımcı bul
Ob... (Ortak oturum sahibi, ben)
Fazıl Erinç YAVUZ - Hall 1
Enes Şahin - Hall 1
Hall-1 Baran Bulgurcu
Hall-1 Mehmet Narman
HALL-1 Muhammed Miraç Kumte...
sinem nur topcu
Yiğit-Hall1
Tümünü Sessize Al
Haier Europe
CANDY
HOOVER
Haier
EFFECT OF NOZZLE SHAPE ON SPRAY DISTRIBUTION IN DISHWASHER SPRAY ARM: A MESHLESS CFD APPROACH
Fazıl Erinç YAVUZ
Enes ŞAHİN
Hasan GERGİN
03/07/2025
CONFIDENTIAL
Aramak için buraya yazın
13:23
3.07.2025

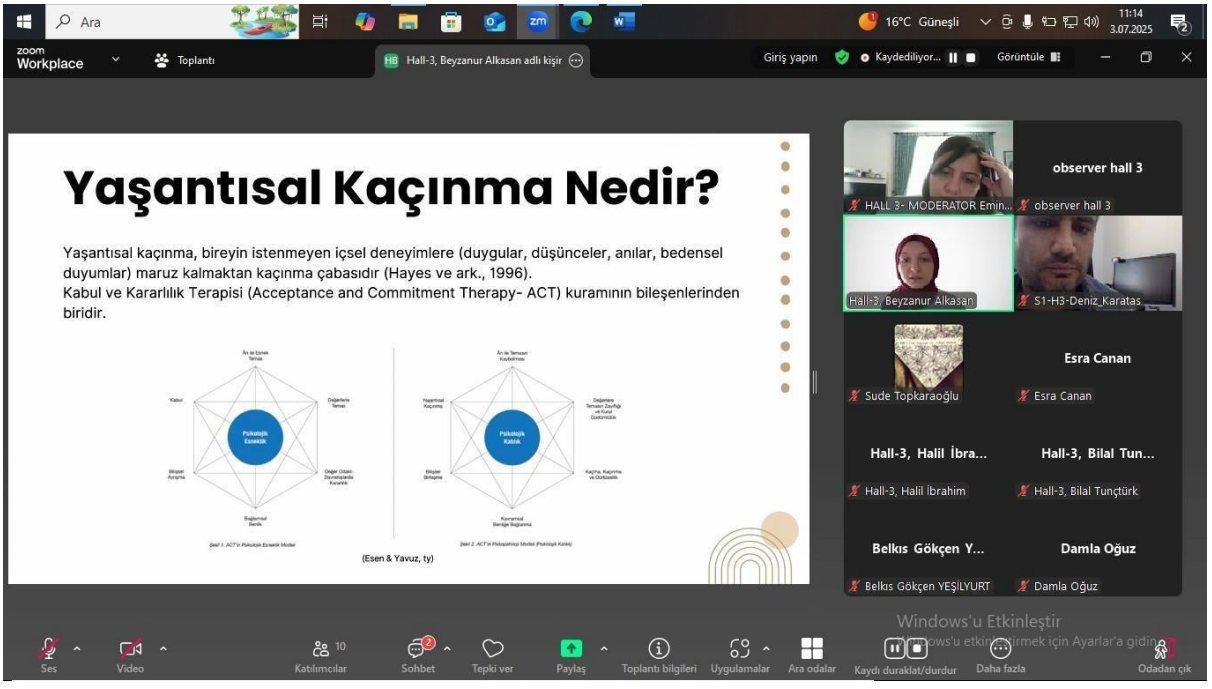

Observer hall-1
Haier Europe
CANDY
HOOVER
Haier
ASSESSING WASTE HEAT RECOVERY POTENTIAL IN DISHWASHERS
Fazıl Erinç YAVUZ
03/07/2025
CONFIDENTIAL
Katılımcılar (8)
Tümünü Sessize Al

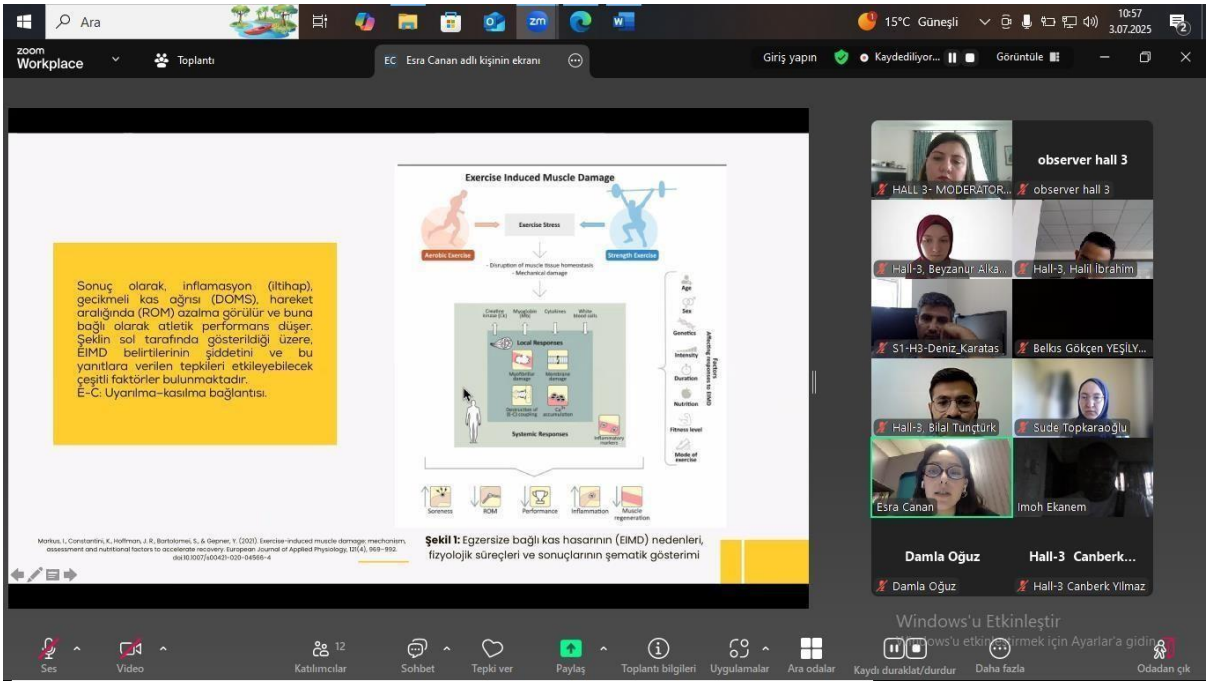

Observer hall-1
Katılımcılar (7)
2 atanmamış katılımcı
Tümünü Sessize Al

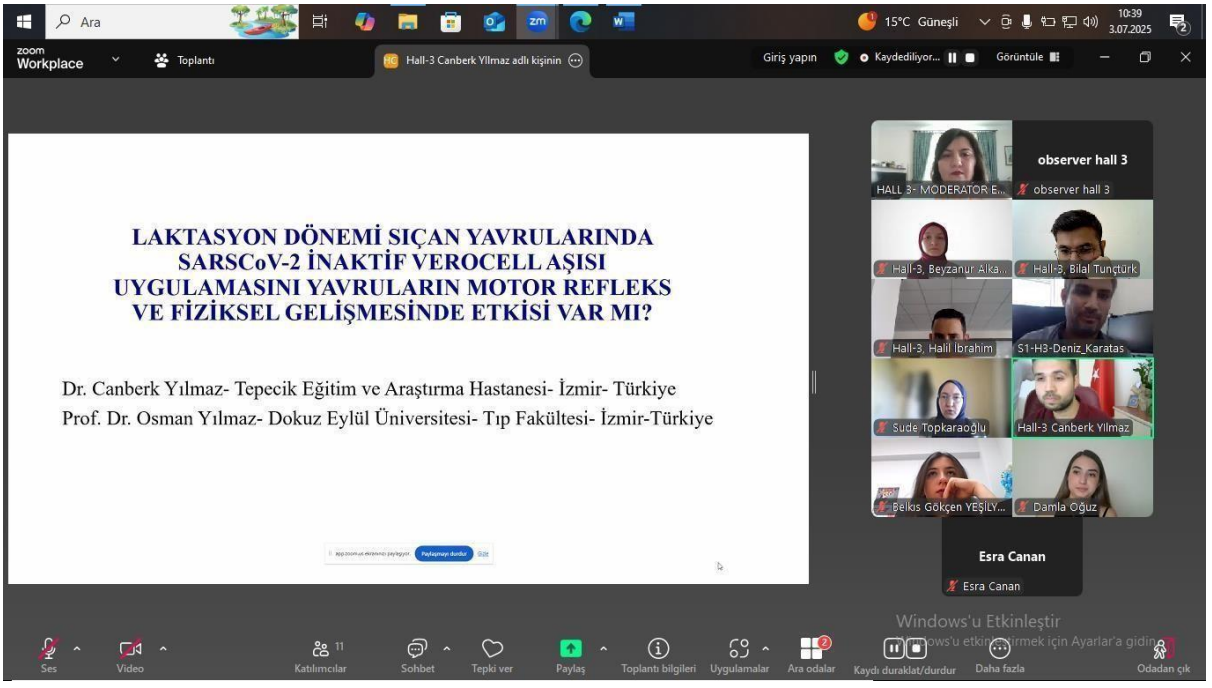

zoom Workplace
Toplantı
HALL-1 Muhammed Miraç Kumte
Kaydediliyor...
Görüntüle
Observer hall-1
Observer hall-1
Hall-1 Mehmet Narman
HALL-1 Muhammed Mira...
Hall-1 Baran Bulgurcu
sinem nur topcu
Fazıl Erinç YAVUZ - Hal...
Katılımcılar (7)
Ob... (Ortak oturum sahibi, ben)
HALL-1 Muhammed Miraç Ku...
Enes Şahin - Hall 1
Fazıl Erinç YAVUZ - Hall 1
Hall-1 Baran Bulgurcu
Hall-1 Mehmet Narman
sinem nur topcu
VERİLER
Kayseri Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi (KASKİ) İçmesuyu Dairesi Başkanlığı, 2022 ve 2023 yıllarında vatandaşlardan gelen talepleri dikkate alarak, su ve atıksu hizmetlerini toplumsal ihtiyaçlar doğrultusunda, sürdürülebilirlik, çevre duyarlılığı ve teknolojik yenilik esaslarıyla yürütmeyi amaçlamaktadır. Kurum, şeffaf ve katılımcı bir yönetim anlayışıyla hizmet kalitesini artırmayı ve vatandaş memnuniyetini en üst düzeye çıkarmayı hedeflemektedir.
Bu kapsamda, vatandaş taleplerinin kapanma sürelerinin öngörülmesi amacıyla veri analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır. Toplam 72.861 talebi içeren veri setinde, her bir talebin ait olduğu mahalleye ilişkin mekânsal, zamansal ve teknik özellikler ile iletim kanalları gibi çok sayıda nitelik yer almaktadır.
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı durakla/durdur
Alt yazıları göster
Daha fazla
Odadan çık
Tümünü Sessize Al
Aramak için buraya yazın
13:13
3.07.2025

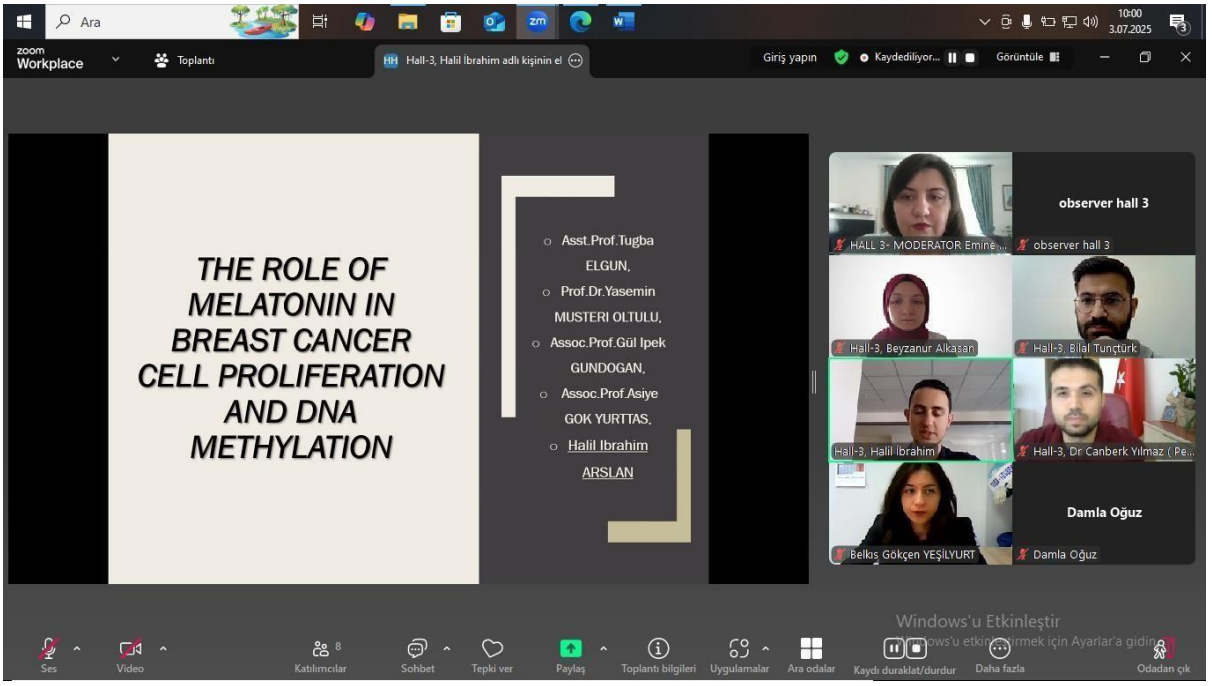

Observer hall-1
Hall-1 Mehmet Narman
Aramak için buraya yazın
13:04
3.07.2025


Ara
10:00
3.07.2025
zoom Workplace
Toplantı
Hall-3, Halil İbrahim adlı kişinin ekranı
Giriş yapın
Kaydediliyor...
Görüntüle
observer hall 3
HALL 3- MODERATOR Emine Hilal ER
observer hall 3
Hall-3, Beyzanur Alkasan
Hall-3, Bilal Tunçtürk
Hall-3, Halil İbrahim
Hall-3, Dr Canberk Yilmaz (Pediatrist)
Damla Oğuz
Belkıs Gökçen YEŞİLYURT
Damla Oğuz
Windows'u Etkinleştir
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Toplantı bilgileri
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı duraklat/durdur
Daha fazla
Odadan çık

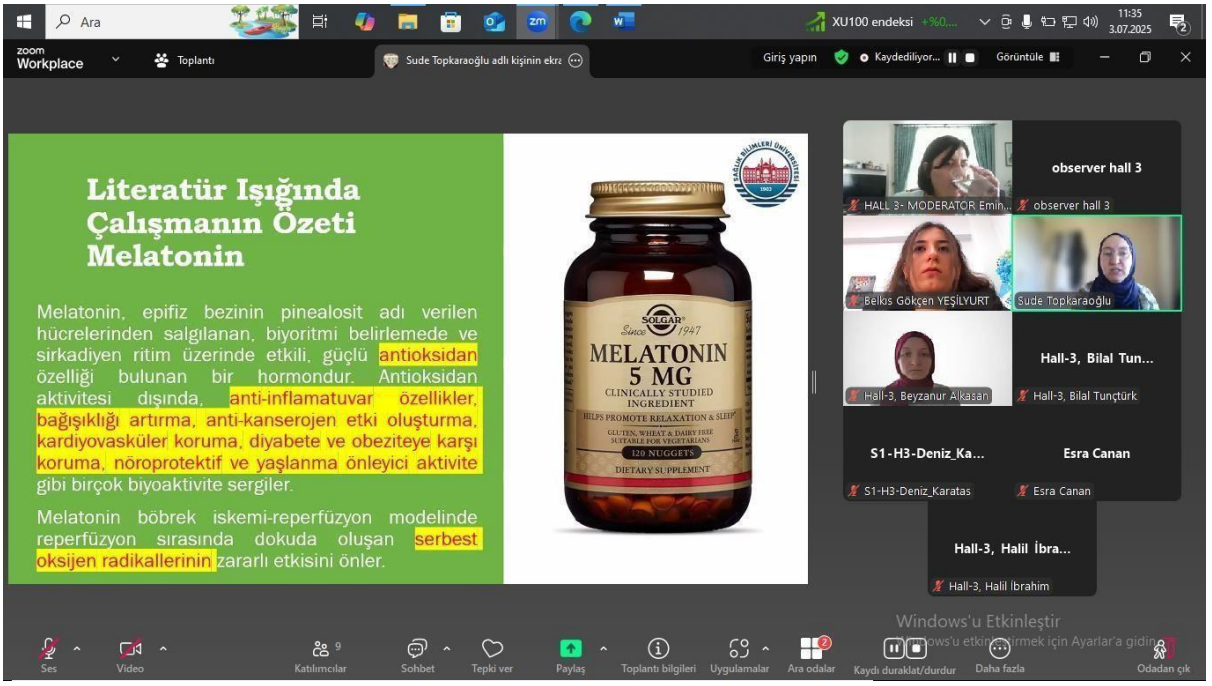

Ara
16°C Güneşli
11:14
3.07.2025
zoom Workplace
Toplantı
Hall-3, Beyzanur Alkasan adlı kişir
Giriş yapın
Kaydediliyor...
Görüntüle
Yaşantısal Kaçınma Nedir?
Yaşantısal kaçınma, bireyin istenmeyen içsel deneyimlere (duygular, düşünceler, anılar, bedensel duyumlar) maruz kalmaktan kaçınma çabasıdır (Hayes ve ark., 1996).
Kabul ve Kararlılık Terapisi (Acceptance and Commitment Therapy- ACT) kuramının bileşenlerinden biridir.
(Esen & Yavuz, ty)
observer hall 3
HALL 3- MODERATOR Emin...
observer hall 3
Hall-3, Beyzanur Alkasan
S1-H3-Deniz_Karatas
Sude Topkaraoğlu
Esra Canan
Esra Canan
Hall-3, Halil İbra...
Hall-3, Bilal Tun...
Hall-3, Halil İbrahim
Hall-3, Bilal Tunçtürk
Belkıs Gökçen Y...
Damla Oğuz
Belkıs Gökçen YEŞİLYURT
Damla Oğuz
Windows'u Etkinleştir
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Toplantı bilgileri
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı duraklat/durdur
Daha fazla
Odadan çık


Ara
15°C Güneşli
10:57
3.07.2025
zoom Workplace
Toplantı
EC Esra Canan adlı kişinin ekranı
Giriş yapın
Kaydediliyor...
Görüntüle
Sonuç olarak, inflamasyon (iltihap), gecikmeli kas ağrısı (DOMS), hareket aralığında (ROM) azalma görülür ve buna bağlı olarak atletik performans düşer. Şeklin sol tarafında gösterildiği üzere, EIMD belirtilerinin şiddetini ve bu yanıtlara verilen tepkileri etkileyebilecek çeşitli faktörler bulunmaktadır.
E-C: Uyarılma-kasılma bağlantısı.
Exercise Induced Muscle Damage
Exercise Stress
Aerobic Exercise
Strength Exercise
Disruption of muscle tissue homeostasis - Mechanical damage
Local Responses
Systemic Responses
Soreness
ROM
Performance
Inflammation
Muscle regeneration
Şekil 1: Egzersize bağlı kas hasarının (EIMD) nedenleri, fizyolojik süreçleri ve sonuçlarının şematik gösterimi
observer hall 3
HALL 3- MODERATOR...
Hall-3, Beyzanur Aka...
Hall-3, Halil İbrahim
S1-H3-Deniz_Karatas
Belkıs Gökçen YEŞİLY...
Hall-3, Bilal Tunçtürk
Sude Topkaraoğlu
Esra Canan
İmoh Ekanem
Damla Oğuz
Hall-3 Canberk...
Hall-3 Canberk Yilmaz
Windows'u Etkinleştir
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Toplantı bilgileri
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı duraklat/durdur
Daha fazla
Odadan çık

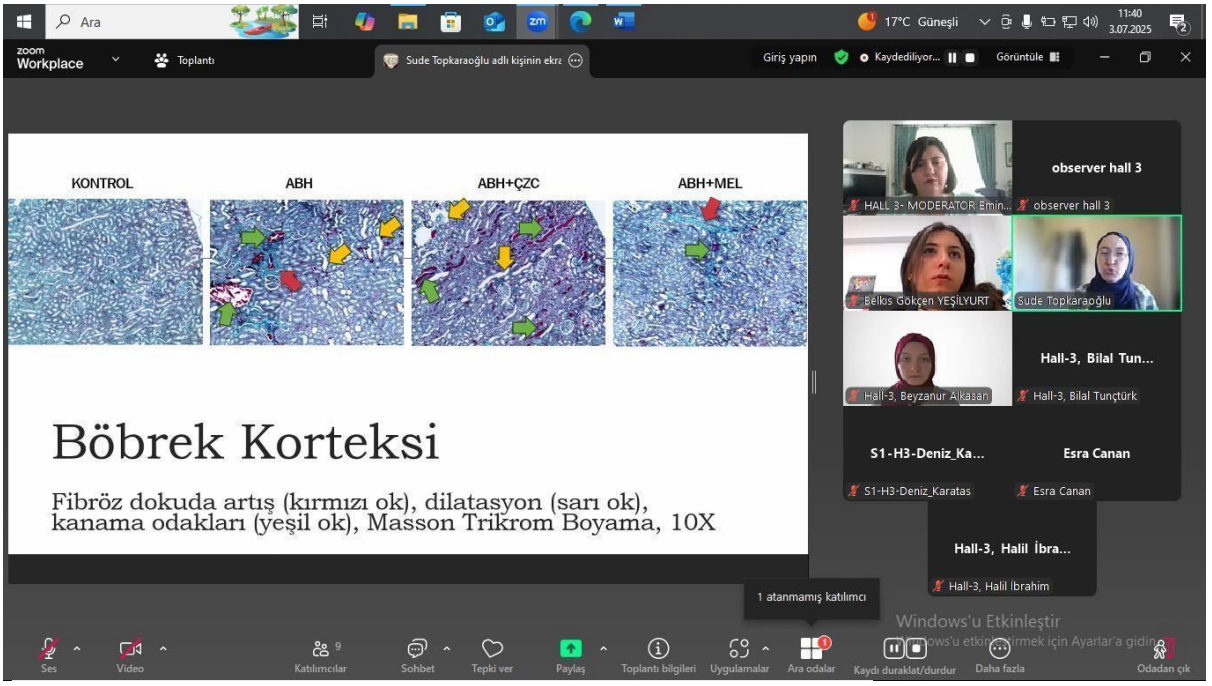

Ara
15°C Güneşli
10:39
3.07.2025
zoom Workplace
Toplantı
Hall-3 Canberk Yilmaz adlı kişinin
Giriş yapın
Kaydediliyor...
Görüntüle
LAKTASYON DÖNEMİ SIÇAN YAVRULARINDA SARSCoV-2 İNAKTİF VEROCELL AŞISI UYGULAMASININ YAVRULARIN MOTOR REFLEKS VE FİZİKSEL GELİŞMESİNDE ETKİSİ VAR MI?
Dr. Canberk Yılmaz- Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi- İzmir- Türkiye
Prof. Dr. Osman Yılmaz- Dokuz Eylül Üniversitesi- Tıp Fakültesi- İzmir-Türkiye
observer hall 3
HALL 3- MODERATOR E...
Hall-3, Beyzanur Aka...
Hall-3, Bilal Tunçtürk
Hall-3, Halil İbrahim
S1-H3-Deniz_Karatas
Sude Topkaraoğlu
Hall-3 Canberk Yilmaz
Belkıs Gökçen YEŞİLY...
Damla Oğuz
Esra Canan
Windows'u Etkinleştir
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Toplantı bilgileri
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı duraklat/durdur
Daha fazla
Odadan çık

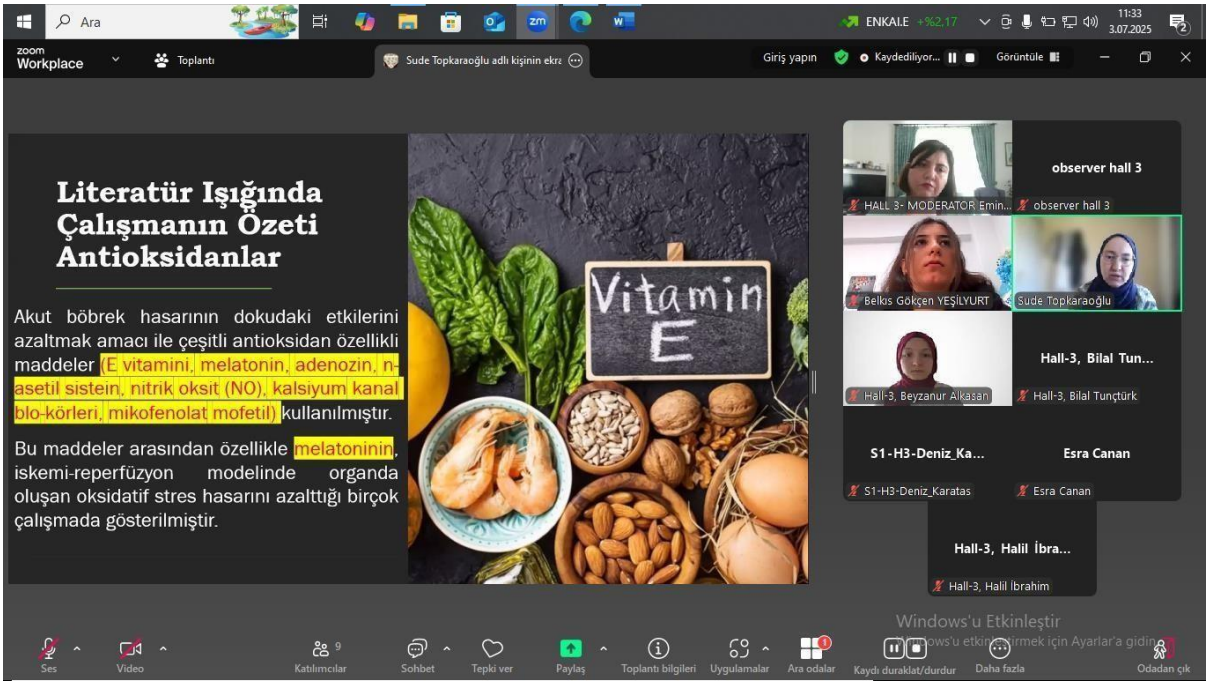

THE ROLE OF MELATONIN IN BREAST CANCER CELL PROLIFERATION AND DNA METHYLATION
Asst.Prof.Tugba ELGUN,
Prof.Dr.Yasemin MUSTERI OLTULU,
Assoc.Prof.Gül İpek GUNDOGAN,
Assoc.Prof.Asiye GOK YURTTAS,
Halil Ibrahim ARSLAN
observer hall 3
Hall-3, Beyzanur Alkaşan
Hall-3, Bilal Tunçtürk
Hall-3, Halil İbrahim
Hall-3, Dr Canberk Yılmaz (Pe...
Damla Oğuz
Belkıs Gökçen YEŞİLYURT

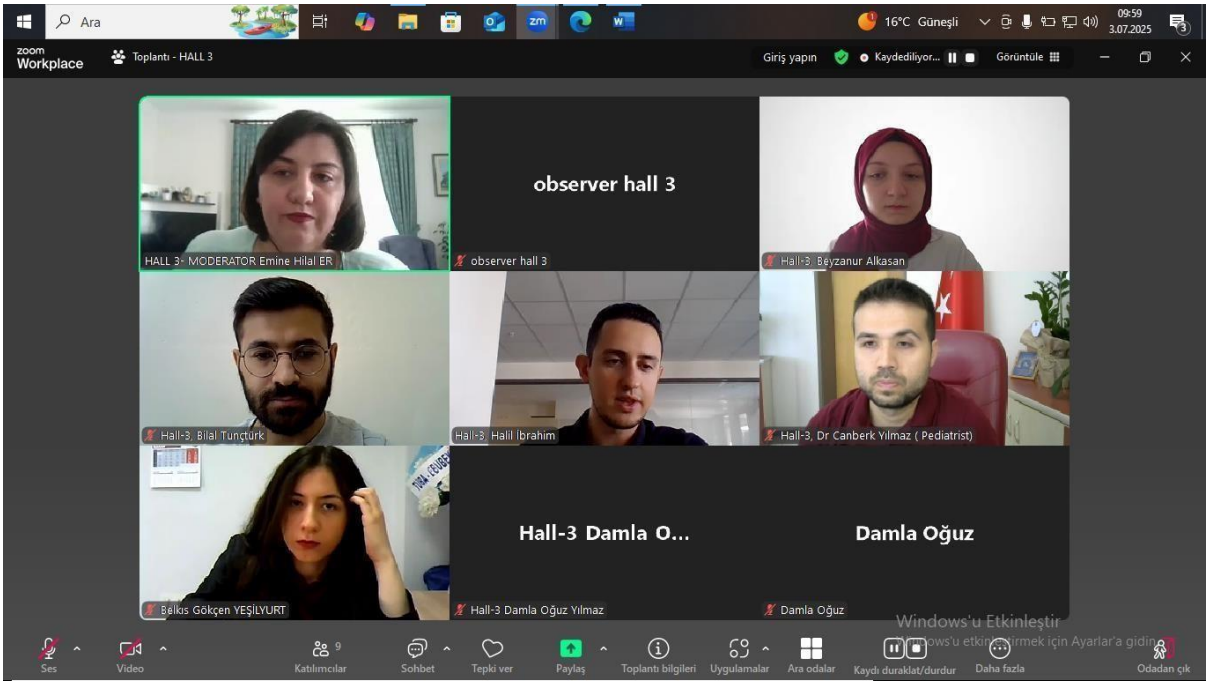

Literatür Işığında Çalışmanın Özeti
Giriş
Kalp ve beyinden sonra, kan akışının kesilmesine en duyarlı organ böbrektir. Renal kortikal hücreler böbreğin iskemiye en duyarlı bölgesidir çünkü en çok bu bölgedeki hücrelerin oksijen miktarı yüksektir.
Minör kaliks
Majör kaliks
Renal pelvis
Üreter
Korteks
Medulla
observer hall 3
Belkıs Gökçen YEŞİLYURT
Sude Topkaraoğlu
Hall-3, Bilal Tun...
Hall-3, Beyzanur Alkaşan
S1-H3-Deniz_Ka...
Esra Canan
Hall-3, Halil İbra...

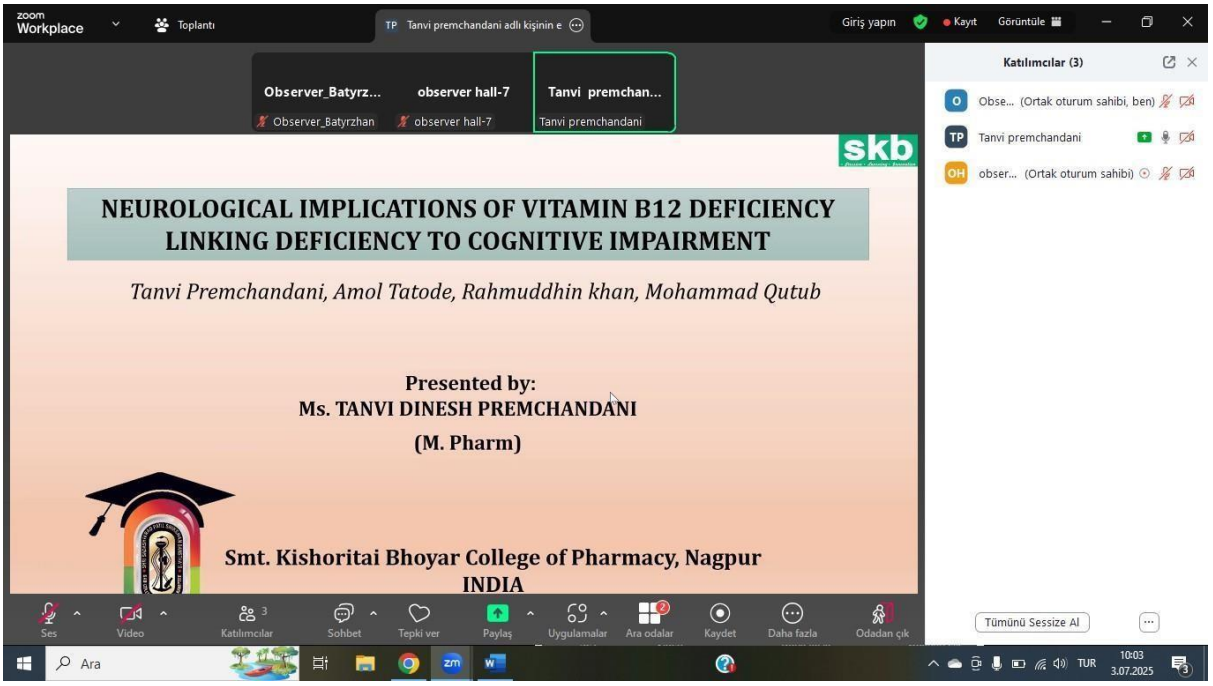

Literatür Işığında Çalışmanın Özeti Melatonin
Melatonin, epifiz bezinin pinealosit adı verilen hücrelerinden salgılanan, biyoritmi belirlemede ve sirkadiyen ritim üzerinde etkili, güçlü antioksidan özelliği bulunan bir hormondur. Antioksidan aktivitesi dışında, anti-inflamatuvar özellikler, bağışıklığı artırma, anti-kanserojen etki oluşturma, kardiyovasküler koruma, diyabete ve obeziteye karşı koruma, nöroprotektif ve yaşlanma önleyici aktivite gibi birçok biyoaktivite sergiler.
Melatonin böbrek iskemi-reperfüzyon modelinde reperfüzyon sırasında dokuda oluşan serbest oksijen radikallerinin zararlı etkisini önler.
SOLGAR
MELATONIN
5 MG
CLINICALLY STUDIED INGREDIENT
HELPS PROMOTE RELAXATION & SLEEP
120 NUGGETS
DIETARY SUPPLEMENT
observer hall 3
Hall-3, Bilal Tun...
S1-H3-Deniz_Ka...
Esra Canan
Hall-3, Halil İbra...
Windows'u Etkinleştir

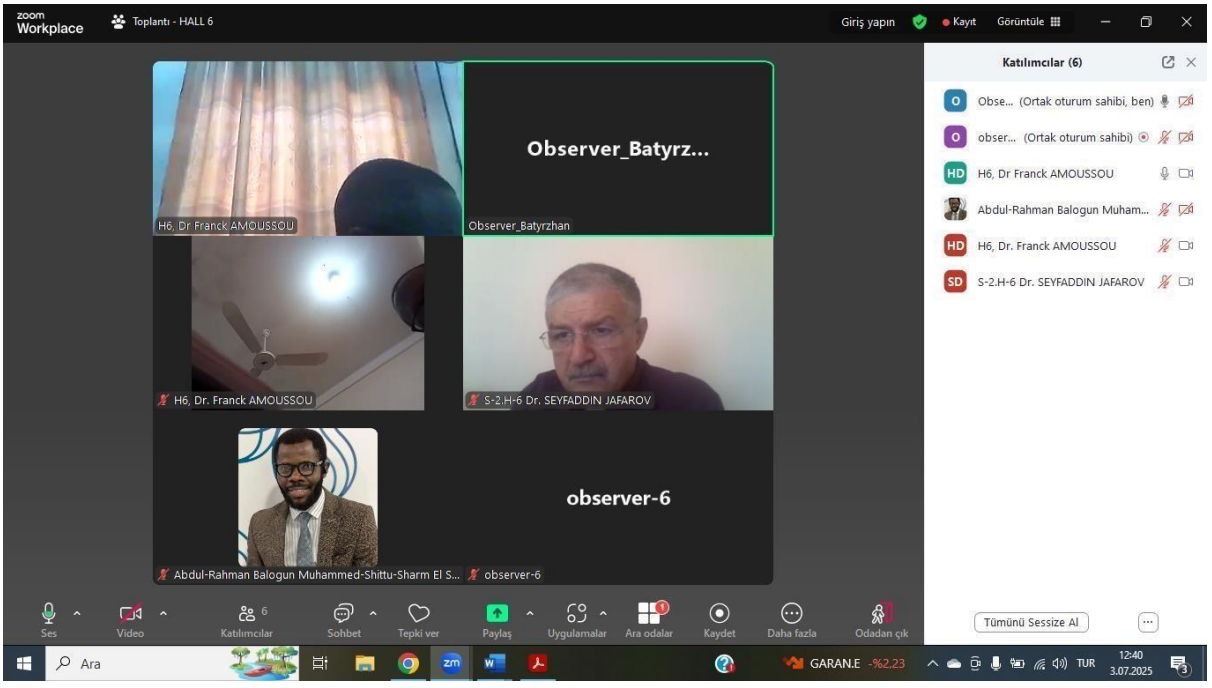

DİNLEDİĞİNİZ İÇİN
TEŞEKKÜR EDERİM
DR. SUDE
TOPKARAOĞLU
observer hall 3
Sude Topkaraoğlu
Esra Canan
2 atanmamış katılımcı

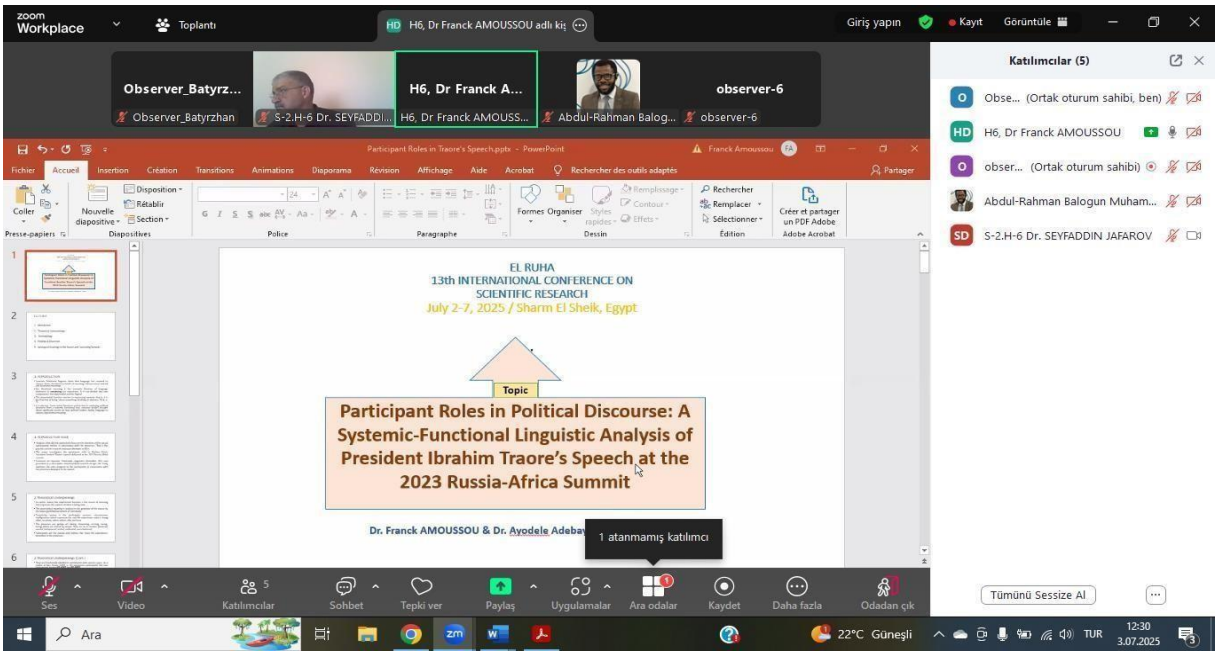

KONTROL
ABH
ABH+ÇZC
ABH+MEL
Böbrek Korteksi
Fibröz dokuda artış (kırmızı ok), dilatasyon (sarı ok),
kanama odakları (yeşil ok), Masson Trikrom Boyama, 10X
observer hall 3
Sude Topkaraoğlu
Esra Canan
1 atanmamış katılımcı

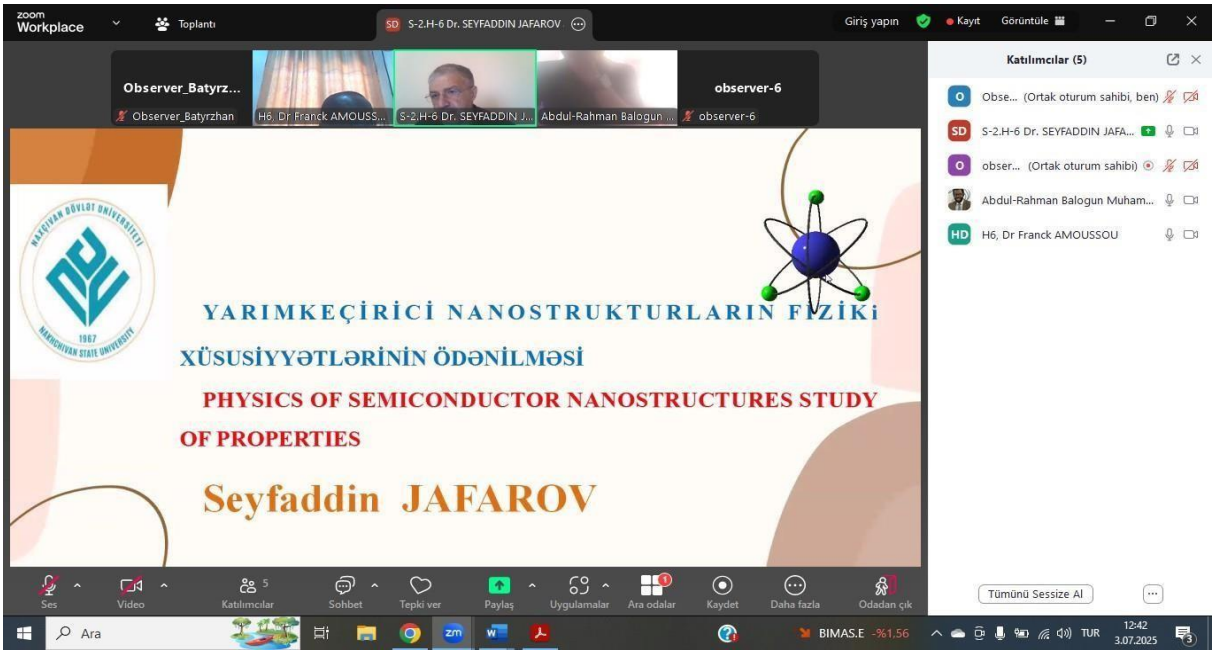

Ara
ENKAI.E +%2,17
11:33
3.07.2025
zoom Workplace
Toplantı
Sude Topkaraoğlu adlı kişinin ekra
Giriş yapın
Kaydediliyor...
Görüntüle
Literatür Işığında Çalışmanın Özeti Antioksidanlar
Akut böbrek hasarının dokudaki etkilerini azaltmak amacı ile çeşitli antioksidan özellikli maddeler (E vitamini, melatonin, adenozin, n-asetil sistein, nitrik oksit (NO), kalsiyum kanal blo-körleri, mikofenolat mofetil) kullanılmıştır.
Bu maddeler arasından özellikle melatoninin, iskemi-reperfüzyon modelinde organda oluşan oksidatif stres hasarını azalttığı birçok çalışmada gösterilmiştir.
Vitamin E
observer hall 3
HALL 3- MODERATOR Emin...
observer hall 3
Belkıs Gökçen YEŞİLYURT
Sude Topkaraoğlu
Hall-3, Beyzanur Alkasan
Hall-3, Bilal Tun...
Hall-3, Bilal Tunçtürk
S1-H3-Deniz_Ka...
S1-H3-Deniz_Karatas
Esra Canan
Esra Canan
Hall-3, Halil İbra...
Hall-3, Halil İbrahim
Windows'u Etkinleştir
Ayarlar'a gidin.
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Toplantı bilgileri
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı duraklat/durdur
Daha fazla
Odadan çık


Ara
16°C Güneşli
09:59
3.07.2025
zoom Workplace
Toplantı - HALL 3
Giriş yapın
Kaydediliyor...
Görüntüle
HALL 3- MODERATOR Emine Hilal ER
observer hall 3
observer hall 3
Hall-3, Beyzanur Alkasan
Hall-3, Bilal Tunçtürk
Hall-3, Halil İbrahim
Hall-3, Dr Canberk Yılmaz (Pediatrist)
Belkıs Gökçen YEŞİLYURT
Hall-3 Damla O...
Hall-3 Damla Oğuz Yılmaz
Damla Oğuz
Damla Oğuz
Windows'u Etkinleştir
Ayarlar'a gidin.
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Toplantı bilgileri
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı duraklat/durdur
Daha fazla
Odadan çık

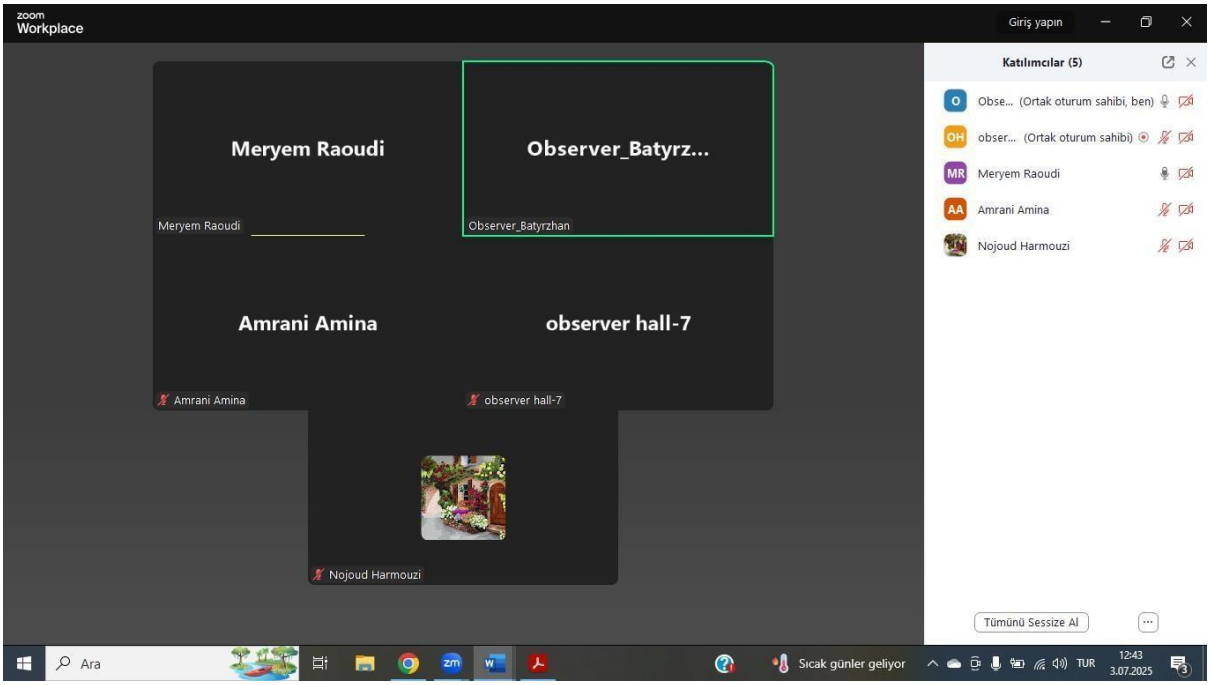

zoom Workplace
Toplantı
Tanvi premchandani adlı kişinin e
Giriş yapın
Kayıt
Görüntüle
Observer_Batyrz...
observer hall-7
Tanvi premchan...
Observer_Batyrzhan
observer hall-7
Tanvi premchandani
skb
NEUROLOGICAL IMPLICATIONS OF VITAMIN B12 DEFICIENCY LINKING DEFICIENCY TO COGNITIVE IMPAIRMENT
Tanvi Premchandani, Amol Tatode, Rahmuddhin khan, Mohammad Qutub
Presented by:
Ms. TANVI DINESH PREMCHANDANI
(M. Pharm)
Smt. Kishoritai Bhoyar College of Pharmacy, Nagpur
INDIA
Katılımcılar (3)
Obse... (Ortak oturum sahibi, ben)
Tanvi premchandani
obser... (Ortak oturum sahibi)
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydet
Daha fazla
Odadan çık
Tümünü Sessize Al
Ara
TUR
10:03
3.07.2025

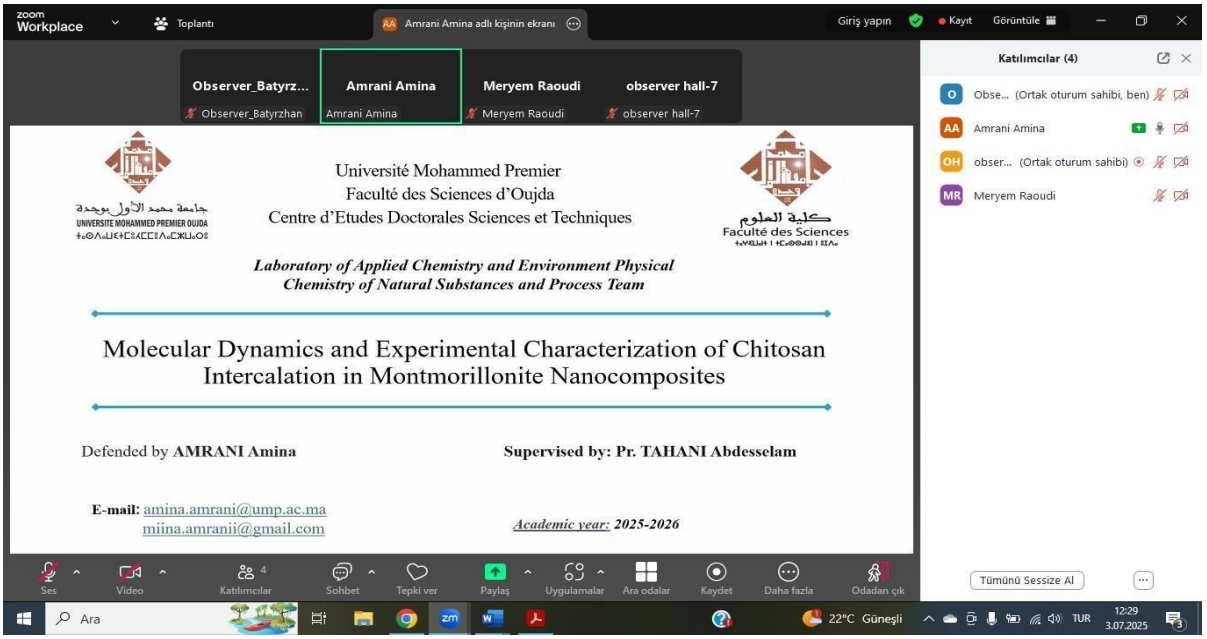

zoom Workplace
Toplantı - HALL 6
Giriş yapın
Kayıt
Görüntüle
Observer_Batyrz...
H6, Dr Franck AMOUSSOU
Observer_Batyrzhan
H6, Dr. Franck AMOUSSOU
S-2.H-6 Dr. SEYFADDIN JAFAROV
observer-6
Abdul-Rahman Balogun Muhammed-Shittu-Sharm El S...
observer-6
Katılımcılar (6)
Obse... (Ortak oturum sahibi, ben)
obser... (Ortak oturum sahibi)
H6, Dr Franck AMOUSSOU
Abdul-Rahman Balogun Muham...
H6, Dr. Franck AMOUSSOU
S-2.H-6 Dr. SEYFADDIN JAFAROV
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydet
Daha fazla
Odadan çık
Tümünü Sessize Al
Ara
GARAN.E -%2.23
TUR
12:40
3.07.2025

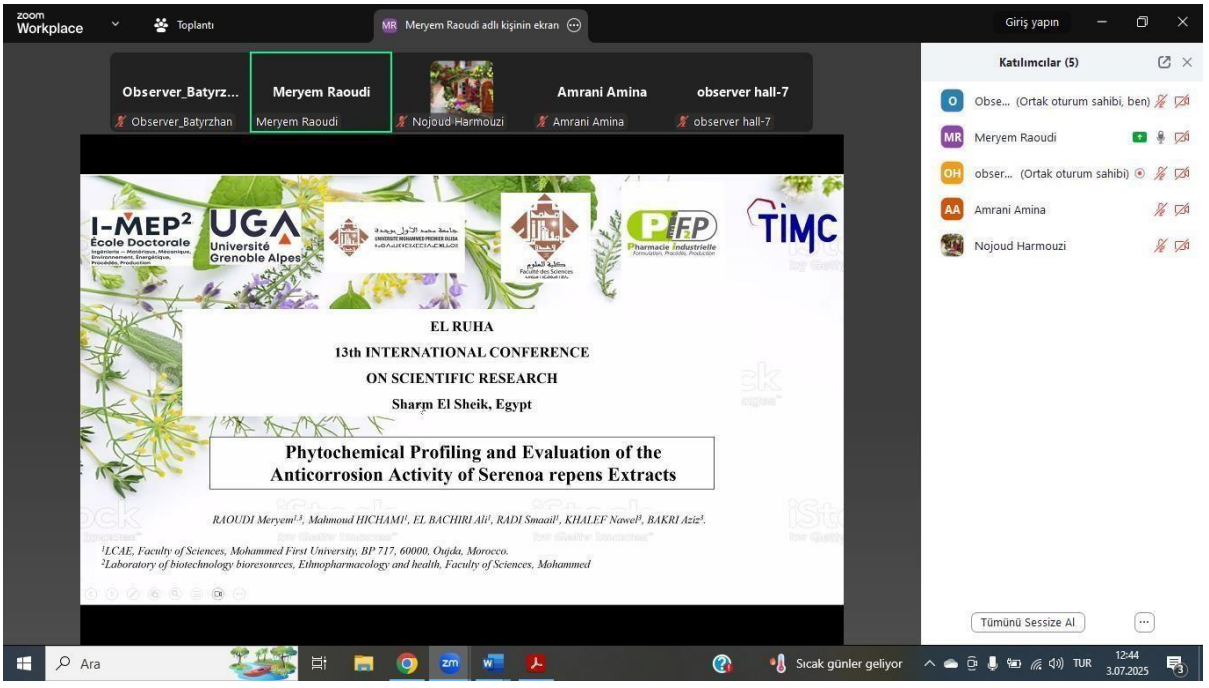

zoom Workplace
Toplantı
H6, Dr Franck AMOUSSOU adlı kişi
Giriş yapın
Kayıt
Görüntüle
Observer_Batyrz...
S-2.H-6 Dr. SEYFADDI...
H6, Dr Franck A...
H6, Dr Franck AMOUSS...
Abdul-Rahman Balog...
observer-6
Katılımcılar (5)
Obse... (Ortak oturum sahibi, ben)
H6, Dr Franck AMOUSSOU
obser... (Ortak oturum sahibi)
Abdul-Rahman Balogun Muham...
S-2.H-6 Dr. SEYFADDIN JAFAROV
EL RUHA
13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON
SCIENTIFIC RESEARCH
July 2-7, 2025 / Sharm El Sheik, Egypt
Topic
Participant Roles in Political Discourse: A Systemic-Functional Linguistic Analysis of President Ibrahim Traore's Speech at the 2023 Russia-Africa Summit
Dr. Franck AMOUSSOU & Dr. Ayodele Adeba
1 atanmamış katılımcı
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydet
Daha fazla
Odadan çık
Tümünü Sessize Al
Ara
22°C Güneşli
TUR
12:30
3.07.2025

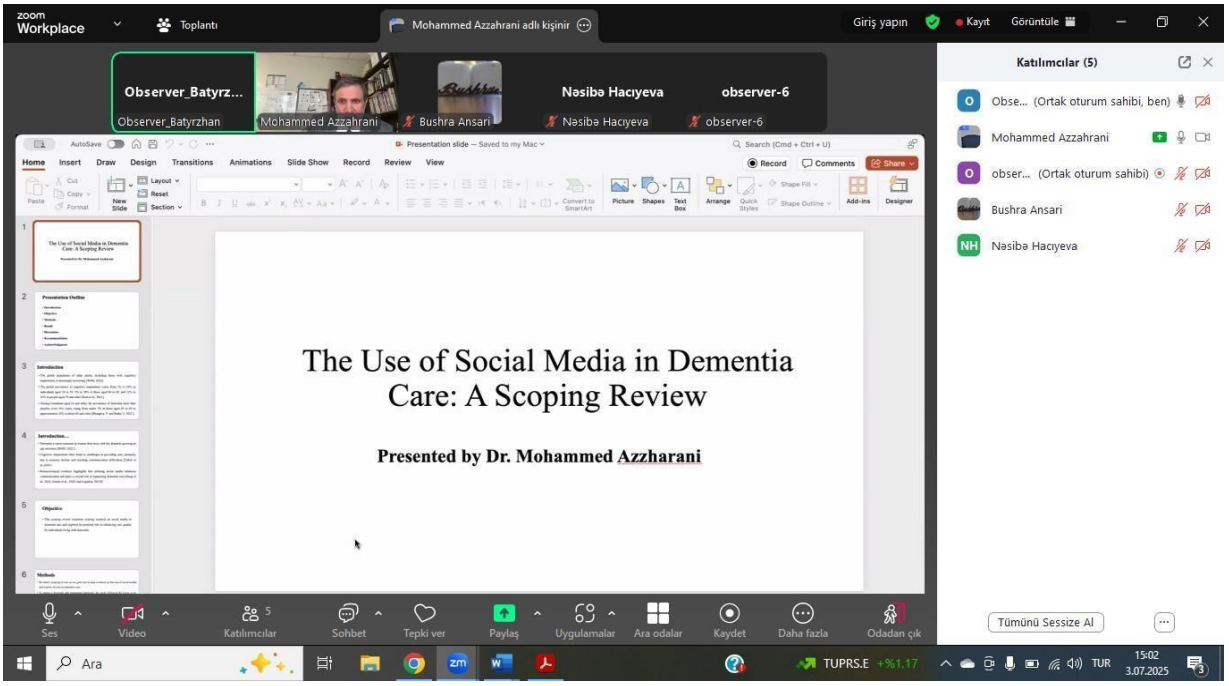

zoom Workplace
Toplantı
S-2.H-6 Dr. SEYFADDIN JAFAROV
Giriş yapın
Kayıt
Görüntüle
Observer_Batyrz...
H6, Dr Franck AMOUSS...
S-2.H-6 Dr. SEYFADDIN J...
Abdul-Rahman Balogun ...
observer-6
Katılımcılar (5)
Obse... (Ortak oturum sahibi, ben)
S-2.H-6 Dr. SEYFADDIN JAFA...
obser... (Ortak oturum sahibi)
Abdul-Rahman Balogun Muham...
H6, Dr Franck AMOUSSOU
NAXÇIVAN DÖVLƏT UNİVERSİTETİ
1967
NAKHCHIVAN STATE UNIVERSITY
YARIMKEÇİRİCİ NANOSTRUKTURLARIN FİZİKİ
XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN ÖDƏNİLMƏSİ
PHYSICS OF SEMICONDUCTOR NANOSTRUCTURES STUDY
OF PROPERTIES
Seyfaddin JAFAROV
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydet
Daha fazla
Odadan çık
Tümünü Sessize Al
Ara
BIMAS.E -%1.56
TUR
12:42
3.07.2025

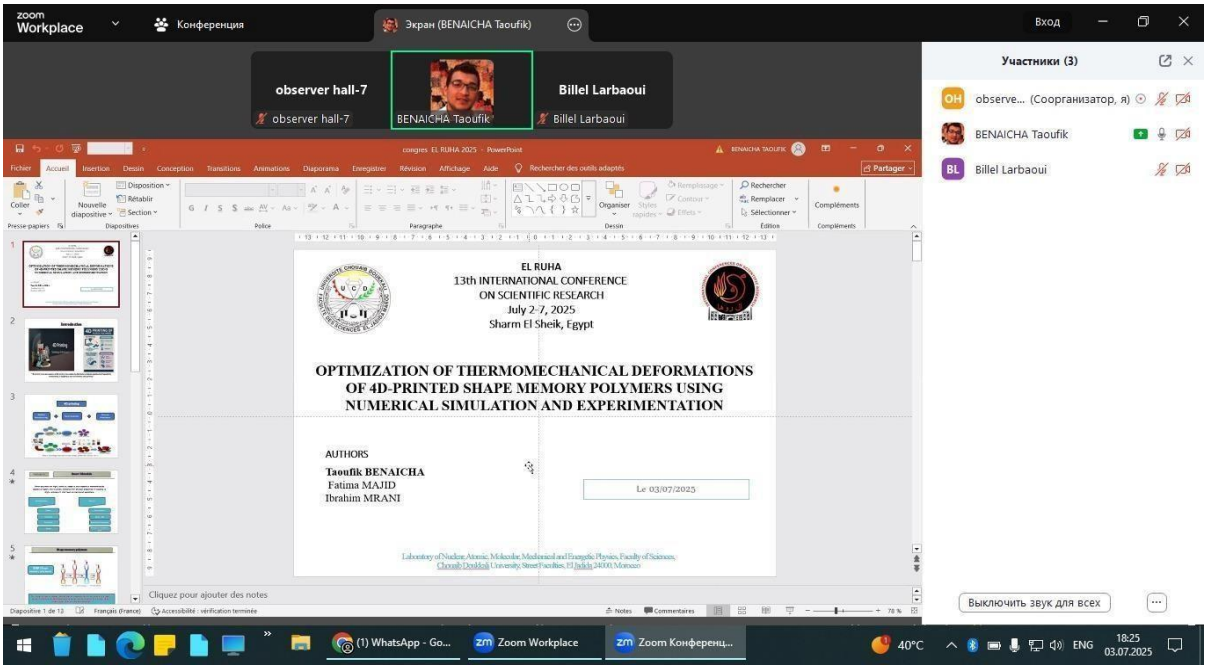

zoom Workplace
Toplantı
Abdul-Rahman Balogun Muhamr
Giriş yapın
Observer_Batyrz...
observer-6
H6, Dr Franck A...
Observer_Batyrzhan
S-2.H-6 Dr. SEYFADDIN J...
Abdul-Rahman Balogun ...
observer-6
H6, Dr Franck AMOU...
Lyndon Baines Johnson
"Poverty must not be a bar to learning, and learning must be an escape from poverty."
The academic financial support (scholarship) usually comes in different measures under various names such as, grant and loan, endowment - through endowments funds, and bursaries in partial or full form of scholarships through which the higher education is accessible and affordable for the interested applicants, especially to the children of families who would otherwise be left out because of their financial incapability to sort financial related issues of the higher institution.
Katılımcılar (5)
Obse... (Ortak oturum sahibi, ben)
Abdul-Rahman Balogun Muh...
obser... (Ortak oturum sahibi)
S-2.H-6 Dr. SEYFADDIN JAFAROV
H6, Dr Franck AMOUSSOU
Tümünü Sessize Al
Ara
23°C Kısmen güneşli
TUR
12:56
3.07.2025


zoom Workplace
Giriş yapın
Meryem Raoudi
Observer_Batyrz...
Meryem Raoudi
Observer_Batyrzhan
Amrani Amina
observer hall-7
Amrani Amina
observer hall-7
Nojoud Harmouzi
Katılımcılar (5)
Obse... (Ortak oturum sahibi, ben)
obser... (Ortak oturum sahibi)
Meryem Raoudi
Amrani Amina
Nojoud Harmouzi
Tümünü Sessize Al
Ara
Sıcak günler geliyor
TUR
12:43
3.07.2025

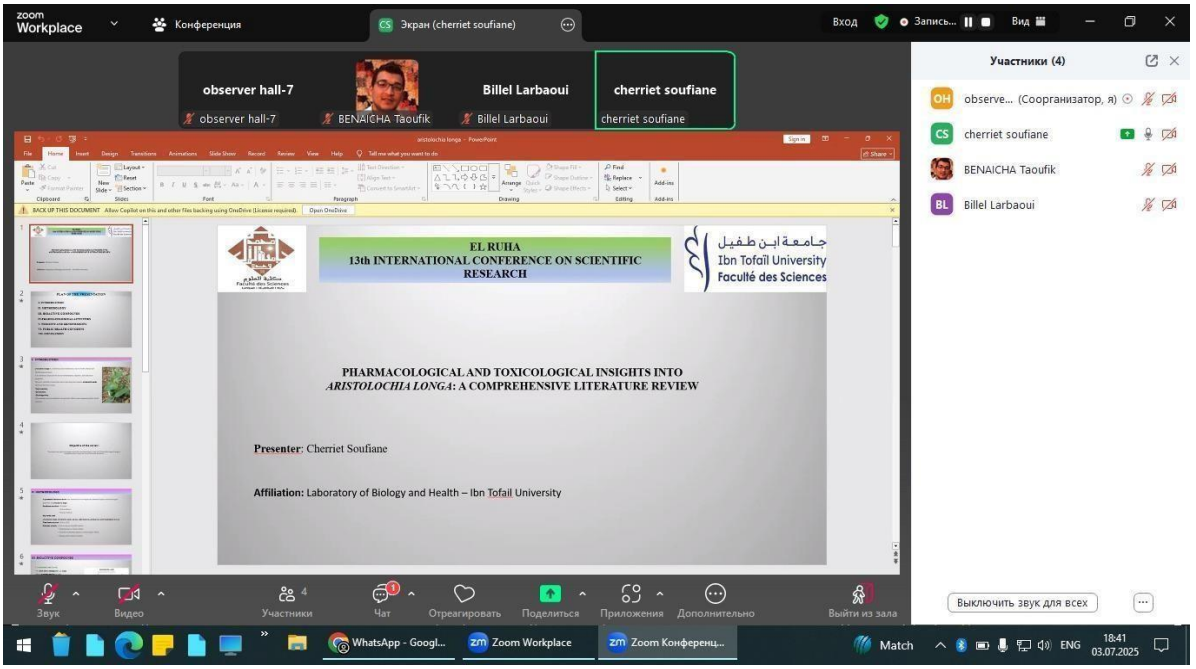

Observer_Batyrz...
Amrani Amina
Meryem Raoudi
observer hall-7
Katılımcılar (4)
Université Mohammed Premier
Faculté des Sciences d'Oujda
Centre d'Etudes Doctorales Sciences et Techniques
Laboratory of Applied Chemistry and Environment Physical Chemistry of Natural Substances and Process Team
Molecular Dynamics and Experimental Characterization of Chitosan Intercalation in Montmorillonite Nanocomposites
Defended by AMRANI Amina
Supervised by: Pr. TAHANI Abdesselam
E-mail: amina.amrani@ump.ac.ma
miina.amranii@gmail.com
Academic year: 2025-2026

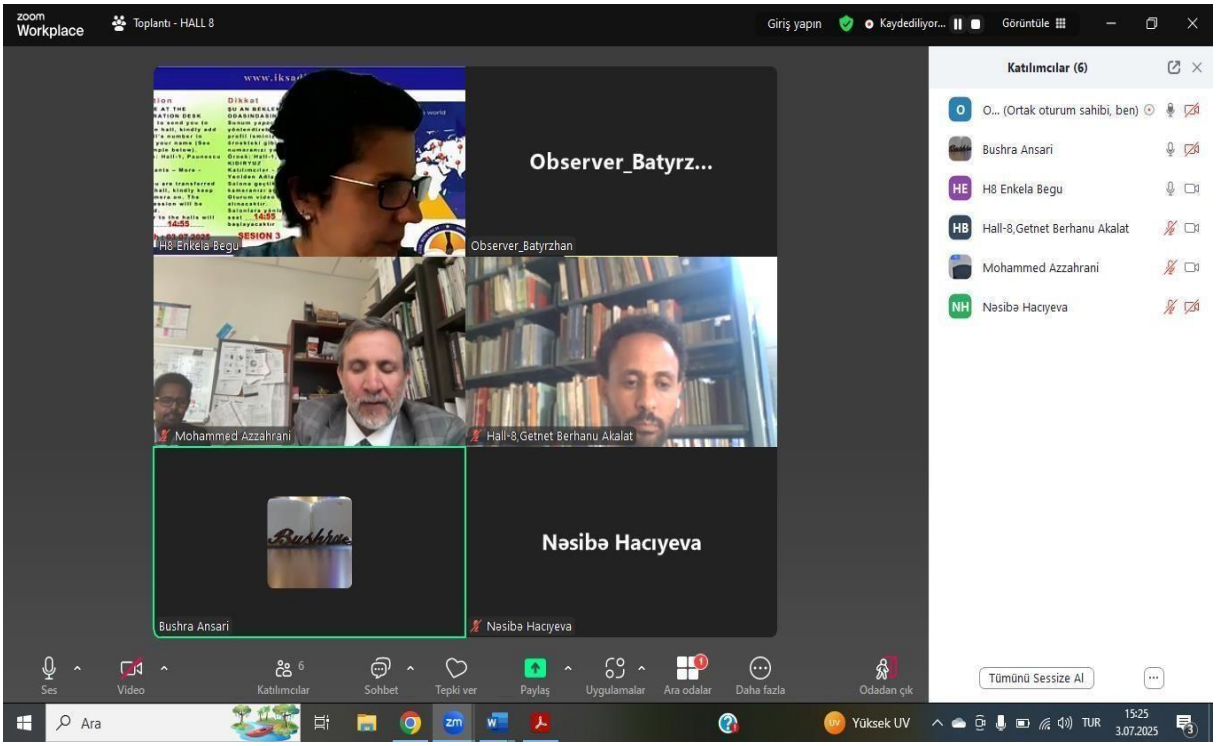

Observer_Batyrz...
Meryem Raoudi
Nojoud Harmouzi
Amrani Amina
observer hall-7
Katılımcılar (5)
EL RUHA
13th INTERNATIONAL CONFERENCE
ON SCIENTIFIC RESEARCH
Sharm El Sheik, Egypt
Phytochemical Profiling and Evaluation of the Anticorrosion Activity of Serenoa repens Extracts
RAOUDI Meryem[1,3], Mahmoud HICHAMI[1], EL BACHIRI Ali[1], RADI Smaail[1], KHALEF Nawel[3], BAKRI Aziz[3].
[1]LCAE, Faculty of Sciences, Mohammed First University, BP 717, 60000, Oujda, Morocco.
[2]Laboratory of biotechnology bioresources, Ethnopharmacology and health, Faculty of Sciences, Mohammed

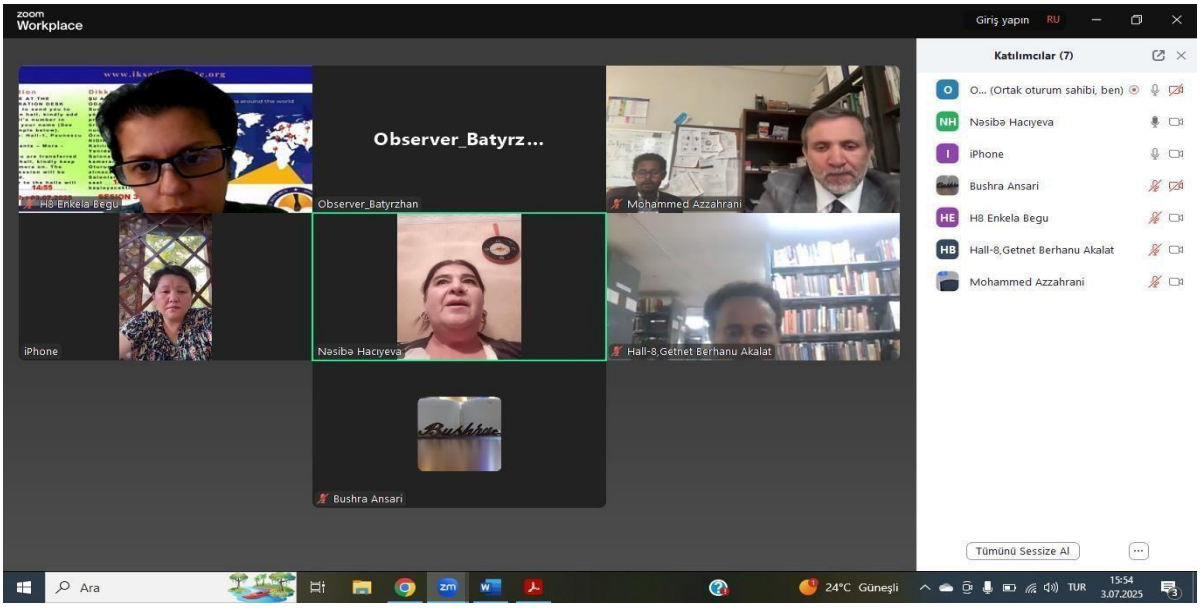

zoom Workplace
Toplantı
Mohammed Azzahrani adlı kişinir
Giriş yapın
Kayıt
Görüntüle
Observer_Batyrz...
Observer_Batyrzhan
Mohammed Azzahrani
Bushra Ansari
Nəsibə Hacıyeva
observer-6
Katılımcılar (5)
Obse... (Ortak oturum sahibi, ben)
Mohammed Azzahrani
obser... (Ortak oturum sahibi)
Bushra Ansari
Nəsibə Hacıyeva
The Use of Social Media in Dementia Care: A Scoping Review
Presented by Dr. Mohammed Azzharani
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydet
Daha fazla
Odadan çık
Tümünü Sessize Al
Ara
TUPRS.E +%1,17
TUR
15:02
3.07.2025

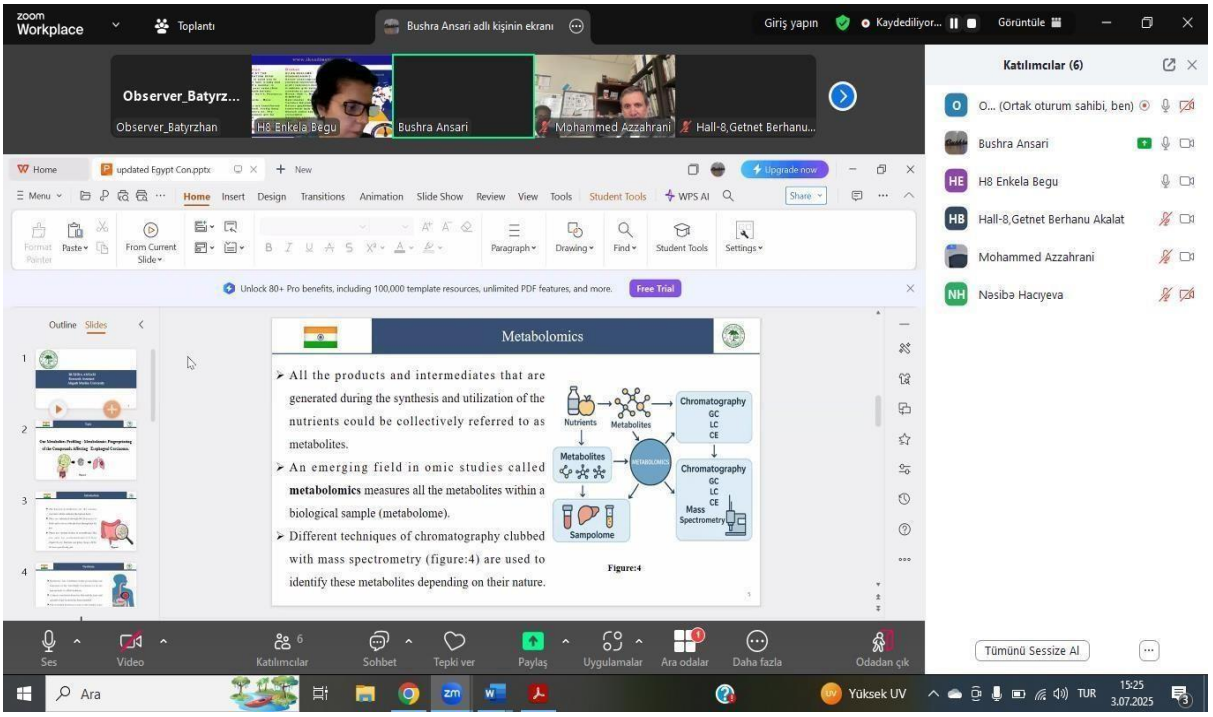

zoom Workplace
Конференция
Экран (BENAICHA Taoufik)
Вход
observer hall-7
BENAICHA Taoufik
Billel Larbaoui
Участники (3)
observe... (Соорганизатор, я)
BENAICHA Taoufik
Billel Larbaoui
EL RUHA
13th INTERNATIONAL CONFERENCE
ON SCIENTIFIC RESEARCH
July 2-7, 2025
Sharm El Sheik, Egypt
OPTIMIZATION OF THERMOMECHANICAL DEFORMATIONS OF 4D-PRINTED SHAPE MEMORY POLYMERS USING NUMERICAL SIMULATION AND EXPERIMENTATION
AUTHORS
Taoufik BENAICHA
Fatima MAJID
Ibrahim MRANI
Le 03/07/2025
Cliquez pour ajouter des notes
Выключить звук для всех
(1) WhatsApp - Go...
Zoom Workplace
Zoom Конференц...
40°C
ENG
18:25
03.07.2025

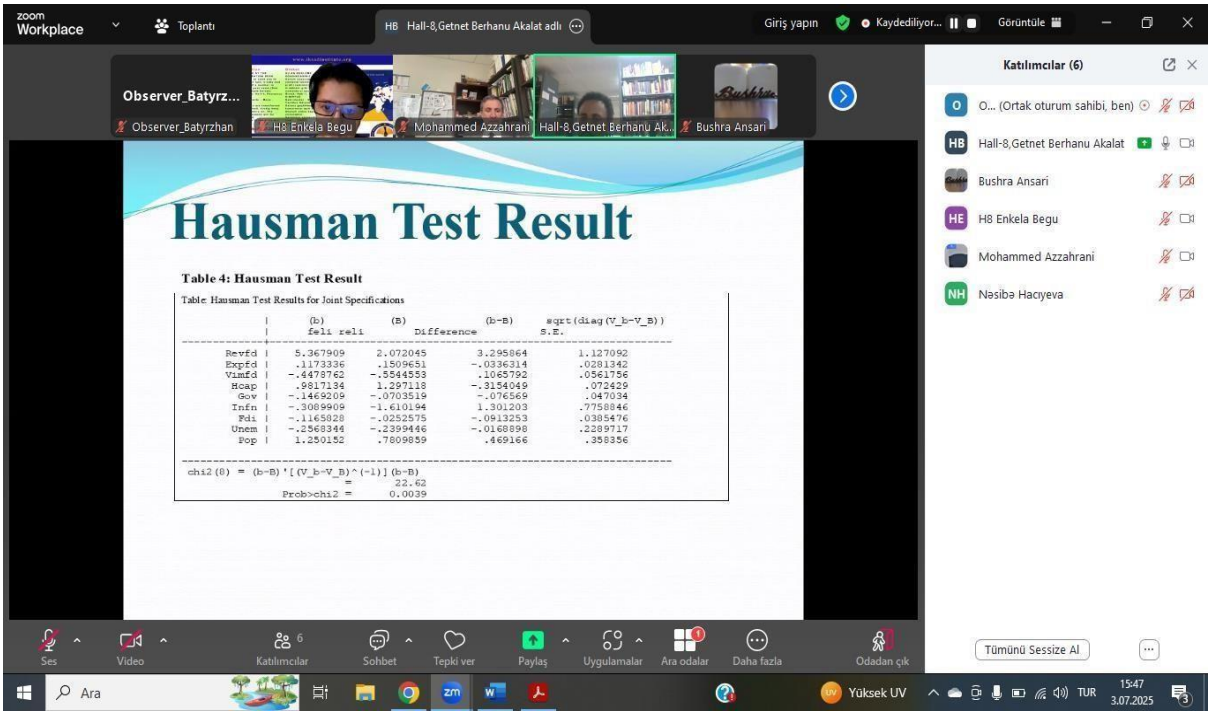

zoom Workplace
Конференция
Экран (Billel Larbaoui)
Вход
observer hall-7
Billel Larbaoui
Hall-8,Getnet B...
Observer_Batyrz...
Участники (4)
observer hal... (Соорганизатор, я)
Billel Larbaoui
Observer_Baty... (Соорганизатор)
Hall-8,Getnet Berhanu Akalat
EL RUHA
13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH
SINGLE-CLICK MOLECULAR DOCKING-BASED VIRTUAL SCREENING VIA SWIFTDOCK
LARBAOUI Billel[1], MENAD Rafik[2].
[1] Laboratory of Plant Biotechnology and Ethnobotany (LBVE), Faculty of Nature and Life Sciences, Department of Physical Biology and Chemistry, University of Bejaia, Bejaia, Algeria.
[2] Laboratory of Valorization and Bioengineering of Natural Resources (LVBRN), Faculty of Sciences, Department of Natural and Life Sciences, University of Algiers, Algiers, Algeria.
Presenting author's E-mail: billel.larbaoui@univ-bejaia.dz
Выключить звук для всех
(1) WhatsApp - Go...
Zoom Workplace
Zoom Конференц...
ENG
18:03
03.07.2025

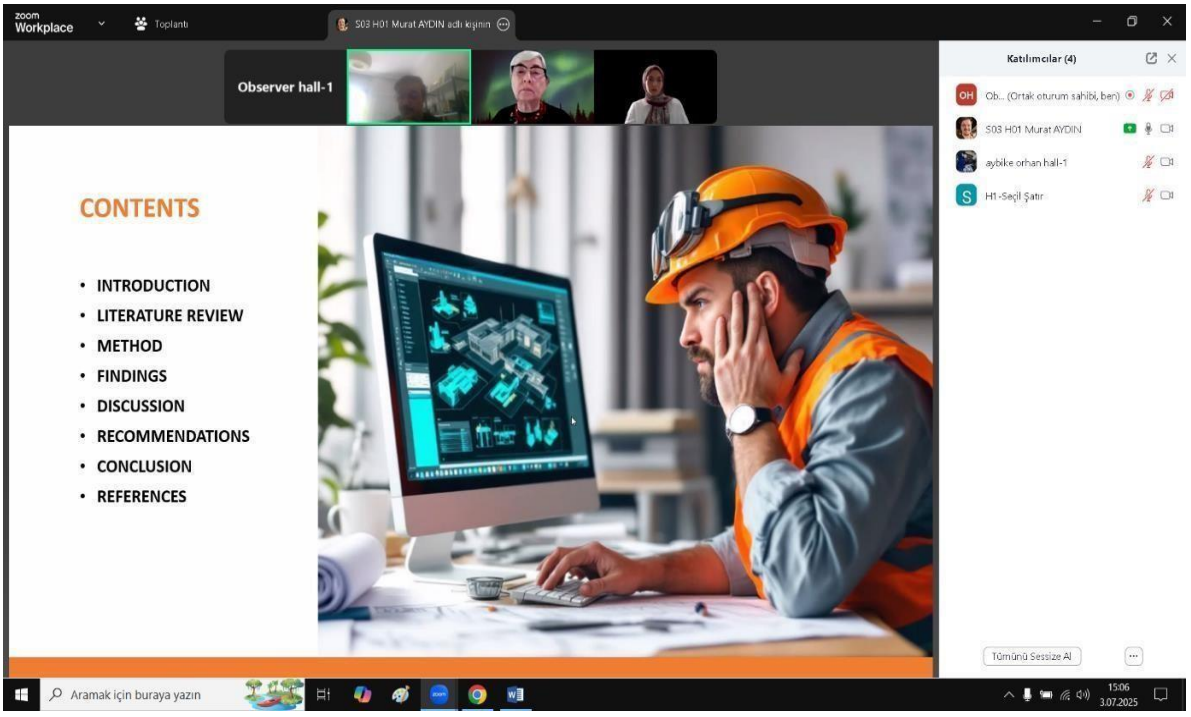

zoom Workplace
Конференция
Экран (cherriet soufiane)
Вход
Запись...
Вид
observer hall-7
BENAICHA Taoufik
Billel Larbaoui
cherriet soufiane
Участники (4)
observe... (Соорганизатор, я)
cherriet soufiane
BENAICHA Taoufik
Billel Larbaoui
EL RUHA
13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH
جامعة ابن طفيل
Ibn Tofail University
Faculté des Sciences
PHARMACOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL INSIGHTS INTO ARISTOLOCHIA LONGA: A COMPREHENSIVE LITERATURE REVIEW
Presenter: Cherriet Soufiane
Affiliation: Laboratory of Biology and Health – Ibn Tofail University
Звук
Видео
Участники
Чат
Отреагировать
Поделиться
Приложения
Дополнительно
Выйти из зала
Выключить звук для всех
WhatsApp - Googl...
Zoom Workplace
Zoom Конференц...
Match
ENG
18:41
03.07.2025

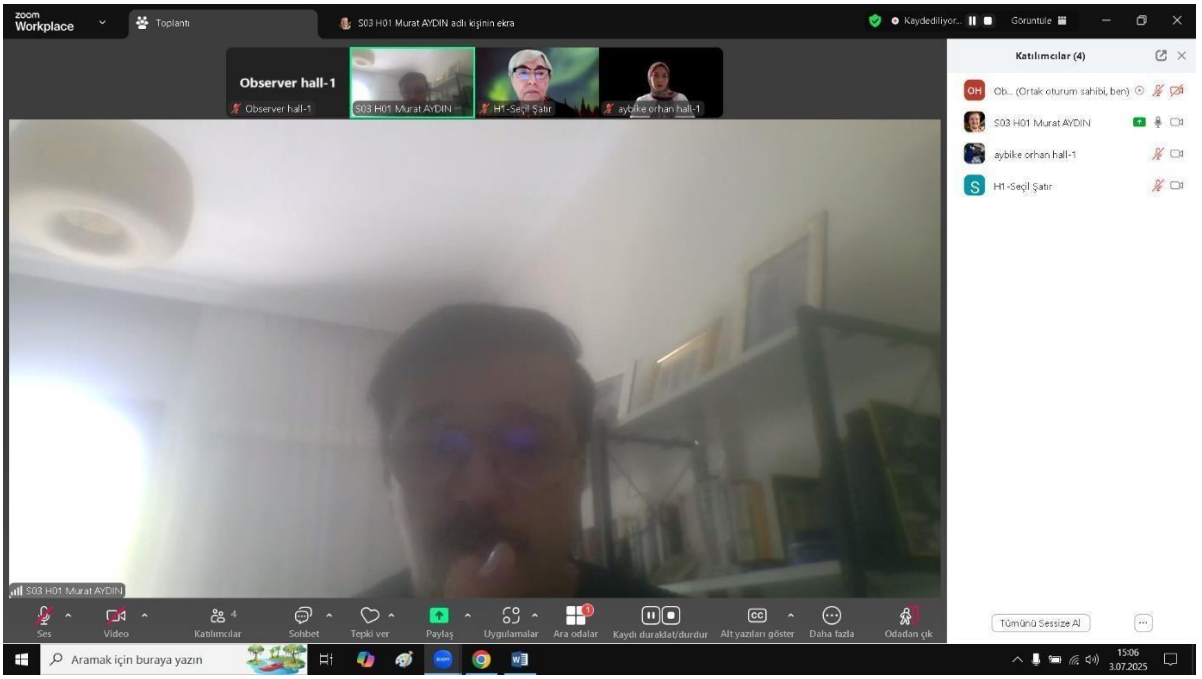

zoom Workplace
Toplantı - HALL 8
Giriş yapın
Kaydediliyor...
Görüntüle
Katılımcılar (6)
O... (Ortak oturum sahibi, ben)
Bushra Ansari
H8 Enkela Begu
Hall-8,Getnet Berhanu Akalat
Mohammed Azzahrani
Nəsibə Hacıyeva
Observer_Batyrz...
Observer_Batyrzhan
Mohammed Azzahrani
Hall-8,Getnet Berhanu Akalat
Bushra Ansari
Nəsibə Hacıyeva
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Daha fazla
Odadan çık
Tümünü Sessize Al
Ara
Yüksek UV
TUR
15:25
3.07.2025

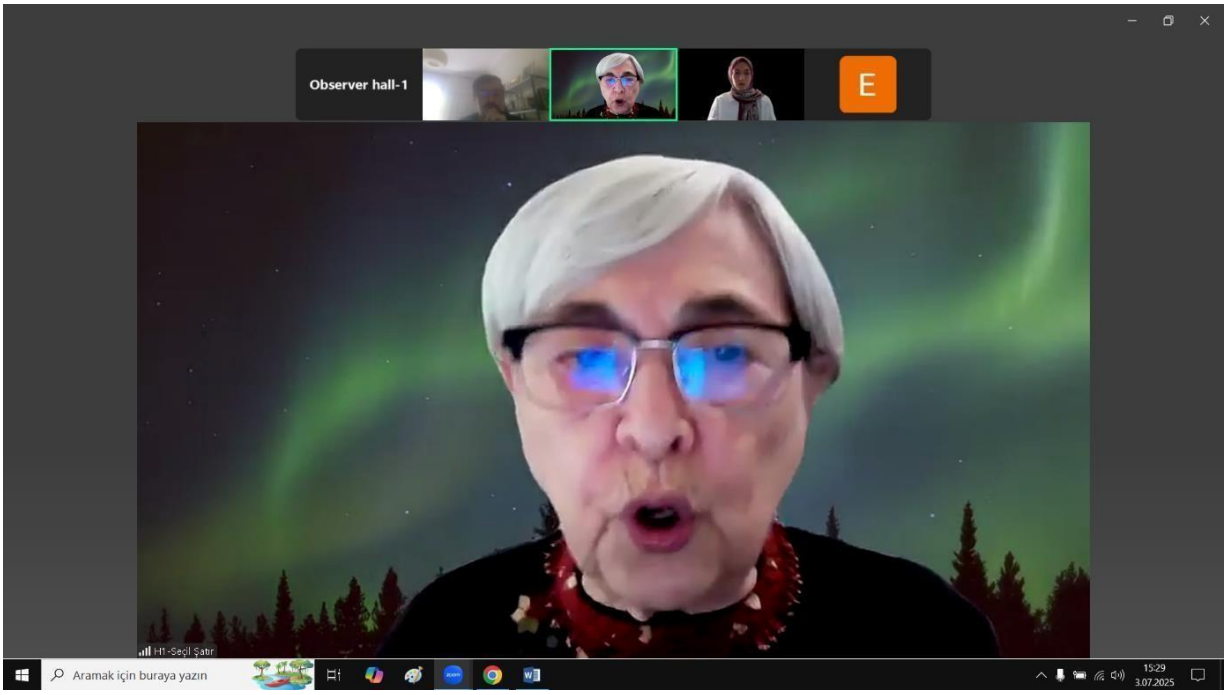

zoom Workplace
Giriş yapın
RU
Katılımcılar (7)
O... (Ortak oturum sahibi, ben)
Nəsibə Hacıyeva
iPhone
Bushra Ansari
H8 Enkela Begu
Hall-8,Getnet Berhanu Akalat
Mohammed Azzahrani
Observer_Batyrz...
Observer_Batyrzhan
Mohammed Azzahrani
H8 Enkela Begu
iPhone
Nəsibə Hacıyeva
Hall-8,Getnet Berhanu Akalat
Bushra Ansari
Tümünü Sessize Al
Ara
24°C Güneşli
TUR
15:54
3.07.2025

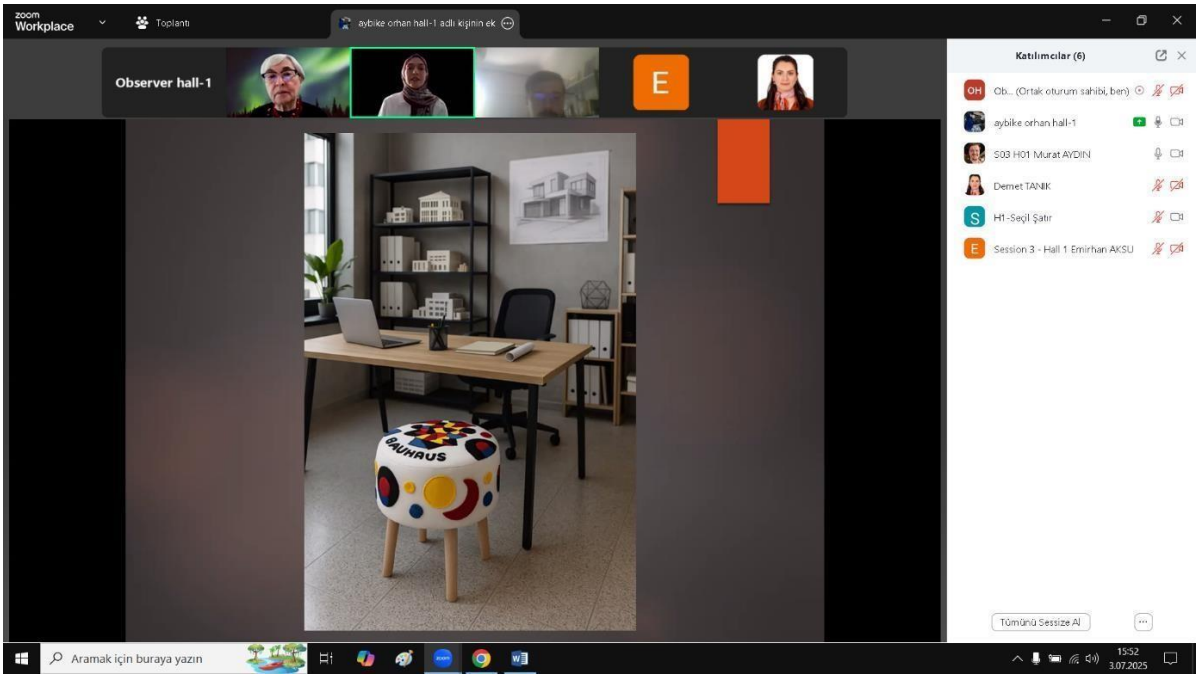

Bushra Ansari adlı kişinin ekranı
Katılımcılar (6)
Metabolomics
All the products and intermediates that are generated during the synthesis and utilization of the nutrients could be collectively referred to as metabolites.
An emerging field in omic studies called metabolomics measures all the metabolites within a biological sample (metabolome).
Different techniques of chromatography clubbed with mass spectrometry (figure:4) are used to identify these metabolites depending on their nature.
Nutrients
Metabolites
Sampolome
Chromatography
Mass Spectrometry
Figure:4


HB Hall-8,Getnet Berhanu Akalat adlı
Katılımcılar (6)
Hausman Test Result
Table 4: Hausman Test Result
Table: Hausman Test Results for Joint Specifications
chi2(8) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
= 22.62
Prob>chi2 = 0.0039

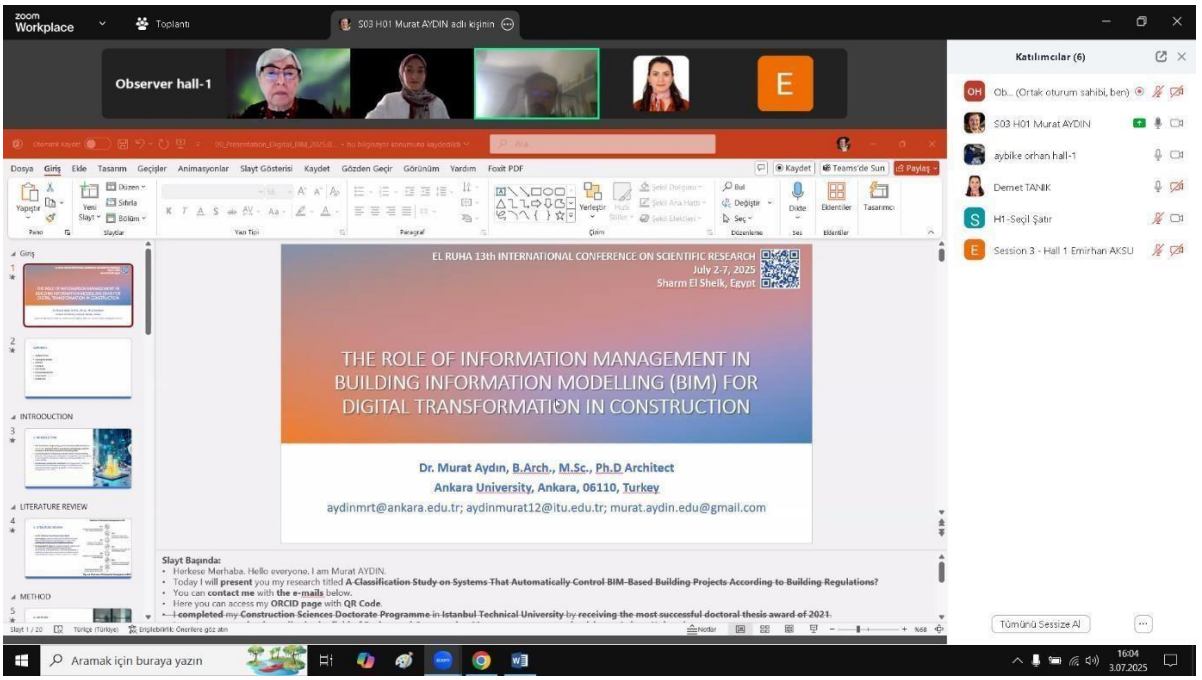

Observer hall-1
CONTENTS
• INTRODUCTION
• LITERATURE REVIEW
• METHOD
• FINDINGS
• DISCUSSION
• RECOMMENDATIONS
• CONCLUSION
• REFERENCES
Katılımcılar (4)
Tümünü Sessize Al


Observer hall-1
Katılımcılar (4)
Tümünü Sessize Al

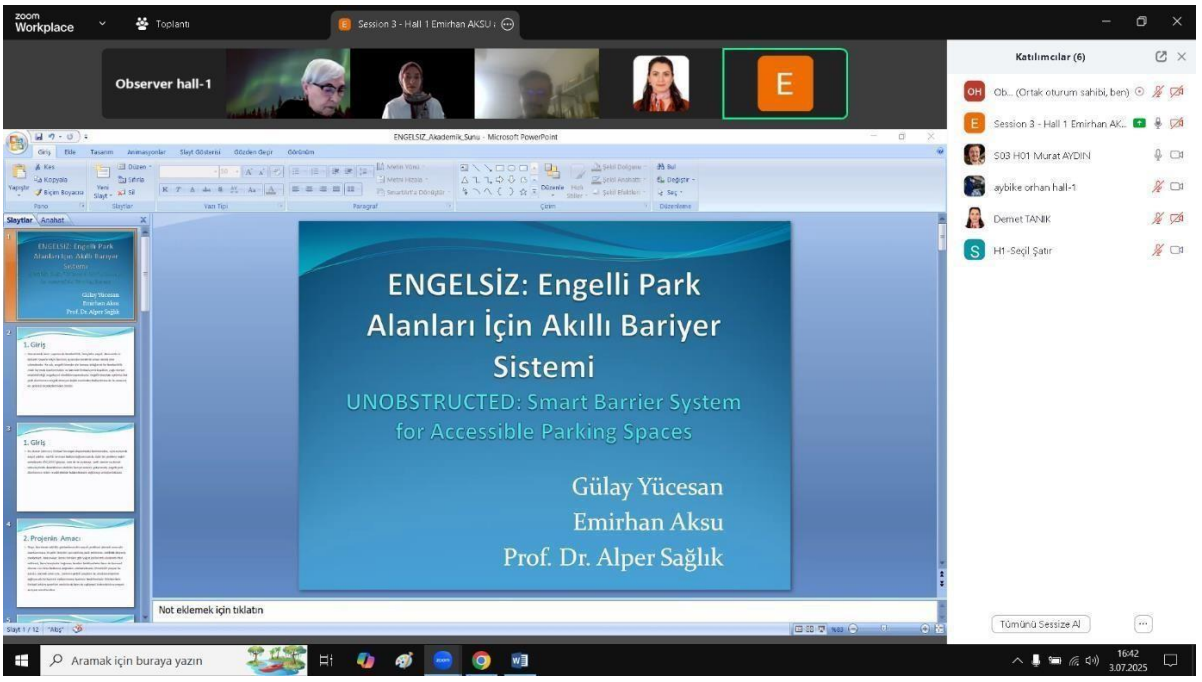

Observer hall-1
E
H1-Seçil Şatır
Aramak için buraya yazın
15:29
3.07.2025

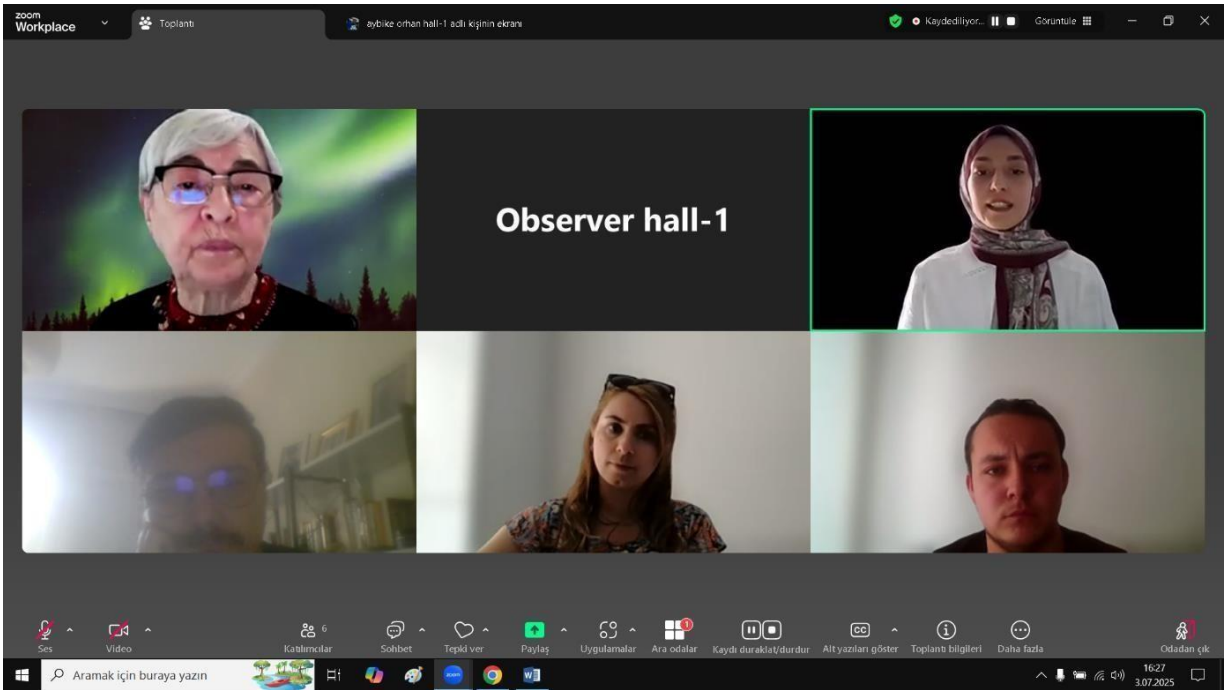

zoom Workplace
Toplantı
aybike orhan hall-1 adlı kişinin ek
Observer hall-1
E
Katılımcılar (6)
Ob... (Ortak oturum sahibi, ben)
aybike orhan hall-1
S03 H01 Murat AYDIN
Demet TANIK
H1-Seçil Şatır
Session 3 - Hall 1 Emirhan AKSU
Tümünü Sessize Al
BAUHAUS
Aramak için buraya yazın
15:52
3.07.2025


zoom Workplace
Toplantı
aybike orhan hall-1 adlı kişinin ekranı
Kaydediliyor...
Görüntüle
Observer hall-1
Observer hall-1
H1-Seçil Şatır
aybike orhan hall-1
S03 H01 Murat AYDIN
Demet TANIK
Session 3 - Hall 1 Emir...
Katılımcılar (6)
Ob... (Ortak oturum sahibi, ben)
aybike orhan hall-1
S03 H01 Murat AYDIN
Demet TANIK
H1-Seçil Şatır
Session 3 - Hall 1 Emirhan AKSU
aybike orhan hall-1
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı duraklat/durdur
Alt yazıları göster
Daha fazla
Odadan çık
Tümünü Sessize Al
Aramak için buraya yazın
15:52
3.07.2025

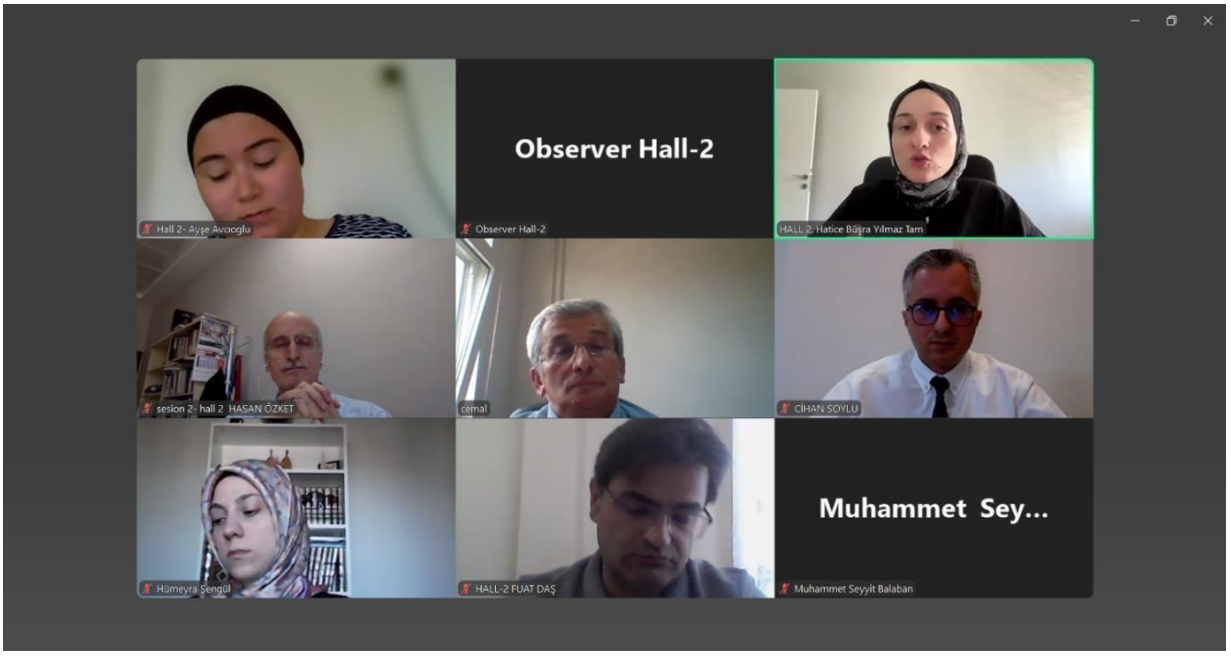

zoom Workplace
Toplantı
S03 H01 Murat AYDIN adlı kişinin
Observer hall-1
Katılımcılar (6)
Ob... (Ortak oturum sahibi, ben)
S03 H01 Murat AYDIN
aybike orhan hall-1
Demet TANIK
H1-Seçil Şatır
Session 3 - Hall 1 Emirhan AKSU
EL RUHA 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH
July 2-7, 2025
Sharm El Sheik, Egypt
THE ROLE OF INFORMATION MANAGEMENT IN BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) FOR DIGITAL TRANSFORMATION IN CONSTRUCTION
Dr. Murat Aydın, B.Arch., M.Sc., Ph.D Architect
Ankara University, Ankara, 06110, Turkey
aydinmrt@ankara.edu.tr; aydinmurat12@itu.edu.tr; murat.aydin.edu@gmail.com
Slayt Başında:
Herkese Merhaba. Hello everyone, I am Murat AYDIN.
Today I will present you my research titled A Classification Study on Systems That Automatically Control BIM-Based Building Projects According to Building Regulations?
You can contact me with the e-mails below.
Here you can access my ORCID page with QR Code.
I completed my Construction Sciences Doctorate Programme in Istanbul Technical University by receiving the most successful doctoral thesis award of 2021.
Tümünü Sessize Al
Aramak için buraya yazın
16:04
3.07.2025


Observer hall-1
EL RUHA 13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH
July 2-7, 2025
Sharm El Sheik, Egypt
THE ROLE OF INFORMATION MANAGEMENT IN BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) FOR DIGITAL TRANSFORMATION IN CONSTRUCTION
Dr. Murat Aydın, B.Arch., M.Sc., Ph.D Architect
Ankara University, Ankara, 06110, Turkey
aydinmrt@ankara.edu.tr; aydinmurat12@itu.edu.tr; murat.aydin.edu@gmail.com
Katılımcılar (6)
Tümünü Sessize Al


Observer hall-1
ENGELSİZ: Engelli Park Alanları İçin Akıllı Bariyer Sistemi
UNOBSTRUCTED: Smart Barrier System for Accessible Parking Spaces
Gülay Yücesan
Emirhan Aksu
Prof. Dr. Alper Sağlık
Katılımcılar (6)
Tümünü Sessize Al

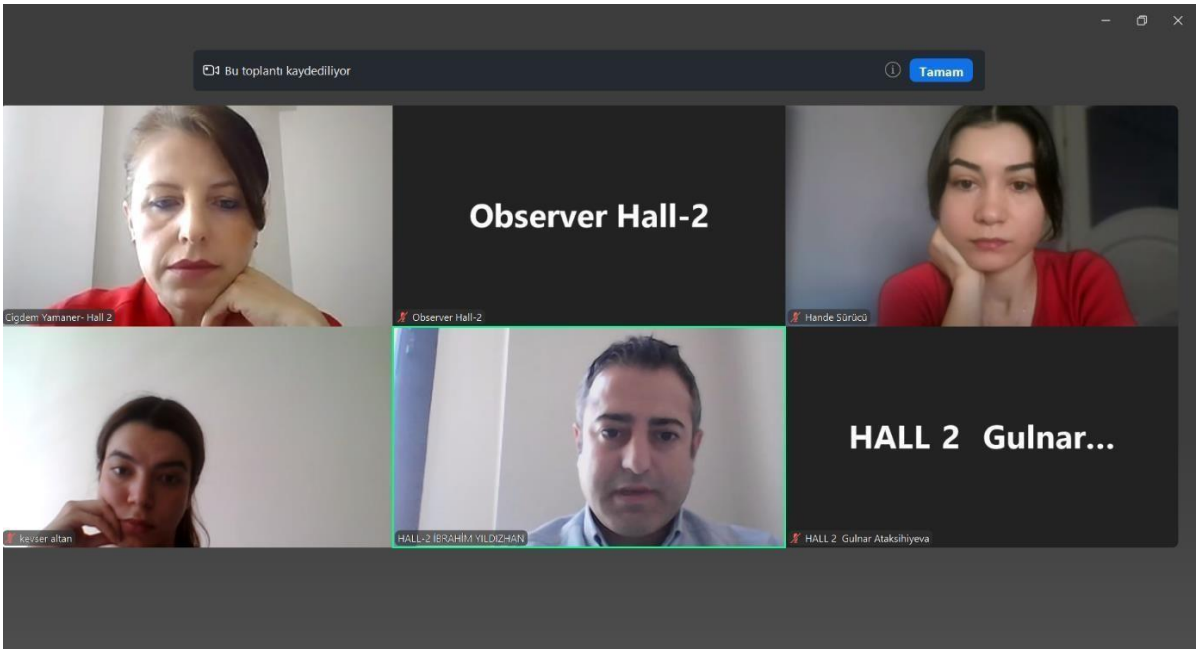

zoom Workplace
Toplantı
aybike orhan hall-1 adlı kişinin ekranı
Kaydediliyor...
Görüntüle
Observer hall-1
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Ara odalar
Kaydı duraklat/durdur
Alt yazıları göster
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık
Aramak için buraya yazın
16:27
3.07.2025


zoom Workplace
Toplantı - HALL 2
Giriş yapın
Kaydediliyor...
Görüntüle
Observer Hall-2
HALL 2- BİROL ALTUN
Observer Hall-2
HALL-2 MODERATOR SERAP TEPE
HALL 2 MEHMET BARAN
Dr. Meral ÇABAŞ S1 H2
Inas Nabhani
HALL-2 Dilem Cırpan
Lina El Hadri
S1-Hall2- TuncerOkumuş
Buse Nur Dağcı
Buse Nur Dağcı
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydı duraklat/durdur
Dokümanlar
Ara odalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık


Observer Hall-2
Muhammet Sey...


zoom Workplace
Toplantı
HALL 2, Hatice Büşra Yılmaz Tam adlı
Giriş yapın
Kaydediliyor..
Görüntüle
Observer Hall-2
Muhammet Sey...
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydı durakla/yürüt
Dokümanlar
Ara odalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık


zoom Workplace
Toplantı - HALL 2
Giriş yapın
Kaydediliyor..
Görüntüle
Bu toplantı kaydediliyor
Tamam
Observer Hall-2
Çiğdem Yamaner- Hall 2
Observer Hall-2
kevser altan
HALL-2 İBRAHİM YILDIZHAN
HALL 2 Gulnar Ataksihiyeva
Hande Sürücü
Ses
Video
Katılımcılar
Sohbet
Tepki ver
Paylaş
Uygulamalar
Kaydı duraklat/durdur
Dokümanlar
Ara odalar
Toplantı bilgileri
Daha fazla
Odadan çık


Bu toplantı kaydediliyor
Tamam
Observer Hall-2
Çiğdem Yamaner- Hall 2
Observer Hall-2
Hande Sürücü
kevser altan
HALL-2 İBRAHİM YILDIZHAN
HALL 2 Gulnar...
HALL 2 Gulnar Ataksihiyeva

EL RUHA

13th INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC RESEARCH

PROGRAM

July 2-7, 2025 / Sharm El Sheik, Egypt

ZOOM ID: 829 5595 6031
PASSCODE: 131313
https://us02web.zoom.us/j/82955956031?pwd=x0kVafQpeADV996pE6Lfo3GvcZ8Fhc.1

Participant Countries (30)

Türkiye, Nigeria, Algeria, Morocco, India, China, Bangladesh, South Africa, Iran, Azerbaijan, Republic of Niger, Lebanon, France, Tunisia, Serbia, Bulgaria, Yemen, Italy, Pakistan, Uzbekistan, Saudi Arabia, UK, Poland, Canada, Jordan, Ukraine, Indonesia, Kyrgyz Republic, Vietnam, Albania.

Total Accepted Papers from Türkiye: 102
Total Accepted Papers from other Countries: 115

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

- To be able to attend a meeting online, login via **https://zoom.us/join** site, enter ID "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session.
- The Zoom application is free and no need to create an account.
- The Zoom application can be used without registration.
- The application works on tablets, phones and PCs.
- The participant must be connected to the session 5 minutes before the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

Points to Take into Consideration - TECHNICAL INFORMATION

- Make sure your computer has a microphone and is working.
- You should be able to use screen sharing feature in Zoom.
- Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress.
- Requests such as change of place and time will not be taken into consideration in the congress program.

IN PERSON SESSION

Parrotel Beach Resort Hotel, Sharm El Sheik, Egypt

03.07.2025 / 21:00-22:30

10 minutes for each presentation

MODERATOR: Sercan ERGÜN

AUTHORS	UNIVERSITY	PAPER TITLE
Sercan ERGÜN Senanur OLFAZ ASLAN Musa KAVAS Hasan GÜLBİÇİM Alparslan SERARSLAN Neslihan HEKİM Sezgin GÜNEŞ	*Ondokuz Mayıs University, Türkiye*	DESIGN OF CRISPR-CAS9 VECTOR TARGETING RXRA GENE FOR FUNCTIONAL STUDIES ON RADIATION RESISTANCE IN PROSTATE CANCER
Assoc. Prof. Cevahir ALTINKAYNAK Fatih KIRMIZIKAR	*Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversity, Türkiye*	SYNTHESIS OF BIOMATERIALS CONTAINING PROPOLIS EXTRACT AND INVESTIGATION OF THEIR ANTIOXIDANT PROPERTIES
Prof. Dr. Gonul GUROL CIFTCI	*Halic University, Türkiye*	THE ROLE OF ASTROCYTIC SYNCYTIUM IN EPILEPSY
PROF. DR. FAİK GÖKALP	*Kırıkkale University, Türkiye*	PROTECTIVE EFFECTS OF LONICERA CAERULEA VAR. KAMTSCHATICA ON CARDIOVASCULAR HEALTH AND LIPID METABOLISM
Hatun Şevval SAĞIN	*Istanbul Esenyurt University, Türkiye*	LIVING IN HARMONY WITH THE SUN: A FUNCTIONAL LIFESTYLE APPROACH BASED ON CIRCADIAN RHYTHM
Prof. Dr. Gonul GUROL CIFTCI	*Halic University, Türkiye*	*THE ROLE OF THE GLYMPHATIC SYSTEM IN EPILEPSY*
PROF. DR. FAİK GÖKALP	*Kırıkkale University, Türkiye*	*THE INVESTIGATION OF THE INTERACTIONS OF BIOACTIVE COMPONENTS OF HASKAP BERRY (LONICERA CAERULEA L. VAR. KAMTSCHATICA) WITH 5P21 ONCOGENE RECEPTOR*
The question-and-answer session of the panel 30 minutes		

03.07.2025 / 22:30-23:30

10 minutes for each presentation

MODERATOR: Halime Rana AYDINLI

AUTHORS	UNIVERSITY	PAPER TITLE
Deniz ÇETİN Doğan ÇETİN Özgür KANIK Hülya ERTEN	*Dokuz Eylül University, Türkiye*	QUALITY AND CONTENT EVALUATION OF YOUTUBE™ VIDEOS ON IN-OFFICE TOOTH WHITENING TREATMENT
Gamze BOLAÇ YAVAŞOĞLU Nilüfer ACAR TEK Merve Nur ASLAN	*Sincan Healthy Life Center, Türkiye* *Gazi University, Türkiye* *Bolu Abant İzzet Baysal University, Türkiye*	ASSESSMENT OF THE ASSOCIATION BETWEEN EATING AWARENESS AND METABOLIC SYNDROME AMONG WOMEN
Ayşe Gül GÜVEN Laden JAFARİ Murat Doğuş GÜNEL Özlem AKBULUT	*Ankara University, Türkiye* *Atılım University, Türkiye* *Başkent University, Türkiye*	WHICH TECHNIQUE IS MORE EFFECTIVE IN TEACHING TESTICULAR SELF-EXAMINATION IN MALE ADOLESCENTS? AN INTERVENTION STUDY
Merve Nur ASLAN *Nilüfer ACAR TEK*	*Bolu Abant İzzet Baysal University, Türkiye* *Gazi University, Türkiye*	THE ROLE OF PROBIOTICS IN DEPRESSION: AN EVALUATION WITHIN THE CONTEXT OF THE GUT-BRAIN-MICROBIOTA AXIS
Halime Rana AYDINLI *Sibel KAYMAK* *Nilüfer VURAL*	*Ankara Yıldırım Beyazıt University, Türkiye*	ANTICANCER AND PHARMACOLOGICAL PROPERTIES OF ASTRAGALUS MEMBRANACEUS: PHYTOCHEMICAL RICHNESS AND CLINICAL POTENTIAL
Assoc. Prof. Dr. Salih ÖKTEN Assoc. Prof. Dr. Ali AYDIN	*Kırıkkale University, Türkiye* *Yozgat Bozok University, Türkiye*	ANTIPROLIFERATIVE ACTIVITIES OF DIARYL SUBSTITUTED CYCLOHEPTA[B]QUINOLINE AMINES DERIVATIVES AGAINST SW1353 AND SAOS2
Assoc. Prof. Dr. Salih ÖKTEN	*Kırıkkale University, Türkiye*	STRUCTURAL MODIFICATION OF TACRINE VIA SUZUKI COUPLING AND REDUCTIVE AMINATION
The question-and-answer session of the panel 30 minutes		

04.07.2025 / 21:00-22:00

10 minutes for each presentation

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Ceren ORAK		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Assoc. Prof. Dr. Ceren ORAK	*Sivas University of Science and Technology, Türkiye*	LaTiO 3 PHOTOCATALYST FOR EFFICIENT WASTEWATER TREATMENT
Asst. Prof. Dr. Semra Zeren Asst. Prof. Dr. Fatma Almaz	*Sivas Bilim ve Teknoloji University, Türkiye* *Batman University, Türkiye*	INVARIANT AND ANTI-INVARIANT TOTALLY UMBILICAL SUBMANIFOLDS IN ALMOST POTENT MANIFOLDS
Mücahit ÇALIŞAN Nevzat OLGUN Gürkan GÜRGÖZE Ferdi DOĞAN Mehmet NERGİZ İbrahim TÜRKOĞLU	*Bingöl University, Türkiye* *Afyon Kocatepe University, Türkiye* *Elazığ MEB, Türkiye* *Adıyaman University, Türkiye* *Dicle University, Türkiye* *Fırat University, Türkiye*	OBJECT CLASSIFICATION IN NON-LINE-OF-SIGHT ENVIRONMENTS USING SYNCHRONOUS ACOUSTIC SIGNALS
Nevzat OLGUN *Mücahit ÇALIŞAN* *Gürkan GÜRGÖZE* *Ferdi DOĞAN* *Mehmet NERGİZ* *İbrahim TÜRKOĞLU*	*Afyon Kocatepe University, Türkiye* *Bingöl University, Türkiye* *Elazığ MEB, Türkiye* *Adıyaman University, Türkiye* *Dicle University, Türkiye* *Fırat University, Türkiye*	DETECTION OF THE HUMAN PRESENCE IN NON-LINE-OF-SIGHT ENVIRONMENTS WITH SIMULTANEOUS SOUND SIGNALS
Asst. Prof. Dr. Fatma Almaz *Asst. Prof. Dr. Semra Zeren*	*Batman University, Türkiye* *Sivas Bilim ve Teknoloji University, Türkiye*	THE ELECTROMAGNETIC VECTOR FIELDS ON SPECIAL SURFACES IN 4D SEMI-EUCLIDEAN SPACE
The question-and-answer session of the panel ***30 minutes***		

04.07.2025 / 22:00-23:45

10 minutes for each presentation

MODERATOR: Prof. Dr. Yusuf SERT		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Lect. Semahat Merve TOP	*Karabük University, Türkiye*	EVALUATING BIOPHILIC DESIGN IN THE URBAN CONTEXT: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS
Abdullah GÖKTAŞ Sultan GÖKTAŞ	*Harran University, Türkiye*	IMPACT OF LA SUBSTITUTION ON THE STRUCTURAL AND PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF ZNS THIN FILMS
Prof. Dr. Yusuf SERT	*Yozgat Bozok University, Türkiye*	IN-SILICO ANALYSIS OF 5-CHLOROTHIOPHENE-2-SULFONAMIDE
Assoc. Prof. Tansu USKUTOĞLU Prof. Dr. Belgin COŞGE ŞENKAL	*Pamukkale University, Türkiye* *Yozgat Bozok University, Türkiye*	ROLE AND IMPORTANCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS IN CULTIVATION OF MEDICINAL PLANTS
Prof. Dr. Belgin COŞGE ŞENKAL	*Yozgat Bozok University, Türkiye*	EVALUATION OF GERMINATION AND SEEDLING DEVELOPMENT PERFORMANCE OF SALVIA SCLAREA L. DEVELOPED BY USING EMS IN M3 GENERATION
Prof. Dr. Yusuf SERT	*Yozgat Bozok University, Türkiye*	DFT ANALYSIS OF 5-(THIOPHENE-2-SULFONYL) THIOPHENE-2-SULFONAMIDE
Sultan GÖKTAŞ *Abdullah GÖKTAŞ*	*Harran University, Türkiye*	PHOTODEGRATION OF METHYLENE ORANGE VIA CUO BASED NANOSTRUCTURES: A MINI REVIEW
Lect. Semahat Merve TOP	*Karabük University, Türkiye*	SECTORAL APPLICATIONS OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY AND ITS POTENTIAL IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY
The question-and-answer session of the panel ***30 minutes***		

05.07.2025 / 21:00-22:30

10 minutes for each presentation

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Özlem ÜLGER		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Dr. Esra BALCI	*Istanbul Sabahattin Zaim University, Türkiye*	MEASURING THE EFFICIENCY OF COMPANIES IN BIST 30 PARTICIPATION INDEX BY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS
Uzman Seyran ÖZCAN	*İstanbul University, Türkiye*	KARZ-I HASEN AS A MICROFINANCE METHOD: AN APPLICATION FOR VOCATIONAL HIGH SCHOOL GRADUATES IN TURKEY
Res. Assist. Fatma YILMAZ	*Sabahattin Zaim University, Türkiye*	FINANCIAL TECHNOLOGY AND INCLUSIVE FINANCE: HOW CLOSE ARE WE TO BRIDGING THE GAP?
Dr. Hasan ÇAĞLA Prof. Dr. Tayfun ÇAY	*Konya Technical Univesity, Türkiye*	OWNERSHIP PROBLEMS OF PUBLIC INSTITUTION PLOT OWNERSHIP OBTAINED FROM DEVELOPMENT APPLICATIONS
Lect. Cemal YÜKSEL	*Bandırma Onyedi Eylül University, Türkiye*	FAKE NEWS CLASSIFICATION WITH MICRO-LEVEL SENTIMENT AND ATTRIBUTE-BASED SUBSET ANALYSIS: AN EXPLAINABLE APPROACH SUPPORTED BY T-SNE, DBSCAN AND SHAP ALGORITHM
Lect. Cemal YÜKSEL	*Bandırma Onyedi Eylül University, Türkiye*	THE ERA OF DECISION-MAKING SYSTEMS: ACTION-ORIENTED ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN THE CONTEXT OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS
Dr. Lect. Halil İbrahim ÇELEBİ Dr. Lect. İbrahim ARISAL	*Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*	A QUALITATIVE STUDY ON WOMEN'S ENTREPRENEURSHIP COOPERATIVES IN HATAY IN THE CONTEXT OF MUNICIPALITY–COOPERATIVE RELATIONS
Dr. Lect. İbrahim ARISAL *Dr. Lect. Halil İbrahim ÇELEBİ*	*Hatay Mustafa Kemal University, Türkiye*	CONSUMER PERCEPTIONS AND BEHAVIORS TOWARD LOCAL COOPERATIVE PRODUCTS: A QUALITATIVE EVALUATION IN THE CASE OF HATAY
The question-and-answer session of the panel 30 minutes		

05.07.2025 / 22:00-23:30

10 minutes for each presentation

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Adnan AYDIN		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Assoc. Prof. Dr. Adnan AYDIN Assoc. Prof. Dr. Ramazan GÜRBÜZ	*Iğdır University, Türkiye*	EPIGENETIC EFFECT IN SUSTAINABLE AGRICULTURE: THREAT OR OPPORTUNITY?
Miraç KILIÇ Hikmet GÜNAL Mesut BUDAK	*Malatya Turgut Özal University, Türkiye* *Harran University, Türkiye* *Siirt University, Türkiye*	SPATIAL ANALYSIS OF SOIL EROSION RISK IN SEMI-ARID REGIONS USING CLOUD-BASED COMPUTING SYSTEMS: A CASE STUDY OF SIIRT PROVINCE, TURKIYE
Res. Assist. Dr. Duygu Uskutoğlu	*Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Türkiye*	THE IMPORTANCE OF PEA BREEDING AND CLASSICAL BREEDING METHODS APPLICABLE TO PEA
Assoc. Prof. Dr. Ramazan GÜRBÜZ Assoc. Prof. Dr. Adnan AYDIN	*Iğdır University, Türkiye*	FROM EXPERIENCE TO EVIDENCE: PREDICTIVE MODELING IN WEED MANAGEMENT
İbrahim YILDIZHAN Abdurrahim ÇETİN Barış EREN	*Iğdır University, Türkiye* *Bingöl University, Türkiye*	A NEW PERSPECTIVE IN AGRICULTURE: ENHANCING QUALITY AND YIELD THROUGH EPIGENETIC APPROACHES — A COMPARATIVE EVALUATION WITH GMO APPLICATIONS
Abdurrahim ÇETİN *İbrahim YILDIZHAN* *Barış EREN*	*Bingöl University, Türkiye* *Iğdır University, Türkiye*	EPIGENETIC SIGNATURES IN PHYLOGENETIC ANALYSES: A NEW PERSPECTIVE IN SYSTEMATIC CLASSIFICATION
Mesut BUDAK *Hikmet GÜNAL* *Miraç KILIÇ*	*Siirt University, Türkiye* *Harran University, Türkiye* *Malatya Turgut Özal University, Türkiye*	THE STRATEGIC ROLE OF SOIL HEALTH AND ORGANIC CARBON MANAGEMENT FOR CLIMATE CHANGE ADAPTATION AND SUSTAINABLE AGRICULTURE
Res. Assist. Dr. Duygu Uskutoğlu	*Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Türkiye*	NUTRITIONAL VALUE AND SEED QUALITY CRITERIA OF PEA *(Pisum sativum L.)*
Cüneyt CESUR *Tansu USKUTOĞLU*	*Kahramanmaras Sutcu Imam University, Türkiye* *Pamukkale University, Türkiye*	ALTERNATIVE ENERGY PLANTS: 'NEW RESOURCES AND NEW PROCESSES IN AGRICULTURAL PRODUCTION'
The question-and-answer session of the panel 30 minutes		

06.07.2025 / 22:00-23:30

10 minutes for each presentation

MODERATOR: Assoc. Prof. Hasan ÇİFTÇİ		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Asst. Prof. Feride ÖZDEMİR Assoc. Prof. Hasan ÇİFTÇİ	*Bitlis Eren University, Türkiye* *Harran University, Türkiye*	THE EFFECTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE SUPPORTED CHATBOT APPLICATIONS ON CONSUMER BUYING BEHAVIOR IN SOCIAL MEDIA MARKETING: ADVANTAGES AND LIMITATIONS
Asst. Prof. Dr. Büşra Özdemir	*Ağrı İbrahim Çeçen University, Türkiye*	FEMALE PRIVACY AND THE OBLIGATION OF COVERING IN ISLAM IN THE LIGHT OF THE QUR'AN: AN EVALUATION BASED ON SÛRAH AL-A'RÂF 7/26–27, SÛRAH AL-NÛR 24/30–31, 60 AND SÛRAH AL-AHZÂB 33/33, 59
Dr. Rana Mazin Alsalaymeh	*Bolu Abant İzzet Baysal University, Türkiye*	TIME AND MOTION IN GREEK AND ISLAMIC PHILOSOPHY: A COMPARATIVE STUDY
Prof. Dr. Sema ÖZHER	*Osmaniye Korkut Ata University, Türkiye*	TRACES OF THE SHADOW ARCHETYPE IN ŞEBNEM İŞİGÜZEL'S NOVEL NAMED ÇÖPLÜK AND "LEYLA"
Muhittin ELİAÇIK	*Kirikkale University, Türkiye*	APPLICATION PROBLEMS AFTER THE LETTER REVOLUTION
Muhittin ELİAÇIK	*Kirikkale University, Türkiye*	AN UNKNOWN QADİ AUTHOR AND HER WORKS
The question-and-answer session of the panel ***30 minutes***		

03.07.2025 / Ankara Time 10:00-12:00

ONLINE SESSION 1 – HALL 1

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Mustafa SOYLAK		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Mustafa SOYLAK Ali YENİEL	*Erciyes University, Türkiye*	A NOVEL SYSTEM FOR PREHEATING IN THE CLINCHING PROCESS
Mustafa SOYLAK	*Erciyes University, Türkiye*	DESIGN OF A HUMANOID HAND OPERATED BY CENTRAL DRIVE MECHANISM ARTIFICIAL MUSCLES
Merve HOŞKUN Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK	*Istanbul Aydin University, Türkiye*	PRODUCTION OF POLYMER MATRIX COMPOSITES WITH STEREOLITHOGRAPHY (SLA)
Serhat Kayra UÇAR Assoc. Prof. Dr. Serkan TÜYLÜ Assoc. Prof. Dr. Deniz ADIGÜZEL Dr. İsmail DEMİR	*İstanbul University - Cerrahpaşa, Türkiye*	INVESTIGATION OF THE UTILIZATION OF MECHANICALLY ACTIVATED IRON ORE TAILINGS AS A CEMENT SUBSTITUTE
Oğuzhan İbrahim KARAKUŞ Assoc. Prof. Dr. Serkan TÜYLÜ Assoc. Prof. Dr. Deniz ADIGÜZEL Dr. İsmail DEMİR	*İstanbul University - Cerrahpaşa, Türkiye*	INVESTIGATION OF THE POZZOLANIC PERFORMANCE OF COAL MINE PROCESSING WASTES ACTIVATED WITH DIFFERENT POZZOLANIC ADDITIVES
Belgin ŞEKER HIRÇIN Alper KILIÇ	*Karabuk University, Türkiye*	THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CAUCASUS LINDEN GROWING NATURALLY IN YENİCE, KARABÜK
Belgin ŞEKER HIRÇIN	*Karabuk University, Türkiye*	THE EFFECTS OF FOREST FIRES ON THE WOOD INDUSTRY
Lect. Dr. Ayşe ÇAY ATALAY	*Atatürk University, Türkiye*	THE EFFECT OF TOURISM-BASED ECONOMIC GROWTH ON CARBON EMISSIONS USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS: SECTIONS FROM MEDITERRANEAN COUNTRIES
Assem Aldrawsha Zulkuf Kaya Merve Oğuz	*Erciyes University, Türkiye*	INTEGRATED FRAMEWORK FOR LANDFILL SITE SELECTION, SANITARY DESIGN, AND METHANE ENERGY RECOVERY IN KAYSERI, TURKEY

03.07.2025 / Ankara Time 10:00-12:00

ONLINE SESSION 1 – HALL 2

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Serap TEPE

AUTHORS	UNIVERSITY	PAPER TITLE
Mehmet BARAN Assoc. Prof. Dr. Seda SABAH	*Amasya University, Türkiye*	THE VARIETY OF EDUCATIONAL GAMES IN PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS CLASSES: TEACHERS' OPINIONS
Dilem ÇIRPAN Assoc. Prof. Dr. Seda SABAH	*Amasya University, Türkiye*	CLASSROOM TEACHERS' PERSPECTIVES ON PHYSICAL EDUCATION AND PLAY LESSONS
Mustafa Tuncer OKUMUŞ Rumeysa Nur UYGUN	*Kahramanmaraş Istiklal University, Türkiye*	THE EFFECT OF ORGANISATION-BASED SELF-ESTEEM ON ORGANISATIONAL COMMITMENT: A FIELD STUDY IN KİLİS IN TÜRKİYE
Buse Nur DAĞCI Assoc. Prof. Dr. Senem GÜRKAN	*Ondokuz Mayıs University, Türkiye*	A GENDER-BASED EVALUATION OF THE PSYCHOLOGICAL RESILIENCE OF WOMEN WHO EXPERIENCED KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE DOUBLET
Dr. Birol ALTUN	*Türkiye*	A NEW TYPE OF STRESS BECOMING COMMON IN REMOTE WORKERS: TECHNOSTRESS
Dr. Ahmet Çabuk Assoc. Prof. Dr. Serap TEPE	*Karabük University, Türkiye* *University of Health Sciences, Türkiye*	RETIREMENT AND WELL-BEING
Sıtkı Buğra KÖSEOĞLU Serap TEPE Mustafa YAĞIMLI	*Istanbul Gedik University, Türkiye* *University of Health Sciences, Türkiye*	PSYCHOSOCIAL BURDEN ON FLIGHT CREWS IN CIVIL AVIATION: RISKS, IMPACTS, AND INTERVENTION STRATEGIES
Dr. Meral ÇABAŞ	*Independent researcher, Türkiye*	THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF INDUSTRIALIZATION, NATURAL RESOURCE RENTS AND FINANCIAL DEVELOPMENT IN BRICS COUNTRIES: THE REGULATORY ROLE OF RENEWABLE ENERGY WITH THE MMQR APPROACH
Inas Nabhani Asst. Prof. Dr. Tuğba Dayıoğlu	*İstanbul Nişantaşı University, Türkiye*	THE ADOPTION AND LMPACT OF AI IN SMALL AND MEDIUM-SIZED ENTERPRISES (SMES): A REVIEW OF TRADING SECTOR
Lina El Hadri Asst. Prof. Dr. Ayşen bakkaloğlu	*İstanbul Nişantaşı University, Türkiye*	TAX HAVENS: HOW THE RICH GET RICHER AND THE POOR GET POORER

03.07.2025 / Ankara Time 10:00-12:00

ONLINE SESSION 1 – HALL 3

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Dr. Emine Hilal ER		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Asst. Prof. Tugba ELGUN Prof. Dr. Yasemin MUSTERI OLTULU Assoc. Prof. Gül Ipek GUNDOGAN Assoc. Prof. Asiye GOK YURTTAS Halil Ibrahim ARSLAN	*Biruni University, Türkiye* *Istanbul Health and Technology University, Türkiye*	THE ROLE OF MELATONIN IN BREAST CANCER CELL PROLIFERATION AND DNA METHYLATION
Dr. Canberk YILMAZ Prof. Dr. Osman YILMAZ	*Tepecik Research and Training Hospital, Türkiye*	DOES THE ADMINISTRATION OF SARS COV 2 INACTIVE VEROCELL VACCINE IN LACTATING RAT PUPPIES HAVE AN EFFECT ON THE MOTOR REFLEX AND DEVELOPMENT PHYSICAL OF THE PUPPIES?
Dr. Canberk YILMAZ Damla Oğuz Yılmaz	*Tepecik Research and Training Hospital, Türkiye* *Psycho&Dietisim Center, Türkiye*	THE EFFECT OF INTERMITTENT FASTING ON CANCER PREVENTION AND TREATMENT
Uzm. Dr. Bilal TUNÇTÜRK Prof. Dr. Ulaş ALABALIK	*Diyarbakır Selahaddin Eyyubi State Hospital, Türkiye* *Dicle University, Türkiye*	6 TIMES MORE COMMON IN WOMEN: A SINGLE-CENTRE EPIDEMIOLOGICAL STUDY OF SJOGREN SYNDROME
Hatice Esra CANAN Assoc. Prof. Dr. Halime UĞUR	*Istanbul Medeniyet University, Türkiye*	THE EFFECTS OF DATE SEED CONSUMPTION ON EXERCISE-INDUCED MUSCLE DAMAGE, INFLAMMATION, AND PERFORMANCE
Beyzanur ALKASAN Prof. Dr. Halil EKŞİ Asst. Prof. Dr. İbrahim Halil DEMİR	*Marmara University, Türkiye* *Van Yüzüncü Yıl University, Türkiye*	TURKISH VALIDITY AND RELIABILITY STUDIES OF THE EXPERIENTIAL AVOIDANCE RATING SCALE (EARS)
Res. Asst. Belkıs Gökçen YEŞİLYURT Prof. Dr. Medine GÜLLÜCE	*Atatürk University, Türkiye*	PIGMENT PRODUCTION FROM MICROALGAE: A PROMISING ALTERNATIVE
Sude TOPKARAOĞLU Tansel SAPMAZ	*University of Health Sciences, Türkiye*	EFFECTS OF MELATONIN ON RENAL FIBROSIS IN ACUTE KIDNEY INJURY IN RATS
Nil Sazlı Deniz Karataş	*Manisa Celal Bayar University, Türkiye*	MOLECULAR DOCKING AND ADMET APPROACHES FOR TARGETING CURCUMIN 'AND ITS ANALOGS AGAINST THE GTP-BOUND ACTIVE FORM OF KRAS IN NSCLC
Dr. Emine Hilal ER Tuba Emlek	*Atatürk University, Türkiye* *Recep Tayyip Erdoğan University, Türkiye*	THE NUANCES OF COMMUNICATION IN HEALTHCARE: EXPERIENCES OF INTERN PHYSICIANS

03.07.2025 / Ankara Time 10:00-12:00

ONLINE SESSION 1 – HALL 4

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Moses Adeolu AGOI

AUTHORS	UNIVERSITY	PAPER TITLE
Oluwadamilola Peace AGOI Moses Adeolu AGOI Oluwanifemi Opeyemi AGOI	*Federal University of Agriculture Abeokuta, Nigeria* *Lagos State University of Education, Nigeria* *Obafemi Awolowo University, Nigeria*	AN ASSESSMENT ON THE EFFICACY OF NANOTECHNOLOGY AS A MODERN AGRICULTURAL APPLICATION
Ayoub HADJEB Ameur ZEGHOUANI Sarra BENAISSA	*University of Biskra, Algeria*	THE IMPACT OF STOCKING DENSITY ON THE GROWTH PERFORMANCE OF LETTUCE (LACTUCA SATIVA) AND TILAPIA (OREOCHROMIS NILOTICUS) IN AN NFT AQUAPONIC SYSTEM
Hajjaj Hasna Ibno Namr Khalid El Aissaoui Abdellah	*Chouaïb Doukkali University, Morocco* *National Institute of Agronomic Research, Morocco*	DELINEATING MANAGEMENT ZONES USING PROXIMAL SOIL SENSORS
Ode O. A. Mallo I.I Y Anaga S.O	*University of Abuja, Nigeria* *National Biotechnology Research and Development Agency Abuja, Nigeria* *National Biotechnology Research and Development Agency Abuja, Nigeria*	EFFECTS OF AUTOMECHANIC WORKSHOP ACTIVITIES ON SOIL QUALITY IN THREE MUNICIPALAREA COUNCILS IN ABUJA FEDERAL CAPITAL TERRITORY, NIGERIA
Anjoud HARMOUZI Rabha AFROUKH Yassine EL AMMARI	*Acheivemency consulting Firm, Morocco* *Ibn Tofail University, Morocco*	ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE FUTURE OF CHEMISTRY: FROM DRUG DESIGN TO MATERIALS SCIENCE
Jaayefar Fatima-ezzahra Mahmoud Oudghiri Belahbib Nadia Zidane Lahcen Dahmani Jamila	*Ibn Tofail University, Morocco*	THE STRAWBERRY TREE (ARBUTUS UNEDO L.): A MEDITERRANEAN TREASURE WITH MULTIPLE ECOLOGICAL, NUTRITIONAL AND THERAPEUTIC VIRTUES
Jaayefar Fatima-ezzahra Belahbib Nadia Zidane Lahcen Dahmani Jamila	*Ibn Tofail University, Morocco*	BIODIVERSITY AND TRADITIONAL KNOWLEDGE: AROMATIC AND MEDICINAL PLANTS IN THE OULMÈS REGION
VIKRANTI PATEL KAPILA MANOJ	*Government College Daman, India* *Veer Narmad South Gujarat University, India*	COMPARATIVE ANALYSIS OF SURVIVAL RATES IN GOLDFISH AND BLACK MOLLY FED WITH DIFFERENT DIETS: FISH MEAL, TRADITIONAL, VEGETABLE WASTE, AND SPIRULINA-ENRICHED FEEDS
Marcel Onyekachi Egwuagu Nwankwojike Bethrand Nduka Imoh Ime Ekanem	*Enugu State University of Science and Technology, Nigeria* *Michael Okpara University of Agriculture, Nigeria*	A TECHNICAL REVIEW ON EFFECTS OF HEAT GENERATED BY FRICTIONAL FORCES BETWEEN GRINDING BLADES ON GROUNDED FOOD QUALITY
Aniekan Essienubong Ikpe Imoh Ime Ekanem Imo Moses Akpan	*Enugu State University of Science and Technology, Nigeria* *Akwa Ibom State Polytechnic, Nigeria*	THE BASIS FOR INTEGRATING TRANSMISSION FLUIDS (HYDRAULIC FLUID) AS A KEY POWERING MEDIUM IN AUTO BRAKING SYSTEMS

03.07.2025 / Ankara Time 10:00-12:00

ONLINE SESSION 1 – HALL 5

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Naman Gupta

AUTHORS	UNIVERSITY	PAPER TITLE
Souvik Halder Prof. Samiran Chattapadhyay Prof. Kartick Chandra Mondal	*Jadavpur University, India* *Techno India University, India*	MULTIMODAL SENTIMENT ANALYSIS IN SCIENCE
Arghya Sankar Das	*Jadavpur University, India*	NEUTRON-GAMMA DISCRIMINATION ALGORITHM USING ADAPTIVE TIME OVER THRESHOLD APPROACH AND ADAPTIVE NOISE FILTERING
B. C. Rout U. K. Saha Vijay Kumar Saw	*National Institute of Technology Arunachal Pradesh, India* *Sarala Birla University, India*	NUMERICAL AND ANN-BASED SIMULATION OF TANGENT HYPERBOLIC NANOFLUID FLOW WITH HEAT AND MASS TRANSFER OVER A STRETCHING SHEET IN A POROUS MEDIUM UNDER SLIP CONDITIONS
Soumaya CHLAIH Khadija ELATAOUI Youssef EL MAGUANA Najat ELHADIRI	*Cadi Ayyad University, Morocco*	ENHANCING THE PERFORMANCE OF MICROFILTRATION MEMBRANES FOR INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT THROUGH THE USE OF SUGAR INDUSTRY WASTE AND DOEHLERT DESIGN OPTIMIZATION
Mohammad A. Zuru A.A. Muhammad C. Musa M. Shuaibu I. M Adamu S.S	*Usmanu Danfodiyo University, Nigeria*	INVESTIGATING THE POTENTIAL OF BIOMASS-DERIVED BIOGAS AS A SUSTAINABLE ENERGY ALTERNATIVE
KABIRI LOUBNA FORSAL ISSAM ELHARAMI ANAS KEROUAD SOFIA	*Sultan Moulay Slimane university, Morocco*	A PLANT EXTRACT AS A CORROSION INHIBITOR FOR CARBON STEEL IN 1M HCL MEDIUM
Naman Gupta Aparna Vyas	*Manav Rachna University, India*	WAVELET-BASED IMAGE COMPRESSION ANALYSIS
Abdelilah KHLIFI Yamina KHLIFI	*Mohammed First University, Morocco*	IMPROVED CLASSIFICATION OF PHOTOVOLTAIC MODULES FAULTS THROUGH TWO MACHINE LEARNING ALGORITHMS: RANDOM FOREST AND KNN

03.07.2025 / Ankara Time 10:00-12:00

ONLINE SESSION 1 – HALL 6

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Akash Debnath

AUTHORS	UNIVERSITY	PAPER TITLE
Soukaina El Bourachdi Abdelhay El Amri Yassine Rakcho Amal Lahkimi	*Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco* *Ibn Tofaïl University, Morocco* *Cadi Ayyad University (UCA), Morocco*	HARNESSING THE POWER OF AVOCADO PITS: AN IN-DEPTH EXPLORATION OF ACTIVATED CARBON PREPARATION AND OPTIMIZATION USING BOX-BEHNKEN DESIGN, ENHANCED METHYLENE BLUE ADSORPTION THROUGH CHITOSAN INCORPORATION, AND THEORETICAL INSIGHTS VIA DENSITY FUNCTIONAL THEORY (DFT) ANALYSIS
Soukaina El Bourachdi Abdelhay El Amri Ali Raza Ayub Yassine Rakcho Fatima Moussaoui Amal Lahkimi	*Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Morocco* *Ibn Tofaïl University, Morocco* *Beijing Institute of Technology, Beijing, P. R. China* *Cadi Ayyad University (UCA), Morocco*	GREEN SYNTHESIS OF HIGH SURFACE AREA REDUCED GRAPHENE OXIDE FROM RECYCLED LI-ION BATTERIES USING ALOE VERA EXTRACT: APPLICATION IN RHODAMINE B ADSORPTION AND MECHANISTIC INSIGHTS VIA DFT WITH CHITOSAN@EDTA@RGO COMPOSITE
Imane Haji Loubna Rachidi Hind Chakchak Abdelkader Zarrouk Ghizlan Kaichouh	*Mohammed V University, Morocco*	HETEROGENEOUS ELECTRO-FENTON PROCESS: PERFORMANCE OF A NATURAL BIOWASTE CATALYST FOR THE DEGRADATION OF THE ANTIBIOTIC CFX-NA
Seyyid Ahmed Medjahed Ikram Mankour	*University of Relizane, Algeria*	ENHANCING TRANSPORTATION MODE DETECTION USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES
Karima SMILI Oualid CHIBANE Lazhar HEROUS	*National Higher School of Technology and Engineering, Algeria* *Badji Mokhatr University, Algeria*	IMPACT OF ELECTRODE HEIGHT AND SHIELDING ON THE EFFICIENCY OF ELECTROSTATIC CHARGING BY CORONA DISCHARGE
YOUSSEF ECH-CHINE	*Mohammed First University, Morocco*	NUMERICAL ANALYSIS OF HEAT TRANSFER ENHANCEMENT IN SOLAR AIR DUCTS USING TRIANGULAR BAFFLES OF VARIABLE LENGTH

03.07.2025 / Ankara Time 10:00-12:00

ONLINE SESSION 1 – HALL 7

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Sabina Lachowicz-Wiśniewska		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Tanvi Premchandani Amol Tatode Rahmuddin Khan Mohammad Qutub	*Smt. Kishoritai Bhoyar College of Pharmacy, India* *School of Pharmaceutical Education & Research (SPER), India*	NEUROLOGICAL IMPLICATIONS OF VITAMIN B12 DEFICIENCY: LINKING DEFICIENCY TO COGNITIVE IMPAIRMENT
Parmis Mirzaei Amin Abbasi	*Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Iran* *Tabriz University of Medical Sciences, Iran*	COMBATING CHRONIC KIDNEY DISEASE-ASSOCIATED CACHEXIA: A LITERATURE REVIEW OF RECENT THERAPEUTIC APPROACHES
Parmis Mirzaei Amin Abbasi	*Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Iran* *Tabriz University of Medical Sciences, Iran*	THE ROLE OF STAPHYLOCOCCUS AUREUS IN CYSTIC FIBROSIS PATHOGENESIS AND CLINICO-MICROBIOLOGICAL INTERACTIONS
Ayesha Batool Arif Gull Hafsa Naeem Zainab Fatima Muneeb	*University of Agriculture, Pakistan* *LLB, Islamia University, Pakistan* *University of Salford, UK*	INVESTIGATING THE DRIVERS OF GLOBAL HEALTH INEQUITIES: A MULTIDISCIPLINARY STUDY OF ACCESS, POLICY, AND SOCIAL DETERMINANTS
Cherriet Soufiane Soulaymani Abdelmajid Hammouti Belkheir EL-Fechetaly Mohammed Elbekkaye Khalid Hami Hind	*Ibn Tofail University, Morocco*	PHARMACOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL INSIGHTS INTO ARISTOLOCHIA LONGA: A COMPREHENSIVE LITERATURE REVIEW
Ilham EL Qadmi Najiba Brhadda Fatima Zahra Akhrif Nagla Abid	*Ibn Tofail University, Morocco*	BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES TO ENHANCE GERMINATION AND ROOTING OF ARGAN TREE (ARGANIA SPINOSA L.) FOR CONSERVATION AND REGENERATION AMIDST CLIMATE CHALLENGES
Anna Szreiter Sabina Lachowicz-Wiśniewska	*University of Kalisz, Poland*	EMPOWERING AGING THROUGH NUTRITION
Klaudia Sochacka Agata Kotowska Sabina Lachowicz-Wiśniewska	*University of Kalisz, Poland*	BETWEEN AWARENESS AND ACTION: DISCREPANCIES IN HEALTHY LIFESTYLE BEHAVIORS AMONG POLISH YOUTH

03.07.2025 / Ankara Time 12:30-14:30

ONLINE SESSION 2 – HALL 1

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Belgin ŞEKER HIRÇIN		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Sinem Nur TOPCU Assoc. Prof. Mikail KOÇ	*Kırşehir Ahi Evran University, Türkiye*	WORKING PRINCIPLE OF SYNCHRONOUS MOTORS AND A COMPARISON OF THEIR TYPES
Sinem Nur TOPCU Assoc. Prof. Mikail KOÇ	*Kırşehir Ahi Evran University, Türkiye*	ONLINE PARAMETER ESTIMATION IN PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTORS
Baran BULGURCU	*Haier Europe, Türkiye*	EVALUATION OF ALTERNATIVE BRONZE ALLOYS FOR TUMBLE DRYER DRUM BEARING APPLICATIONS
Baran BULGURCU	*Haier Europe, Türkiye*	INVESTIGATION OF GEOMETRIC DEFORMATION IN PPGF30 FANS AFTER THERMAL EXPOSURE
Mehmet NARMAN Abdulkadir ŞEKER	*Sivas Cumhuriyet University, Türkiye*	CONDUCTING COMPREHENSIVE SECURITY ANALYSES OF OPEN SOURCE SOFTWARE PROJECTS AGAINST CYBER THREATS
Muhammed Miraç KUMTEPE Mihrimah ÖZMEN Hatice CITAKOGLU	*Erciyes University, Türkiye*	FORECASTING CUSTOMER DEMANDS WITH MACHINE LEARNING METHOD, THE CASE OF KAYSERI
Fazıl Erinç YAVUZ	*Haier Europe, Türkiye*	ASSESSING WASTE HEAT RECOVERY POTENTIAL IN DISHWASHERS
Fazıl Erinç YAVUZ Enes ŞAHİN Hasan GERGİN	*Haier Europe, Türkiye*	EFFECT OF NOZZLE SHAPE ON SPRAY DISTRIBUTION IN DISHWASHER SPRAY ARM: A MESHLESS CFD APPROACH

03.07.2025 / Ankara Time 12:30-14:30

ONLINE SESSION 2 – HALL 2

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Asst. Prof. Cemal Sandıkcı		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Res. Asst. Hatice Büşra Yılmaz Tam	*Muş Alparslan University, Türkiye*	CHILDHOOD IMAGES AND CULTURAL REFLECTIONS IN THE LIGHT OF SELF-DETERMINATION THEORY
Asst. Prof. Cemal Sandıkcı	*Ordu University, Türkiye*	THE MEANING AND CONTEXT OF THE WORD "AMĀNAH" IN THE QUR'AN
Dr. Fuat DAŞ	*Bartın University, Türkiye*	AN EVALUATION OF THE POEMS OF UMAYYAD CALIPH WALÎD B. YAZÎD (II)
Cihan SOYLU	*Ahi Evran University, Türkiye*	COMPARISON OF THE CONSTITUTIONAL LANGUAGE IN TERMS OF TURKISH USAGE FROM THE REPUBLIC TO THE PRESENT
Muhammet Seyyit BALABAN	*Selcuk University, Türkiye*	THE NARRATORS CITED BY AL-MIZZĪ AS TRANSMITTING FROM IBN ʿAMR IN THE KUTUB AL-TISʿA DESPITE THE LACK OF DIRECT TRANSMISSION
Hümeyra ŞENGÜL	*The university of Jordan, Jordan*	THE CONCEPT OF CRITICISM ACCORDING TO NORTHROP FRYE
Hasan Özket	*Kırklareli University, Türkiye*	MULTIDISCIPLINARY APPROACH TO USUL AL-FIQH IN THE MODERN ERA
Ayşe AVCIOĞLU Assoc. Prof. Dr. Yeliz PEKERŞEN Prof. Dr. Ferhan NİZAMLIOĞLU	*Necmettin Erbakan University, Türkiye*	THE ATTRACTION OF OPPOSITES: THE INTERACTION BETWEEN DARK TOURISM AND WELLNESS TOURISM

03.07.2025 / Ankara Time 12:30-14:30

ONLINE SESSION 2 – HALL 3

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Raymond Oriebe Anyasi		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
ELHARAMI ANAS ISSAM FORSAL KEROUAD SOFIA WISSAL KOTMANI	*Sultan Moulay Slimane university, Morocco*	ELECTROCHEMICAL EVALUATION OF A NATURAL CORROSION INHIBITOR FROM MLS EXTRACT FOR CARBON STEEL IN HCL SOLUTION
Abdenour Lazeb Meriem Zeboudj Dalila Boulerial	*University of Mostaganem, Algeria* *University of Oran 1, Algeria*	INTELLIGENT TASK SCHEDULING FOR WORKFLOW OPTIMIZATION IN CLOUD COMPUTING ENVIRONMENTS
Riyadh ROUABHI Salim DJERIOU Abdelghafour HERIZI Mahrez ZAHRAOUI AHCENE ABED Mohamed SAHED	*Mohamed Boudiaf University of M'sila, Algeria*	A NEW PITCH CONTROL SYSTEM HAS BEEN APPLIED TO A WIND TURBINE TO WITHSTAND HIGH WIND SPEEDS
Abdur Rahman Siddiqui Md Nazeem Akthar Md Shahjahan Mohammad Kamil Khan Wajahat Ali	*Aligarh Muslim University, India*	FLOOD MODELING AND RISK ASSESSMENT OF THE YAMUNA RIVER IN DELHI USING HEC-RAS 6.1
Mouad Benaicha Youssef Es-Sabry Elmiloud Chaabelasri	*Mohamed first University, Morocco*	THERMAL AND EXERGETIC OPTIMIZATION OF A PHOTOVOLTAIC THERMAL PVT SYSTEM: A CFD APPROACH
Sylvanus Asiegbu Igweshi Raymond Oriebe Anyasi	*University of South Africa, South Africa* *Federal Polytechnic, Nigeria*	BIOREMEDIATION OF POLYCHLORINATED BIPHENYLS (PCBS)-CONTAMINATED SOIL BY RHIZOREMEDIATION VERSUS PHYTOREMEDIATION

03.07.2025 / Ankara Time 12:30-14:30

ONLINE SESSION 2 – HALL 4

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Dr. Seyfaddin JAFAROV

AUTHORS	UNIVERSITY	PAPER TITLE
Mina Pirzadeh Mansour Hashemi	*University of Guilan, Iran*	THE PROBABILITY OF THE COMMUTATOR EQUATION $[x^n, y] = g$ ON THE GROUPS G_m
Mohammad Jahanshahi	*Azarbaijan Shahid Madani University, Iran*	FUNDAMENTALS OF MATHEMATICAL MODELING FOR PHYSICS AND ENGINEERING PROBLEMS FROM A HISTORICAL AND PHILOSOPHICAL APPROCHES
Ephesus O. Fatunmbi	*Federal Polytechnic, Nigeria*	HEAT EXPLOSION IN REACTIVE EYRING–PRANDTL FLOW THROUGH A MAGNETIZED POROUS CHANNEL
Saurabh Verma Archana Dixit Anirudh Pradhan M S Barak	*Indira Gandhi University, India* *Gurugram University Gurugram, India* *Indira Gandhi University, India* *GLA University, India*	TESTING F(T) GRAVITY WITH COSMOLOGICAL OBSERVATIONS: CONFRONTING THE HUBBLE TENSION AND IMPLICATIONS FOR THE LATE-TIME UNIVERSE
Manish Yadav Archana Dixit Anirudh Pradhan M S Barak	*Gurugram University Gurugram, India* *Indira Gandhi University, India* *GLA University, India*	INVESTIGATING THE WCDM MODEL WITH LATEST DESI BAO OBSERVATIONS
Azmi R. Almashkli	*Mahrah University, Yemen*	IDENTITIES INVOLVING MULTIPLICATIVE (GENERALIZED)-DERIVATIONS AND RELATED MAPS ON RINGS WITH A PRIME IDEAL AND THEIR COMMUTATIVITY IMPLICATIONS
Md. Faizanuddin Danish Anwar Md. Alimul Haque	*V. K. S. University, India* *Veer Kunwar Singh University, India*	THE EVOLUTION OF FINTECH IN INDIA: CURRENT LANDSCAPE, EMERGING TRENDS, AND FUTURE OUTLOOK
Masaud Ahmad	*University of Engineering and Technology Peshawar, Pakistan*	EXAMINING THE INFLUENCE OF GREEN HUMAN RESOURCE MANAGEMENT (GHRM) AND GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (GSCM) INITIATIVES ON SUSTAINABLE PERFORMANCE (SP) IN THE CONTEXT OF PAKISTAN
Armelina LILA	*University of Bari Aldo Moro, Italy*	INCOME INEQUALITY IN ALBANIA: EVIDENCE FROM MICRODATA

03.07.2025 / Ankara Time 12:30-14:30

ONLINE SESSION 2 – HALL 5

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Kamala Gahramanova		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Kamala Gahramanova Ismat Ahmadov	*Baku State University, Azerbaijan*	TECHNOLOGIES FOR OBTAINING DRUG NANOPARTICLES BY GREEN SYNTHESIS
Bouafia Aya Benbia Souheyla	*Mustapha Ben Boulaid University, Algeria* *University Batna 2, Algeria*	ASSESSMENT OF OVARIAN ADVERSE EFFECTS LINKED TO ANTI-INFLAMMATORY DRUGS: A META-ANALYSIS
Behchachi Nourhene Ikram Benbia Souheyla	*Mustapha Ben Boulaid University, Algeria* *University Batna 2, Algeria*	FACTORS INFLUENCING OPIOID-INDUCED OVARIAN TOXICITY: META-ANALYSIS STUDY
Bouafia Aya Benbia Souheyla	*Mustapha Ben Boulaid University, Algeria* *University Batna 2, Algeria*	FACTORS INFLUENCING NSAID-INDUCED OVARIAN TOXICITY: A META-ANALYSIS STUDY
SAGHOURI EL IDRISSI Imane KETTANI Rajae KHALFI Chemsdoha FERRAHI Moha BRHADDA Najiba	*National Institute of Agronomic Research (INRA), Morocco* *University of Ibn Tofail, Morocco*	HOW DO CEREALS MANAGE WATER STRESS IN THE FIELD? PHOTOSYNTHESIS AND GROWTH
Nikola Bošković Marija Radmilović-Radjenović Branislav Radjenović	*University of Belgrade, Serbia*	THE EFFICIENCY AND SAFETY OF TRIPLE ANTENNA MICROWAVE ABLATION
Mounaim Bencheikh Larbi El Farh	*Mohammed First University, Morocco*	FIRST-PRINCIPLES CALCULATIONS OF THE STRUCTURAL, HYDROGEN STORAGE, AND OPTOELECTRONIC PROPERTIES OF ALUMINUM TRIHYDRIDE (B-)
Mouad Benaicha Youssef Es-Sabry Elmiloud Chaabelasri	*Mohammed First University, Morocco*	THERMAL AND EXERGETIC OPTIMIZATION OF A PHOTOVOLTAIC THERMAL PVT SYSTEM: A CFD APPROACH
Ahmed Lamine Ben Kamri Mohamed Abdelilah Fadla Ibn khaldoun Lefkaier Cheikh lakhdar Ben Messaoud Garadi Fatima Souraya Goumri-Said	*Université Amar Telidji de Laghouat, Algeria* *Queen's University Belfast, UK* *Amar Telidji University, Algeria* *Alfaisal University, Saudi Arabia*	SEEBECK COEFFICIENT PREDICTION: MACHINE LEARNING APPROACH

03.07.2025 / Ankara Time 12:30-14:30

ONLINE SESSION 2 – HALL 6

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Franck Amoussou		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Abdul-Rahman Balogun Muhammed-Shittu	*British School in Baku, Azerbaijan*	ENDANGERING ACADEMIC INTEGRITY: A DISCOURSE OF THE NEGATIVITIES ATTACHED TO AGE RESTRICTION WHILE DISTRIBUTING ACADEMIC SCHOLARSHIP AMONG THE APPLICANTS FROM DEVELOPING COUNTRIES
Peter Olubunmi Olubiyo Jude Timilehin Olubiyo	*University Library, Nigeria* *Ahmadu Bello University, Nigeria*	EXTENT OF USE OF DIGITAL RESOURCES AMONG PHYSICS AND CHEMISTRY FINAL YEAR UNDERGRADUATE STUDENTS IN ADEYEMI FEDERAL UNIVERSITY OF EDUCATION, ONDO, NIGERIA
Abed HAMADOUCH Khadidja BOUDOUR	*Abd Elhamid Ibn Badis University, Algeria*	EFFECTIVE REMEDIATION STRATEGIES: SUPPORTING MIDDLE SCHOOL LEARNERS' SUCCESS IN EFL CLASSROOMS
Franck Amoussou Ayodele Adebayo ALLAGBE	*Université André Salifou (UAS) de Zinder, Republic of Niger*	PARTICIPANT ROLES IN POLITICAL DISCOURSE: A SYSTEMIC FUNCTIONAL ANALYSIS OF PRESIDENT IBRAHIM TRAORE'S SPEECH AT 2023 RUSSIA-AFRICA SUMMIT
Dr. Deema Dakakni	*Lebanese American University, Lebanon*	SUBCONSCIOUS PROGRAMMING OF THE ENGLISH LANGUAGE
Dr. Surayyo Shaamirova	*Finance Academy of the Republic of Uzbekistan*	INTENTION TO CONTRIBUTE TO WAQF FUND IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS
Hacıyeva Nəsibə Niyaz qızı	*Gence State University, Azerbaijan*	THE IMPACT OF HEALTH TOURISM IN THE GANJA-DASHKASAN ECONOMIC REGION ON ECONOMIC DEVELOPMENT
Dr. Seyfaddin JAFAROV	*Nakhchivan State University, Azerbaijan*	PHYSICS OF SEMICONDUCTOR NANOSTRUCTURES STUDY OF PROPERTIES
P.H.Najafguliyeva X.G.Huseynova B.İ.Sadigov	*Azerbaijan Medical University, , Azerbaijan*	A NEW APPROACH TO THE TREATMENT OF NONSPECIFIC ULCERATIVE COLITS

03.07.2025 / Ankara Time 12:30-14:30

ONLINE SESSION 2 – HALL 7

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Mohamed EL RHOCH		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Amina AMRANI Mohammed ELKABOUS Kamal ESSIFI Yasser KARZAZI Sandrine DELPEUX OULDRIAN E Abdesselam TAHANI	*University Mohamed I, Morocco* *University of Chouaib Doukkali, Morocco* *CNRS-Université d'Orléons, France*	MOLECULAR DYNAMICS AND EXPERIMENTAL CHARACTERIZATION OF CHITOSAN INTERCALATION IN MONTMORILLONITE NANOCOMPOSITES
EL RHOCH Mohamed MOUDEN Najoua SELLAL Zineb DOUIRA Allal	*Ibn Tofaïl University, Morocco* *University Mohamed I, Morocco*	ENHANCING ARGAN SEEDLING GROWTH THROUGH TRICHODERMA-BASED SEED TREATMENT
Mohamed EL RHOCH Najoua MOUDEN Karima SELMAOUI Allal DOUIRA	*Ibn Tofaïl University, Morocco* *University Mohamed I, Morocco*	ASSOCIATION OF FUSARIUM SOLANI WITH DIEBACK DISEASE OF ARGAN TREES IN MOROCCAN NURSERIES
EL RHOCH Mohamed MOUDEN Najoua SELLAL Zineb DOUIRA Allal	*Ibn Tofaïl University, Morocco* *University Mohamed I, Morocco*	EFFECT OF TRICHODERMA SEED TREATMENT ON THE EARLY GROWTH PERFORMANCE OF ARGAN SEEDLINGS
Mohamed EL RHOCH Najoua MOUDEN Zineb SELLAL Allal DOUIRA	*Ibn Tofaïl University, Morocco* *University Mohamed I, Morocco*	FIRST IDENTIFICATION OF CLONOSTACHYS ROSEA AS A PATHOGEN ON ARGANIA SPINOSA SEEDLINGS IN MOROCCO
Meryem RAOUDI Mahmoud HICHAM Ali ELBACHIRI Smaail RADI Nawel KHALEF Abdelaziz BAKRI	*Mohammed First University, Morocco* *Grenoble Alpes University, France*	PHYTOCHEMICAL PROFILING AND EVALUATION OF THE ANTICORROSION ACTIVITY OF SERENOA REPENS EXTRACTS

03.07.2025 / Ankara Time 15:00-17:00

ONLINE SESSION 3 – HALL 1

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Murat AYDIN		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Murat AYDIN	*Ankara University, Türkiye*	THE ROLE OF BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) IN ENHANCING EFFICIENCY AND COLLABORATION FOR PROJECT MANAGERS IN CONSTRUCTION
Murat AYDIN	*Ankara University, Türkiye*	THE ROLE OF INFORMATION MANAGEMENT IN BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) FOR DIGITAL TRANSFORMATION IN CONSTRUCTION
Seçil ŞATIR	*Istanbul Technical University, Türkiye*	CREATIVE THINKING, CREATIVE PERSONALITY AND THEIR EFFECTIVENESS IN DESIGN
Gülay YÜCESAN Emirhan AKSU Prof.Dr.Alper SAĞLIK	*Çanakkale Onsekiz Mart University, Türkiye*	NON-DISABLED: SMART BARRIER SYSTEM FOR DISABLED PARKING SPACES
Tülay GÜMÜŞER Aybike ORHAN	*Selçuk University, Türkiye*	INTERPRETING NATIONAL IDENTITY THROUGH TEXTILE PATTERN DESIGN IN THE INTERIOR FURNISHINGS OF HICH HOTEL, KONYA
Tülay GÜMÜŞER *Aybike ORHAN*	*Selçuk University, Türkiye*	TEXTILE PRACTICES IN INTERIOR FURNISHINGS IN THE CONTEXT OF BAUHAUS AESTHETICS: POUF DESIGN

03.07.2025 / Ankara Time 15:00-17:00

ONLINE SESSION 3 – HALL 2

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Assoc. Prof. Dr. Çiğdem YAMANER		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Hande Nur SÜRÜCÜ Assoc. Prof. Dr. Çiğdem YAMANER	*Aydın Adnan Menderes University, Türkiye*	BAKTERIAL DISEASES OF TOMATOES AND METHODS OF CONTROL
Assoc. Prof. Dr. Çiğdem YAMANER Hande Nur SÜRÜCÜ Kevser ALTAN	*Aydın Adnan Menderes University, Türkiye*	THE POTENTIAL OF RHIZOSPHERIC FUNGI TO SUPPORT PLANT GROWTH in SALINE SOILS
Kevser ALTAN Çiğdem YAMANER	*Aydın Adnan Menderes University, Türkiye*	MICROBIAL DISEASES OF CHESTNUT FRUITS
PhD Gulnar Atakishiyeva Shafiga İbrahimova PhD Sevinç Muhtarova Assoc. Prof. Shukufa Eyvazova Assoc. Prof. Naila Veysova Dr. Namiq Shikhaliyev	*Baku State University, Azerbaijan* *Azerbaijan Technical University, Azerbaijan* *Baku Engineering University, Azerbaijan*	PREDICTION OF METABOLIC SITES OF 1,1-DICHLORODIAZABUTADIENES SYNTHESIZED BASED ON METHYL 4-FORMYLBENZOATE
PhD Gulnar Atakishiyeva Shafiga İbrahimova PhD Sevinc Mukhtarova Assoc. Prof. Sima Musayeva Assoc. Prof. Ilhama Hamdullayeva Assoc. Prof. Gulnara Babayeva	*Baku State University, Azerbaijan* *Azerbaijan Technical University, Azerbaijan*	CYTOCHROME P450 INHIBITION AND DRUG-DRUG INTERACTION RISK OF HYDRAZONE DERIVATIVES
Nargiz Sh. Mahmudova Aynur Q.Qaflanova Gunay Sh.Hadjiyeva	*Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Azerbaijan*	STUDY OF BIOELECTRICAL ACTIVITY IN 3-MONTH-OLD RATS EXPOSED TO HYPOKINESIA DURING PRENATAL ONTOGENESIS AGAINST THE BACKGROUND OF SOCIAL ISOLATION

03.07.2025 / Ankara Time 15:00-17:00

ONLINE SESSION 3 – HALL 3

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Chaimae El yaacoubi		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Chaimae El yaacoubi Nihade Bensitel Acharf El Kasmi	*Abdelmalek Essaadi University, Morocco*	ENHANCING THE ADSORPTION CAPACITY OF WASTEWATER SLUDGE VIA THERMAL AND CHEMICAL ACTIVATION: A CASE STUDY OF AL HOCEIMA, MOROCCO
Ayoub ABARKAN Nafea ACHALHI Ridouan EL YOUSFI Abderrahman EL IDRISSI	*Mohamed first University, Morocco*	SUSTAINABLE DESIGN OF ANTIFUNGAL CELLULOSE DERIVATIVES VIA RADICAL-INDUCED PHOSPHORYLATION IN AQUEOUS MEDIA
Hassan Ibrahim Namaki Aminu Umar Imam Aminu Umar Argungu Hussaina Sani Ibrahim Mustapha Muhammad Yusuf Sarkin Gobir	*Kebbi State University of Science and Technology Aliero, Nigeria* *Sokoto State University, Nigeria* *Federal University of Agriculture, Nigeria* *Shehu Shagari University of education, Nigeria*	PRODUCTION OF GLUCOSE ISOMERASE FROM ENDOPHYTIC ACTINOBACTERIA OF GUIERA SENEGALENSIS AND ITS OPTIMISATION FOR THE SYNTHESIS OF HIGH FRUCTOSE CORN SYRUP
Aasegh, Torhile Japhet Ama Shedrack Oryina Ehoro, Sarah Elo	*Federal University Wukari, Nigeria*	SYNTHESIS, PARTIAL CHARACTERIZATION AND ANTIMICROBIAL SCREENING OF SCHIFF BASE DERIVEFROM 1-AMINO-2-NAPHTHOL-4-SUFFONIC ACID AND P-CHLOROBENZALDEHYDE ITS METAL (II) COMPLEXES
Imen Jendoubi Saoussen Namouchi.Cherni Mohamed Faouzi Zid	*University of Tunis El Manar, Tunisia*	INVESTIGATION OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF THE NEW ALLUAUDITE-TYPE MOLYBDATE AG 0.30 NA 3.70 MN(MOO 4) 3 FOR PHOTOCATALYTIC AND THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY
Imen Jendoubi Saoussen Namouchi.Cherni Mohamed Faouzi Zid	*University of Tunis El Manar, Tunisia*	SYNTHESIS, STRUCTURE STUDY, PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF THE NEW NASICON MOLYBDATE AG 1−X NA X MNAL (MOO 4) 3 (X=0 AND 1)
HICHAM Mahmoud ALI Dafali YOUSRA Bahjou SMAAIL Radi	*Mohammed the First University, Morocco*	STUDY OF THE CORROSION-INHIBITING PROPERTIES OF TWO INHIBITORS ON MILD STEEL: EXPERIMENTAL AND THEORETICAL APPROACHES

03.07.2025 / Ankara Time 15:00-17:00

ONLINE SESSION 3 – HALL 4

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Dr. Khushboo Kumari		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Eru Ofega Emmanuel	*Bowen University, Nigeria*	FELA REBORN ON THE MODERN NIGERIAN STAGE
Akansha Goel	*Sharda University, India*	FROM PRE TO POST-PARTITION INDIA: A COMPARATIVE STUDY OF THE ICS AND IAS
SIDDO Adamou Mahuton Géoffroy DJESSOU	*Université André SALIFOU de Zinder, Niger*	CULTURAL PATRIOTISM, A BARRIER AGAINST EXTREMISM VIOLENT IN THE SAHALO-SAHELIAN SPACE
Akansha Goel Dr. Khushboo Kumari	*Sharda University, India*	FROM PRE TO POST-PARTITION INDIA: A COMPARATIVE STUDY OF THE ICS AND IAS
Iniobong Udeme Asuquo Akaninyene Akpan Arthur Etido Etop Ufia	*Akwa Ibom State Polytechnic, Nigeria*	ENVIRONMENTAL REMEDIATION COSTS DISCLOSURES AND BEHAVIOUR OF STAKEHOLDERS IN THE OIL AND GAS FIRMS IN NIGERIA
Akaninyene Akpan Arthur Utomobong Udeme Udo Uduak Uwana Iwok	*Akwa Ibom State Polytechnic, Nigeria*	ENVIRONMENTAL DEGRADATION COST AND FINANCIAL PERFORMANCE OF LISTED OIL AND GAS FIRMS IN NIGERIA

03.07.2025 / Ankara Time 15:00-17:00

ONLINE SESSION 3 – HALL 5

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Dr. Ivan Pavlović		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
K.Pooja Dr. M.K.Vijayalakshmi Puniparthi Sunitha	*Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy, India*	THE ROLE OF GENETICS AND IMMUNE RESPONSE IN LEPROSY SUSCEPTIBILITY
Aminu. U. Imam Ubaida Umar Babuga Hussaina Sani Ibrahim Hassan Ibrahim	*Sokoto State University, Nigeria* *Federal University of Agriculture Zuru, Nigeria* *Kebbi State University of Science and Technology Aliero, Nigeria*	ASSESSMENT OF SOME MICRONUTRIENT AND DETECTION OF SLC39A14 GENE FOR REDUCTION OF OBSTETRIC COMPLICATIONS IN WOMEN ATTENDING SPECIALIST HOSPITAL IN SOKOTO METROPOLIS
Hussaina Sani Ibrahim Aminu .U. Imam Hassan Ibrahim Namaki Samuel A. E. Yahya Aliyu Bako Yusuf Sarkin Gobir	*Federal University of Agriculture Zuru, Nigeria* *Sokoto State University, Nigeria* *Kebbi State University of Science and Technology Aliero, Nigeria* *Shehu Shagari University of Education, Nigeria*	ASSESSMENT OF B-VITAMIN LEVELS AND APOLIPOPROTEIN E GENE ON THEIR INFLUENCE ON DEMENTIA RISK AND COGNITIVE DECLINE IN OLDER ADULTS IN SOKOTO METROPOLIS
NOURANI Imane BEICHI Fayçal OUDJEHIH Messouada	*University Batna 2, Algeria*	EPIDEMIOLOGY OF NON-COMMUNICABLE DISEASES
NOURANI Imane BEICHI Fayçal OUDJEHIH Messouada	*University Batna 2, Algeria*	EPIDEMIOLOGY OF BREAST CANCER
Dr. Ivan Pavlović PhD Slavica Živković DVM Natalija Kostić PhD Aleksandra Tasić Prof. Dragiša Trailović	*Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia, Serbia* *Agricultural School PKB, Serbia* *University of Belgrade, Serbia*	PRELIMINARY RESULTS OF RESEARCH ON COCCIDIOSIS IN HORSES IN SERBIA
Andrey Popatanasov Lyubka Tancheva Reni Kalfin	*Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria*	THE WESTERN MEDICAL SYSTEM AND THE RECOGNITION OF THE NON-MOTOR SYMPTOMS OF PARKINSON'S DISEASE
Major Gheorghe GIURGIU Prof. Dr. med Manole COJOCARU	*Deniplant-Aide Sante Medical Center, Romania* *Titu Maiorescu University, Romania*	OPTIMIZING OUTCOMES IN PSORIASIS: IMPACT OF DENIPLANT NUTRACEUTICALS

03.07.2025 / Ankara Time 15:00-17:00

ONLINE SESSION 3 – HALL 6

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Mohammed Saeed Azzahrani		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Mohammed Saeed Azzahrani Martina Spanevello Ermias Girma Tsega Mulualem Endeshaw	*Rosedale Medical Center, Canada* *S.R.T Medstaff 2 Bloor St W Toronto Ontario, Canada*	THE USE OF SOCIAL MEDIA IN DEMENTIA CARE, SCOPING REVIEW
Alireza Bakhtiyari Farzan Ghoodarz-dashti Narges Haghi Parisa Sadighara	*Tehran University of Medical Sciences, Iran*	DETERMINATION OF TEBUCONAZOLE AND PROPICONAZOLE IN IRANIAN ORANGES USING HPLC/MS-MS
Nwankwo I.O Nwobi O.C Kanu D. C.	*University of Nigeria*	ANTIMICROBIAL RESISTANCE IN AQUACULTURE: PREVALENCE AND RISK FACTORS OF E. COLI SPPS IN FISH, FISH HANDLERS AND CONTACT SURFACES IN NSUKKA, ENUGU STATE, NIGERIA
ARRAJI Maryem CHAHBOUNE Mohamed	*Hassan First University of Settat, Morocco*	ADHERENCE OF TYPE II DIABETICS IN MOROCCO: CROSS-CULTURAL ADAPTATION AND VALIDATION OF A MEASUREMENT TOOL
Bushra Ansari Mohammad Akram	*Jawaharlal Nehru Medical College, India* *Hospital, A.M.U., India*	GUT METABOLITES PROFILING: METABOLOMICS FINGERPRINTING OF THE COMPOUNDS AFFECTING ESOPHAGEAL CARCINOMA
Cherriet Soufiane Soulaymani Abdelmajid Hammouti Belkheir EL-Fechetaly Mohammed Elbekkaye Khalid Hami Hind	*Ibn Tofail University, Morocco*	PHARMACOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL INSIGHTS INTO ARISTOLOCHIA LONGA: A COMPREHENSIVE LITERATURE REVIEW

03.07.2025 / Ankara Time 15:00-17:00

ONLINE SESSION 3 – HALL 7

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: ELYAMANY Khadija		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Amine SARHRANI Mohamed SADIKI Brahim JAAFAR Yousra HAMOUMI Abdelhak BOUABDLI	*Ibn Tofail University, Morocco* *University Cadi Ayyad, Morocco* *Hassan II University, Morocco*	ASSESSING ANTHROPOGENIC IMPACTS ON THE KENITRA COASTAL DUNE CORDON (1999–2025): A REMOTE SENSING AND GIS STUDY
Yousra HAMOUMI Abdeslam TALEB Abdessalam OUALLALI Amine SARHRANI Mohammed IDRISSI	*Hassan II University, Morocco* *Ibn Tofail University, Morocco* *National Institute of Fisheries Research, Morroco*	REGIONAL-SCALE COASTAL VULNERABILITY INDEXING FOR THE RABAT–SALE–KENITRA REGION OF MOROCCO THROUGH INTEGRATED GIS AND REMOTE SENSING
ELYAMANY Khadija EL BAGHDADI Mohamed	*Sultan Moulay Sliman University, Morocco*	SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF DROUGHT AND ESTIMATION OF ITS IMPACT ON PLANT COVER IN A SEMI-ARID ZONE (CASE OF THE TENSIFT BASIN IN MOROCCO)
Svitlana OLIINYK Tetiana KOVALYOVA	*National University of Pharmacy, Kharkiv-Ukraine*	PROSPECTS FOR USING THE BODY OF DEAD BEES IN TREATING RHEUMATOID ARTHRITIS
PhD. Can. Tedi Prifti Prof. Dr. Robert Çina	*Sports University of Tirana, Albania*	INNOVATIVE METHODS FOR THE REHABILITATION OF PELVIS DISBALANCE
Billel LARBAOUI Rafik MENAD	*University of Bejaia, Algeria*	SINGLE-CLICK MOLECULAR DOCKING-BASED VIRTUAL SCREENING VIA SWIFTDOCK
Branko Kolarić Darko Vasiljević Bojana Bokić Branislav Radjenović Marija Radmilović-Radjenović	*University of Belgrade, Serbia*	GEOMETRIC AND THERMODYNAMIC INTERACTIONS IN PHOTONIC STRUCTURES
Taoufik BENAICHA Fatima MAJID Ibrahim MRANI	*Chouaib Doukkali University, Morocco*	OPTIMIZATION OF THERMOMECHANICAL DEFORMATIONS OF 4D-PRINTED SHAPE MEMORY POLYMERS USING NUMERICAL SIMULATION AND EXPERIMENTATION

03.07.2025 / Ankara Time 15:00-17:00

ONLINE SESSION 3 – HALL 8

ZOOM ID: 829 5595 6031 / PASSCODE: 131313

MODERATOR: Enkela BEGU		
AUTHORS	**UNIVERSITY**	**PAPER TITLE**
Getnet Berhanu Akalat Dr. Anupama Uppal	*Punjabi University, India*	UNLOCKING THE FISCAL AUTONOMY AND DEVELOPMENT NEXUS: STATIC AND DYNAMIC APPROACH
Djoys Anneke Rantung	*Universitas Kristen Indonesia*	MULTICULTURAL EDUCATION: A LESSON FROM MINAHASA, INDONESIA
Ahmad Hadiza Gusau Ramatu Umar Faruk	*Sokoto State University, Nigeria*	LEVERAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO SUPPORT CONCEPTUAL LEARNING IN SECONDARY SCHOOL BIOLOGY CLASSROOMS
Thái Đăng Khoa Võ Thành Danh	*Cantho University, Vietnam*	EFFICIENCY OF FERTILIZER, PESTICIDES, AND HERBICIDES USE IN MONOCULTURE RICE FARMS IN THECOASTAL AREAS OF THE MEKONG DELTA, VIETNAM, DURING THE SUMMER-AUTUMN CROP
Thái Đăng Khoa Võ Thành Danh	*Cantho University, Vietnam*	TRENDS IN RICE YIELD, CLUSTERING AND CONVERGENCE OF RICE PRODUCTIVITY IN THE MEKONG DELTA (1995-2023)
Najlae Adadi	*Higher Institute of Nursing Professions and Health Technologies (ISPITS), Morocco*	CLINICAL AND MOLECULAR FINDINGS IN A MOROCCAN FAMILY WITH JERVELL AND LANGE-NIELSEN SYNDROME: A CASE REPORT
Enkela BEGU	*University of Tirana, Albania*	GEO-MODELLING OF NOISE POLLUTION IN URBAN AREAS – TIRANA, ALBANIA
Asanova Zhyldyzkan Avazbekovna Ibraimova Satina Chenebekovna	*Osh State University, Kyrgyz Republic*	CORPUS-BASED ANALYSIS OF ACCOUNTING TERMINOLOGY IN ENGLISH AND KYRGYZ LANGUAGES
Thai Dang Khoa Vo Thanh Danh	*Can Tho University, Vietnam*	INPUT USE EFFICIENCY OF RICE MONOCULTURE FARMS IN THE COASTAL REGION OF VIETNAM'S MEKONG DELTA IN THE WINTERSPRING CROP SEASON
Bushra Ansari Mohammad Akram	*Jawaharlal Nehru Medical College & Hospital, A.M.U*	GUT METABOLITES PROFILING : METABOLOMICS FINGERPRINTING OF THE COMPOUNDS AFFECTING ESOPHAGEAL CARCINOMA

Sercan Ergün *Senanur Olfaz Aslan* *Musa Kavas* *Hasan Gülbiçim* *Alparslan Serarslan* *Neslihan Hekim* *Sezgin Güneş*	*DESIGN OF CRISPR-CAS9 VECTOR TARGETING RXRA GENE FOR FUNCTIONAL STUDIES ON RADIATION RESISTANCE IN PROSTATE CANCER*	*1*
Cevahir Altinkaynak *Fatih Kirmizikar*	*SYNTHESIS OF BIOMATERIALS CONTAINING PROPOLIS EXTRACT AND INVESTIGATION OF THEIR ANTIOXIDANT PROPERTIES*	*3*
Gonul Gurol Ciftci	*THE ROLE OF ASTROCYTIC SYNCYTIUM IN EPILEPSY*	*5*
Faik Gökalp	*PROTECTIVE EFFECTS OF LONICERA CAERULEA VAR. KAMTSCHATICA ON CARDIOVASCULAR HEALTH AND LIPID METABOLISM*	*10*
Hatun Şevval Sağin	*LIVING IN HARMONY WITH THE SUN: A FUNCTIONAL LIFESTYLE APPROACH BASED ON CIRCADIAN RHYTHM*	*28*
Gonul Gurol Ciftci	*THE ROLE OF THE GLYMPHATIC SYSTEM IN EPILEPSY*	*29*
Faik Gökalp	*THE INVESTIGATION OF THE INTERACTIONS OF BIOACTIVE COMPONENTS OF HASKAP BERRY (LONICERA CAERULEA L. VAR. KAMTSCHATICA) WITH 5P21 ONCOGENE RECEPTOR*	*33*
Deniz Çetin *Doğan Çetin* *Özgür Kanik* *Hülya Erten*	*QUALITY AND CONTENT EVALUATION OF YOUTUBE™ VIDEOS ON IN-OFFICE TOOTH WHITENING TREATMENT*	*43*
Gamze Bolaç Yavaşoğlu *Nilüfer Acar Tek* *Merve Nur Aslan*	*ASSESSMENT OF THE ASSOCIATION BETWEEN EATING AWARENESS AND METABOLIC SYNDROME AMONG WOMEN*	*53*
Ayşe Gül Güven *Laden Jafari* *Murat Doğuş Günel* *Özlem Akbulut*	*WHICH TECHNIQUE IS MORE EFFECTIVE IN TEACHING TESTICULAR SELF-EXAMINATION IN MALE ADOLESCENTS? AN INTERVENTION STUDY*	*59*
Merve Nur Aslan *Nilüfer Acar Tek*	*THE ROLE OF PROBIOTICS IN DEPRESSION: AN EVALUATION WITHIN THE CONTEXT OF THE GUT-BRAIN-MICROBIOTA AXIS*	*61*
Halime Rana Aydinli *Sibel Kaymak* *Nilüfer Vural*	*ANTICANCER AND PHARMACOLOGICAL PROPERTIES OF ASTRAGALUS MEMBRANACEUS: PHYTOCHEMICAL RICHNESS AND CLINICAL POTENTIAL*	*67*
Salih Ökten *Ali Aydin*	*ANTIPROLIFERATIVE ACTIVITIES OF DIARYL SUBSTITUTED CYCLOHEPTA[B]QUINOLINE AMINES DERIVATIVES AGAINST SW1353 AND SAOS2*	*75*
Salih Ökten	*STRUCTURAL MODIFICATION OF TACRINE VIA SUZUKI COUPLING AND REDUCTIVE AMINATION*	*81*
Ceren Orak	*LaTiO 3 PHOTOCATALYST FOR EFFICIENT WASTEWATER TREATMENT*	*86*

Semra Zeren *Fatma Almaz*	*INVARIANT AND ANTI-INVARIANT TOTALLY UMBILICAL SUBMANIFOLDS IN ALMOST POTENT MANIFOLDS*	*91*
Mücahit Çalişan *Nevzat Olgun* *Gürkan Gürgöze* *Ferdi Doğan* *Mehmet Nergiz* *Ibrahim Türkoğlu*	*OBJECT CLASSIFICATION IN NON-LINE-OF-SIGHT ENVIRONMENTS USING SYNCHRONOUS ACOUSTIC SIGNALS*	*92*
Nevzat Olgun *Mücahit Çalişan* *Gürkan Gürgöze* *Ferdi Doğan* *Mehmet Nergiz* *Ibrahim Türkoğlu*	*DETECTION OF THE HUMAN PRESENCE IN NON-LINE-OF-SIGHT ENVIRONMENTS WITH SIMULTANEOUS SOUND SIGNALS*	*100*
Fatma Almaz *Semra Zeren*	*THE ELECTROMAGNETIC VECTOR FIELDS ON SPECIAL SURFACES IN 4D SEMI-EUCLIDEAN SPACE*	*108*
Semahat Merve Top	*EVALUATING BIOPHILIC DESIGN IN THE URBAN CONTEXT: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS*	*109*
Abdullah Göktaş *Sultan Göktaş*	*IMPACT OF LA SUBSTITUTION ON THE STRUCTURAL AND PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF ZNS THIN FILMS*	*120*
Yusuf Sert	*IN-SILICO ANALYSIS OF 5-CHLOROTHIOPHENE-2-SULFONAMIDE*	*128*
Tansu Uskutoğlu *Belgin Coşge Şenkal*	*ROLE AND IMPORTANCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS IN CULTIVATION OF MEDICINAL PLANTS*	*133*
Belgin Coşge Şenkal	*EVALUATION OF GERMINATION AND SEEDLING DEVELOPMENT PERFORMANCE OF SALVIA SCLAREA L. DEVELOPED BY USING EMS IN M3 GENERATION*	*142*
Yusuf Sert	*DFT ANALYSIS OF 5-(THIOPHENE-2-SULFONYL) THIOPHENE-2-SULFONAMIDE*	*151*
Sultan Göktaş *Abdullah Göktaş*	*PHOTODEGRATION OF METHYLENE ORANGE VIA CUO BASED NANOSTRUCTURES: A MINI REVIEW*	*159*
Semahat Merve Top	*SECTORAL APPLICATIONS OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY AND ITS POTENTIAL IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY*	*171*
Esra Balcı	*MEASURING THE EFFICIENCY OF COMPANIES IN BIST 30 PARTICIPATION INDEX BY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS*	*184*
Seyran Özcan	*KARZ-I HASEN AS A MICROFINANCE METHOD: AN APPLICATION FOR VOCATIONAL HIGH SCHOOL GRADUATES IN TURKEY*	*189*
Fatma Yılmaz	*FINANCIAL TECHNOLOGY AND INCLUSIVE FINANCE: HOW CLOSE ARE WE TO BRIDGING THE GAP?*	*191*
Hasan Çağla *Tayfun Çay*	*OWNERSHIP PROBLEMS OF PUBLIC INSTITUTION PLOT OWNERSHIP OBTAINED FROM DEVELOPMENT APPLICATIONS*	*198*

Cemal Yüksel	*FAKE NEWS CLASSIFICATION WITH MICRO-LEVEL SENTIMENT AND ATTRIBUTE-BASED SUBSET ANALYSIS: AN EXPLAINABLE APPROACH SUPPORTED BY T-SNE, DBSCAN AND SHAP ALGORITHM*	*209*
Cemal Yüksel	*THE ERA OF DECISION-MAKING SYSTEMS: ACTION-ORIENTED ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN THE CONTEXT OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS*	*210*
Halil İbrahim Çelebi *İbrahim Arısal*	*A QUALITATIVE STUDY ON WOMEN'S ENTREPRENEURSHIP COOPERATIVES IN HATAY IN THE CONTEXT OF MUNICIPALITY–COOPERATIVE RELATIONS*	*211*
İbrahim Arısal *Halil İbrahim Çelebi*	*CONSUMER PERCEPTIONS AND BEHAVIORS TOWARD LOCAL COOPERATIVE PRODUCTS: A QUALITATIVE EVALUATION IN THE CASE OF HATAY*	*213*
Adnan Aydın *Ramazan Gürbüz*	*EPIGENETIC EFFECT IN SUSTAINABLE AGRICULTURE: THREAT OR OPPORTUNITY?*	*215*
Miraç Kılıç *Hikmet Günal* *Mesut Budak*	*SPATIAL ANALYSIS OF SOIL EROSION RISK IN SEMI-ARID REGIONS USING CLOUD-BASED COMPUTING SYSTEMS: A CASE STUDY OF SIIRT PROVINCE, TURKIYE*	*222*
Duygu Uskutoğlu	*THE IMPORTANCE OF PEA BREEDING AND CLASSICAL BREEDING METHODS APPLICABLE TO PEA*	*240*
Ramazan Gürbüz *Adnan Aydın*	*FROM EXPERIENCE TO EVIDENCE: PREDICTIVE MODELING IN WEED MANAGEMENT*	*247*
İbrahim Yıldızhan *Abdurrahim Çetin* *Barış Eren*	*A NEW PERSPECTIVE IN AGRICULTURE: ENHANCING QUALITY AND YIELD THROUGH EPIGENETIC APPROACHES — A COMPARATIVE EVALUATION WITH GMO APPLICATIONS*	*257*
Abdurrahim Çetin *İbrahim Yıldızhan* *Barış Eren*	*EPIGENETIC SIGNATURES IN PHYLOGENETIC ANALYSES: A NEW PERSPECTIVE IN SYSTEMATIC CLASSIFICATION*	*267*
Mesut Budak *Hikmet Günal* *Miraç Kılıç*	*THE STRATEGIC ROLE OF SOIL HEALTH AND ORGANIC CARBON MANAGEMENT FOR CLIMATE CHANGE ADAPTATION AND SUSTAINABLE AGRICULTURE*	*275*
Duygu Uskutoğlu	*NUTRITIONAL VALUE AND SEED QUALITY CRITERIA OF PEA (Pisum sativum L.)*	*283*
Cüneyt Cesur *Tansu Uskutoğlu*	*ALTERNATIVE ENERGY PLANTS: 'NEW RESOURCES AND NEW PROCESSES IN AGRICULTURAL PRODUCTION'*	*291*
Feride Özdemir *Hasan Çiftçi*	*THE EFFECTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE SUPPORTED CHATBOT APPLICATIONS ON CONSUMER BUYING BEHAVIOR IN SOCIAL MEDIA MARKETING: ADVANTAGES AND LIMITATIONS*	*297*
Büşra Özdemir	*FEMALE PRIVACY AND THE OBLIGATION OF COVERING IN ISLAM IN THE LIGHT OF THE*	*299*

	QUR'AN: AN EVALUATION BASED ON SÛRAH AL-A'RÂF 7/26–27, SÛRAH AL-NÛR 24/30–31, 60 AND SÛRAH AL-AHZÂB 33/33, 59	
Rana Mazin Alsalaymeh	*TIME AND MOTION IN GREEK AND ISLAMIC PHILOSOPHY: A COMPARATIVE STUDY*	*303*
Sema Özher	*TRACES OF THE SHADOW ARCHETYPE IN ŞEBNEM İŞİGÜZEL'S NOVEL NAMED ÇÖPLÜK AND "LEYLA"*	*312*
Muhittin Eliaçık	*APPLICATION PROBLEMS AFTER THE LETTER REVOLUTION*	*314*
Muhittin Eliaçık	*AN UNKNOWN QADİ AUTHOR AND HER WORKS*	*315*
Mustafa Soylak *Ali Yeniel*	*A NOVEL SYSTEM FOR PREHEATING IN THE CLINCHING PROCESS*	*316*
Mustafa Soylak	*DESIGN OF A HUMANOID HAND OPERATED BY CENTRAL DRIVE MECHANISM ARTIFICIAL MUSCLES*	*325*
Merve Hoşkun *Dilşad Akgümüş Gök*	*PRODUCTION OF POLYMER MATRIX COMPOSITES WITH STEREOLITHOGRAPHY (SLA)*	*335*
Oğuzhan İbrahim Karakuş *Serkan Tüylü* *Deniz Adıgüzel* *İsmail Demir*	*INVESTIGATION OF THE POZZOLANIC PERFORMANCE OF COAL MINE PROCESSING WASTES ACTIVATED WITH DIFFERENT POZZOLANIC ADDITIVES*	*336*
Serhat Kayra Uçar *Serkan Tüylü* *Deniz Adıgüzel* *İsmail Demir*	*INVESTIGATION OF THE UTILIZATION OF MECHANICALLY ACTIVATED IRON ORE TAILINGS AS A CEMENT SUBSTITUTE*	*347*
Belgin Şeker Hırçın *Alper Kılıç*	*THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CAUCASUS LINDEN GROWING NATURALLY IN YENİCE, KARABÜK*	*355*
Belgin Şeker Hırçın	*THE EFFECTS OF FOREST FIRES ON THE WOOD INDUSTRY*	*359*
Assem Aldrawsha *Zulkuf Kaya* *Merve Oğuz*	*INTEGRATED FRAMEWORK FOR LANDFILL SITE SELECTION, SANITARY DESIGN, AND METHANE ENERGY RECOVERY IN KAYSERI, TURKEY*	*362*
Mehmet Baran *Seda Sabah*	*THE VARIETY OF EDUCATIONAL GAMES IN PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS CLASSES: TEACHERS' OPINIONS*	*363*
Dilem Çırpan *Seda Sabah*	*CLASSROOM TEACHERS' PERSPECTIVES ON PHYSICAL EDUCATION AND PLAY LESSONS*	*374*
Mustafa Tuncer Okumuş *Rumeysa Nur Uygun*	*THE EFFECT OF ORGANISATION-BASED SELF-ESTEEM ON ORGANISATIONAL COMMITMENT: A FIELD STUDY IN KİLİS IN TÜRKİYE*	*387*
Buse Nur Dağcı *Senem Gürkan*	*A GENDER-BASED EVALUATION OF THE PSYCHOLOGICAL RESILIENCE OF WOMEN WHO EXPERIENCED KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE DOUBLET*	*392*
Birol Altun	*A NEW TYPE OF STRESS BECOMING COMMON IN REMOTE WORKERS: TECHNOSTRESS*	*415*
Ahmet Çabuk *Serap Tepe*	*RETIREMENT AND WELL-BEING*	*424*

Sıtkı Buğra Köseoğlu *Serap Tepe* *Mustafa Yağımlı*	*PSYCHOSOCIAL BURDEN ON FLIGHT CREWS IN CIVIL AVIATION: RISKS, IMPACTS, AND INTERVENTION STRATEGIES*	*432*
Meral Çabaş	*THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF INDUSTRIALIZATION, NATURAL RESOURCE RENTS AND FINANCIAL DEVELOPMENT IN BRICS COUNTRIES: THE REGULATORY ROLE OF RENEWABLE ENERGY WITH THE MMQR APPROACH*	*434*
Inas Nabhani *Tuğba Dayıoğlu*	*THE ADOPTION AND LMPACT OF AI IN SMALL AND MEDIUM- SIZED ENTERPRISES (SMES): A REVIEW OF TRADING SECTOR*	*435*
Lina El Hadri *Ayşen Bakkaloğlu*	*TAX HAVENS: HOW THE RICH GET RICHER AND THE POOR GET POORER*	*436*
Tugba Elgun *Yasemin Musterı Oltulu* *Gül Ipek Gundogan* *Asiye Gok Yurttas* *Halil Ibrahim Arslan*	*THE ROLE OF MELATONIN IN BREAST CANCER CELL PROLIFERATION AND DNA METHYLATION*	*438*
Canberk Yılmaz *Osman Yılmaz*	*DOES THE ADMINISTRATION OF SARS COV 2 INACTIVE VEROCELL VACCINE IN LACTATING RAT PUPPIES HAVE AN EFFECT ON THE MOTOR REFLEX AND DEVELOPMENT PHYSICAL OF THE PUPPIES?*	*440*
Canberk Yılmaz *Damla Oğuz Yılmaz*	*THE EFFECT OF INTERMITTENT FASTING ON CANCER PREVENTION AND TREATMENT*	*446*
Bilal Tunçtürk *Ulaş Alabalık*	*6 TIMES MORE COMMON IN WOMEN: A SINGLE-CENTRE EPIDEMIOLOGICAL STUDY OF SJOGREN SYNDROME*	*452*
Belkıs Gökçen Yeşilyurt *Medine Güllüce*	*PIGMENT PRODUCTION FROM MICROALGAE: A PROMISING ALTERNATIVE*	*454*
Hatice Esra Canan *Halime Uğur*	*THE EFFECTS OF DATE SEED CONSUMPTION ON EXERCISE-INDUCED MUSCLE DAMAGE, INFLAMMATION, AND PERFORMANCE*	*458*
Beyzanur Alkasan *Halil Ekşi* *İbrahim Halil Demir*	*TURKISH VALIDITY AND RELIABILITY STUDIES OF THE EXPERIENTIAL AVOIDANCE RATING SCALE (EARS)*	*470*
Sude Topkaraoğlu *Tansel Sapmaz*	*EFFECTS OF MELATONIN ON RENAL FIBROSIS IN ACUTE KIDNEY INJURY IN RATS*	*478*
Nil Sazlı *Deniz Karataş*	*MOLECULAR DOCKING AND ADMET APPROACHES FOR TARGETING CURCUMIN 'AND ITS ANALOGS AGAINST THE GTP-BOUND ACTIVE FORM OF KRAS IN NSCLC*	*479*
Emine Hilal Er *Tuba Emlek*	*THE NUANCES OF COMMUNICATION IN HEALTHCARE: EXPERIENCES OF INTERN PHYSICIANS*	*488*
Oluwadamilola Peace Agoı *Moses Adeolu Agoı* *Oluwanifemi Opeyemi Agoı*	*AN ASSESSMENT ON THE EFFICACY OF NANOTECHNOLOGY AS A MODERN AGRICULTURAL APPLICATION*	*490*
Ayoub Hadjeb *Ameur Zeghouanı* *Sarra Benaıssa*	*THE IMPACT OF STOCKING DENSITY ON THE GROWTH PERFORMANCE OF LETTUCE (LACTUCA SATIVA) AND TILAPIA (OREOCHROMIS NILOTICUS) IN AN NFT AQUAPONIC SYSTEM*	*491*

Hajjaj Hasna *Ibno Namr Khalid* *El Aissaoui Abdellah*	*DELINEATING MANAGEMENT ZONES USING PROXIMAL SOIL SENSORS*	*492*
Ode O. A. *Mallo I.I Y* *Anaga S.O*	*EFFECTS OF AUTOMECHANIC WORKSHOP ACTIVITIES ON SOIL QUALITY IN THREE MUNICIPALAREA COUNCILS IN ABUJA FEDERAL CAPITAL TERRITORY, NIGERIA*	*493*
Anjoud Harmouzı *Rabha Afroukh* *Yassine El Ammarı*	*ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE FUTURE OF CHEMISTRY: FROM DRUG DESIGN TO MATERIALS SCIENCE*	*494*
Jaayefar Fatima-Ezzahra *Mahmoud Oudghiri* *Belahbib Nadia* *Zidane Lahcen* *Dahmani Jamila*	*THE STRAWBERRY TREE (ARBUTUS UNEDO L.): A MEDITERRANEAN TREASURE WITH MULTIPLE ECOLOGICAL, NUTRITIONAL AND THERAPEUTIC VIRTUES*	*495*
Jaayefar Fatima-Ezzahra *Belahbib Nadia* *Zidane Lahcen* *Dahmani Jamila*	*BIODIVERSITY AND TRADITIONAL KNOWLEDGE: AROMATIC AND MEDICINAL PLANTS IN THE OULMÈS REGION*	*504*
Vikranti Patel *Kapiia Manoj*	*COMPARATIVE ANALYSIS OF SURVIVAL RATES IN GOLDFISH AND BLACK MOLLY FED WITH DIFFERENT DIETS: FISH MEAL, TRADITIONAL, VEGETABLE WASTE, AND SPIRULINA-ENRICHED FEEDS*	*505*
Marcel Onyekachi Egwuagu *Nwankwojike Bethrand Nduka* *Imoh Ime Ekanem*	*A TECHNICAL REVIEW ON EFFECTS OF HEAT GENERATED BY FRICTIONAL FORCES BETWEEN GRINDING BLADES ON GROUNDED FOOD QUALITY*	*506*
Aniekan Essienubong Ikpe *Imoh Ime Ekanem* *Imo Moses Akpan*	*THE BASIS FOR INTEGRATING TRANSMISSION FLUIDS (HYDRAULIC FLUID) AS A KEY POWERING MEDIUM IN AUTO BRAKING SYSTEMS*	*507*
Souvik Halder *Samiran Chattapadhyay* *Kartick Chandra Mondal*	*MULTIMODAL SENTIMENT ANALYSIS IN SCIENCE*	*508*
Arghya Sankar Das	*NEUTRON-GAMMA DISCRIMINATION ALGORITHM USING ADAPTIVE TIME OVER THRESHOLD APPROACH AND ADAPTIVE NOISE FILTERING*	*510*
B. C. Rout *U. K. Saha* *Vijay Kumar Saw*	*NUMERICAL AND ANN-BASED SIMULATION OF TANGENT HYPERBOLIC NANOFLUID FLOW WITH HEAT AND MASS TRANSFER OVER A STRETCHING SHEET IN A POROUS MEDIUM UNDER SLIP CONDITIONS*	*511*
Soumaya Chlaıh *Khadija Elataouı* *Youssef El Maguana* *Najat Elhadırı*	*ENHANCING THE PERFORMANCE OF MICROFILTRATION MEMBRANES FOR INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT THROUGH THE USE OF SUGAR INDUSTRY WASTE AND DOEHLERT DESIGN OPTIMIZATION*	*512*
Mohammad A. *Zuru A.A.* *Muhammad C.* *Musa M.*	*INVESTIGATING THE POTENTIAL OF BIOMASS-DERIVED BIOGAS AS A SUSTAINABLE ENERGY ALTERNATIVE*	*513*

Shuaibu I. M *Adamu S.S*		
Kabırı Loubna *Forsal Issam* *Elharamı Anas* *Kerouad Sofia*	*A PLANT EXTRACT AS A CORROSION INHIBITOR FOR CARBON STEEL IN 1M HCL MEDIUM*	*514*
Naman Gupta *Aparna Vyas*	*WAVELET-BASED IMAGE COMPRESSION ANALYSIS*	*515*
Abdelilah Khlıfi *Yamina Khlıfi*	*IMPROVED CLASSIFICATION OF PHOTOVOLTAIC MODULES FAULTS THROUGH TWO MACHINE LEARNING ALGORITHMS: RANDOM FOREST AND KNN*	*516*
Soukaina El Bourachdi *Abdelhay El Amri* *Yassine Rakcho* *Amal Lahkimi*	*HARNESSING THE POWER OF AVOCADO PITS: AN IN-DEPTH EXPLORATION OF ACTIVATED CARBON PREPARATION AND OPTIMIZATION USING BOX-BEHNKEN DESIGN, ENHANCED METHYLENE BLUE ADSORPTION THROUGH CHITOSAN INCORPORATION, AND THEORETICAL INSIGHTS VIA DENSITY FUNCTIONAL THEORY (DFT) ANALYSIS*	*528*
Soukaina El Bourachdi *Abdelhay El Amri* *Ali Raza Ayub* *Yassine Rakcho* *Fatima Moussaoui* *Amal Lahkimi*	*GREEN SYNTHESIS OF HIGH SURFACE AREA REDUCED GRAPHENE OXIDE FROM RECYCLED LI-ION BATTERIES USING ALOE VERA EXTRACT: APPLICATION IN RHODAMINE B ADSORPTION AND MECHANISTIC INSIGHTS VIA DFT WITH CHITOSAN@EDTA@RGO COMPOSITE*	*528*
Imane Haji *Loubna Rachidi* *Hind Chakchak* *Abdelkader Zarrouk* *Ghizlan Kaichouh*	*HETEROGENEOUS ELECTRO-FENTON PROCESS: PERFORMANCE OF A NATURAL BIOWASTE CATALYST FOR THE DEGRADATION OF THE ANTIBIOTIC CFX-NA*	*530*
Seyyid Ahmed Medjahed *Ikram Mankour*	*ENHANCING TRANSPORTATION MODE DETECTION USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES*	*531*
Karima Smılı *Oualid Chıbane* *Lazhar Herous*	*IMPACT OF ELECTRODE HEIGHT AND SHIELDING ON THE EFFICIENCY OF ELECTROSTATIC CHARGING BY CORONA DISCHARGE*	*532*
Youssef Ech-Chıne	*NUMERICAL ANALYSIS OF HEAT TRANSFER ENHANCEMENT IN SOLAR AIR DUCTS USING TRIANGULAR BAFFLES OF VARIABLE LENGTH*	*533*
Tanvi Premchandani *Amol Tatode* *Rahmuddin Khan* *Mohammad Qutub*	*NEUROLOGICAL IMPLICATIONS OF VITAMIN B12 DEFICIENCY: LINKING DEFICIENCY TO COGNITIVE IMPAIRMENT*	*534*
Parmis Mirzaei *Amin Abbasi*	*COMBATING CHRONIC KIDNEY DISEASE-ASSOCIATED CACHEXIA: A LITERATURE REVIEW OF RECENT THERAPEUTIC APPROACHES*	*535*
Parmis Mirzaei *Amin Abbasi*	*THE ROLE OF STAPHYLOCOCCUS AUREUS IN CYSTIC FIBROSIS PATHOGENESIS AND CLINICO-MICROBIOLOGICAL INTERACTIONS*	*536*

Ayesha Batool Arif Gull Hafsa Naeem Zainab Fatima Muneeb	*INVESTIGATING THE DRIVERS OF GLOBAL HEALTH INEQUITIES: A MULTIDISCIPLINARY STUDY OF ACCESS, POLICY, AND SOCIAL DETERMINANTS*	*537*
Cherriet Soufiane Soulaymani Abdelmajid Hammouti Belkheir El-Fechetaly Mohammed Elbekkaye Khalid Hami Hind	*PHARMACOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL INSIGHTS INTO ARISTOLOCHIA LONGA: A COMPREHENSIVE LITERATURE REVIEW*	*538*
Ilham El Qadmi Najiba Brhadda Fatima Zahra Akhrif Nagla Abid	*BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES TO ENHANCE GERMINATION AND ROOTING OF ARGAN TREE (ARGANIA SPINOSA L.) FOR CONSERVATION AND REGENERATION AMIDST CLIMATE CHALLENGES*	*539*
Anna Szreiter Sabina Lachowicz-Wiśniewska	*EMPOWERING AGING THROUGH NUTRITION*	*540*
Klaudia Sochacka Agata Kotowska Sabina Lachowicz-Wiśniewska	*BETWEEN AWARENESS AND ACTION: DISCREPANCIES IN HEALTHY LIFESTYLE BEHAVIORS AMONG POLISH YOUTH*	*541*
Sinem Nur Topcu Mikail Koç	*WORKING PRINCIPLE OF SYNCHRONOUS MOTORS AND A COMPARISON OF THEIR TYPES*	*542*
Sinem Nur Topcu Mikail Koç	*ONLINE PARAMETER ESTIMATION IN PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTORS*	*550*
Baran Bulgurcu	*EVALUATION OF ALTERNATIVE BRONZE ALLOYS FOR TUMBLE DRYER DRUM BEARING APPLICATIONS*	*557*
Baran Bulgurcu	*INVESTIGATION OF GEOMETRIC DEFORMATION IN PPGF30 FANS AFTER THERMAL EXPOSURE*	*560*
Mehmet Narman Abdulkadir Şeker	*CONDUCTING COMPREHENSIVE SECURITY ANALYSES OF OPEN SOURCE SOFTWARE PROJECTS AGAINST CYBER THREATS*	*566*
Muhammed Miraç Kumtepe Mihrimah Özmen Hatice Cıtakoglu	*FORECASTING CUSTOMER DEMANDS WITH MACHINE LEARNING METHOD, THE CASE OF KAYSERI*	*574*
Fazıl Erinç Yavuz	*ASSESSING WASTE HEAT RECOVERY POTENTIAL IN DISHWASHERS*	*583*
Fazıl Erinç Yavuz Enes Şahin Hasan Gergin	*EFFECT OF NOZZLE SHAPE ON SPRAY DISTRIBUTION IN DISHWASHER SPRAY ARM: A MESHLESS CFD APPROACH*	*587*
Hatice Büşra Yılmaz Tam	*CHILDHOOD IMAGES AND CULTURAL REFLECTIONS IN THE LIGHT OF SELF-DETERMINATION THEORY*	*598*
Cemal Sandıkcı	*THE MEANING AND CONTEXT OF THE WORD "AMĀNAH" IN THE QUR'AN*	*600*
Fuat Daş	*AN EVALUATION OF THE POEMS OF UMAYYAD CALIPH WALÎD B. YAZÎD (II)*	*605*
Cihan Soylu	*COMPARISON OF THE CONSTITUTIONAL LANGUAGE IN TERMS OF TURKISH USAGE FROM THE REPUBLIC TO THE PRESENT*	*606*

Muhammet Seyyit Balaban	*THE NARRATORS CITED BY AL-MIZZĪ AS TRANSMITTING FROM IBN ʿAMR IN THE KUTUB AL-TISʿA DESPITE THE LACK OF DIRECT TRANSMISSION*	*608*
Hümeyra Şengül	*THE CONCEPT OF CRITICISM ACCORDING TO NORTHROP FRYE*	*609*
Hasan Özket	*MULTIDISCIPLINARY APPROACH TO USUL AL-FIQH IN THE MODERN ERA*	*611*
Ayşe Avcıoğlu *Yeliz Pekerşen* *Ferhan Nizamlıoğlu*	*THE ATTRACTION OF OPPOSITES: THE INTERACTION BETWEEN DARK TOURISM AND WELLNESS TOURISM*	*621*
Elharai Anas *Issam Forsal* *Kerouad Sofia* *Wissal Kotmanı*	*ELECTROCHEMICAL EVALUATION OF A NATURAL CORROSION INHIBITOR FROM MLS EXTRACT FOR CARBON STEEL IN HCL SOLUTION*	*628*
Abdenour Lazeb *Meriem Zeboudj* *Dalila Boulerial*	*INTELLIGENT TASK SCHEDULING FOR WORKFLOW OPTIMIZATION IN CLOUD COMPUTING ENVIRONMENTS*	*629*
Riyadh Rouabhı *Salim Djerıou* *Abdelghafour Herızı* *Mahrez Zahraouı* *Ahcene Abed* *Mohamed Sahed*	*A NEW PITCH CONTROL SYSTEM HAS BEEN APPLIED TO A WIND TURBINE TO WITHSTAND HIGH WIND SPEEDS*	*630*
Abdur Rahman Siddiqui *Md Nazeem Akthar* *Md Shahjahan* *Mohammad Kamil Khan* *Wajahat Ali*	*FLOOD MODELING AND RISK ASSESSMENT OF THE YAMUNA RIVER IN DELHI USING HEC-RAS 6.1*	*631*
Mouad Benaicha *Youssef Es-Sabry* *Elmiloud Chaabelasri*	*THERMAL AND EXERGETIC OPTIMIZATION OF A PHOTOVOLTAIC THERMAL PVT SYSTEM: A CFD APPROACH*	*632*
Sylvanus Asiegbu Igweshi *Raymond Oriebe Anyasi*	*BIOREMEDIATION OF POLYCHLORINATED BIPHENYLS (PCBS)-CONTAMINATED SOIL BY RHIZOREMEDIATION VERSUS PHYTOREMEDIATION*	*633*
Mina Pirzadeh *Mansour Hashemi*	*THE PROBABILITY OF THE COMMUTATOR EQUATION* $[x^n, y] = g$ *ON THE GROUPS* G_m	*646*
Mohammad Jahanshahi	*FUNDAMENTALS OF MATHEMATICAL MODELING FOR PHYSICS AND ENGINEERING PROBLEMS FROM A HISTORICAL AND PHILOSOPHICAL APPROCHES*	*648*
Ephesus O. Fatunmbi	*HEAT EXPLOSION IN REACTIVE EYRING–PRANDTL FLOW THROUGH A MAGNETIZED POROUS CHANNEL*	*649*
Saurabh Verma *Archana Dixit* *Anirudh Pradhan* *M S Barak*	*TESTING F(T) GRAVITY WITH COSMOLOGICAL OBSERVATIONS: CONFRONTING THE HUBBLE TENSION AND IMPLICATIONS FOR THE LATE-TIME UNIVERSE*	*659*
Manish Yadav *Archana Dixit* *Anirudh Pradhan* *M S Barak*	*INVESTIGATING THE WCDM MODEL WITH LATEST DESI BAO OBSERVATIONS*	*660*

Azmi R. Almashkli	*IDENTITIES INVOLVING MULTIPLICATIVE (GENERALIZED)-DERIVATIONS AND RELATED MAPS ON RINGS WITH A PRIME IDEAL AND THEIR COMMUTATIVITY IMPLICATIONS*	*661*
Faizanuddin *Danish Anwar* *Alimul Haque*	*THE EVOLUTION OF FINTECH IN INDIA: CURRENT LANDSCAPE, EMERGING TRENDS, AND FUTURE OUTLOOK*	*662*
Masaud Ahmad	*EXAMINING THE INFLUENCE OF GREEN HUMAN RESOURCE MANAGEMENT (GHRM) AND GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (GSCM) INITIATIVES ON SUSTAINABLE PERFORMANCE (SP) IN THE CONTEXT OF PAKISTAN*	*663*
Armelina Lıla	*INCOME INEQUALITY IN ALBANIA: EVIDENCE FROM MICRODATA*	*664*
Kamala Gahramanova *Ismat Ahmadov*	*TECHNOLOGIES FOR OBTAINING DRUG NANOPARTICLES BY GREEN SYNTHESIS*	*665*
Bouafia Aya *Benbia Souheyla*	*ASSESSMENT OF OVARIAN ADVERSE EFFECTS LINKED TO ANTI-INFLAMMATORY DRUGS: A META-ANALYSIS*	*666*
Behchachi Nourhene Ikram *Benbia Souheyla*	*FACTORS INFLUENCING OPIOID-INDUCED OVARIAN TOXICITY: META-ANALYSIS STUDY*	*667*
Bouafia Aya *Benbia Souheyla*	*FACTORS INFLUENCING NSAID-INDUCED OVARIAN TOXICITY: A META-ANALYSIS STUDY*	*668*
Saghourı El Idrıssı Imane *Kettanı Rajae* *Khalfı Chemsdoha* *Ferrahı Moha* *Brhadda Najiba*	*HOW DO CEREALS MANAGE WATER STRESS IN THE FIELD? PHOTOSYNTHESIS AND GROWTH*	*669*
Nikola Bošković *Marija Radmilović-Radjenović* *Branislav Radjenović*	*THE EFFICIENCY AND SAFETY OF TRIPLE ANTENNA MICROWAVE ABLATION*	*670*
Mounaim Bencheikh *Larbi El Farh*	*FIRST-PRINCIPLES CALCULATIONS OF THE STRUCTURAL, HYDROGEN STORAGE, AND OPTOELECTRONIC PROPERTIES OF ALUMINUM TRIHYDRIDE (B-)*	*671*
Mouad Benaicha *Youssef Es-Sabry* *Elmiloud Chaabelasri*	*THERMAL AND EXERGETIC OPTIMIZATION OF A PHOTOVOLTAIC THERMAL PVT SYSTEM: A CFD APPROACH*	*672*
Ahmed Lamine Ben Kamri *Mohamed Abdelilah Fadla* *Ibn Khaldoun Lefkaier* *Cheikh Lakhdar Ben Messaoud* *Garadi Fatima* *Souraya Goumri-Said*	*SEEBECK COEFFICIENT PREDICTION: MACHINE LEARNING APPROACH*	*673*
Abdul-Rahman Balogun *Muhammed-Shittu*	*ENDANGERING ACADEMIC INTEGRITY: A DISCOURSE OF THE NEGATIVITIES ATTACHED TO AGE RESTRICTION WHILE DISTRIBUTING ACADEMIC SCHOLARSHIP AMONG THE APPLICANTS FROM DEVELOPING COUNTRIES*	*674*
Peter Olubunmi Olubiyo *Jude Timilehin Olubiyo*	*EXTENT OF USE OF DIGITAL RESOURCES AMONG PHYSICS AND CHEMISTRY FINAL YEAR UNDERGRADUATE STUDENTS IN*	*675*

	ADEYEMI FEDERAL UNIVERSITY OF EDUCATION, ONDO, NIGERIA	
Abed Hamadouch *Khadidja Boudour*	*EFFECTIVE REMEDIATION STRATEGIES: SUPPORTING MIDDLE SCHOOL LEARNERS' SUCCESS IN EFL CLASSROOMS*	*684*
Franck Amoussou *Ayodele Adebayo Allagbe*	*PARTICIPANT ROLES IN POLITICAL DISCOURSE: A SYSTEMIC FUNCTIONAL ANALYSIS OF PRESIDENT IBRAHIM TRAORE'S SPEECH AT 2023 RUSSIA-AFRICA SUMMIT*	*685*
Dr. Deema Dakakni	*SUBCONSCIOUS PROGRAMMING OF THE ENGLISH LANGUAGE*	*699*
Dr. Surayyo Shaamirova	*INTENTION TO CONTRIBUTE TO WAQF FUND IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS*	*700*
Hacıyeva Nəsibə Niyaz Qızı	*THE IMPACT OF HEALTH TOURISM IN THE GANJA-DASHKASAN ECONOMIC REGION ON ECONOMIC DEVELOPMENT*	*701*
Dr. Seyfaddin Jafarov	*PHYSICS OF SEMICONDUCTOR NANOSTRUCTURES STUDY OF PROPERTIES*	*703*
P.H.Najafguliyeva *X.G.Huseynova* *B.İ.Sadigov*	*A NEW APPROACH TO THE TREATMENT OF NONSPECIFIC ULCERATIVE COLITS*	*704*
Amina Amranı *Mohammed Elkabous* *Kamal Essıfı* *Yasser Karzazı* *Sandrine Delpeux Ouldrıane* *Abdesselam Tahanı*	*MOLECULAR DYNAMICS AND EXPERIMENTAL CHARACTERIZATION OF CHITOSAN INTERCALATION IN MONTMORILLONITE NANOCOMPOSITES*	*705*
El Rhoch Mohamed *Mouden Najoua* *Sellal Zineb* *Douıra Allal*	*ENHANCING ARGAN SEEDLING GROWTH THROUGH TRICHODERMA-BASED SEED TREATMENT*	*707*
Mohamed El Rhoch *Najoua Mouden* *Karima Selmaouı* *Allal Douıra*	*ASSOCIATION OF FUSARIUM SOLANI WITH DIEBACK DISEASE OF ARGAN TREES IN MOROCCAN NURSERIES*	*708*
El Rhoch Mohamed *Mouden Najoua* *Sellal Zineb* *Douıra Allal*	*EFFECT OF TRICHODERMA SEED TREATMENT ON THE EARLY GROWTH PERFORMANCE OF ARGAN SEEDLINGS*	*709*
Mohamed El Rhoch *Najoua Mouden* *Zineb Sellal* *Allal Douıra*	*FIRST IDENTIFICATION OF CLONOSTACHYS ROSEA AS A PATHOGEN ON ARGANIA SPINOSA SEEDLINGS IN MOROCCO*	*710*
Meryem Raoudı *Mahmoud Hıcham* *Ali Elbachırı* *Smaail Radı* *Nawel Khalef* *Abdelaziz Bakrı*	*PHYTOCHEMICAL PROFILING AND EVALUATION OF THE ANTICORROSION ACTIVITY OF SERENOA REPENS EXTRACTS*	*711*
Murat Aydın	*THE ROLE OF BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) IN ENHANCING EFFICIENCY AND COLLABORATION FOR PROJECT MANAGERS IN CONSTRUCTION*	*712*

Murat Aydın	*THE ROLE OF INFORMATION MANAGEMENT IN BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) FOR DIGITAL TRANSFORMATION IN CONSTRUCTION*	*721*
Seçil Şatır	*CREATIVE THINKING, CREATIVE PERSONALITY AND THEIR EFFECTIVENESS IN DESIGN*	*730*
Gülay Yücesan *Emirhan Aksu* *Prof.Dr.Alper Sağlık*	*NON-DISABLED: SMART BARRIER SYSTEM FOR DISABLED PARKING SPACES*	*741*
Tülay Gümüşer *Aybike Orhan*	*INTERPRETING NATIONAL IDENTITY THROUGH TEXTILE PATTERN DESIGN IN THE INTERIOR FURNISHINGS OF HICH HOTEL, KONYA*	*746*
Tülay Gümüşer *Aybike Orhan*	*TEXTILE PRACTICES IN INTERIOR FURNISHINGS IN THE CONTEXT OF BAUHAUS AESTHETICS: POUF DESIGN*	*762*
Hande Nur Sürücü *. Çiğdem Yamaner*	*BAKTERIAL DISEASES OF TOMATOES AND METHODS OF CONTROL*	*780*
Çiğdem Yamaner *Hande Nur Sürücü* *Kevser Altan*	*THE POTENTIAL OF RHIZOSPHERIC FUNGI TO SUPPORT PLANT GROWTH in SALINE SOILS*	*789*
Kevser Altan *Çiğdem Yamaner*	*MICROBIAL DISEASES OF CHESTNUT FRUITS*	*797*
Gulnar Atakishiyeva *Shafiga İbrahimova* *Sevinç Muhtarova* *Shukufa Eyvazova* *Naila Veysova* *Namiq Shikhaliyev*	*PREDICTION OF METABOLIC SITES OF 1,1-DICHLORODIAZABUTADIENES SYNTHESIZED BASED ON METHYL 4-FORMYLBENZOATE*	*805*
Gulnar Atakishiyeva *Shafiga İbrahimova* *Sevinc Mukhtarova* *Sima Musayeva* *Ilhama Hamdullayeva* *Gulnara Babayeva*	*CYTOCHROME P450 INHIBITION AND DRUG-DRUG INTERACTION RISK OF HYDRAZONE DERIVATIVES*	*807*
Nargiz Sh. Mahmudova *Aynur Q.Qaflanova* *Gunay Sh.Hadjiyeva*	*STUDY OF BIOELECTRICAL ACTIVITY IN 3-MONTH-OLD RATS EXPOSED TO HYPOKINESIA DURING PRENATAL ONTOGENESIS AGAINST THE BACKGROUND OF SOCIAL ISOLATION*	*809*
Chaimae El Yaacoubi *Nihade Bensitel* *Acharf El Kasmi*	*ENHANCING THE ADSORPTION CAPACITY OF WASTEWATER SLUDGE VIA THERMAL AND CHEMICAL ACTIVATION: A CASE STUDY OF AL HOCEIMA, MOROCCO*	*811*
Ayoub Abarkan *Nafea Achalhı* *Ridouan El Yousfi* *Abderrahman El Idrıssı*	*SUSTAINABLE DESIGN OF ANTIFUNGAL CELLULOSE DERIVATIVES VIA RADICAL-INDUCED PHOSPHORYLATION IN AQUEOUS MEDIA*	*812*
Hassan Ibrahim Namaki *Aminu Umar Imam* *Aminu Umar Argungu* *Hussaina Sani Ibrahim* *Mustapha Muhammad* *Yusuf Sarkin Gobir*	*PRODUCTION OF GLUCOSE ISOMERASE FROM ENDOPHYTIC ACTINOBACTERIA OF GUIERA SENEGALENSIS AND ITS OPTIMISATION FOR THE SYNTHESIS OF HIGH FRUCTOSE CORN SYRUP*	*813*

Aasegh, Torhile Japhet *Ama Shedrack Oryina* *Ehoro, Sarah Elo*	*SYNTHESIS, PARTIAL CHARACTERIZATION AND ANTIMICROBIAL SCREENING OF SCHIFF BASE DERIVEFROM 1-AMINO-2-NAPHTHOL-4-SUFFONIC ACID AND P-CHLOROBENZALDEHYDE ITS METAL (II) COMPLEXES*	*814*
Imen Jendoubi *Saoussen Namouchi.Cherni* *Mohamed Faouzi Zid*	*INVESTIGATION OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF THE NEW ALLUAUDITE-TYPE MOLYBDATE AG 0.30 NA 3.70 MN(MOO 4) 3 FOR PHOTOCATALYTIC AND THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY*	*815*
Imen Jendoubi *Saoussen Namouchi.Cherni* *Mohamed Faouzi Zid*	*SYNTHESIS, STRUCTURE STUDY, PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF THE NEW NASICON MOLYBDATE AG 1−X NA X MNAL (MOO 4) 3 (X=0 AND 1)*	*816*
Hıcham Mahmoud *Alı Dafali* *Yousra Bahjou* *Smaaıl Radi*	*STUDY OF THE CORROSION-INHIBITING PROPERTIES OF TWO INHIBITORS ON MILD STEEL: EXPERIMENTAL AND THEORETICAL APPROACHES*	*817*
Eru Ofega Emmanuel	*FELA REBORN ON THE MODERN NIGERIAN STAGE*	*818*
Akansha Goel	*FROM PRE TO POST-PARTITION INDIA: A COMPARATIVE STUDY OF THE ICS AND IAS*	*819*
Sıddo Adamou *Mahuton Géoffroy Djessou*	*CULTURAL PATRIOTISM, A BARRIER AGAINST EXTREMISM VIOLENT IN THE SAHALO-SAHELIAN SPACE*	*820*
Akansha Goel *Dr. Khushboo Kumari*	*FROM PRE TO POST-PARTITION INDIA: A COMPARATIVE STUDY OF THE ICS AND IAS*	*821*
Iniobong Udeme Asuquo *Akaninyene Akpan Arthur* *Etido Etop Ufia*	*ENVIRONMENTAL REMEDIATION COSTS DISCLOSURES AND BEHAVIOUR OF STAKEHOLDERS IN THE OIL AND GAS FIRMS IN NIGERIA*	*822*
Akaninyene Akpan Arthur *Utomobong Udeme Udo* *Uduak Uwana Iwok*	*ENVIRONMENTAL DEGRADATION COST AND FINANCIAL PERFORMANCE OF LISTED OIL AND GAS FIRMS IN NIGERIA*	*823*
K.Pooja *Dr. M.K.Vijayalakshmi* *Puniparthi Sunitha*	*THE ROLE OF GENETICS AND IMMUNE RESPONSE IN LEPROSY SUSCEPTIBILITY*	*824*
Aminu. U. Imam *Ubaida Umar Babuga* *Hussaina Sani Ibrahim* *Hassan Ibrahim*	*ASSESSMENT OF SOME MICRONUTRIENT AND DETECTION OF SLC39A14 GENE FOR REDUCTION OF OBSTETRIC COMPLICATIONS IN WOMEN ATTENDING SPECIALIST HOSPITAL IN SOKOTO METROPOLIS*	*828*
Hussaina Sani Ibrahim *Aminu .U. Imam* *Hassan Ibrahim Namaki* *Samuel A. E.* *Yahya Aliyu Bako* *Yusuf Sarkin Gobir*	*ASSESSMENT OF B-VITAMIN LEVELS AND APOLIPOPROTEIN E GENE ON THEIR INFLUENCE ON DEMENTIA RISK AND COGNITIVE DECLINE IN OLDER ADULTS IN SOKOTO METROPOLIS*	*829*
Nouranı Imane *Beıchı Fayçal* *Oudjehıh Messouada*	*EPIDEMIOLOGY OF NON-COMMUNICABLE DISEASES*	*836*
Nouranı Imane *Beıchı Fayçal*	*EPIDEMIOLOGY OF BREAST CANCER*	*837*

Oudjehıh Messouada		
Ivan Pavlović *Slavica Živković* *Natalija Kostić* *Aleksandra Tasić* *Dragiša Traılovıć*	*PRELIMINARY RESULTS OF RESEARCH ON COCCIDIOSIS IN HORSES IN SERBIA*	*838*
Andrey Popatanasov *Lyubka Tancheva* *Reni Kalfin*	*THE WESTERN MEDICAL SYSTEM AND THE RECOGNITION OF THE NON-MOTOR SYMPTOMS OF PARKINSON'S DISEASE*	*839*
Major Gheorghe Gıurgıu *Prof. Dr. Med Manole Cojocaru*	*OPTIMIZING OUTCOMES IN PSORIASIS: IMPACT OF DENIPLANT NUTRACEUTICALS*	*840*
Mohammed Saeed Azzahrani *Martina Spanevello* *Ermias Girma Tsega* *Mulualem Endeshaw*	*THE USE OF SOCIAL MEDIA IN DEMENTIA CARE, SCOPING REVIEW*	*841*
Alireza Bakhtiyari *Farzan Ghoodarz-Dashti* *Narges Haghi* *Parisa Sadighara*	*DETERMINATION OF TEBUCONAZOLE AND PROPICONAZOLE IN IRANIAN ORANGES USING HPLC/MS-MS*	*842*
Nwankwo I.O *Nwobi O.C* *Kanu D. C.*	*ANTIMICROBIAL RESISTANCE IN AQUACULTURE: PREVALENCE AND RISK FACTORS OF E. COLI SPPS IN FISH, FISH HANDLERS AND CONTACT SURFACES IN NSUKKA, ENUGU STATE, NIGERIA*	*843*
Arrajı Maryem *Chahboune Mohamed*	*ADHERENCE OF TYPE II DIABETICS IN MOROCCO: CROSS-CULTURAL ADAPTATION AND VALIDATION OF A MEASUREMENT TOOL*	*844*
Bushra Ansari *Mohammad Akram*	*GUT METABOLITES PROFILING: METABOLOMICS FINGERPRINTING OF THE COMPOUNDS AFFECTING ESOPHAGEAL CARCINOMA*	*845*
Cherriet Soufiane *Soulaymani Abdelmajid* *Hammouti Belkheir* *El-Fechetaly Mohammed* *Elbekkaye Khalid* *Hami Hind*	*PHARMACOLOGICAL AND TOXICOLOGICAL INSIGHTS INTO ARISTOLOCHIA LONGA: A COMPREHENSIVE LITERATURE REVIEW*	*846*
Amine Sarhranı *Mohamed Sadıkı* *Brahim Jaafar* *Yousra Hamoumı* *Abdelhak Bouabdlı*	*ASSESSING ANTHROPOGENIC IMPACTS ON THE KENITRA COASTAL DUNE CORDON (1999–2025): A REMOTE SENSING AND GIS STUDY*	*847*
Yousra Hamoumı *Abdeslam Taleb* *Abdessalam Ouallalı* *Amine Sarhranı* *Mohammed Idrıssı*	*REGIONAL-SCALE COASTAL VULNERABILITY INDEXING FOR THE RABAT–SALE–KENITRA REGION OF MOROCCO THROUGH INTEGRATED GIS AND REMOTE SENSING*	*848*
Elyamany Khadija *El Baghdadı Mohamed*	*SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF DROUGHT AND ESTIMATION OF ITS IMPACT ON PLANT COVER IN A SEMI-ARID ZONE (CASE OF THE TENSIFT BASIN IN MOROCCO)*	*849*
Svitlana Oluınyk *Tetiana Kovalyova*	*PROSPECTS FOR USING THE BODY OF DEAD BEES IN TREATING RHEUMATOID ARTHRITIS*	*850*

Tedi Prifti *Robert Çina*	*INNOVATIVE METHODS FOR THE REHABILITATION OF PELVIS DISBALANCE*	*851*
Billel Larbaoui *Rafik Menad*	*SINGLE-CLICK MOLECULAR DOCKING-BASED VIRTUAL SCREENING VIA SWIFTDOCK*	*857*
Branko Kolarić *Darko Vasiljević* *Bojana Bokić* *Branislav Radjenović* *Marija Radmilović-Radjenović*	*GEOMETRIC AND THERMODYNAMIC INTERACTIONS IN PHOTONIC STRUCTURES*	*858*
Taoufik Benaicha *Fatima Majid* *Ibrahim Mrani*	*OPTIMIZATION OF THERMOMECHANICAL DEFORMATIONS OF 4D-PRINTED SHAPE MEMORY POLYMERS USING NUMERICAL SIMULATION AND EXPERIMENTATION*	*859*
Getnet Berhanu Akalat *Anupama Uppal*	*UNLOCKING THE FISCAL AUTONOMY AND DEVELOPMENT NEXUS: STATIC AND DYNAMIC APPROACH*	*860*
Djoys Anneke Rantung	*MULTICULTURAL EDUCATION: A LESSON FROM MINAHASA, INDONESIA*	*861*
Ahmad Hadiza Gusau *Ramatu Umar Faruk*	*LEVERAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO SUPPORT CONCEPTUAL LEARNING IN SECONDARY SCHOOL BIOLOGY CLASSROOMS*	*862*
Thái Đăng Khoa *Võ Thành Danh*	*EFFICIENCY OF FERTILIZER, PESTICIDES, AND HERBICIDES USE IN MONOCULTURE RICE FARMS IN THECOASTAL AREAS OF THE MEKONG DELTA, VIETNAM, DURING THE SUMMER-AUTUMN CROP*	*863*
Thái Đăng Khoa *Võ Thành Danh*	*TRENDS IN RICE YIELD, CLUSTERING AND CONVERGENCE OF RICE PRODUCTIVITY IN THE MEKONG DELTA (1995-2023)*	*864*
Najlae Adadi	*CLINICAL AND MOLECULAR FINDINGS IN A MOROCCAN FAMILY WITH JERVELL AND LANGE-NIELSEN SYNDROME: A CASE REPORT*	*874*
Enkela Begu	*GEO-MODELLING OF NOISE POLLUTION IN URBAN AREAS – TIRANA, ALBANIA*	*875*
Zhyldyzkan Asanova *Satina Çinibekovna İbrahimova*	*CORPUS-BASED ANALYSIS OF ACCOUNTING TERMINOLOGY IN ENGLISH AND KYRGYZ LANGUAGES*	*881*
Thai Dang Khoa *Vo Thanh Danh*	*INPUT USE EFFICIENCY OF RICE MONOCULTURE FARMS IN THE COASTAL REGION OF VIETNAM'S MEKONG DELTA IN THE WINTERSPRING CROP SEASON*	*889*
Bushra Ansari *Mohammad Akram*	*GUT METABOLITES PROFILING : METABOLOMICS FINGERPRINTING OF THE COMPOUNDS AFFECTING ESOPHAGEAL CARCINOMA*	*890*
Ayşe Çay Atalay	*THE EFFECT OF TOURISM-BASED ECONOMIC GROWTH ON CARBON EMISSIONS USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS: SECTIONS FROM MEDITERRANEAN COUNTRIES*	*891*

DESIGN OF CRISPR-CAS9 VECTOR TARGETING RXRA GENE FOR FUNCTIONAL STUDIES ON RADIATION RESISTANCE IN PROSTATE CANCER

Sercan ERGÜN[1]

[1]Assoc. Prof. Dr., Department of Medical Biology, Faculty of Medicine, Ondokuz Mayıs University, 55139, Samsun, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6733-9848

Senanur OLFAZ ASLAN[2]

[2]Dr., Department of Medical Biology, Faculty of Medicine, Ondokuz Mayıs University, 55139, Samsun, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5967-9976

Musa KAVAS[3]

[3]Prof. Dr., Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Ondokuz Mayıs University, 55139, Samsun, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5903-2873

Hasan GÜLBİÇİM[4]

[4]Lecturer Dr., Department of Nuclear Medicine, Medicine Faculty, Ondokuz Mayıs University, 55139, Samsun, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4518-2509

Alparslan SERARSLAN[5]

[5]Asst. Prof. Dr., Department of Radiation Oncology, Faculty of Medicine, Ondokuz Mayıs University, 55139, Samsun, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5985-2484

Neslihan HEKİM[6]

[6]Asst. Prof. Dr., Department of Medical Biology, Faculty of Medicine, Ondokuz Mayıs University, 55139, Samsun, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8470-2848

Sezgin GÜNEŞ[7]

[7]Prof. Dr., Department of Medical Biology, Faculty of Medicine, Ondokuz Mayıs University, 55139, Samsun, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3103-6482

ABSTRACT

Prostate cancer (PCa) is the second most common cancer worldwide, with incidence and mortality rates expected to double in the next two decades. Despite advances in local treatment options such as surgery, cryotherapy, radiation therapy (RT), and hormone therapy, therapy resistance—particularly radioresistance—remains a major clinical challenge. In this context, microRNAs (miRNAs) have emerged as key post-transcriptional regulators implicated in cancer progression and therapy resistance. Among these, miR-191 has been identified as an oncogenic miRNA (oncomiR), with expression levels positively correlated with poor prognosis in PCa. Notably, RXRA (Retinoid X Receptor Alpha), a nuclear receptor involved in cell differentiation and apoptosis, has been validated as a direct target of miR-191. Reduced RXRA expression has been linked to increased risk of recurrence following RT.

To investigate the mechanistic role of miR-191–RXRA interaction in PCa radioresistance, we designed a CRISPR-Cas9 vector specifically targeting the miR-191 binding site within the 3′ untranslated region (3′UTR) of the *RXRA* gene. The goal of this design is to create a genome editing tool capable of selectively disrupting the miR-191–RXRA regulatory axis. Guide RNAs (gRNAs) were computationally selected to flank the miR-191 seed sequence within the RXRA 3′UTR, and were cloned into a high-efficiency Cas9 expression vector. Sequence fidelity, specificity, and potential off-target effects were thoroughly evaluated in silico.

This vector is intended for use in subsequent functional assays to assess its impact on radiation response and tumorigenic behavior in PCa cell lines. The presented design lays the groundwork for establishing a novel experimental model to explore how targeted disruption of miRNA–gene interactions may offer therapeutic leverage against radioresistant prostate cancer.

Keywords: CRISPR/Cas9, RXRA, miR-191, prostate cancer, vector design, radiation resistance, genome editing

Acknowledgement: This project was supported financially by Ondokuz Mayıs University Scientific Research Projects Coordination Unit (BAPKOP), with the project number BAP07-2024-5392.

PROPOLİS EKSTRAKTI İÇEREN BİYOMALZEMELERİN ELDESİ VE ANTİOKSİDAN ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Cevahir ALTINKAYNAK[1],

[1] Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Avanos Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Nevşehir, Türkiye, 0000-0003-0082-8521

Fatih KIRMIZIKAR[2]

[2] Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Avanos Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Nevşehir, Türkiye, 0009-0009-1467-419X

ÖZET

Son yıllarda doğal ürünlerin terapötik potansiyelleri üzerine yapılan araştırmalar giderek artış göstermektedir. Arı ürünlerinden biri olan propolis; antimikrobiyal, antiinflamatuar, antikanser ve özellikle güçlü antioksidan özellikleri nedeniyle dikkat çeken, kompleks bir doğal üründür. Flavonoidler, fenolik asitler ve bunların türevleri bakımından zengin olan propolis, serbest radikalleri temizleyerek hücresel oksidatif stresi azaltmakta ve bu yolla çeşitli kronik hastalıklara karşı koruyucu etki göstermektedir. Bununla birlikte, propolisin serbest formda biyoyararlanımının sınırlı olması ve çevresel koşullara karşı duyarlılığı, bu etkilerinin uzun süreli kullanımını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle, propolisin daha kararlı ve fonksiyonel formlarda kullanımı için çeşitli taşıyıcı sistemlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, propolisin Cu^{2+} iyonları ile birleştirilerek oluşturulan organik-inorganik hibrit nano yapılar, hem yapısal kararlılık hem de biyolojik aktivite açısından yenilikçi bir çözüm sunmaktadır. Bu amaçla çalışmamızda, propolis ekstraktı içeren biyomalzemelerin sentezi ve bu yapıların antioksidan özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Organik-inorganik hibrit nano yapılar, propolis ekstraktı (organik faz) ve Cu^{2+} iyonları (inorganik faz) kullanılarak çiçek benzeri yapılar halinde sentezlenmiştir. Sentezlenen yapılarda en uygun koşulların belirlenmesi amacıyla farklı ekstrakt konsantrasyonları, pH ve sıcaklık değerleri değerlendirilmiştir. 250 µL propolis ekstraktı ile elde edilen yapının en homojen ve monodispers dağılıma sahip olduğu SEM görüntüleri ile belirlenmiştir. Karakterizasyonlar FTIR, EDX, XRD ve elementel haritalama analizleri ile desteklenmiştir. Sentezlenen biyomalzemeler peroksidaz benzeri katalitik aktivite göstermekte olup optimum aktivite 40 °C'de 20. dakikada 2,76 EU/mg olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, bu yapıların tekrar kullanılabilirliği ve antioksidan potansiyeli değerlendirilmiş; %94,39 DPPH radikal süpürme aktivitesi ile serbest propolisten daha yüksek etki gösterdiği belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, propolis temelli hibrit nano yapıların yüksek antioksidan aktivite göstermesi sayesinde serbest radikallerin temizlenmesinde etkili olduğunu, ayrıca bu yapıların yeniden kullanılabilirlik özellikleri ve peroksidaz benzeri enzimatik aktiviteleriyle biyosensör, ilaç taşıma ve tedavi destekleyici sistemler gibi çeşitli biyoteknolojik alanlarda yenilikçi uygulamalara olanak tanıdığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Propolis, hibrit nano yapı, antioksidan aktivite, peroksidaz mimik, biyomalzeme

Bu çalışma TÜBİTAK 2209-A projesi kapsamında desteklenmiştir. (Proje No: 1919B012333200)

SYNTHESIS OF BIOMATERIALS CONTAINING PROPOLIS EXTRACT AND INVESTIGATION OF THEIR ANTIOXIDANT PROPERTIES

ABSTRACT

In recent years, there has been a growing interest in the therapeutic potential of natural products. Propolis, a complex natural product derived from bees, has drawn attention due to its remarkable antimicrobial, anti-inflammatory, anticancer, and especially potent antioxidant properties. Rich in flavonoids, phenolic acids, and their derivatives, propolis effectively scavenges free radicals, thereby reducing cellular oxidative stress and providing protective effects against various chronic diseases. However, its limited bioavailability in free form and susceptibility to environmental conditions restrict its long-term therapeutic use. Therefore, developing stable and functional delivery systems for propolis is of great importance. In this context, organic-inorganic hybrid nanostructures formed by combining propolis extract with Cu^{2+} ions present a novel approach in terms

of both structural stability and biological activity. In this study, the synthesis of biomaterials containing propolis extract and evaluation of their antioxidant properties were aimed. Flower-like nanostructures were synthesized using propolis extract (organic phase) and Cu^{2+} ions (inorganic phase). Various extract concentrations, pH, and temperature values were evaluated to determine the optimum synthesis conditions. SEM analysis showed that the structure synthesized using 250 µL of propolis extract had the most homogeneous and monodispersed morphology. The synthesized nanostructures were characterized by FTIR, EDX, XRD, and elemental mapping techniques. The materials exhibited peroxidase-like catalytic activity, with a maximum activity of 2.76 EU/mg at 40 °C after 20 minutes. Additionally, their reusability and antioxidant potential were investigated, and a DPPH radical scavenging activity of 94.39% was observed, outperforming free propolis. These findings demonstrate that propolis-based hybrid nanostructures are highly effective in neutralizing free radicals and, with their reusability and peroxidase-mimicking enzymatic activity, offer promising opportunities for innovative applications in various biotechnological fields such as biosensors, drug delivery systems, and therapeutic support platforms.

Keywords: Propolis, hybrid nanostructure, antioxidant activity, peroxidase mimic, biomaterial

This study was supported by TUBITAK 2209-A project. (Project No: 1919B012333200)

THE ROLE OF ASTROCYTIC SYNCYTIUM IN EPILEPSY

Gonul GUROL CIFTCI

Halic University, Faculty of Medicine, Department of Physiology, İstanbul, Türkiye, 0000-0001-5343-9189

ABSTRACT

When the data obtained from preclinical and clinical studies in epilepsy, which is a chronic brain disease, are examined, it is reported that structural and functional changes, such as astrocytosis, are seen in glial cells. It is suggested that the neuroinflammatory cascade is triggered by the activation of endothelial cells as a result of the changes seen in glial cells, with the formation of epileptic seizures. It has been shown in many studies, both molecularly and morphologically, that there are changes in the expression levels of proteins that form the blood-brain barrier, especially in endothelial cells. Recent studies emphasize that the structural proteins of the blood-brain barrier have a characteristic structure to show the physiological properties of the astrocytic syncytium, which plays important roles in the formation of epileptiform activity in epilepsy. The structure formed with these proteins also has physiological roles in meeting the metabolic requirements of the astrocytic syncytium. However, due to the complexity of the molecular properties of these proteins in ensuring the conservation of the structure, the fact that they are regulated by many factors, and the fact that the relationship between these proteins has not yet been fully elucidated, their effects in epileptogenesis cannot be revealed. The fact that these proteins play an active role in the formation or support of the astrocytic network and the blood-brain barrier disorder seen in epilepsy further increases their importance. Therefore, there is a need for current approaches in the diagnosis and treatment of epileptic seizures, imaging of the blood-brain barrier disorder, and the identification of biomarkers that can make a preliminary diagnosis of this disorder. With the discovery of these biomarkers, knowledge that can form the basis of new studies will be revealed to reveal new approaches that will allow a better understanding of the pathophysiological mechanisms of epilepsy.

Keywords: Astrocytic Syncytium, Epilepsy, Blood Brain Barrier

Epilepsy is a neurological disorder that affects individuals of all ages worldwide and significantly impacts the quality of life of epilepsy patients and even their families, making it an important consideration in healthcare planning for public well-being (Agudelo-Hernández et al., 2024). Sudden and unexpected death in epilepsy (SUDEP) poses a significant threat to patients (Abdelsamad et al., 2024). In addition to the risk of spontaneous and sudden recurrent seizures, patients with epilepsy also have a high rate of comorbidities. Epilepsy is not a benign disease; its clinical complexity, genetic diversity, social stigma, and comorbid conditions necessitate multidisciplinary treatment approaches (Li et al., 2021, Pace et al., 2024). The fact that current epilepsy treatment is symptomatic and still not fully preventable increases the need for the development of new treatment strategies.

While the initial decision to administer antiepileptic drugs (AEDs) designed to target different molecular targets is aimed at controlling seizures, this success is unfortunately not always achieved. In such cases, attempts are made to control seizures by switching treatment to other groups of AEDs. However, the same undeniable side effects observed with the initial drug use may also occur. In such cases, a change in medication or dose may be necessary (Eshiet et al., 2024). Incomplete seizure control and the presence of medication side effects lead epilepsy patients to seek alternative treatments. Among these alternative treatment approaches, the ketogenic diet and neuromodulation remain popular (Osman et al., 2024). The data we have obtained from studies conducted to date on the mechanisms of epilepsy and the highlights of the mechanisms identified are as follows: neurodegeneration, neuroinflammation, abnormal protein expressions, changes in neurotransmitter balance, changes in ion channels in the brain, intracellular signaling pathways, neuroinflammation, metabolic changes, and changes in the blood brain barrier (BBB) integrity are encountered (Vezzani et al., 2019, Irfannuddin et al., 2021, Ryvlin et al., 2021, Di Majo et al., 2022, Dingledine et al., 2024, Guerreiro et al., 2024, Jiao et al., 2025, Samanta et al., 2025).

Numerous studies show that neuroinflammatory mechanisms are closely connected to the activation of epileptogenic zones. The neuroinflammatory process, in turn, results from interactions between glia, neurons, and the immune system. Increasing evidence indicates that interventions aimed at controlling

neuroinflammation in epilepsy treatment produce positive outcomes and even help maintain BBB integrity (Vezzani et al., 2019). The BBB is a biochemical and structural barrier that can be modulated in response to both normal and abnormal conditions (Ballabh et al., 2004; Abbott et al., 2006; Zabrodskaya et al., 2023). The term "neurovascular unit' describes the homeostatic state of the BBB, referring to the integrity of brain capillaries and capillary endothelial cells. Tight junctions are essential for maintaining structural integrity. Additionally, microglia, astrocytes, oligodendrocytes, and neurons also contribute to the formation of the BBB. All these cells support the structure through communication with each other and with brain capillary endothelial cells. Extensive research shows that astrocytes, among these cells, have direct contact with the BBB (Abbot et al., 2006; Liu et al., 2024; Schiera et al., 2024). In neurological diseases like epilepsy, where BBB integrity is disrupted, astrocyte functions change, along with alterations in BBB permeability (Librizzi et al., 2012; Salar et al., 2014; Huang et al., 2025).

Astrocytes, the most abundant cells in brain tissue, stand out for their role in blood flow regulation, supporting the neuronal pool, and thus are closely associated with the microvascular system. They are also influential in glucose metabolism and have recently been linked to the modulation of synaptic transmission (Binder et al., 2012, Carcak et al., 2023). The expression of structures such as Kir4.1 K+ channels and aquaporin 4 on astrocytic endfeet illuminates the importance of astrocytes in the ionic basis of the BBB. More importantly, astrocytes are thought to communicate with each other through syncytial activity. Therefore, over the past decade, research has focused on developing diagnostic and therapeutic strategies using molecules produced by astrocytes (Cabezas et al., 2014). These studies have frequently attempted to elucidate the relationship between astrocytic antioxidants and diseases (Schroeter et al., 1999; Cabezas et al., 2014; Mizee et al., 2014; Zhang et al., 2024). Epileptic seizures are one of the complex consequences of such interruption of astrocytic activity (Wang et al., 2025). The disruption of oxidative balance and neuroinflammatory mechanisms observed in epilepsy is likely a consequence of the disruption of astrocytic communication between astrocytes and epileptic seizures. These disruptions in astrocytic communication resulting from seizures mediate the disruption of ion and water balance.

Studies have shown that activated astrocytes can lead to changes in neuronal excitability (Sumadewi et al., 2024). When the data obtained considering all these multiple functions are evaluated, our results suggest that astrocytic communication may be a key factor in the metabolic and molecular interactions underlying the ineffectiveness of AED functions in treatment and even the development of resistance to AEDs (Bazhanova et al., 2021). Moreover, studies in this field support the transport hypothesis, one of the hypotheses regarding the causes of drug resistance in epilepsy. The results show that overexpression of drug efflux vectors at the BBB reduces anticonvulsant levels, and the definition provided by the demonstration that multidrug resistance proteins are overexpressed in cerebral capillary endothelial cells and astrocytes in patients with drug-resistant epilepsy. However, the fact that these data are supported only by animal studies also maintains its limiting nature. Additionally, the neuroinflammation hypothesis posits that neuroinflammation may cause BBB dysfunction in drug-resistant epilepsy, and this is supported by both experimental and clinical data, including increased BBB permeability in chronic epilepsy foci. Numerous studies have also demonstrated increased cytokines in the brain and plasma of drug-resistant epilepsy patients and animal models. The involvement of cytokines produced by astrocytes in inflammatory reactions has led many researchers to suggest that the frequency and severity of seizures may be related to cytokine levels, and therefore, these cytokines may be important in the diagnosis and treatment of epilepsy (Peltola et al., 2000, Uludağ et al., 2013, Pernhorst et al., 2013, Sonmez et al., 2013, Dong et al., 2024, Hollis and Lukens, 2025). A study conducted with an experimental animal model reported that cytokine levels increase in activated microglia and astrocytes even during an acute seizure, and that these cytokine levels fail to return to their homeostatic levels following the seizure's termination (Ravizza and Vezzani, 2006). These results suggest that neuroinflammation may be an inducer of BBB dysfunction, or conversely, a disruption of BBB integrity may lead to changes in the expression of astrocytic inflammatory molecules. A vicious cycle formed in this way can pave the way for seizure recurrence (Salar et al., 2014, Bazhanova et al., 2021). These vicious cycles lead us to the astrocytic syncytium, a very new concept recently established in the literature. Astrocytic syncytium; It is suggested that astrocytes, due to their connections, manage a large and complex interconnected system in the central nervous system, interacting with neuronal circuits in the brain. This suggests that this system may possess numerous functionalities within the brain, not just astrocyte-to-astrocyte communication, but may also have structural and functional properties related to all cells. This syncytial activity plays a crucial role in creating an optimal environment for brain tissue to exhibit its functional properties. Ions, ion channels, and gene expression in brain tissue are prominent in supporting this (Kiyoshi and Zhou, 2019, Li and Zhou, 2024). It is hypothesized that the astrocyte syncytium may be a reticular system that protects neuronal circuits (Aten et al., 2022, Zhong

et al., 2023, Sofroniew M. V., 2024). The fundamental challenge here, in exploring or defining this hypothesis, is how this syncytial activity can be functionally demonstrated. Therefore, the data available in this area is very limited, and new electrophysiological/pharmacological experimental studies are essential.

Increasing research data and existing hypotheses demonstrate that the mechanisms frequently proposed in epilepsy are still relevant but not fully adequate. The complex and multifaceted functions of neuronal structures, as well as neuroglial cells and especially astrocytes, suggest that their role in brain homeostasis may be a primary or intermediate player in epileptic seizures. Therefore, more detailed and comprehensive multidisciplinary, molecular, pharmacological, cellular, and experimental studies are needed to modulate astrocytic functions. Furthermore, studies shed light on the potential effectiveness of treatment strategies aimed at preserving or repairing the BBB structure in controlling epileptic seizures.

REFERENCES

Abbott, N. J., Rönnbäck, L., & Hansson, E. (2006). Astrocyte–endothelial interactions at the blood–brain barrier. Nature reviews neuroscience, 7(1), 41-53.

Abdelsamad, A., Mustafa, N., Abdelsamad, O., Mahgoub, R., & Abdelrahman, N. (2024, April). Balancing Life and Risk: Assessing SUDEP Preventive Interventions to Improve Quality of Life: A Systematic Review (P9-1.015). In Neurology (Vol. 102, No. 17_supplement_1, p. 1270). Hagerstown, MD: Lippincott Williams & Wilkins.

Agudelo-Hernández, F., Toro, G. I. S., & Plata-Casas, L. I. (2024). Human rights and support groups to improve quality of life, self-care and disability in epilepsy: Rights and support groups for epilepsy. Seizure: European Journal of Epilepsy, 117, 229-234.

Aten, S., Kiyoshi, C. M., Arzola, E. P., Patterson, J. A., Taylor, A. T., Du, Y., ... & Zhou, M. (2022). Ultrastructural view of astrocyte arborization, astrocyte-astrocyte and astrocyte-synapse contacts, intracellular vesicle-like structures, and mitochondrial network. Progress in Neurobiology, 213, 102264.

Ballabh, P., Braun, A., & Nedergaard, M. (2004). The blood–brain barrier: an overview: structure, regulation, and clinical implications. Neurobiology of disease, 16(1), 1-13.

Bazhanova, E. D., Kozlov, A. A., & Litovchenko, A. V. (2021). Mechanisms of drug resistance in the pathogenesis of epilepsy: role of neuroinflammation. A literature review. Brain sciences, 11(5), 663.

Binder, D. K., Nagelhus, E. A., & Ottersen, O. P. (2012). Aquaporin-4 and epilepsy. Glia, 60(8), 1203-1214.

Cabezas, R., Ávila, M., Gonzalez, J., El-Bachá, R. S., Báez, E., García-Segura, L. M., ... & Barreto, G. E. (2014). Astrocytic modulation of blood brain barrier: perspectives on Parkinson's disease. Frontiers in cellular neuroscience, 8, 211.

Çarçak, N., Onat, F., & Sitnikova, E. (2023). Astrocytes as a target for therapeutic strategies in epilepsy: current insights. Frontiers in molecular neuroscience, 16, 1183775.

Dingledine, R., Varvel, N. H., Ravizza, T., & Vezzani, A. (2024). Neuroinflammation in Epilepsy. Jasper's Basic Mechanisms of the Epilepsies. 5th edition.

Di Majo, D., Cacciabaudo, F., Accardi, G., Gambino, G., Giglia, G., Ferraro, G., ... & Sardo, P. (2022). Ketogenic and modified mediterranean diet as a tool to counteract neuroinflammation in multiple sclerosis: Nutritional suggestions. Nutrients, 14(12), 2384.

Dong, Y., Zhang, X., & Wang, Y. (2024). Interleukins in epilepsy: friend or foe. Neuroscience Bulletin, 40(5), 635-657.

Eshiet, U. I., Ubaka, C., & Igboeli, N. (2024). Improving antiepileptic drug tolerability among patients living with epilepsy: the impact of pharmaceutical care services. Psychology, Health & Medicine, 29(1), 55-65.

Guerreiro, D., Almeida, A., & Ramalho, R. (2024). Ketogenic diet and neuroinflammation: implications for neuroimmunometabolism and therapeutic approaches to refractory epilepsy. Nutrients, 16(23), 3994.

Hollis, A., & Lukens, J. R. (2025). Role of inflammasomes and neuroinflammation in epilepsy. Immunological Reviews, 329(1), e13421.

Huang, N., Huang, Y., Deng, Z., Qi, S., Zhang, W., Liu, Y., & Tan, G. (2025). Blood-brain barrier dysfunction in epilepsy: Mechanisms, therapeutic strategies and future orientation. International Journal of Molecular Medicine, 56(3), 1-23.

Irfannuddin, I., Sarahdeaz, S. F. P., Murti, K., Santoso, B., & Koibuchi, N. (2021). The effect of ketogenic diets on neurogenesis and apoptosis in the dentate gyrus of the male rat hippocampus. The Journal of Physiological Sciences, 71(1), 3.

Jiao, D., Xu, L., Gu, Z., Yan, H., Shen, D., & Gu, X. (2025). Pathogenesis, diagnosis, and treatment of epilepsy: electromagnetic stimulation–mediated neuromodulation therapy and new technologies. Neural Regeneration Research, 20(4), 917-935.

Kiyoshi, C. M., & Zhou, M. (2019). Astrocyte syncytium: a functional reticular system in the brain. Neural regeneration research, 14(4), 595-596.

Li, H., Chang, S. L., Chang, T. R., You, Y., Wang, X. D., Wang, L. W., ... & Zhao, B. (2021). Inclusion complexes of cannabidiol with β-cyclodextrin and its derivative: Physicochemical properties, water solubility, and antioxidant activity. Journal of Molecular Liquids, 334, 116070.

Librizzi, L., Noè, F., Vezzani, A., De Curtis, M., & Ravizza, T. (2012). Seizure-induced brain-borne inflammation sustains seizure recurrence and blood–brain barrier damage. Annals of neurology, 72(1), 82-90.

Liu, D., Liao, P., Li, H., Tong, S., Wang, B., Lu, Y., ... & Gao, J. (2024). Regulation of blood-brain barrier integrity by Dmp1-expressing astrocytes through mitochondrial transfer. Science Advances, 10(26), eadk2913.

Mizee, M. R., Nijland, P. G., van der Pol, S. M., Drexhage, J. A., van Het Hof, B., Mebius, R., ... & de Vries, H. E. (2014). Astrocyte-derived retinoic acid: a novel regulator of blood–brain barrier function in multiple sclerosis. Acta neuropathologica, 128(5), 691-703.

Osman, M., Khalil, J., El-Bahri, M., Mcdahrou, J. S., Fahda, R., Mustafa, R., ... & Loebenberg, R. (2024). Decoding epilepsy treatment: A comparative evaluation contrasting cannabidiol pharmacokinetics in adult and paediatric populations. Chemico-Biological Interactions, 110988.

Pace, A., Watkins, L., Fiott, D., Bassett, P., Laugharne, R., James, C., & Shankar, R. (2024). Identifying co-morbidities and risk in people with epilepsy: The Maltese experience. Epilepsy & Behavior, 155, 109795.

Peltola, J., Palmio, J., Korhonen, L., Suhonen, J., Miettinen, A., Hurme, M., ... & Keränen, T. (2000). Interleukin-6 and interleukin-1 receptor antagonist in cerebrospinal fluid from patients with recent tonic–clonic seizures. Epilepsy research, 41(3), 205-211.

Pernhorst, K., Herms, S., Hoffmann, P., Cichon, S., Schulz, H., Sander, T., ... & Grote, A. (2013). TLR4, ATF-3 and IL8 inflammation mediator expression correlates with seizure frequency in human epileptic brain tissue. Seizure, 22(8), 675-678.

Ravizza, T., and A. Vezzani. "Status epilepticus induces time-dependent neuronal and astrocytic expression of interleukin-1 receptor type I in the rat limbic system." Neuroscience 137, no. 1 (2006): 301-308.

Ryvlin, P., Rheims, S., Hirsch, L. J., Sokolov, A., & Jehi, L. (2021). Neuromodulation in epilepsy: state-of-the-art approved therapies. The Lancet Neurology, 20(12), 1038-1047.

Salar, S., Maslarova, A., Lippmann, K., Nichtweiss, J., Weissberg, I., Sheintuch, L., ... & Heinemann, U. (2014). Blood–brain barrier dysfunction can contribute to pharmacoresistance of seizures. Epilepsia, 55(8), 1255-1263.

Samanta, D. (2025). Cognitive and behavioral impact of antiseizure medications, neuromodulation, ketogenic diet, and surgery in lennox-gastaut syndrome: A comprehensive review. Epilepsy & Behavior, 164, 110272.

Schiera, G., Di Liegro, C. M., Schirò, G., Sorbello, G., & Di Liegro, I. (2024). Involvement of astrocytes in the formation, maintenance, and function of the blood–brain barrier. Cells, 13(2), 150.

Schroeter, M. L., Mertsch, K., Giese, H., Müller, S., Sporbert, A., Hickel, B., & Blasig, I. E. (1999). Astrocytes enhance radical defence in capillary endothelial cells constituting the blood-brain barrier. FEBS letters, 449(2-3), 241-244.

Sofroniew, M. V. (2014). Astrogliosis. Cold Spring Harb Perspect Biol 7: a020420.

Sonmez, F. M., Serin, H. M., Alver, A., Aliyazicioglu, R., Cansu, A., Can, G., & Zaman, D. (2013). Blood levels of cytokines in children with idiopathic partial and generalized epilepsy. Seizure, 22(7), 517-521.

Sumadewi, K. T., de Liyis, B. G., Linawati, N. M., Widyadharma, I. P. E., & Astawa, I. N. M. (2024). Astrocyte dysregulation as an epileptogenic factor: a systematic review. The Egyptian Journal of Neurology, Psychiatry and Neurosurgery, 60(1), 69.

Uludag, I. F., Bilgin, S., Zorlu, Y., Tuna, G., & Kirkali, G. (2013). Interleukin-6, interleukin-1 beta and interleukin-1 receptor antagonist levels in epileptic seizures. Seizure, 22(6), 457-461.

Vezzani, A., Balosso, S., & Ravizza, T. (2019). Neuroinflammatory pathways as treatment targets and biomarkers in epilepsy. Nature Reviews Neurology, 15(8), 459-472.

Wang, H. T., Lu, S. T., Xia, Z. H., Xu, T., Zou, W. Y., & Sun, M. Q. (2025). Ciliary neurotrophic factor activation of astrocytes mediates neuronal damage via the IL-6/IL-6R pathway. Molecular Medicine Reports, 31(2), 1-12.

Zabrodskaya, Y., Paramonova, N., Litovchenko, A., Bazhanova, E., Gerasimov, A., Sitovskaya, D., ... & Samochernykh, K. (2023). Neuroinflammatory Dysfunction of the Blood–Brain Barrier and Basement Membrane Dysplasia Play a Role in the Development of Drug-Resistant Epilepsy. International Journal of Molecular Sciences, 24(16), 12689.

Zhang, S., Li, M., Qiu, Y., Wu, J., Xu, X., Ma, Q., ... & Huang, H. (2024). Enhanced VEGF secretion and blood–brain barrier disruption: Radiation-mediated inhibition of astrocyte autophagy via PI3K-AKT pathway activation. Glia, 72(3), 568-587.

Zhong, S., Kiyoshi, C. M., Du, Y., Wang, W., Luo, Y., Wu, X., ... & Zhou, M. (2023). Genesis of a functional astrocyte syncytium in the developing mouse hippocampus. Glia, 71(4), 1081-1098.

PROTECTIVE EFFECTS OF LONICERA CAERULEA VAR. KAMTSCHATICA ON CARDIOVASCULAR HEALTH AND LIPID METABOLISM

Faik GÖKALP[1]

[1] Kırıkkale University, Faculty of Education, Science Education, https://orcid.org/0000-0003-4363-3839

ABSTRACT

Lonicera caerulea L. var. kamtschatica fruit is especially rich in anthocyanins, flavonoids and phenolic compounds, and these active substances have multifaceted effects on cardiovascular diseases, atherosclerosis and lipid metabolism. These compounds support endothelial functions by reducing oxidative stress and activate anti-inflammatory mechanisms. This fruit extract, which prevents the accumulation of LDL cholesterol in the vascular wall, also reduces cholesterol biosynthesis by suppressing the expression of the HMG-CoA reductase enzyme. It prevents the development of atherosclerotic plaques by limiting the activity of fatty acid transporters such as CD36 and receptors that contribute to foam cell formation in macrophages. In addition, it shows lipid profile improving effects by reducing LDL cholesterol and increasing HDL levels. In this way, L. caerulea var. kamtschatica is evaluated as a potential functional food candidate in the prevention of cardiovascular diseases and slowing down the progression of atherosclerosis. In this study, the interaction of some active ingredients of Lonicera caerulea var. kamtschatica as ligands with atherosclerosis receptors, which is an important problem in cardiovascular diseases, will be investigated using chemical calculation method.

Keywords: Lonicera caerulea L. var., HMG-CoA, LDL, CD36, atherosclerosis

Introduction

Cardiovascular diseases (CVDs) remain a leading cause of mortality worldwide, with atherosclerosis being a primary underlying factor. Atherosclerosis is characterized by the accumulation of lipids and inflammatory cells within the arterial wall, leading to plaque formation and vascular dysfunction (Libby et al., 2011).

Recent attention has focused on the potential of natural compounds in mitigating atherosclerotic processes. *Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica*, commonly known as haskap berry, is rich in bioactive compounds such as anthocyanins, flavonoids, and phenolic acids. These constituents have demonstrated antioxidant and anti-inflammatory properties, which may contribute to cardiovascular protection (Rop et al., 2010; Jurikova et al., 2012).

Notably, anthocyanins like cyanidin-3-glucoside have been shown to scavenge reactive oxygen species (ROS), reduce oxidative stress, and modulate lipid metabolism (Giampieri et al., 2017). Additionally, polyphenols from *L. caerulea* have been reported to inhibit the expression of HMG-CoA reductase, a key enzyme in cholesterol biosynthesis, and to downregulate scavenger receptors such as CD36, thereby reducing foam cell formation (Wang et al., 2019).

Given these properties, *L. caerulea* var. *kamtschatica* presents as a promising candidate for functional food development aimed at cardiovascular health. This study aims to investigate the interactions between selected bioactive compounds from *L. caerulea* and key receptors involved in atherosclerosis using computational chemical analysis methods.

Materials and methods

Selection of Bioactive Compounds

Based on existing literature, major bioactive constituents of *L. caerulea* var. *kamtschatica* were identified, including anthocyanins (e.g., cyanidin-3-glucoside), flavonoids (e.g., quercetin, kaempferol), and phenolic acids (e.g., chlorogenic acid) (Rop et al., 2010; Jurikova et al., 2012).

Target Receptors in Atherosclerosis

Key receptors implicated in atherosclerotic progression were selected:

HMG-CoA Reductase: Enzyme involved in cholesterol biosynthesis.

CD36: Scavenger receptor facilitating oxidized LDL uptake.

ABCA1: Transporter involved in cholesterol efflux from macrophages.

Computational Analysis

Molecular structures of the selected compounds were retrieved from PubChem. 3D structures of protein targets were obtained from the Protein Data Bank (PDB). Molecular docking (Bikadi et al.,,2007; McDonald and Thornton,1994) was performed using AutoDock Vina to assess binding affinities and interaction patterns (Trott & Olson, 2010)

Results and discussions

Docking scores of Receptörs (HMG-CoA ,LDL and CD36) / Ligands (Linoleic acid, Caffeic acid and Eicosapentaenoic acid) are given in Table 1.

Table 1. Docking scores of Receptörs (HMG-CoA ,LDL and CD36) / Ligands (Linoleic acid, Caffeic acid and Eicosapentaenoic acid)

Docking scores (kcal/mol) Receptörs/ Ligands	**Linoleic acid**	**Caffeic acid**	**Eicosapentaenoic acid**
HMG-CoA	-3.43	-4.19	-4.69
LDL	-1.77	-2.94	-3.11
CD36	-2.91	-3.46	-3.32

The interaction parameters of the linoleic acid ligand with key atherosclerosis-related receptors (CD36, HMG-CoA reductase, and LDL receptor) are presented in Table 2.

Table 2. The interaction parameters of the linoleic acid ligand with key atherosclerosis-related receptors (CD36, HMG-CoA reductase, and LDL receptor)

Docking scores of Linoleic acid	**Free Energy of Binding(kcal/mol)**	**Inhibition Constant, Ki**	**vdW + Hbond + desolv Energy(kcal/mol)**	**Total Intermolec. Energy(kcal/mol)**
CD36	-2.91	7.32 mM	-5.99	-6.00
HMG-CoA	-3.43	3.08 mM	-5.62	-6.39
LDL	-1.77	50.64 mM	-5.13	-4.30

The types of bonds formed between the linoleic acid ligand and the CD36 receptor are presented in Table 3.

Table 3. The types of bonds formed between the linoleic acid ligand and the CD36 receptor

polar	**hydrophobic**	**other**
GLN64 (-1.1661)	TRP66 (-0.8556)	ASN417 (-0.3755)
	LEU126 (-0.8254)	THR92 (-0.2994)
	TYR62 (-0.7287)	GLU366 (-0.2796)
	TRP415 (-0.3799)	THR419 (-0.167)

The interaction sites between the linoleic acid ligand and the CD36 receptor are illustrated in Figure 1.

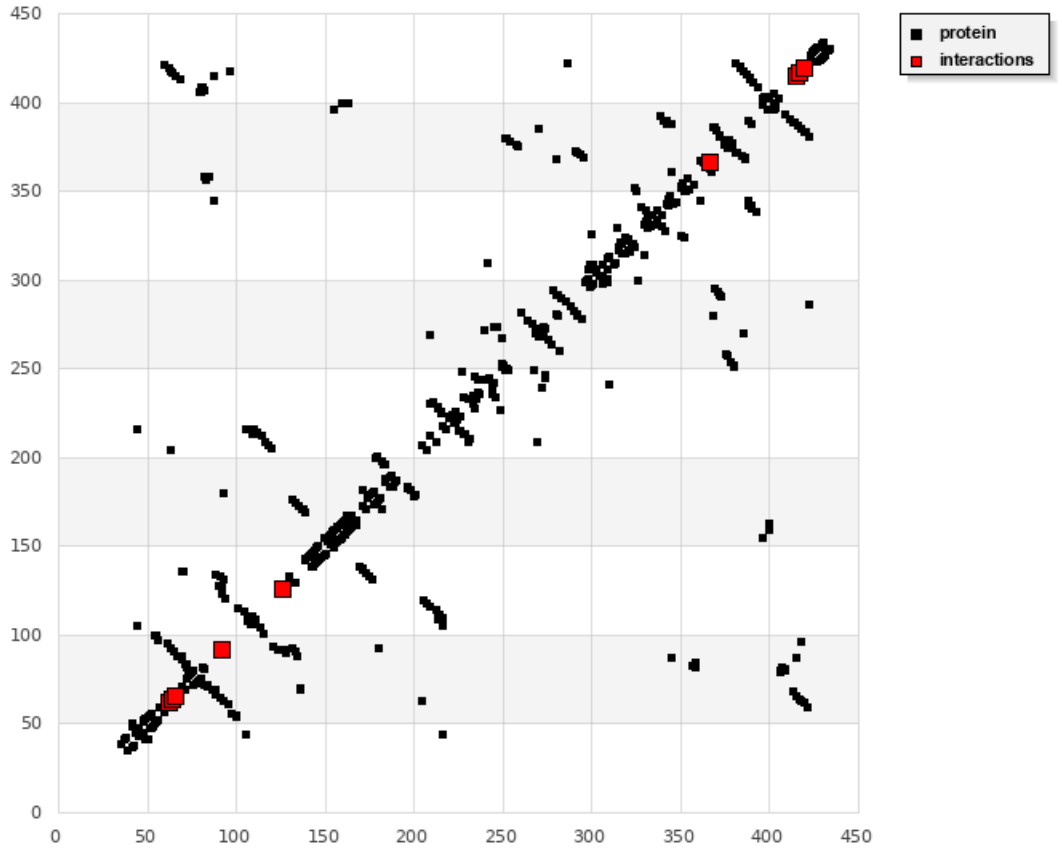


Figure 1. The interaction sites between the linoleic acid ligand and the CD36 receptor

The interaction sites between the linoleic acid ligand and the CD36 receptor, as shown in Figure 1, are as follows;62: TYR64: GLN66: TRP92: THR126: LEU366: GLU415: TRP417: ASN419: THR.

The types of bonds formed between the linoleic acid ligand and the HMG-CoA receptor are presented in Table 4.

Table 4. The types of bonds formed between the linoleic acid ligand and the HMG-CoA receptor

hydrogen bonds	**hydrophobic**
LYS372 (-1.0956)	TYR94 (-1.6607)
	PHE93 (-1.3672)

The interaction sites between the linoleic acid ligand and the HMG-CoA receptor are illustrated in Figure 2.

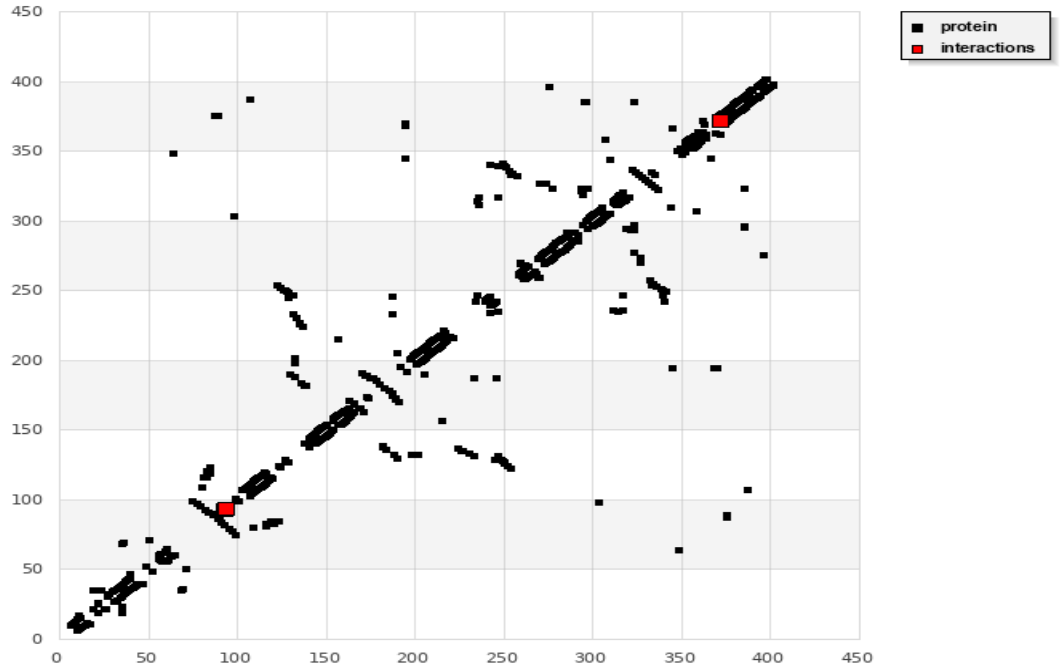


Figure 2. The interaction sites between the linoleic acid ligand and the HMG-CoA receptor

The interaction sites between the linoleic acid ligand and the HMG-CoA receptor, as shown in Figure 2, are as follows;93: PHE94: TYR372: LYS.

The interaction sites between the linoleic acid ligand and the HMG-CoA receptor, as well as the formed bonds, are illustrated in Figure 3.

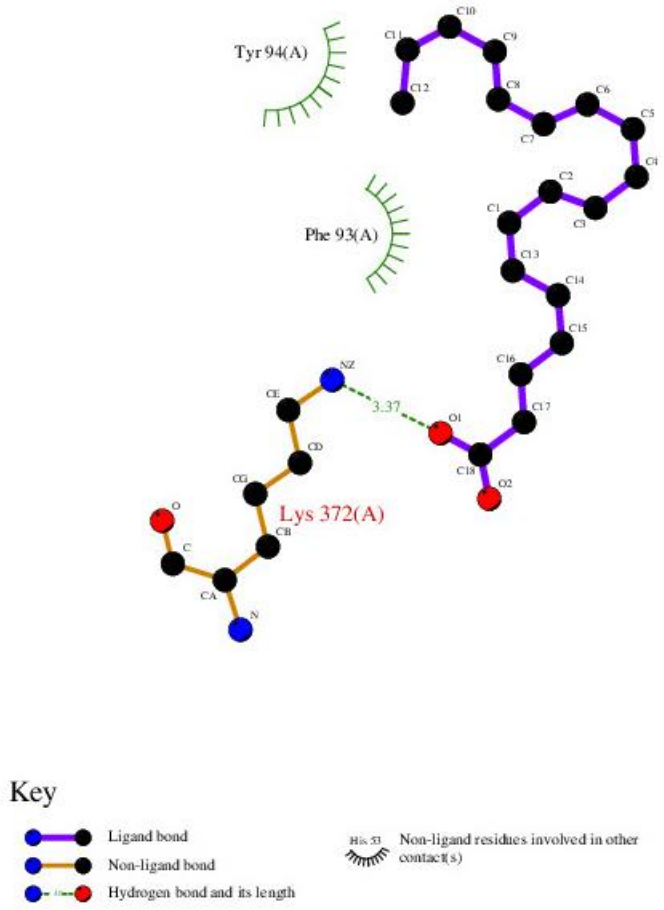


Figure 3. The interaction sites between the linoleic acid ligand and the HMG-CoA receptor, as well as the formed bonds

The types of bonds formed between the linoleic acid ligand and the LDL receptor are presented in Table 5.

Table 5. The types of bonds formed between the linoleic acid ligand and the LDL receptor

polar	**hydrophobic**	**other**
GLN133 (-1.5094)	PHE132 (-7.1672)	ARG162 (-2.9697)
	CYS127 (-0.2468)	SER131 (-0.3179)
		THR126 (-0.1667)

The interaction sites between the linoleic acid ligand and LDL receptor are illustrated in Figure 4.

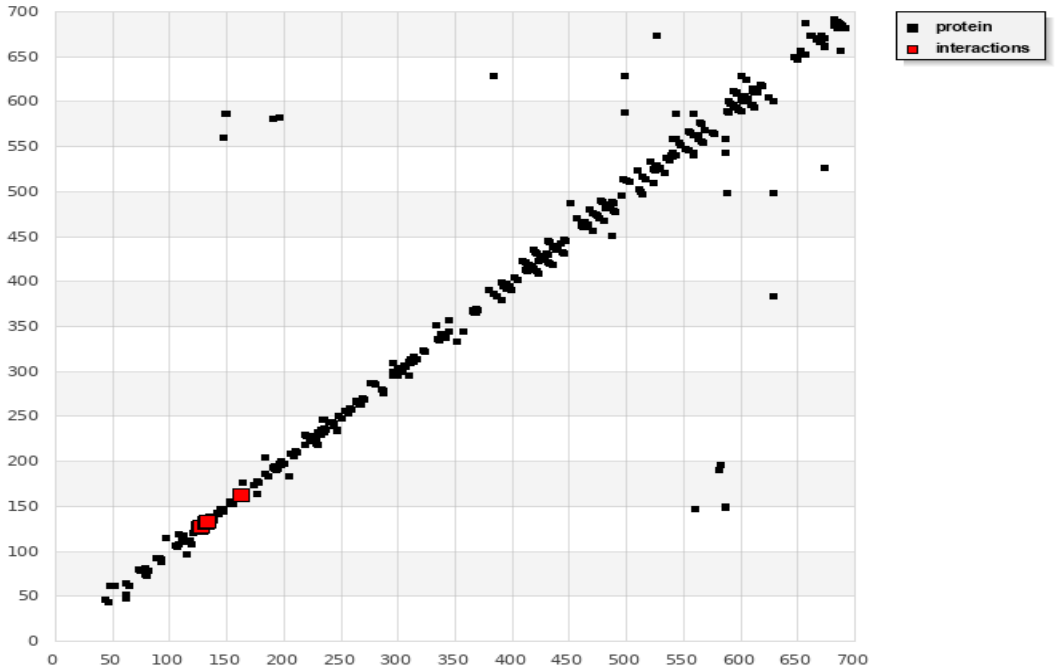


Figure 4. The interaction sites between the linoleic acid ligand and LDL receptor

The interaction sites between the linoleic acid ligand and LDL receptor, as shown in Figure 4, are as follows;126: THR127: CYS131: SER132: PHE133: GLN162: ARG.

The interaction sites between the linoleic acid ligand and LDL receptor, as well as the formed bonds, are illustrated in Figure 5.

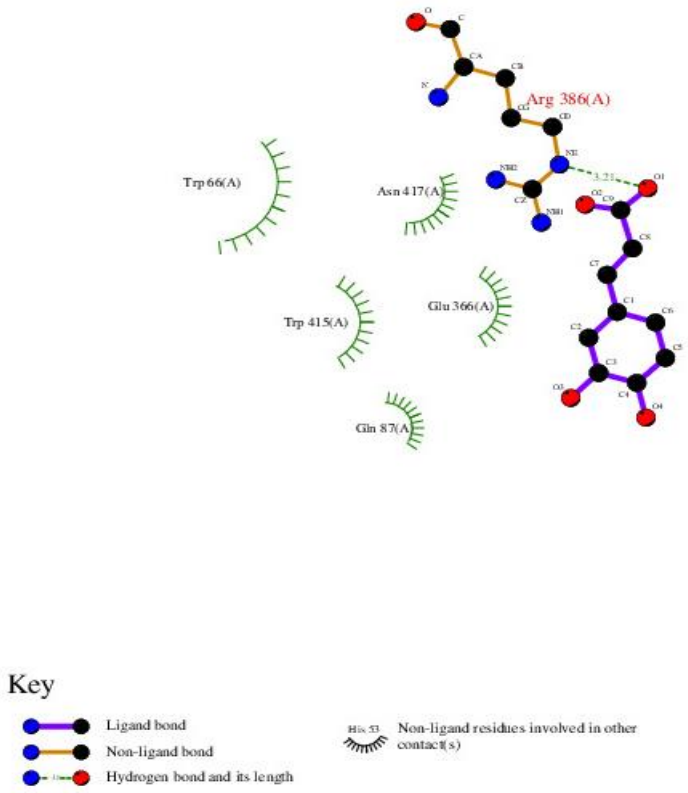


Figure 5. The interaction sites between the linoleic acid ligand and LDL receptor, as well as the formed bonds

The interaction parameters of the Caffeic acid with key atherosclerosis-related receptors (CD36, HMG-CoA reductase, and LDL receptor) are presented in Table 6.

Table 6. The interaction parameters of the Caffeic acid with key atherosclerosis-related receptors (CD36, HMG-CoA reductase, and LDL receptor)

Docking scores of Caffeic acid	**Free Energy of Binding(kcal/mol)**	**Inhibition Constant, Ki**	**vdW + Hbond + desolv Energy(kcal/mol)**	**Total Intermolec. Energy(kcal/mol)**
CD36	-3.46	2.89 mM	-2.89	-3.42
HMG-CoA	-4.19	846.60 uM	-3.03	-4.16

LDL	-2.94	7.05 mM	-3.89	-2.89

The types of bonds formed between the Caffeic acid ligand and the CD36 receptor are presented in Table 7.

Table 7. The types of bonds formed between the Caffeic acid ligand and the CD36 receptor

hydrogen bonds	**polar**	**hydrophobic**	**other**
ARG386 (-0.781)	ASN417 (-0.5243)	TRP66 (-1.4668)	GLU366 (-0.6165)
		TRP415 (-0.836)	GLN87 (-0.3368)

The interaction sites between Caffeic acid ligand and CD36 receptor, as well as the formed bonds, are illustrated in Figure 6.

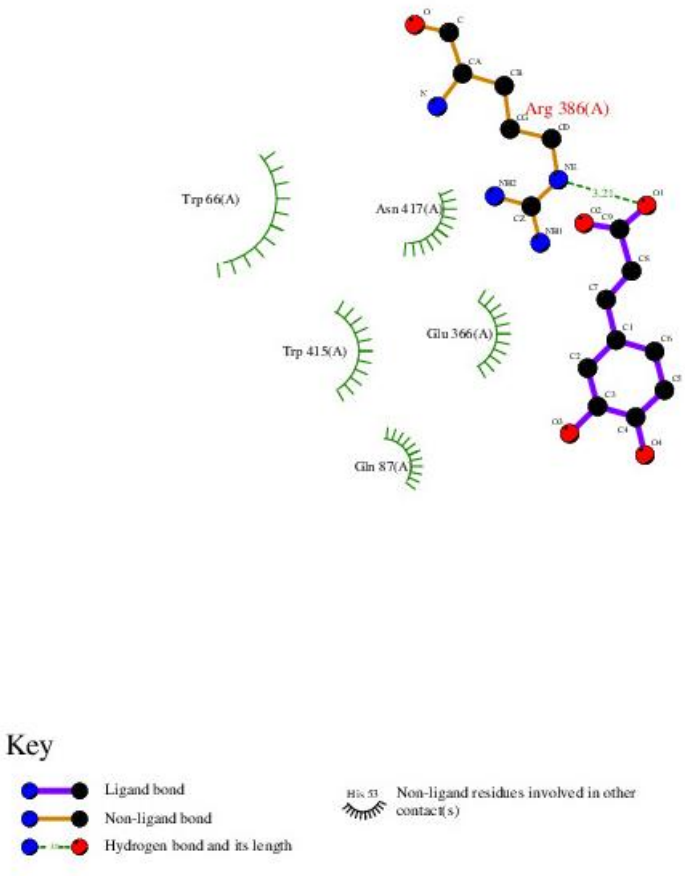


Figure 6. The interaction sites between the Caffeic acid and CD36 receptor, as well as the formed bonds

The interaction sites between Caffeic acid and CD36 receptor are illustrated in Figure 7.

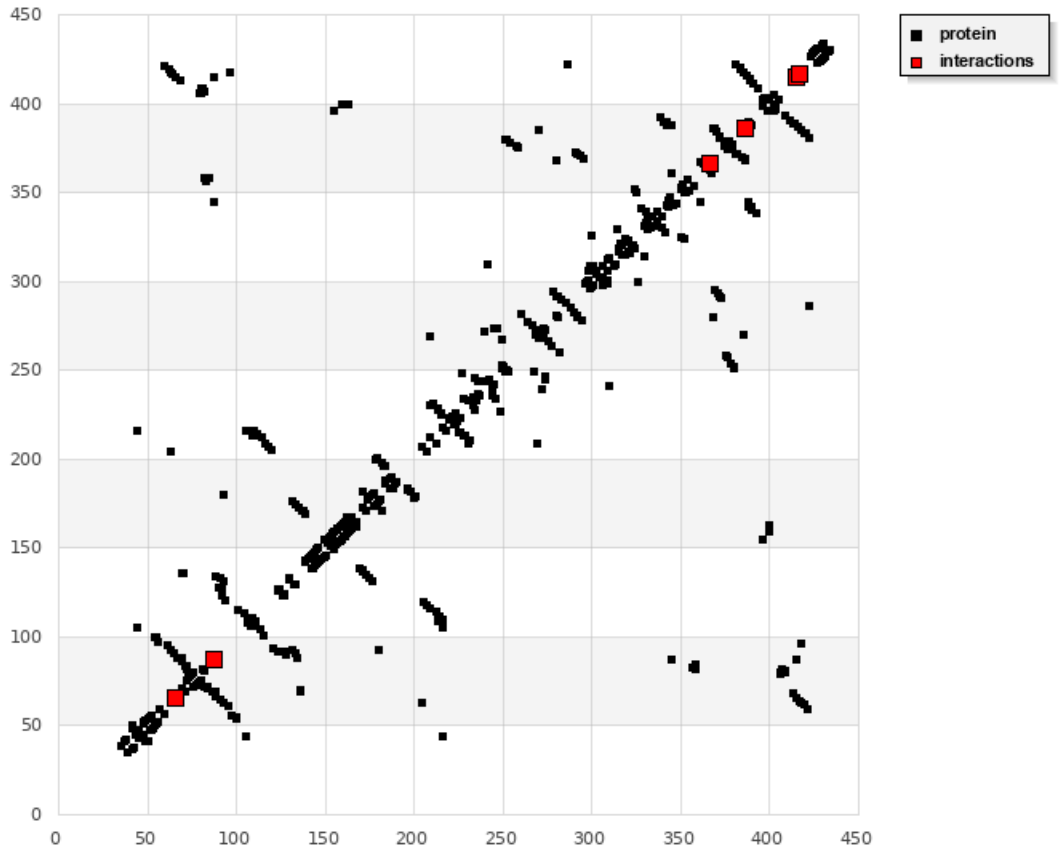


Figure 7. The interaction sites between Caffeic acid and CD36 receptor

The interaction sites between the linoleic acid ligand and LDL receptor, as shown in Figure 7, are as follows; 66: TRP87: GLN366: GLU386: ARG415: TRP417: ASN.

The interaction sites between Caffeic acid ligand and HMG-CoA receptor, as well as the formed bonds, are illustrated in Figure 8.

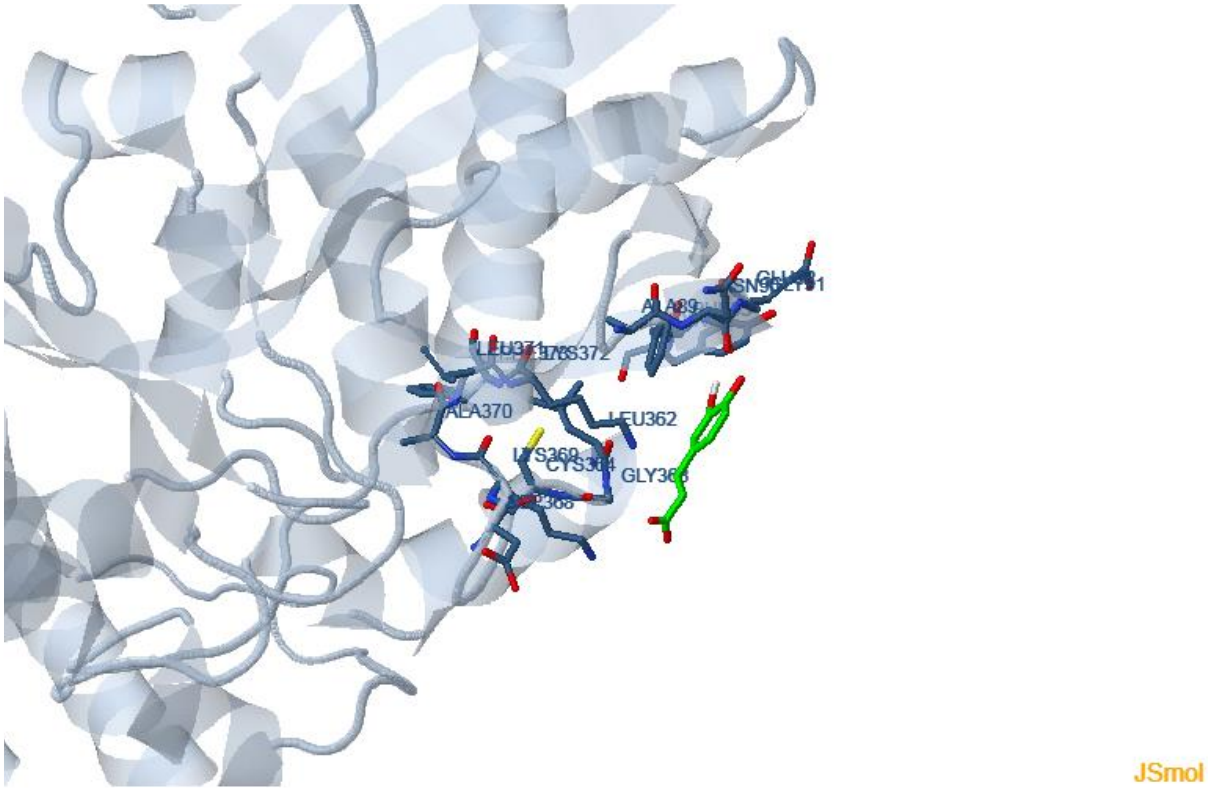


Figure 8. The interaction sites between Caffeic acid ligand and HMG-CoA receptor the formed bonds,

The types of bonds formed between the Caffeic acid ligand and the HMG-CoA receptor are presented in Table 8.

Table 8. The types of bonds formed between the Caffeic acid ligand and the HMG-CoA receptor

polar	**cation-pi**
LYS369 (-0.4828)	PHE93 (-1.3865)
LYS372 (0.7129)	

The interaction sites between Caffeic acid and HMG-CoA receptor are illustrated in Figure 9.

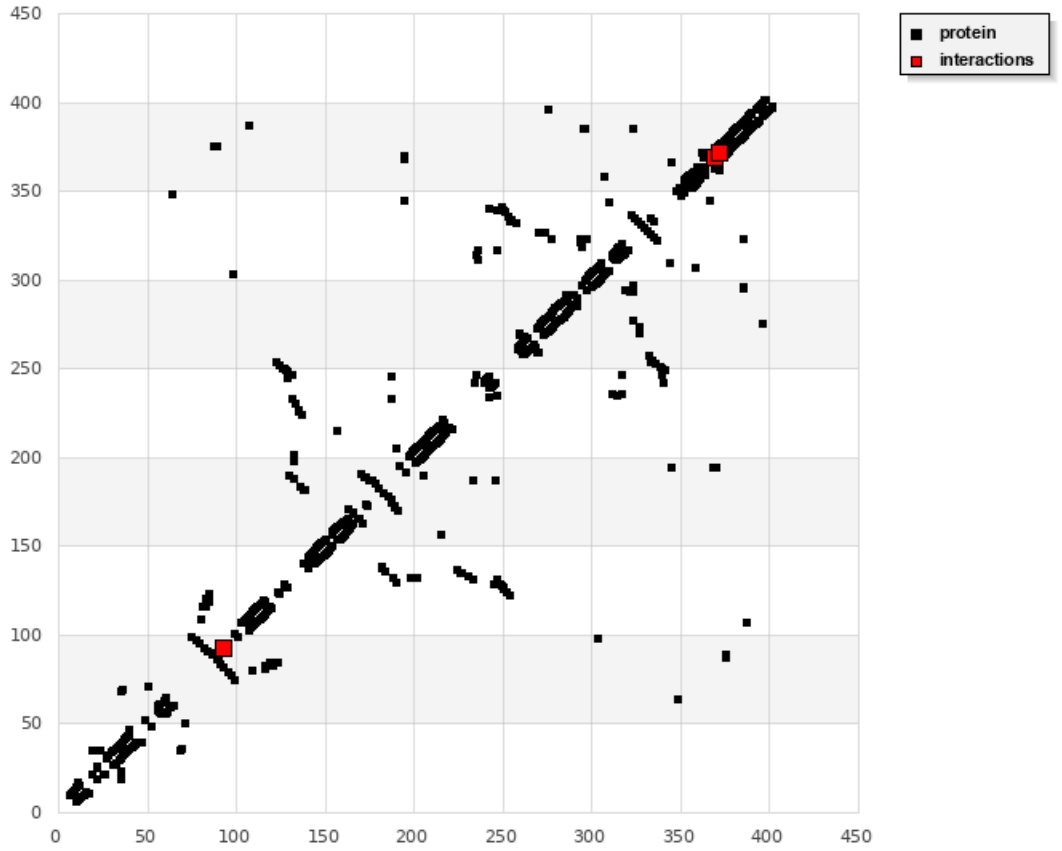


Figure 9. The interaction sites between Caffeic acid and HMG-CoA receptor

The interaction sites between the linoleic acid ligand and HMG-CoA receptor, as shown in Figure 9, are as follows 93: PHE369: LYS372: LYS.

The types of bonds formed between the Caffeic acid ligand and the LDL receptor are shown in Table 9.

Table 9. The types of bonds formed between the Caffeic acid ligand and LDL receptor

hydrogen bonds	**polar**	**hydrophobic**	**other**
SER131 (-0.278)	ASN135 (-0.7768)	PHE132 (-2.0637)	GLN133 (-0.6548)
			GLN161 (-0.232)
			CYS127 (-0.1843)

The interaction sites between Caffeic acid ligand and LDL receptor, as well as the formed bonds, are illustrated in Figure 10.

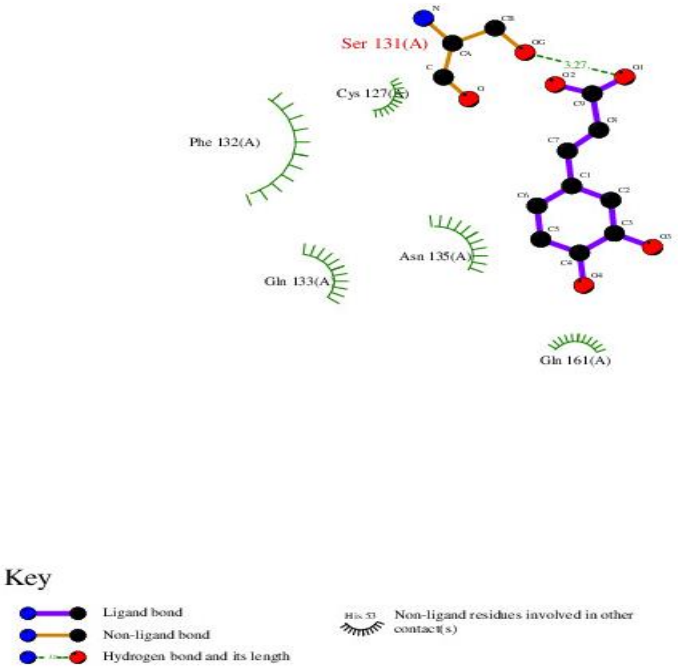


Figure 10. The interaction sites between Caffeic acid ligand and LDL receptor, the formed bonds

The interaction sites between Caffeic acid and LDL receptor are illustrated in Figure 11.

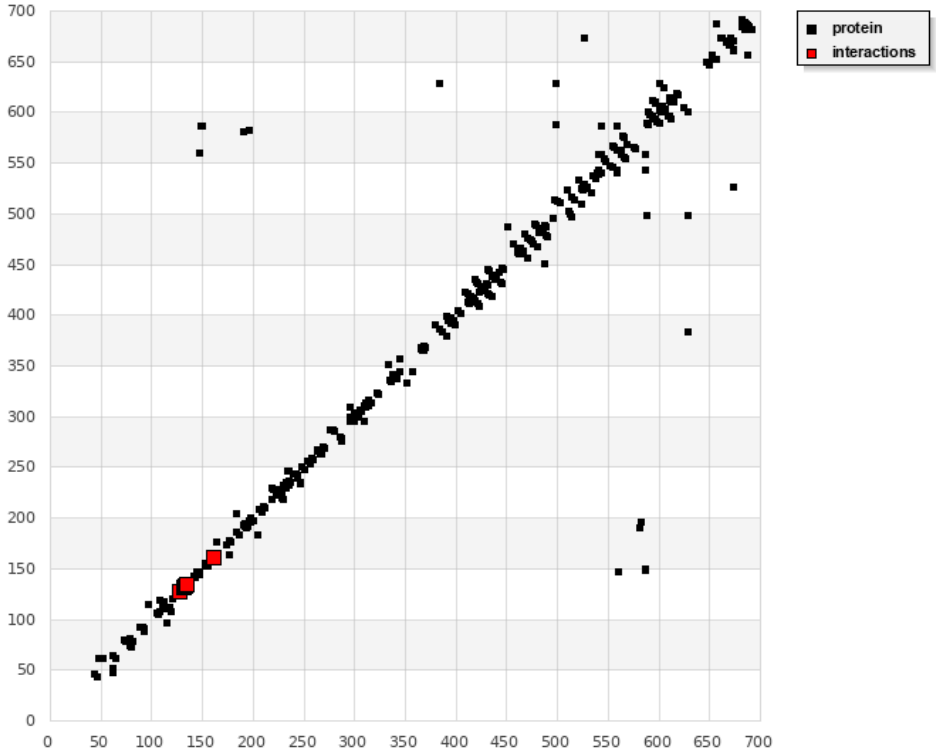


Figure 11. The interaction sites between Caffeic acid and LDL receptor

The interaction sites between Caffeic acid and LDL receptor, as shown in Figure 11, are as follows 127: CYS131: SER132: PHE133: GLN135: ASN161: GLN

The interaction parameters of the Eicosapentaenoic acid ligand with key atherosclerosis-related receptors (CD36, HMG-CoA reductase, and LDL receptor) are presented in Table 10.

Table 10. The interaction parameters of the Eicosapentaenoic acid ligand with key atherosclerosis-related receptors (CD36, HMG-CoA reductase, and LDL receptor)

Docking scores of Eicosapentaenoic acid	**Free Energy of Binding(kcal/mol)**	**Inhibition Constant, Ki**	**vdW + Hbond + desolv Energy(kcal/mol)**	**Total Intermolec. Energy(kcal/mol)**
CD36	-3.32	3.70 mM	-5.45	-5.43
HMG-CoA	-4.69	362.65 uM	-5.67	-6.61
LDL	-3.11	5.25 mM	-5.77	-4.87

The types of bonds formed between the Eicosapentaenoic acid ligand and CD36 receptor are presented in Table 11.

Table 11. The types of bonds formed between the Eicosapentaenoic acid ligand and CD36 receptor

polar	**hydrophobic**	**other**
GLN64 (-0.8266)	LEU126 (-0.8106)	THR421 (-1.5519)
	TYR62 (-0.3683)	THR419 (-0.3121)
	TRP66 (-0.3476)	ASN417 (-0.2925)

The interaction sites between Eicosapentaenoic acid ligand and CD36, the formed bonds, are illustrated in Figure 12.

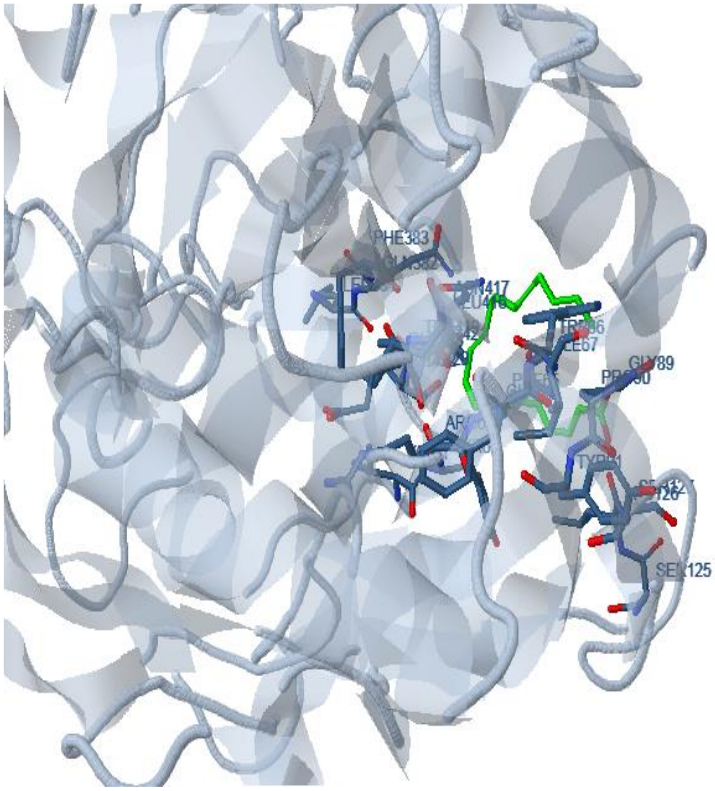


Figure 12. The interaction sites between Eicosapentaenoic acid ligand and CD36 receptor, the formed bonds

The types of bonds formed between the Eicosapentaenoic acid ligand and HMG-CoA receptor are presented in Table 12.

Table 12. The types of bonds formed between the Eicosapentaenoic acid ligand and HMG-CoA receptor

hydrogen bonds	**hydrophobic**
LYS372 (-0.4596)	PHE93 (-1.0325)
	TYR94 (-0.8308)
	LEU361 (-0.789)

The interaction sites between Eicosapentaenoic acid ligand and HMG-CoA, the formed bonds, are illustrated in Figure 13.

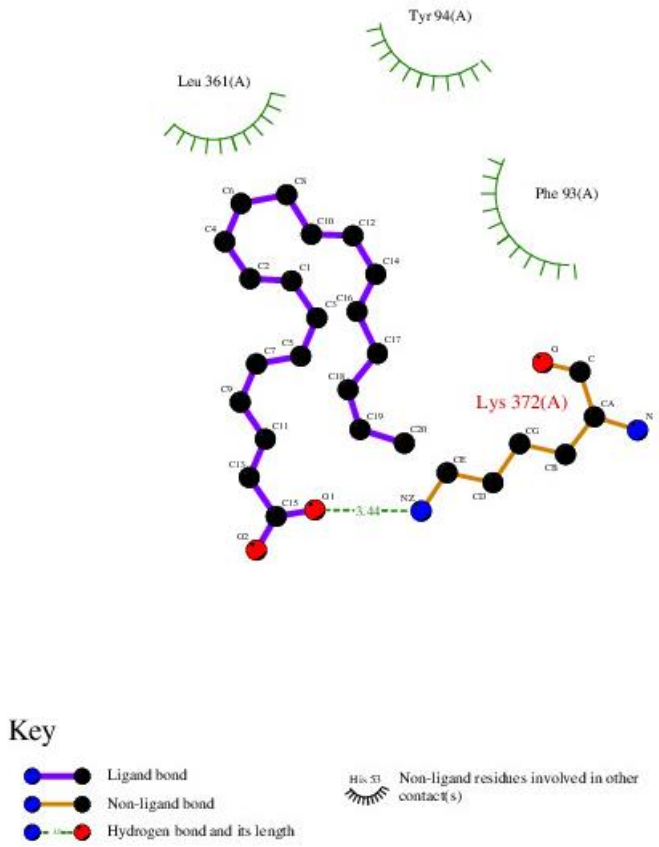


Figure 13. The interaction sites between Eicosapentaenoic acid ligand and HMG-CoA receptor, the formed bonds

The interaction sites between Eicosapentaenoic acid ligand and HMG-CoA receptor are illustrated in Figure 14.

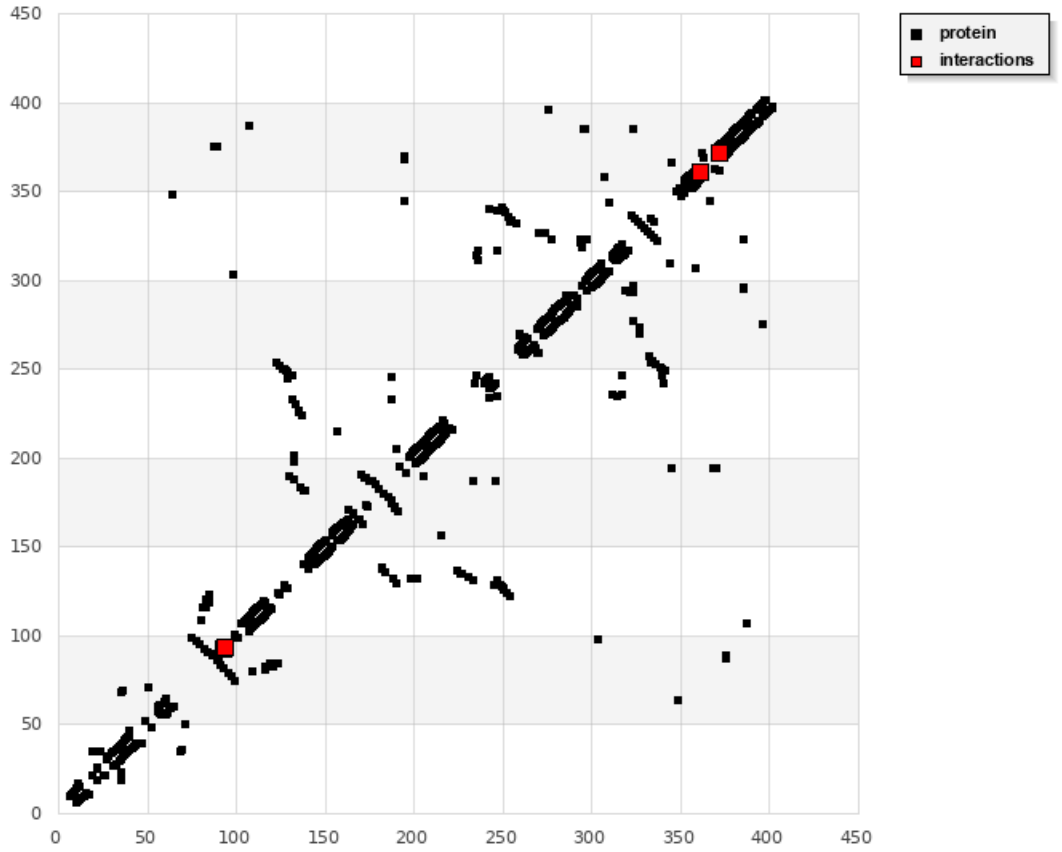


Figure 14. The interaction sites between Eicosapentaenoic acid ligand and HMG-CoA receptor

The interaction sites between Eicosapentaenoic acid ligand and HMG-CoA receptor, as shown in Figure 14, are as follows 93: PHE94: TYR361: LEU372: LYS.

The types of bonds formed between the Eicosapentaenoic acid ligand and LDL receptor are shown in Table 13.

Table 13. The types of bonds formed between the Eicosapentaenoic acid ligand and LDL receptor

hydrophobic	**other**
PHE132 (-0.9621)	GLN133 (-1.2201)
VAL124 (-0.587)	ASN135 (-0.5501)
CYS127 (-0.3791)	SER131 (-0.2627)

The interaction sites between Eicosapentaenoic acid ligand and LDL receptor are illustrated in Figure 15.

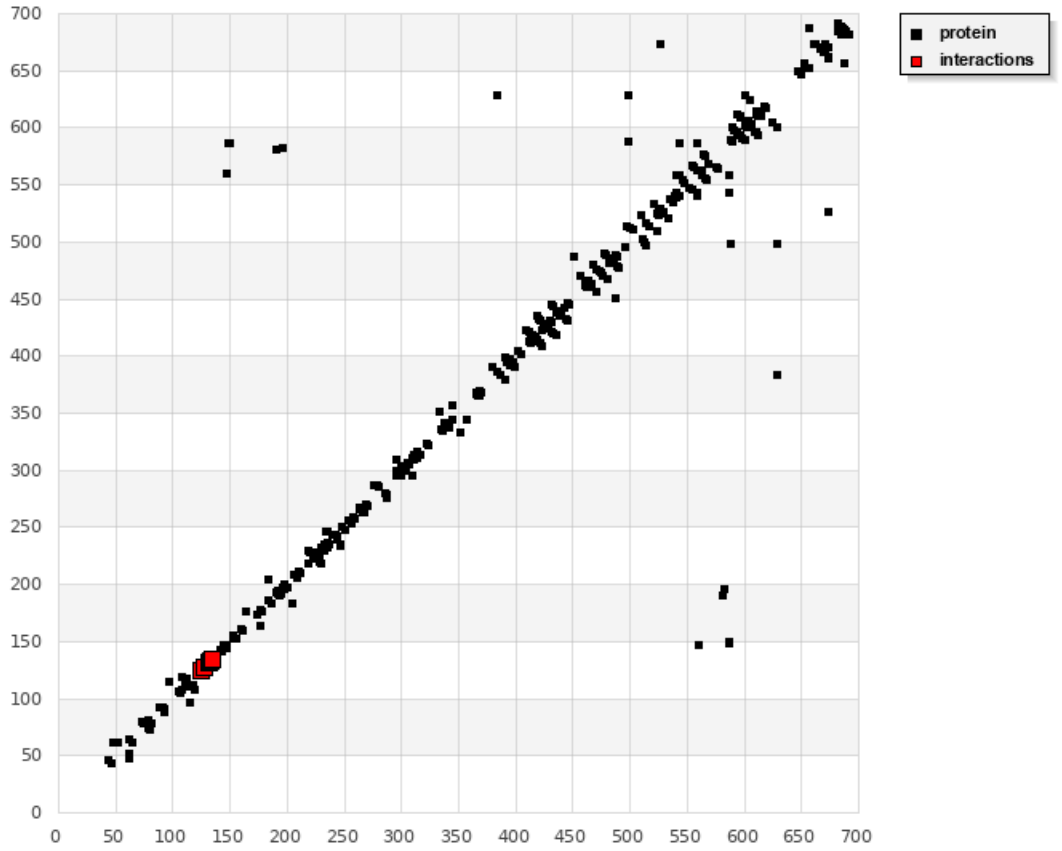


Figure 15. The interaction sites between Eicosapentaenoic acid ligand and LDL receptor

The interaction sites between Eicosapentaenoic acid ligand and LDL receptor, as shown in Figure 15, are as follows 124: VAL127: CYS131: SER132: PHE133: GLN135: ASN.

Computational results indicated that compounds such as cyanidin-3-glucoside exhibit strong binding affinity to HMG-CoA reductase, supporting their role in lowering endogenous cholesterol synthesis (Giampieri et al., 2017). Flavonoids such as quercetin showed favorable interactions with CD36, suggesting a potential to inhibit foam cell formation (Wang et al., 2019). Additionally, chlorogenic acid demonstrated interaction with ABCA1, which is involved in cholesterol efflux, an important anti-atherogenic mechanism (Ouimet et al., 2019).

These findings align with previous studies reporting the ability of *L. caerulea* extracts to reduce oxidative stress and improve lipid profiles (Jurikova et al., 2012; Rop et al., 2010). By targeting multiple molecular pathways, these compounds may collectively contribute to slowing down the progression of atherosclerosis.

Conclusion

The bioactive compounds of *Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica* exhibit promising interactions with key atherosclerosis-related targets, indicating their potential utility as functional food ingredients for cardiovascular disease prevention. These computational insights provide a valuable foundation for future in vitro and in vivo research to validate therapeutic potential.

Acknowledgment

This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Kırıkkale University under Project Number 2025/074. I would like to sincerely thank the BAP Unit for their valuable support.

References

Bikadi, L. Demko and E. Hazai (2007), Functional and structural characterization of a protein based on analysis of its hydrogen bonding network by hydrogen bonding plotArch. Biochem. Biophys. 461, 225-234.

Giampieri, F., Forbes-Hernandez, T. Y., Gasparrini, M., Alvarez-Suarez, J. M., Afrin, S., & Battino, M. (2017). The healthy effects of strawberry bioactive compounds on molecular pathways related to chronic diseases. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1398*(1), 62–71.

Jurikova, T., Sochor, J., Mlcek, J., Balla, S., Hlusek, J., Snopek, L., & Kacaniova, M. (2012). Polyphenolic content, antioxidant capacity and biological effects of honeysuckle berries (*Lonicera caerulea* L.): A review. *International Journal of Molecular Sciences*, *13*(1), 10308–10323.

Libby, P., Ridker, P. M., & Hansson, G. K. (2011). Progress and challenges in translating the biology of atherosclerosis. *Nature*, *473*(7347), 317–325.

McDonald, I. K. and Thornton, J. M., (1994), Satisfying Hydrogen Bonding Potential in ProteinsJMB 238, 777-793.

Ouimet, M., Barrett, T. J., & Fisher, E. A. (2019). HDL and reverse cholesterol transport. *Circulation Research*, *124*(10), 1505–1518.

Rop, O., Mlcek, J., Jurikova, T. (2010). Selected cultivars of *Lonicera caerulea* L. and their antioxidant activity. *HortScience*, *45*(9), 1406–1409.

Trott, O., & Olson, A. J. (2010). AutoDock Vina: Improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading. *Journal of Computational Chemistry*, *31*(2), 455–461.

Wang, Y., Zhang, Q., Chen, Y., Liang, C. L., Liu, L., & Chen, C. (2019). Quercetin modulates lipid metabolism and antioxidant capacity in atherosclerotic rats. *Phytotherapy Research*, *33*(2), 296–304.

GÜNEŞLE UYUM, SAĞLIKLA YAŞAM: SİRKADİYEN RİTİM TEMELLİ FONKSİYONEL YAŞAM YAKLAŞIMI

Hatun Şevval Sağın

İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye, 0009-0001-3620-1299

ÖZET

Sirkadiyen ritim, organizmanın genetik olarak programlanmış 24 saatlik biyolojik döngüsünü ifade eder ve başta uyku-uyanıklık döngüsü olmak üzere; hormon salınımı, besin metabolizması, bağışıklık yanıtı ve hücresel yenilenme gibi yaşamsal süreçlerle yakından ilişkilidir. Ancak modern yaşam tarzı —özellikle yapay ışık kaynaklarına maruz kalma, geç saatlerde yemek yeme, dijital ekran kullanımı, kronik stres ve hareketsizlik gibi faktörler— bu doğal ritmi bozar ve başta uyku bozuklukları, obezite, insülin direnci ve kronik inflamasyon olmak üzere birçok sağlık sorununa zemin hazırlar.

Bu çalışma, sirkadiyen ritmin fizyolojik temellerini açıklarken, fonksiyonel tıp yaklaşımıyla bireylerin yaşam tarzlarını bu biyolojik saatle uyumlu hale getirmesinin sağlığa etkilerini kapsamlı biçimde değerlendirmektedir. Fonksiyonel tıbbın beş temel sütunu olan beslenme düzeni, stres yönetimi, uyku hijyeni, fiziksel hareketlilik ve toksin yükünün azaltılması gibi unsurlar, sirkadiyen biyolojiyle bütüncül bir perspektifte ele alınmıştır.

Çalışma; kronik hastalık riski taşıyan bireyler, menopoz dönemindeki kadınlar ve gece vardiyasında çalışan bireyler gibi özel gruplar için sirkadiyen uyumun önemini vurgulamakta; güncel literatür ışığında bireyselleştirilmiş yaşam tarzı stratejileri sunmaktadır. Sirkadiyen ritmi merkeze alan bu fonksiyonel yaklaşımın, hem bireysel sağlığın korunması hem de uzun vadede halk sağlığı politikalarına katkı sunabileceği öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sirkadiyen ritim, sağlıklı yaşam, fonksiyonel tıp, biyolojik saat, beslenme zamanlaması

LIVING IN HARMONY WITH THE SUN: A FUNCTIONAL LIFESTYLE APPROACH BASED ON CIRCADIAN RHYTHM

ABSTRACT

The circadian rhythm is an internal timekeeper that regulates the body's genetically programmed 24-hour biological cycle. It is closely linked to vital functions such as the sleep-wake cycle, hormone secretion, nutrient metabolism, immune response, and cellular regeneration. However, modern lifestyle factors—such as artificial light exposure, late-night eating, digital screen use, chronic stress, and physical inactivity—can disrupt this rhythm, contributing to sleep disorders, obesity, insulin resistance, and chronic inflammation.

This study explores the physiological foundations of circadian rhythms and evaluates how aligning daily lifestyle practices with this biological clock through a functional medicine perspective can promote overall health. Core pillars of functional medicine—such as nutritional timing, stress management, sleep hygiene, physical activity, and reducing toxic load—are addressed in a circadian context.

The study emphasizes the importance of circadian alignment for specific groups such as individuals at risk of chronic diseases, menopausal women, and shift workers. It offers personalized lifestyle strategies supported by current literature. This functional, circadian-based approach is anticipated to contribute not only to individual health improvement but also to long-term public health outcomes.

Keywords: Circadian rhythm, healthy living, functional medicine, biological clock, nutritional timing

THE ROLE OF THE GLYMPHATIC SYSTEM IN EPILEPSY

Gonul GUROL CIFTCI

Halic University, Faculty of Medicine, Department of Physiology, İstanbul, Türkiye, 0000-0001-5343-9189

ABSTRACT

It has been reported that neurodegenerative diseases can occur where the glymphatic system, a macroscopic waste-cleaning system that also helps transmit non-waste compounds, is impaired. Imaging techniques such as magnetic resonance imaging (MR), single photon emission computed tomography (SPECT), and positron emission tomography (PET), combined with computed tomography, and diffusion tensor image analysis, are used in the evaluation of the glymphatic system in the clinic. It is known that factors such as sleep, aging, anesthetics, alcohol, and exercise play effective roles in regulating the functionality of the glymphatic system. Therefore, the importance of this system in the pathophysiology of neurodegenerative diseases in which these factors interact has recently become more prominent. It has been observed in recent studies that changes in the volume of the perivascular space, which is the most important part of this system, are correlated with some neurodegenerative diseases such as epilepsy. However, the fact that different findings were obtained as a result of evaluating the findings obtained from these studies according to the type of epilepsy, the diversity of the patient population, age, and the method recommended as a marker reveals the need for more detailed, well-designed studies that include a comparison of different imaging methods.

Keywords: Glymphatic System, Epilepsy, MRI, SPECT

The glymphatic system, which has been identified and demonstrated using magnetic resonance imaging (MRI) in human brain tissue, is suggested to act as the glial equivalent of lymphatic circulation (Kim et al., 2024, Okazawa et al., 2024, Botta et al., 2025). The glymphatic system facilitates the exchange of cerebrospinal fluid and interstitial fluid within brain tissue via perivascular pathways (Lliff et al., 2012, Jin et al., 2024). Plasma flow in brain tissue is restricted by the blood-brain barrier (BBB). While scientists previously believed that the brain did not have a lymphatic vascular bed, data from recent studies indicate that such a structure exists. As of 2012, the definition of glial-associated lymphatic system, or “glymphatic system”, has taken its place in the literature (Lliff et al., 2012, Wang et al., 2012, Mogensen et al., 2021).

Identifying the glymphatic system not only facilitates the removal of waste products from the central nervous system but also allows for a better understanding of the physiological and pathophysiological mechanisms of fluid hemostatic dynamics in brain health and brain diseases, paving the way for new areas of research in this area. Furthermore, the glymphatic system also influences the distribution of nutrients and signaling molecules in the brain (Beschorner and Nedergaard, 2024). Research to date has explored the direction of fluid transport, the elimination of metabolic waste products via the glymphatic system, the function of aquaporin 4 (AQP4) in fluid transport, and the role of the glymphatic system in the clearance of metabolic waste during sleep (Botta et al., 2025, Jin et al., 2024). While a highly active glymphatic system fluid transport is observed, particularly during the slow-wave stages of sleep, there is also literature indicating that fluid transport is suppressed during wakefulness (Varga et al., 2016, Klostranec et al., 2021, Takahashi S., 2022). The glymphatic system may lose its functionality due to impaired AQP4 expression in Alzheimer's disease patients, patients with normal pressure hydrocephalus, and patients with traumatic brain injury (Rasmussen et al., 2018).

This dysfunction may also be related to impaired water transport in astrocytes (Jessen et al., 2015). Mice with an AQP4 deletion have been shown to have impaired cerebrospinal fluid flow (Lliff et al., 2012, Verheggen et al., 2018). Findings from a study investigating the effect of acute AQP4 inhibition on peri-infarct astrocyte reactivity and subacute outcome, and the possibility that the apparent diffusion coefficient reflects AQP4 expression patterns, indicate that reducing edema in the early phase of ischemic stroke also reduces peri-infarct astrocytosis and AQP4 depolarization, supporting sensorimotor and cognitive recovery in the subacute phase (Su et al., 2022). Unfortunately, there is still no preventative measure against the occurrence of epileptic seizures after stroke, especially in elderly patients. Therefore, it is suggested that visualizing changes in perivascular spaces in these patients using various imaging modalities after stroke in brain tissue may

contribute to early identification of seizure risks. Furthermore, these findings are accompanied by decreased cerebral blood flow and increased BBB permeability (Venkat et al., 2017, Hlauschek et al., 2024).

The discovery of the glymphatic system has also yielded data demonstrating that neurotoxic protein aggregation waste products are unable to be cleared from brain tissue in neurodegenerative diseases. Inadequate glymphatic clearance leads to the accumulation and even dissemination of these protein aggregates in brain tissue (Boland et al., 2018, Mestre et al., 2017, Botta et al., 2025). Glymphatic functions and/or dysfunctions are being evaluated not only through MRI but also through non-invasive MRI methods, including diffusion tensor imaging along the perivascular space (DTI-ALPS), perivascular space (PVS) analysis, and white matter free water (FW) indices (Jin et al., 2024, Kamagata et al., 2024, Kim et al., 2024, Zhang et al., 2024, Xie et al., 2024, Marecek et al., 2025, Zeng et al., 2025). Data obtained from studies using experimental animal models show that the glymphatic pathway can provide this glymphatic clearance with different clearance rates in different parts of the brain tissues and specific to the area (Harrison et al., 2020, Klostranec et al., 2021, Ishida et al., 2022, Jiang et al., 2023).

The pathophysiology of epilepsy, characterized by spontaneous recurrent seizures, has not yet been fully elucidated due to the multiple interactions between the underlying molecular mechanisms. Patients with epilepsy must face the cognitive, psychological, social, and neurobiological consequences of these multiple interactions in society. Therefore, the cost of epilepsy is quite high, especially considering the comorbid conditions it coexists with (Beghi E, 2020, Collard et al., 2025). There are limited studies in the literature on the role of the glymphatic system in epilepsy, and the findings of these studies suggest that the glymphatic system is dysfunctional in epilepsy (Rabinovitch et al., 2020, Lee et al., 2022a, Lee et al., 2022b). It is argued that this dysfunction may also be effective in the initiation and termination of seizures, and that neuroinflammatory processes may contribute to this (Gorter et al., 2015, Rabinovitch et al., 2020, Liu et al., 2020, Lee et al., 2022a, Lee et al., 2022b, Xie et al., 2024). The disruption of the BBB observed during epileptic seizures not only affects brain excitability but also disrupts the dynamics between the cerebrospinal fluid and interstitial fluid. This can lead to the accumulation of neurotoxic waste in the brain (Gorter et al., 2015, Liu et al., 2020, Dadas et al., 2016, Xie et al., 2024). This dysfunction has been confirmed by various neuroimaging methods, but the body of knowledge regarding advanced molecular and electrophysiological studies that include multiple populations and different epilepsy subtypes, compared with combined imaging methods, and also correlated with biomarkers, is not complete in the literature.

As a result, the majority of data obtained regarding the functioning of the glymphatic system, which is thought to play a crucial role in pathophysiological mechanisms, has been obtained in animal models.The effectiveness of the glymphatic system in patients with epilepsy should be validated not with a single noninvasive imaging technique, but by combining multiple imaging modalities with multiple clinical multidisciplinary studies. Furthermore, the presence of bilateral dysfunction should be carefully analyzed. Furthermore, correlating the obtained imaging data with a biological marker would be an approach that could aid in the diagnosis and treatment of diseases.

REFERENCES

Beghi, E. (2020). The epidemiology of epilepsy. Neuroepidemiology, 54(2), 185-191.

Beschorner, N., & Nedergaard, M. (2024). Glymphatic system dysfunction in neurodegenerative diseases. Current Opinion in Neurology, 37(2), 182-188.

Boland, B., Yu, W. H., Corti, O., Mollereau, B., Henriques, A., Bezard, E., ... & Millan, M. J. (2018). Promoting the clearance of neurotoxic proteins in neurodegenerative disorders of ageing. Nature reviews Drug discovery, 17(9), 660-688.

Botta, D., Hutuca, I., El Ghoul, E., Sveikata, L., Assal, F., Lövblad, K. O., & Kurz, F. T. (2025). Emerging non-invasive MRI techniques for glymphatic system assessment in neurodegenerative disease. Journal of Neuroradiology, 52(3), 101322.

Collard, E., Germany, E., Acedo Reina, E., Dereli, A. S., Apaire, A., Nonclercq, A., & El Tahry, R. (2025). Vagal nerve signals are modulated by spontaneous seizures in Genetic Absence Epilepsy Rats from Strasbourg. Frontiers in Neuroscience, 19, 1568261.

Dadas, A., Washington, J., & Janigro, D. (2016). Cerebral waste accumulation and glymphatic clearance as mechanisms of human neurological diseases. Journal of neurology & neuromedicine, 1(7), 15.

Gorter, J. A., van Vliet, E. A., & Aronica, E. (2015). Status epilepticus, blood–brain barrier disruption, inflammation, and epileptogenesis. Epilepsy & Behavior, 49, 13-16.

Harrison, I. F., Ismail, O., Machhada, A., Colgan, N., Ohene, Y., Nahavandi, P., ... & Lythgoe, M. F. (2020). Impaired glymphatic function and clearance of tau in an Alzheimer's disease model. Brain, 143(8), 2576-2593.

Hlauschek, G., Nicolo, J. P., Sinclair, B., Law, M., Yasuda, C. L., Cendes, F., ... & Vivash, L. (2024). Role of the glymphatic system and perivascular spaces as a potential biomarker for post-stroke epilepsy. Epilepsia Open, 9(1), 60-76.

Jessen, N. A., Munk, A. S. F., Lundgaard, I., & Nedergaard, M. (2015). The glymphatic system: a beginner's guide. Neurochemical research, 40(12), 2583-2599.

Jiang, D., Liu, L., Kong, Y., Chen, Z., Rosa-Neto, P., Chen, K., ... & Frontotemporal Lobar Degeneration Neuroimaging Initiative. (2023). Regional glymphatic abnormality in behavioral variant frontotemporal dementia. Annals of neurology, 94(3), 442-456.

Jin, Y., Zhang, W., Yu, M., Li, J., Du, Y., Wang, W., ... & Ding, J. (2024). Glymphatic system dysfunction in middle-aged and elderly chronic insomnia patients with cognitive impairment evidenced by diffusion tensor imaging along the perivascular space (DTI-ALPS). Sleep Medicine, 115, 145-151.

Iliff, J. J., Wang, M., Liao, Y., Plogg, B. A., Peng, W., Gundersen, G. A., ... & Nedergaard, M. (2012). A paravascular pathway facilitates CSF flow through the brain parenchyma and the clearance of interstitial solutes, including amyloid β. Science translational medicine, 4(147), 147ra111-147ra111.

Ishida, K., Yamada, K., Nishiyama, R., Hashimoto, T., Nishida, I., Abe, Y., ... & Iwatsubo, T. (2022). Glymphatic system clears extracellular tau and protects from tau aggregation and neurodegeneration. Journal of Experimental Medicine, 219(3), e20211275.

Kamagata, K., Saito, Y., Andica, C., Uchida, W., Takabayashi, K., Yoshida, S., ... & Aoki, S. (2024). Noninvasive magnetic resonance imaging measures of glymphatic system activity. Journal of Magnetic Resonance Imaging, 59(5), 1476-1493.

Kim, M., Hwang, I., Park, J. H., Chung, J. W., Kim, S. M., Kim, J. H., & Choi, K. S. (2024). Comparative analysis of glymphatic system alterations in multiple sclerosis and neuromyelitis optica spectrum disorder using MRI indices from diffusion tensor imaging. Human Brain Mapping, 45(5), e26680.

Klostranec, J. M., Vucevic, D., Bhatia, K. D., Kortman, H. G., Krings, T., Murphy, K. P., ... & Mikulis, D. J. (2021). Current concepts in intracranial interstitial fluid transport and the glymphatic system: part I—anatomy and physiology. Radiology, 301(3), 502-514.

Lee, D. A., Park, B. S., Ko, J., Park, S. H., Lee, Y. J., Kim, I. H., ... & Park, K. M. (2022a). Glymphatic system dysfunction in temporal lobe epilepsy patients with hippocampal sclerosis. Epilepsia Open, 7(2), 306-314.

Lee, H. J., Lee, D. A., Shin, K. J., & Park, K. M. (2022b). Glymphatic system dysfunction in patients with juvenile myoclonic epilepsy. Journal of neurology, 269(4), 2133-2139.

Liu, C., Habib, T., Salimeen, M., Pradhan, A., Singh, M., Wang, M., ... & Yang, J. (2020). Quantification of visible Virchow–Robin spaces for detecting the functional status of the glymphatic system in children with newly diagnosed idiopathic generalized epilepsy. Seizure, 78, 12-17.

Marecek, S., Rottova, V., Nepozitek, J., Krajca, T., Krupicka, R., Keller, J., ... & Dusek, P. (2025). Exploring glymphatic system alterations in iRBD and Parkinson's disease using automated DTI-ALPS analysis. npj Parkinson's Disease, 11(1), 76.

Mestre, H., Kostrikov, S., Mehta, R. I., & Nedergaard, M. (2017). Perivascular spaces, glymphatic dysfunction, and small vessel disease. Clinical science, 131(17), 2257-2274.

Mogensen, F. L. H., Delle, C., & Nedergaard, M. (2021). The glymphatic system (En) during inflammation. International journal of molecular sciences, 22(14), 7491.

Okazawa, H., Nogami, M., Ishida, S., Makino, A., Mori, T., Kiyono, Y., & Ikawa, M. (2024). PET/MRI multimodality imaging to evaluate changes in glymphatic system function and biomarkers of Alzheimer's disease. Scientific Reports, 14(1), 12310.

Rabinovitch, A., Aviram, I., Biton, Y., & Braunstein, D. (2020). Explaining recent postictal epilepsy EEG results by the G-lymphatic clearance hypothesis. Medical Hypotheses, 137, 109600.

Rasmussen, M. K., Mestre, H., & Nedergaard, M. (2018). The glymphatic pathway in neurological disorders. The Lancet Neurology, 17(11), 1016-1024.

Sun, C., Lin, L., Yin, L., Hao, X., Tian, J., Zhang, X., ... & Yang, Y. (2022). Acutely inhibiting AQP4 with TGN-020 improves functional outcome by attenuating edema and peri-infarct astrogliosis after cerebral ischemia. Frontiers in Immunology, 13, 870029.

Takahashi, S. (2022). Metabolic contribution and cerebral blood flow regulation by astrocytes in the neurovascular unit. Cells, 11(5), 813.

Wang, Z., Ying, Z., Bosy-Westphal, A., Zhang, J., Heller, M., Later, W., ... & Müller, M. J. (2012). Evaluation of specific metabolic rates of major organs and tissues: comparison between nonobese and obese women. Obesity, 20(1), 95-100.

Xie, L., Zhang, Y., Hong, H., Xu, S., Cui, L., Wang, S., ... & Huang, P. (2024). Higher intracranial arterial pulsatility is associated with presumed imaging markers of the glymphatic system: an explorative study. NeuroImage, 288, 120524.

Varga, A. W., Wohlleber, M. E., Giménez, S., Romero, S., Alonso, J. F., Ducca, E. L., ... & Osorio, R. S. (2016). Reduced slow-wave sleep is associated with high cerebrospinal fluid Aβ42 levels in cognitively normal elderly. Sleep, 39(11), 2041-2048.

Verheggen, I. C. M., Van Boxtel, M. P. J., Verhey, F. R. J., Jansen, J. F. A., & Backes, W. H. (2018). Interaction between blood-brain barrier and glymphatic system in solute clearance. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 90, 26-33.

Zeng, B., Zeng, P., Xiang, Y., Peng, Y., Luo, D., Li, B., ... & Li, Y. (2025). Expansion of White Matter Hyperintensities is Associated with the Glymphatic System Dysfunction in Cerebral Small Vessel Disease. Brain Research Bulletin, 111391.

Zhang, X., Wang, Y., Jiao, B., Wang, Z., Shi, J., Zhang, Y., ... & Sui, B. (2024). Glymphatic system impairment in Alzheimer's disease: associations with perivascular space volume and cognitive function. European Radiology, 34(2), 1314-1323

THE INVESTIGATION OF THE INTERACTIONS OF BIOACTIVE COMPONENTS OF HASKAP BERRY (LONICERA CAERULEA L. VAR. KAMTSCHATICA) WITH 5P21 ONCOGENE RECEPTOR

Faik GÖKALP[1]

[1] Kırıkkale University, Faculty of Education, Science Education, https://orcid.org/0000-0003-4363-3839

ABSTRACT

Lonicera caerulea L. var. Kamtschatica is a valuable plant that grows in high altitudes and cold climates, is frost-resistant and early-fruiting. It is also known as blue honeysuckle, sweet berry honeysuckle, honeyberry, haskap berry or edible honeysuckle. Its fruits are rich in anthocyanins, which may have antioxidant, antimicrobial, antidiabetic, neuroprotective and cardiovascular effects. The total amount of anthocyanins in fresh fruits varies according to the variety. In addition to anthocyanins, it contains phenolic compounds, organic acids, free sugars, α- and γ-tocopherol and fatty acids. It also contains iridoids, which may have anti-inflammatory effects and reduce the risk of metabolic diseases. In this study, the interaction of some important compounds in this plant as ligands with the 5p21 oncogene receptor will be investigated at the molecular level by chemical computational method.

Introduction

Lonicera caerulea L. var. *kamtschatica*, commonly known as haskap berry or blue honeysuckle, is a hardy plant native to cold climates and high altitudes. Its fruits are rich in bioactive compounds, including anthocyanins, phenolic acids, flavonoids, and iridoids, which have been associated with various health benefits such as antioxidant, anti-inflammatory, antidiabetic, and neuroprotective effects (Ochmian et al., 2020; Jurikova et al., 2012).

Anthocyanins, particularly cyanidin-3-glucoside, constitute a significant portion of the berry's polyphenolic content and are known for their strong antioxidant properties (Celli et al., 2014). Iridoids, such as loganic acid, also contribute to the fruit's bioactivity, exhibiting anti-inflammatory and lipid-lowering effects (Ochmian et al., 2020).

The 5p21 region of the human genome houses the CDKN2A gene, which encodes tumor suppressor proteins involved in cell cycle regulation. Mutations or dysregulation in this region have been implicated in various cancers (Sharpless & DePinho, 1999). Investigating the interaction between natural compounds and the 5p21 oncogene receptor may provide insights into potential chemopreventive strategies.

This study aims to explore the molecular interactions between selected bioactive compounds from *L. caerulea* var. *kamtschatica* and the 5p21 oncogene receptor using computational docking methods.

Materials and methods

Selection of bioactive compounds

Based on existing literature, major bioactive constituents of *L. caerulea* var. *kamtschatica* were identified, including:

Anthocyanins: Cyanidin-3-glucoside

Flavonoids: Quercetin, Kaempferol

Phenolic Acids: Chlorogenic acid

Iridoids: Loganic acid

[1] Orcid id: https://orcid.org/0000-0003-4363-3839, E-mail: akgokalp@gmail.com, Mobile: +90 5355655477.

These compounds were selected due to their reported antioxidant and anti-inflammatory activities (Ochmian et al., 2020; Jurikova et al., 2012).

Target protein structure

The 3D structure of the protein encoded by the CDKN2A gene located at the 5p21 locus was retrieved from the Protein Data Bank (PDB ID: 5p21).

Molecular docking

Molecular docking (Bikadi et al.,,2007; McDonald and Thornton,1994) simulations were performed using AutoDock Vina to predict the binding affinities and interaction modes between the selected ligands and the target protein. The docking protocol involved:

Preparation of ligand and protein structures

Definition of the binding site

Execution of docking runs

Analysis of binding energies and interaction patterns

Results and discussions

Docking scores of Receptör (5p21) / Ligands (Linoleic acid, Caffeic acid and Eicosapentaenoic acid) are given in Table 1.

Table 1. Docking scores of Receptörs (5p21) / Ligands (Linoleic acid, Caffeic acid, Eicosapentaenoic acid and Chlorogenic acid)

Docking scores (kcal/mol) Receptörs/ Ligands	**Linoleic acid**	**Caffeic acid**	**Cyanidin 3-glucoside**	**Chlorogenic acid**
5p21 Oncogene Protein	-4.54	-5.34	-8.15	-5.19

The interaction parameters of the linoleic acid ligand with key atherosclerosis-related receptor (5p21) is shown in Table 2.

Table 2. The interaction parameters of the linoleic acid ligand with key atherosclerosis-related receptor (5p21)

Docking scores of Linoleic acid	**Free Energy of Binding(kcal/mol)**	**Inhibition Constant, Ki**	**vdW + Hbond + desolv Energy(kcal/mol)**	**Total Intermolec. Energy(kcal/mol)**
5p21 Oncogene Protein	-4.54	472.69 uM	-7.21	-7.93

The types of bonds formed between the linoleic acid ligand and 5p21 receptor are presented in Table 3.

Table 3. The types of bonds formed between the linoleic acid ligand and 5p21 receptor

hydrogen bonds	**hydrophobic**	**other**
LYS16 (-1.095)	PHE28 (-0.5401)	LYS117 (-1.1474)
	ALA146 (-0.1801)	SER17 (-0.516)
		THR35 (-0.4555)
		ASN116 (-0.0648)

The interaction sites between the linoleic acid ligand and 5p21 receptor, as well as the formed bonds, are illustrated in Figure 1.

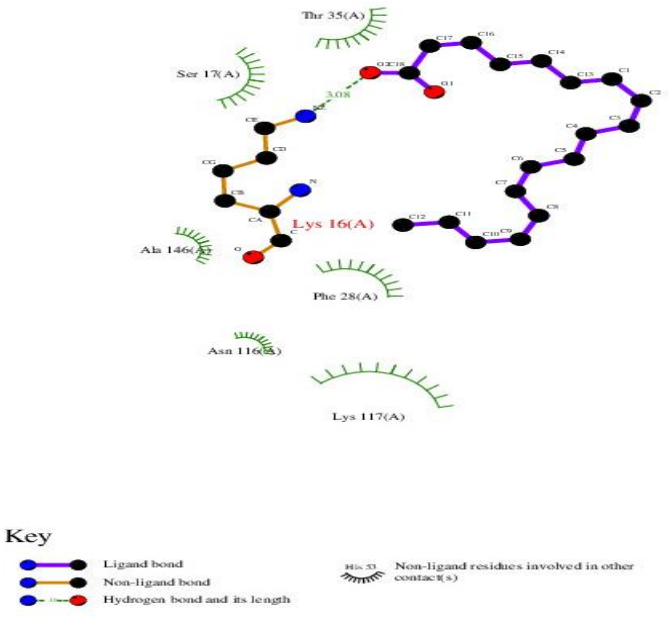


Figure 1. The interaction sites between the linoleic acid ligand and 5p21 receptor, the formed bonds

The interaction sites between the linoleic acid ligand and 5p21 receptor are illustrated in Figure 2.

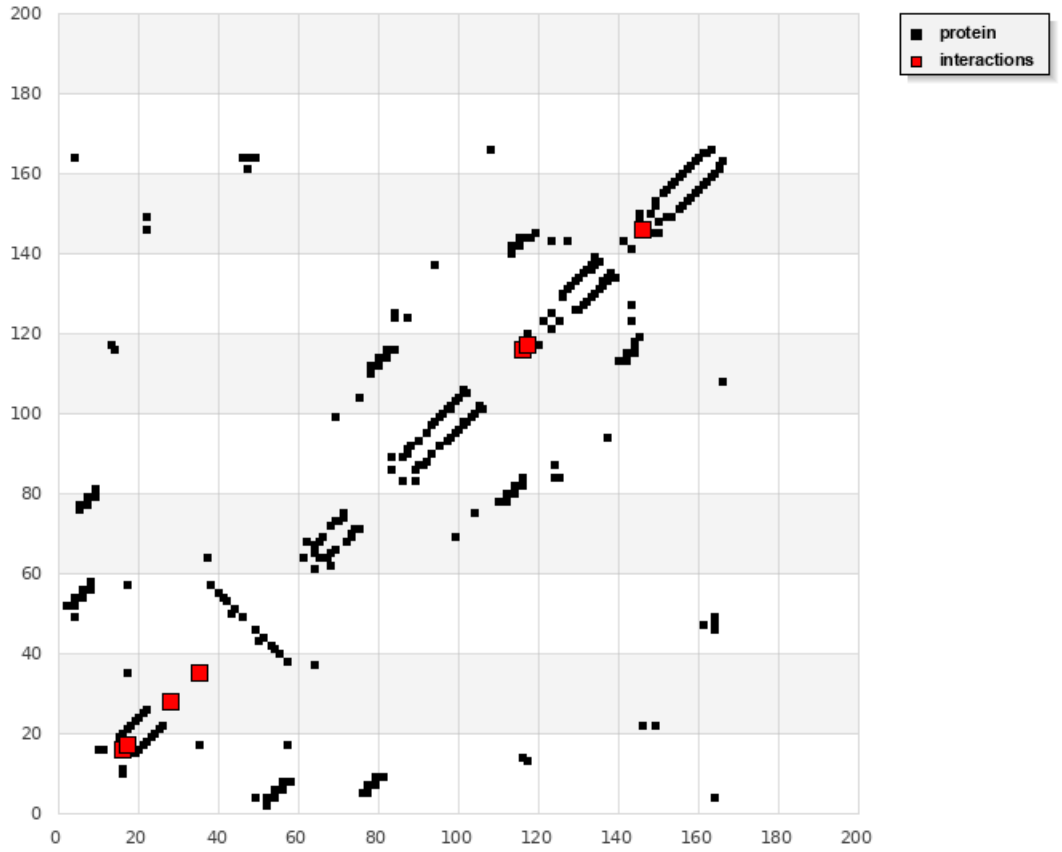


Figure 2. The interaction sites between the linoleic acid ligand and 5p21 receptor

The interaction sites between the linoleic acid ligand and 5p21 receptor, as shown in Figure 2, are as follows; 16: LYS17: SER28: PHE35: THR116: ASN117: LYS146: ALA.

The interaction parameters of Caffeic acid ligand and 5p21 receptor are presented in Table 4.

Table 4. The interaction parameters of Caffeic acid ligand and 5p21 receptor

Docking scores of Caffeic acid	**Free Energy of Binding(kcal/mol)**	**Inhibition Constant, Ki**	**vdW + Hbond + desolv Energy(kcal/mol)**	**Total Intermolec. Energy(kcal/mol)**
5p21 Oncogene Protein	-5.34	122.20 uM	-4.93	-5.37

The types of bonds formed between Caffeic acid ligand and 5p21 receptor are presented in Table 5.

Table 5. The types of bonds formed between Caffeic acid ligand and 5p21 receptor

polar	**hydrophobic**	**other**
SER145 (-0.2989)	PHE28 (-1.0119)	LYS117 (-2.0998)
ASP119 (-0.1354)	ALA18 (-0.2686)	LYS147 (-0.6169)
		ASN116 (-0.5187)
		LEU120 (-0.3538)

The interaction sites between Caffeic acid ligand and 5p21 receptor are illustrated in Figure 3.

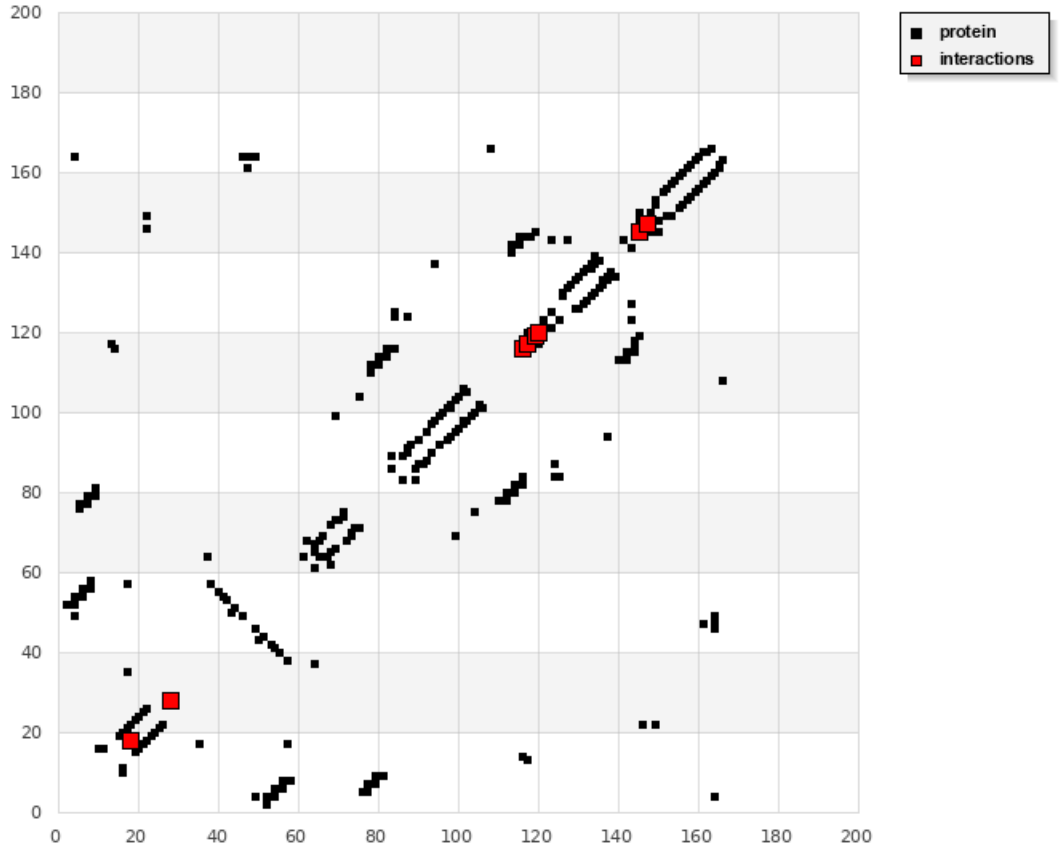


Figure 3. The interaction sites between Caffeic acid ligand and 5p21 receptor

The interaction sites between Caffeic acid ligand and 5p21 receptor, as shown in Figure 3, are as follows; 18: ALA28: PHE116: ASN117: LYS119: ASP120: LEU145: SER147: LYS.

The interaction parameters of Chlorogenic acid ligand and 5p21 receptor are presented in Table 6.

Table 6. The interaction parameters of Chlorogenic acid ligand and 5p21 receptor

Docking scores of Chlorogenic acid	**Free Energy of Binding(kcal/mol)**	**Inhibition Constant, Ki**	**vdW + Hbond + desolv Energy(kcal/mol)**	**Total Intermolec. Energy(kcal/mol)**
5p21 Oncogene Protein	5.19	156.68	-5.18	-5.56

The interaction sites between Chlorogenic acid and 5p21 receptor, as well as the formed bonds, are illustrated in Figure 4.

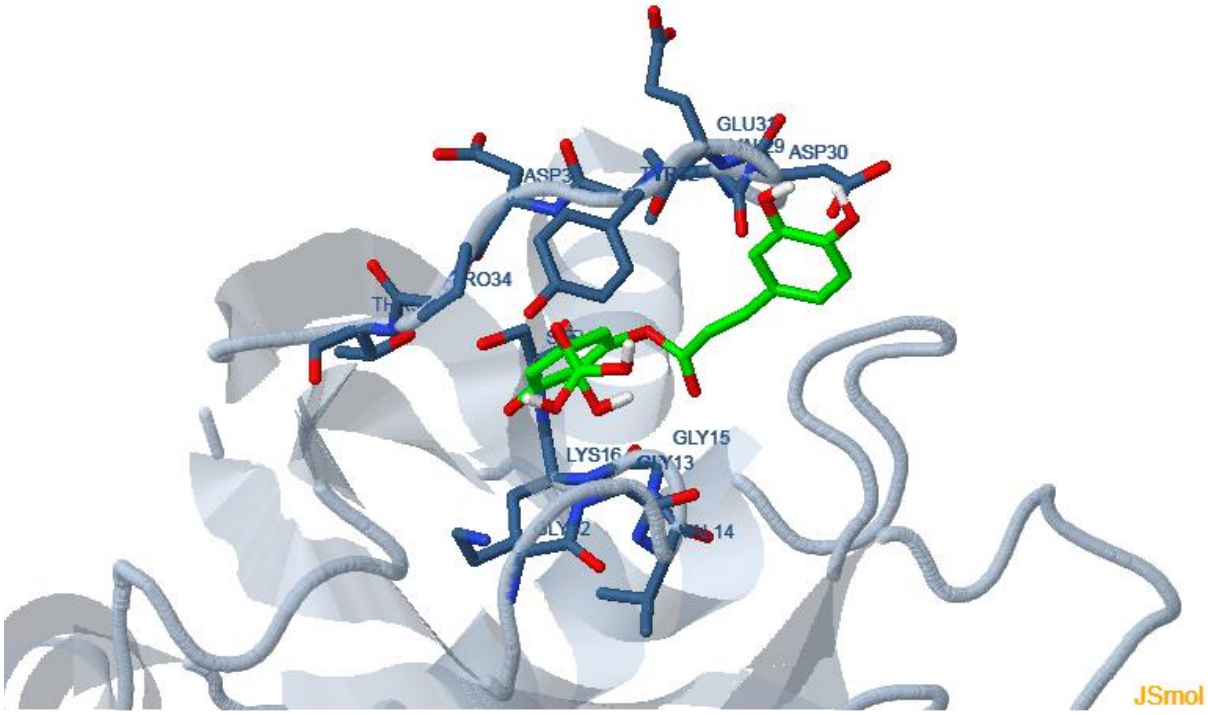


Figure 4. The interaction sites between Chlorogenic acid and 5p21 receptor, as well as the formed bonds

The types of bonds formed between Chlorogenic acid ligand and 5p21 receptor are shown in Table 7.

Table 7. The types of bonds formed between Chlorogenic acid ligand and 5p21 receptor

cation-pi	**other**
TYR32 (-1.4979)	PRO34 (-0.8441)
	ASP30 (-0.0325)

The interaction sites between Chlorogenic acid ligand and 5p21 receptor are illustrated in Figure 5

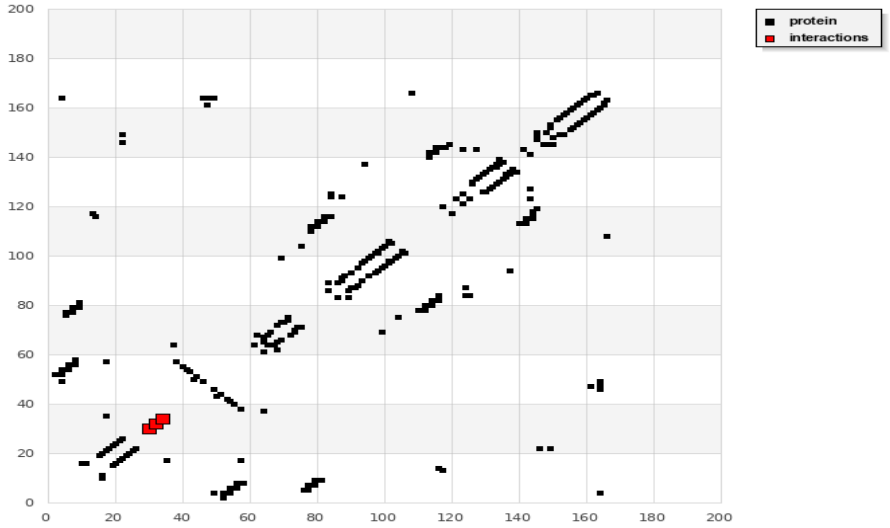


Figure 5. The interaction sites between Chlorogenic acid ligand and 5p21 receptor

The interaction sites between Chlorogenic acid ligand and 5p21 receptor, as shown in Figure 5, are as follows; 30: ASP32: TYR34: PRO.

The interaction parameters of Cyanidin 3-glucoside ligand and 5p21 receptor are shown in Table 8.

Table 8. The interaction parameters of Cyanidin 3-glucoside ligand and 5p21 receptor

Docking scores of Cyanidin 3-glucoside	**Free Energy of Binding(kcal/mol)**	**Inhibition Constant, Ki**	**vdW + Hbond + desolv Energy(kcal/mol)**	**Total Intermolec. Energy(kcal/mol)**
5p21 Oncogene Protein	-8.15	1.06 uM	-6.20	-6.06

The interaction sites between Cyanidin 3-glucoside and 5p21 receptor, as well as the formed bonds, are illustrated in Figure 6.

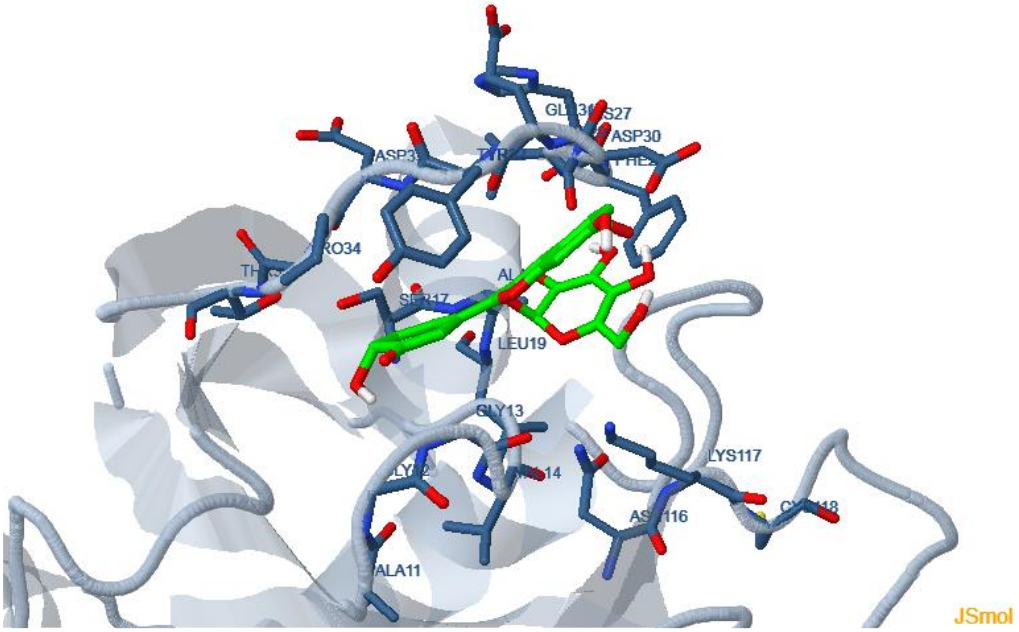


Figure 6. The interaction sites between Cyanidin 3-glucoside and 5p21 receptor, the formed bonds

The types of bonds formed between Cyanidin 3-glucoside ligand and 5p21 receptor are shown in Table 9.

Table 9. The types of bonds formed between Cyanidin 3-glucoside ligand and 5p21 receptor

polar	**cation-pi**	**hydrophobic**	**other**
ASP30 (-4.3631)	PHE28 (0.1347)	TYR32 (-1.3987)	ALA18 (-0.2367)
LYS117 (-0.1956)		PRO34 (-0.8627)	

The interaction sites between Cyanidin 3-glucoside ligand and 5p21 receptor are illustrated in Figure 7.

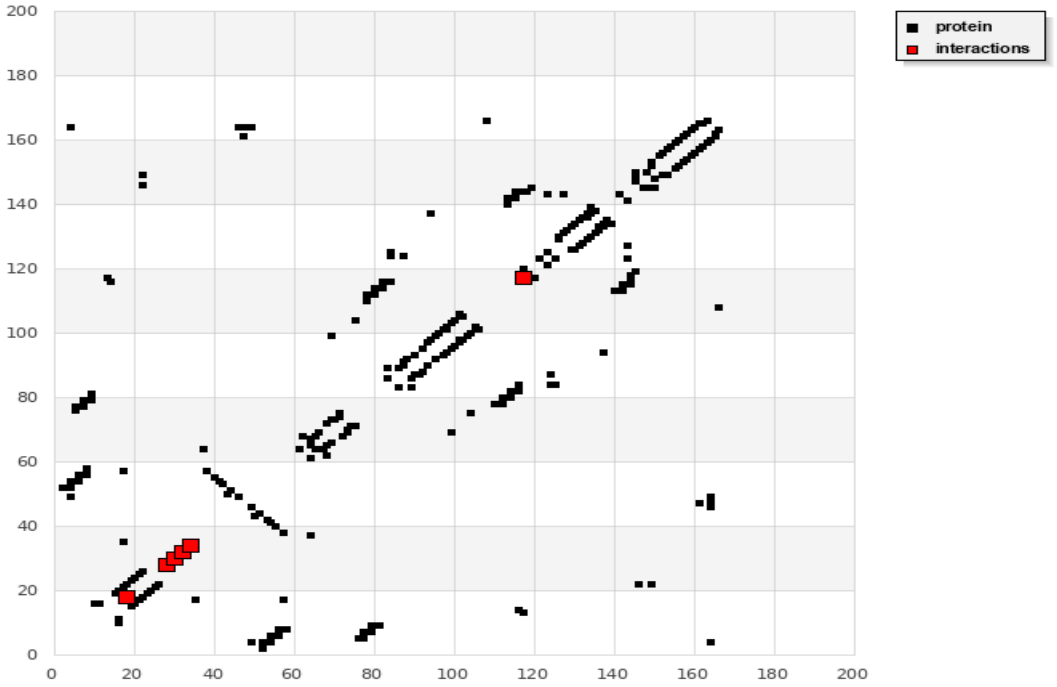


Figure 7. The interaction sites between Cyanidin 3-glucoside ligand and 5p21 receptor

The interaction sites between Cyanidin 3-glucoside ligand and 5p21 receptor, as shown in Figure 7, are as follows; 18: ALA28: PHE30: ASP32: TYR34: PRO117: LYS.

The docking simulations revealed that the selected bioactive compounds exhibited varying degrees of binding affinity towards the 5p21 oncogene receptor. **Cyanidin-3-glucoside** showed a moderate binding affinity, suggesting potential interaction with the receptor's active site. **Quercetin** and **Kaempferol** demonstrated higher binding affinities, indicating a stronger potential to modulate the receptor's activity. **Chlorogenic acid** and **Loganic acid** also exhibited favorable binding energies, supporting their potential role in influencing the receptor's function.

These findings align with previous studies highlighting the anticancer properties of these compounds. For instance, quercetin has been reported to induce cell cycle arrest and apoptosis in various cancer cell lines (Murakami et al., 2008). Similarly, chlorogenic acid has shown inhibitory effects on tumor growth and metastasis (Sato et al., 2011).

The interactions observed in this study suggest that the bioactive compounds from *L. caerulea* var. *kamtschatica* may influence the activity of the 5p21 oncogene receptor, potentially contributing to their chemopreventive effects.

Conclusion

The computational analysis indicates that bioactive compounds present in *Lonicera caerulea* L. var. *kamtschatica* have the potential to interact with the 5p21 oncogene receptor, suggesting a possible mechanism for their anticancer properties. These findings warrant further in vitro and in vivo studies to validate the therapeutic potential of these compounds in cancer prevention and treatment.

References

Bikadi, L. Demko and E. Hazai (2007), Functional and structural characterization of a protein based on analysis of its hydrogen bonding network by hydrogen bonding plotArch. Biochem. Biophys. 461, 225-234.

Celli, G. B., Ghanem, A., & Brooks, M. S. (2014). Bioactive compounds and antioxidant activity of honeysuckle (*Lonicera caerulea* L.) berries and their applications to functional foods. *Journal of Functional Foods*, 6, 384–394.

Jurikova, T., Sochor, J., Mlcek, J., Balla, S., Hlusek, J., Snopek, L., & Kacaniova, M. (2012). Polyphenolic content, antioxidant capacity and biological effects of honeysuckle berries (*Lonicera caerulea* L.): A review. *International Journal of Molecular Sciences*, 13(1), 10308–10323.

McDonald, I. K. and Thornton, J. M., (1994), Satisfying Hydrogen Bonding Potential in ProteinsJMB 238, 777-793.

Murakami, A., Ashida, H., & Terao, J. (2008). Multitargeted cancer prevention by quercetin. *Cancer Letters*, 269(2), 315–325.

Ochmian, I., Skupien, K., Grajkowski, J., Smolik, M., & Ostrowska, K. (2020). Chemical composition and antioxidant activity of haskap berries (*Lonicera caerulea* L.) as affected by genotype and harvest date. *Scientia Horticulturae*, 265, 109236.

Pai, E. F., Wittinghofer, A., & Kabsch, W. (1992). *Refined crystal structure of the triphosphate conformation of H-RAS p21 at 1.35 angstroms resolution: Implications for the mechanism of GTP hydrolysis* [Data set]. Protein Data Bank. https://doi.org/10.2210/pdb5P21/pdb

Sato, Y., Itagaki, S., Kurokawa, T., Ogura, J., Kobayashi, M., Hirano, T., & Iseki, K. (2011). In vitro and in vivo antioxidant properties of chlorogenic acid and caffeic acid. *International Journal of Pharmaceutics*, 403(1-2), 136–138.

Sharpless, N. E., & DePinho, R. A. (1999). The INK4A/ARF locus and its two gene products. *Current Opinion in Genetics & Development*, 9(1), 22–30.

OFİS TİPİ DİŞ BEYAZLATMA TEDAVİSİ İLE İLGİLİ YOUTUBE VİDEOLARININ KALİTE VE İÇERİK ANALİZİ

Deniz ÇETİN

Araştırma Görevlisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Branş: Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0005-0681-8879

Doğan ÇETİN

Uzman Diş Hekimi, Endodonti Anabilim Dalı, ORCID: 0009-0007-8951-5359

Özgür KANIK

Doktor Öğretim Üyesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0002-7667-9254

Hülya ERTEN

Profesör, Dokuz Eylül Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Restoratif Diş Tedavisi Anabilim Dalı, ORCID: 0000-0001-7823-7145

ÖZET

Amaç: Günümüzde merak edilen konular üzerine araştırma yapmak amacıyla YouTube video paylaşım platformu sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmanın amacı YouTube platformunda bulunan ofis tipi beyazlatma ile ilgili Türkçe anlatıma sahip videoların kalite ve içeriklerinin analiz edilmesidir.

Gereç ve Yöntemler: YouTube platformunda ‘‘ofis tipi diş beyazlatma’’ anahtar kelimesi kullanılarak arama yapılmıştır. Arama sonucunda çıkan ilk 100 video izlenmiş, araştırma kriterlerine uyan 32 video çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen videoların; süresi, yüklenme tarihinden itibaren geçen gün sayısı, izlenme sayısı, beğeni sayısı, beğenilmeme sayısı ve yorum sayısı kaydedilmiştir. Ayrıca bu videoları yükleyen kaynak (diş hekimi, ticari, bireysel) ve anlatımı gerçekleştiren kişi (diş hekimi, hasta) bilgileri kaydedilmiştir. Videolara ait izlenme oranı, etkileşim indeksi, bilginin güvenilirliği indeksi (JAMA) ve video tabanlı sağlık bilgilerinin kalitesini değerlendirmek için kullanılan ‘‘Küresel Kalite Skoru (GQS)’’ değerleri hesaplanmıştır. Videoların Küresel Kalite Skoru hesaplanırken 8 alt başlıktan oluşan bir puanlama sistemi kullanılmıştır: ofis tipi diş beyazlatmanın tanımı, prosedürün açıklanması, avantajları, endikasyonları, kontrendikasyonları, işlemin kalıcılığı, işlem kaynaklı komplikasyonlar ve işlemin maliyeti.

Bulgular: Çalışmaya dahil edilen videoların çoğunun (%87,5) anlatıcısı diş hekimidir. Ancak yapılan Mann-Whitney U testi sonucunda; anlatıcısı hasta olan videoların ortalama izlenme oranı, anlatıcısı diş hekimi olan videoların ortalama izlenme oranına kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p = 0,023$; $p < 0,05$). Videoların %22’sinin zayıf, %41’inin orta, %28’inin iyi ve %9’unun çok iyi kalitede bilgi içeriğine sahip olduğu hesaplanmıştır. Zayıf kalitede bilgi içeriğine sahip videoların ortalama süresi, diğer videolara kıyasla anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur ($p < 0,05$).

Sonuç: YouTube platformunda ofis tipi diş beyazlatma tedavisine yönelik hazırlanmış videoların bilgi sağlama açısından sınırlılıkları olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, hastaların bu tedaviyle ilgili bilgi almak için diş hekimliği kliniklerine doğrudan başvurup diş hekimlerinden bilgi almasının daha doğru ve güvenilir olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Ofis tipi diş beyazlatma, internet, diş hekimliği.

QUALITY AND CONTENT EVALUATION OF YOUTUBE™ VIDEOS ON IN-OFFICE TOOTH WHITENING TREATMENT

ABSTRACT

Objective: In recent years, YouTube™ has become a frequently consulted platform for individuals seeking information on various subjects. This study aimed to assess the quality and content of Turkish-language YouTube™ videos related to in-office tooth whitening procedures.

Materials and Methods: A search was conducted on YouTube™ using the keyword "ofis tipi diş beyazlatma" (in-office tooth whitening). The first 100 videos retrieved were screened, and 32 videos meeting the predetermined inclusion criteria were selected for analysis. For each video, duration, the number of days since upload, number of views, likes, dislikes, and comments were recorded. Additionally, the source of the upload (dentist, commercial entity, or individual) and the identity of the presenter (dentist or patient) were documented. Viewing rates, interaction indices, the Journal of the American Medical Association (JAMA) reliability scores, and Global Quality Scores (GQS) were calculated. The GQS assessment was based on an eight-item scoring system encompassing the definition of in-office tooth whitening, procedural description, advantages, indications, contraindications, durability, complications, and treatment cost.

Results: The majority of the evaluated videos (87.5%) were presented by dentists. Nevertheless, Mann-Whitney U test results revealed that videos presented by patients exhibited a significantly higher mean viewing rate compared to those presented by dentists ($p = 0.023$; $p < 0.05$). Overall, 22% of the videos were categorized as having poor-quality information, 41% as moderate, 28% as good, and 9% as very good. Videos classified as poor in informational quality had significantly shorter average durations compared to higher-quality videos ($p < 0.05$).

Conclusion: YouTube™ videos addressing in-office tooth whitening treatment were found to have notable limitations regarding the provision of reliable and comprehensive information. Therefore, it is recommended that patients seek information directly from dental professionals to ensure access to accurate and evidence-based guidance. Furthermore, it is suggested that healthcare professionals contribute to YouTube™ by providing higher-quality educational content on this subject.

Keywords: In-office tooth whitening, YouTube™, dentistry, internet health information.

GİRİŞ

Günümüzde internet, pek çok alanda olduğu gibi sağlık alanında da bilgi almak amacıyla en sık kullanılan iletişim kaynaklarından biri haline gelmiştir. İnternetin bilgiye erişimi mekân ve zaman sınırlaması olmaksızın hızlı ve kolay hale getirmesi, bireyleri sağlıkla ilgili konularda interneti kullanarak bilgi almaya teşvik etmektedir. İnternette doğru ve güvenilir bilgi kaynaklarından yapılan araştırmalar sonucunda hastaların sağlık konusunda bilinci artabileceği gibi, hatalı veya yanıltıcı bilgiler içeren kaynaklar sebebiyle hastalar yanlış tedavilere de yönelebilir.[1,2] YouTube™ video paylaşım platformu, hastaların sağlık alanında merak ettikleri konularda bilgi almak amacıyla en sık kullandığı internet sitelerindendir.[3] Bu siteye farklı kaynaklar tarafından yüklenen, farklı kalitedeki videolar platform tarafından herhangi bir denetlemeye tabi tutulmamaktadır.[4] Bu sebeple hastaların YouTube™ platformundan edindikleri bilgiler doğru olabileceği gibi hatalı da olabilmektedir.[5]

Son yıllarda sosyal medya kullanımının da etkisiyle, hastaların estetik bir gülüşe sahip olma istekleri artmaktadır. Dişlerde iç veya dış kaynaklı renklenmelerin mevcudiyeti, gülüş estetiğini olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple diş beyazlatma tedavisi en çok talep gören dental estetik işlemlerden biridir.[6]

Diş beyazlatma tedavileri sınıflandırılırken, uygulama yöntemleri veya dişlerin vitalite durumu temel alınır. Diş beyazlatma tedavileri uygulama yöntemlerine göre, ofis tipi beyazlatma ve ev tipi beyazlatma olarak; dişin vitalite durumuna göre ise, vital diş beyazlatma ve devital diş beyazlatma olarak sınıflandırılır.[7]

Ofis tipi beyazlatma tedavisi, diş hekimleri tarafından klinik ortamında uygulanır. Bu tedavilerde jel formunda okside edici aktif ajanlar diş yüzeyine uygulanır. Ofis tipi diş beyazlatmada en çok tercih edilen beyazlatma ajanı %30-35'lik konsantrasyonlu hidrojen peroksittir. Hidrojen peroksit beyazlatma etkisini, diş dokularına penetre olup serbest radikaller oluşturarak ve bu sayede pigmente molekülleri parçalayarak gösterir.[8,9]

Beyazlatma işlemine başlamadan önce intraoral yumuşak dokuları korumak amacıyla ağız içine ekartör yerleştirilir. Diş etlerini beyazlatma ajanının etkisinden korumak için dişetine rezin içerikli ışıkla sertleşen gingival bariyer uygulanır. Ardından, dişlerin labial ve bukkal yüzeylerini kaplayacak şekilde beyazlatma ajanı uygulanır. Beyazlatma ajanı mavi LED ışıkla aktive edilir. İşlem genellikle, her seans 15'er dakikalık üç set

olacak şekilde yapılır. Tedavi sonrası beyazlatma ajanı bol miktarda su ile yıkanıp diş yüzeyinden uzaklaştırılır. Dişlerdeki renklenme oranına göre tedavinin seans sayısı ve süresi değişebilmektedir.[10]

Ofis tipi beyazlatma yöntemiyle, ev tipi beyazlatma yöntemine kıyasla daha hızlı sonuç alınmaktadır fakat bu yöntemle dişlerde hassasiyet görülme oranı da artmaktadır.[11] Ayrıca bu yöntemle daha hızlı sonuç alındığı için işlemin geri dönüşü de daha hızlıdır, kalıcılığı daha kısa sürer.[12]

Diş beyazlatma işleminin; hamilelerde, emziren bireylerde, çocuklarda, dişlerinde aktif çürük bulunan veya periodontal hastalığı bulunan bireylerde, dişlerde hâlihazırda hassasiyet şikâyeti olan bireylerde ve mine kırığı veya çatlağı sebebiyle dentin dokusunun açığa çıktığı dişlerde uygulanması önerilmemektedir.[9]

Bu çalışmanın amacı YouTube™ platformunda bulunan ofis tipi beyazlatma ile ilgili Türkçe anlatıma sahip videoların kalite ve içeriklerinin analiz edilmesidir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

YouTube platformunda ‘‘ofis tipi diş beyazlatma’’ anahtar kelimesi kullanılarak 27.04.2025 tarihinde arama yapılmıştır. İnternetin ayarlar kısmından çerez ayarları kapatılarak, geçmiş aramaların yapacağımız çalışmanın verilerini etkilemesinin önüne geçilmiştir. Arama sonucunda çıkan ilk 100 video izlenmiş, araştırma kriterlerine uyan 32 video çalışmaya dahil edilmiştir. Araştırma konusuyla ilgisi olmayan, Türkçe dilinde anlatımı olmayan ve birden fazla kez tekrarlayan videolar çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışmaya dahil edilen videoların; süresi, yüklenme tarihinden itibaren geçen gün sayısı, izlenme sayısı, beğeni sayısı, beğenilmeme sayısı ve yorum sayısı kaydedilmiştir. Ayrıca bu videoları yükleyen kaynak (diş hekimi, ticari, bireysel) ve anlatımı gerçekleştiren kişi (diş hekimi, hasta) bilgileri kaydedilmiştir. Videolara ait izlenme oranı, etkileşim indeksi, bilginin güvenilirliği indeksi (JAMA) ve video tabanlı sağlık bilgilerinin kalitesini değerlendirmek için kullanılan ‘‘Küresel Kalite Skoru (GQS)’’ değerleri hesaplanmıştır. Videoların Küresel Kalite Skoru hesaplanırken 8 alt başlıktan oluşan bir puanlama sistemi kullanılmıştır: ofis tipi diş beyazlatmanın tanımı, prosedürün açıklanması, avantajları, endikasyonları, kontrendikasyonları, işlemin kalıcılığı, işlem kaynaklı komplikasyonlar ve işlemin maliyeti. Her başlık için 1 puan olmak üzere maksimum 8 puan verilmiştir. Toplam puanı 1 veya 2 olan videolar zayıf kalitede, 3 veya 4 olanlar orta kalitede, 5 veya 6 olanlar iyi kalitede, 7 veya 8 olanlar ise çok iyi kalitede bilgi içeriğine sahip kabul edilmiştir. Bilginin güvenilirliği indeksi hesaplanırken ise JAMA kriterleri esas alınmıştır. JAMA kriterleri değerlendirilirken dört parametre baz alınır. Bu dört parametre; videodaki içeriğin yazarına ait bilgi bulunması, videonun yayın tarihinin belli olması, videodaki bilgilerin kaynağının gösterilmesi ve videoda ticari herhangi bir önyargı varsa açıklanmasıdır. Her bir parametre 1 puan değerinde olacak şekilde, 0-4 puan arasında değerlendirme yapılır. Değerlendirme sonucunda videonun aldığı puan ne kadar çoksa videonun içerdiği bilgi o kadar güvenilir demektir.

Verilerin istatistiksel analizi için; videoları izleyen araştırmacının yaptığı ölçümlerin tutarlılığını test etmek amacıyla sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) değeri hesaplanmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı farklılıkların belirlenebilmesi için ikili grup karşılaştırmaları Mann-Whitney U testi ile gerçekleştirilmiştir. Üç ve daha fazla grubun karşılaştırmalı analizi için Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Kruskal-Wallis testini sonuçlarını ikili gruplar halinde değerlendirmek için ikincil analiz yöntemi olan Dunn's testi yapılmıştır.

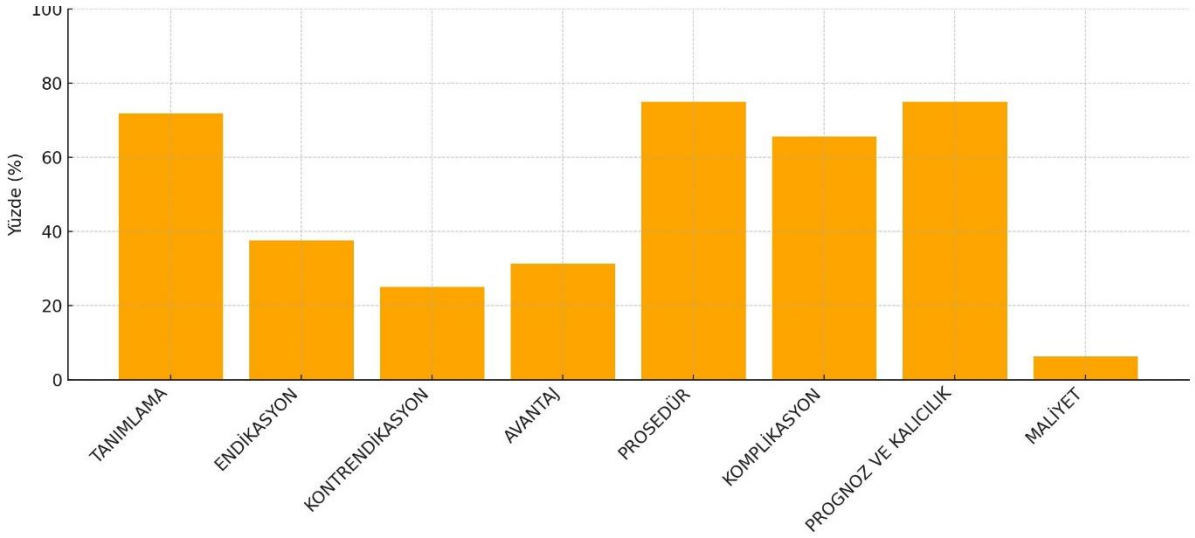
BULGULAR

	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
İzlenme Sayısı	94978.47	216219.42	38.0	806964.0
Video Süresi (dk)	5.81	4.96	0.29	20.55
Yüklenme Zamanından İtibaren Geçen Gün Sayısı	1446.56	970.5	2.0	3816.0
Beğenilme Sayısı	818.41	2233.43	0.0	9900.0
Beğenilmeme Sayısı	0.0	0.0	0.0	0.0
Yorum Sayısı	111.03	268.06	0.0	1273.0
Etkileşim İndeksi	1.73	3.3	0.0	18.42
İzlenme Oranı	65.75	168.22	0.16	787.82
GQS Küresel Kalite Skoru	3.88	1.83	1.0	7.0
Bilginin Güvenilirliği (JAMA)	2.28	0.52	2.0	4.0

Tablo 1. *Çalışmaya dahil edilen videoların tanımlayıcı istatistik değerleri*

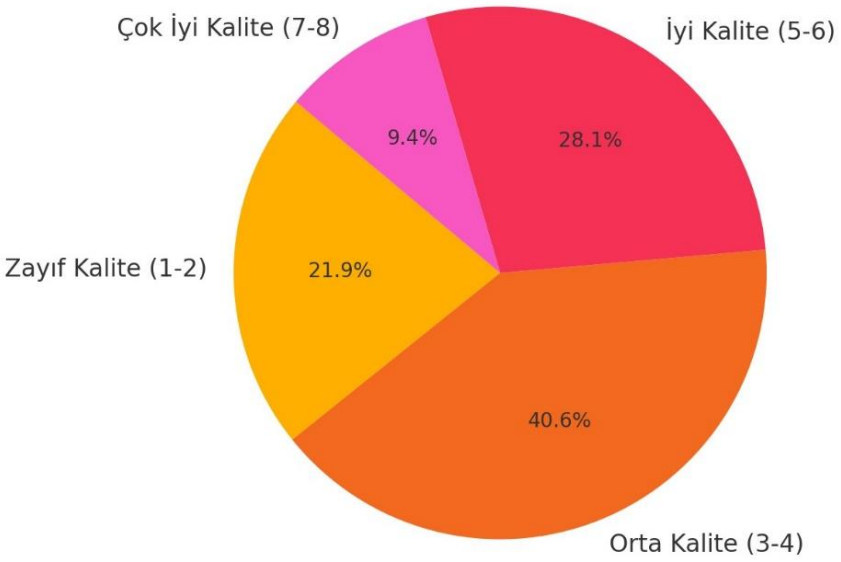
Tanımlayıcı istatistiksel verilere bakıldığında, YouTube™ video paylaşım platformunda ofis tipi diş beyazlatma tedavisi ile ilgili olarak paylaşılan ve çalışmaya dahil edilen 32 adet video 94978.47 ± 216219.42 kez izlenmiştir. Bu videolar 818.41 ± 2233.43 adet beğeni almıştır. Videoların hepsinde beğenilmeme sayısı 0'dır. Videolara 111.03 ± 268.06 yorum yazılmıştır. Videoların Küresel Kalite Skoru (GQS) 3.88 ± 1.83'tür. Bilginin güvenilirliği (JAMA) değeri ise 2.28 ± 0.52'dir.

Çalışmaya dahil edilen videoların hepsini tek bir araştırmacı izleyip değerlendirmiştir. Bu sebeple videoları izleyen araştırmacının yaptığı ölçümlerin tutarlılığını test etmek için videolar aynı kişi tarafından yeniden izlenmiştir. Daha sonra sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) değeri ölçülmüştür. Küresel Kalite Skoru'na ait değerlerin ICC katsayısı 0.83 olarak bulunmuştur. Bu değerin 0.75 – 0.90 arasında olması ''iyi düzeyde tutarlılık'' bulunduğu anlamına gelmektedir.



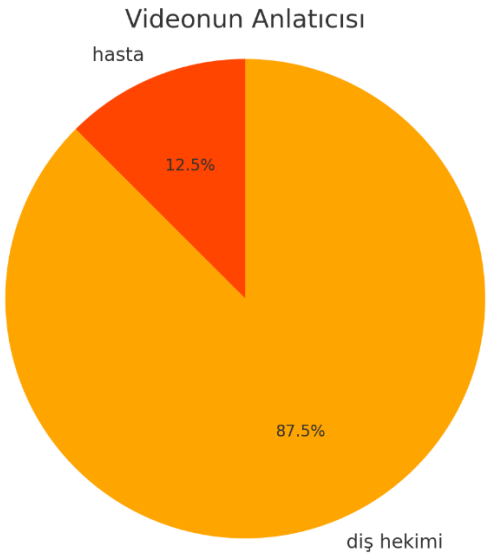
Şekil 1. *Çalışmaya dahil edilen videoların "Küresel Kalite Skoru" (GQS) parametrelerine göre yüzdelik dağılımı*

Çalışmaya dahil edilen 32 adet video bulunmaktadır. Bu videoların 23 tanesinde (%71,88) ofis tipi diş beyazlatma tedavisine dair tanımlama yapılmıştır. 12 videoda (%37,50) bu tedavinin endikasyonlarından, 8 videoda (%25) kontrendikasyonlarından bahsedilmiştir. 10 adet videoda (%31,25) bu tedavinin avantajlarına değinilmiştir. Videoların 24 tanesinde (%75) ofis tipi beyazlatma işleminin klinikte uygulanma prosedürü açıklanmıştır. 21 tane videoda (%65,62) işleme dair komplikasyonlardan söz edilmiştir. 24 tanesinde (%75) ise tedavinin prognozundan ve kalıcılığından bahsedilmiştir. Videoların yalnızca 2 tanesinde (%6,25) maliyet konusunda bilgi verilmiştir.



Şekil 2. *Çalışmaya dahil edilen videoların Küresel Kalite Skoru (GQS) değerlerine göre sınıflandırılması*

Videoların %22'sinin (7 adet) zayıf, %41'inin (13 adet) orta, %28'inin (9 adet) iyi ve %9'unun (3 adet) çok iyi kalitede bilgi içeriğine sahip olduğu hesaplanmıştır.



Şekil 3. *Videoların anlatıcılarına göre dağılım grafiği*

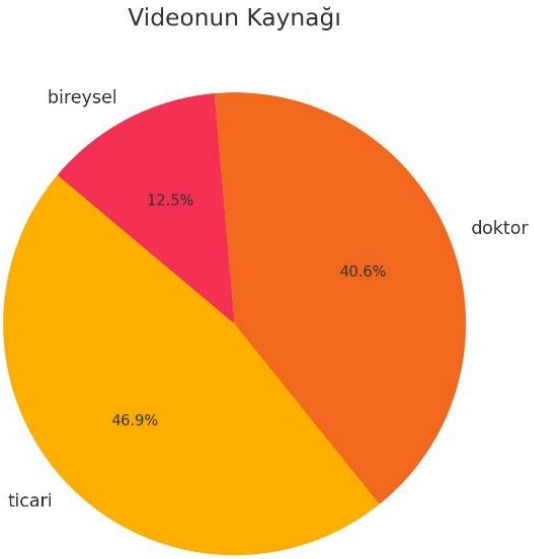
Çalışmaya dahil edilen 32 adet videonun 4'ünde (%12,5) anlatıcı, tedaviye dair deneyimlerini paylaşan hastalardır. 28 videoda (%87,5) ise anlatıcı diş hekimidir.

Tablo 2. *Çalışmaya dahil edilen videoların sayısal değerleri*

	İzlenme Sayısı	Video Süresi (dk)	Yüklenmeden İtibaren Geçen Gün	Beğeni Sayısı	Beğenilmeme Sayısı	Yorum Sayısı	Etkileşim İndeksi	İzlenme Oranı	GQS İndeksi	JAMA Skoru	Video anlatıcısı
1.	405	9.23	1045	1	0	0	0.24	0.39	3	3	hekim
2.	355143	20.55	1401	4000	0	599	1.29	253.49	5	3	hekim
3.	43717	3.56	567	0	0	74	0.16	77.10	3	3	hekim
4.	505779	7.52	642	0	0	376	0.07	787.82	6	4	hekim
5.	753776	5.41	3816	9900	0	452	1.37	197.53	4	2	hasta
6.	806964	12.07	1552	6700	0	1273	0.98	519.95	7	2	hekim
7.	843	8.38	318	26	0	3	3.44	2.65	7	2	hekim
8.	9734	1.26	786	9	0	0	0.09	12.38	4	2	hekim
9.	28224	0.47	3443	72	0	5	0.27	8.20	1	2	hekim
10.	77	0.29	183	0	0	0	0	0.42	1	2	hekim
11.	884	1.37	1535	4	0	0	0.45	0.58	2	3	hekim
12.	46101	13.00	1521	358	0	78	0.94	30.31	5	2	hasta
13.	478	1.10	3015	4	0	0	0.83	0.16	1	2	hekim
14.	466	0.57	1213	2	0	0	0.42	0.38	2	2	hekim
15.	8718	9.24	1077	65	0	39	1.19	8.09	4	2	hasta
16.	46864	9.00	1643	366	0	64	0.91	28.52	7	2	hekim
17.	526	11.28	1616	12	0	0	2.28	0.33	3	3	hekim
18.	897	2.45	1128	4	0	0	0.44	0.80	5	2	hekim
19.	38	2.49	2	7	0	0	18.42	19.00	3	2	hekim
20.	14710	6.57	2271	267	0	27	1.99	6.48	6	2	hekim
21.	17316	3.57	1354	39	0	8	0.27	12.79	2	2	hekim
22.	9221	1.51	2984	41	0	3	0.47	3.09	2	2	hekim
23.	6968	2.36	1308	29	0	6	0.50	5.33	3	2	hekim
24.	14196	2.28	2257	92	0	9	0.71	6.29	6	2	hekim
25.	358528	12.34	3188	4100	0	528	1.29	112.46	3	3	hasta
26.	352	12.40	185	18	0	4	6.25	1.90	6	2	hekim
27.	505	2.45	988	15	0	0	2.97	0.51	3	3	hekim
28.	291	0.57	851	4	0	0	1.37	0.34	3	2	hekim
29.	380	2.39	864	5	0	0	1.31	0.43	5	2	hekim
30.	6246	10.08	1134	33	1	1	0.56	5.50	6	2	hekim
31.	428	5.00	813	4	0	0	0.93	0.52	3	2	hekim
32.	536	5.15	1590	12	0	4	2.98	0.33	3	2	hekim

Tablodaki veriler kullanılarak, ikili veri grubu karşılaştırmaları Mann-Whitney U istatistik testi ile gerçekleştirilmiştir. Üç ve daha fazla istatistiksel veri grubunun karşılaştırmalı analizi için Kruskal-Wallis testi uygulanmıştır. Kruskal-Wallis testini sonuçlarını ikili gruplar halinde değerlendirmek için ikincil analiz yöntemi olan Dunn's testi yapılmıştır. İstatistiksel analizlerin sonuçları:

1- Yapılan Mann-Whitney U testinin sonucunda, zayıf kalitede bilgi içeriğine sahip videoların izlenme oranları, diğer videoların izlenme oranlarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşüktür (p = 0,004; p <0,05).
2- Yapılan Mann-Whitney U testinin sonucunda, zayıf kalitede bilgi içeriğine sahip videoların ortalama süresi (4,01 dakika), diğer videolara kıyasla (7,98 dakika) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur (p = 0,046; p <0,05).
3- Yapılan Kruskal-Wallis testi sonucunda, farklı GQS Küresel Kalite Skoru grubundaki veriler birbirleriyle karşılaştırıldığında, aralarında video süreleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu gözlemlenmiştir (p = 0.0125; p <0.05). Bu fark, videonun kalitesi arttıkça ortalama süresinin de değiştiği anlamına gelmektedir. Yani daha uzun süreli videolar daha kaliteli içerik sunuyor olabilir.
4- Yapılan Mann-Whitney U testi sonucunda; anlatıcısı hasta olan videoların ortalama izlenme oranı (87,10), anlatıcısı diş hekimi olan videoların ortalama izlenme oranına (47,95) kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur (p = 0,023; p <0,05).
5- Yapılan Kruskal-Wallis testi sonucunda; GQS Küresel Kalite Skoru gruplarındaki veriler ile JAMA Bilginin Güvenilirliği Skorları verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır (p = 0.019; p <0.05). Bu sonuç, videoların genel bilgi kalitesi arttıkça (GQS Küresel Kalite Skoru arttıkça), bilginin güvenilirliği açısından da (JAMA skoru) artış gösterdiğini belirtmektedir. Bu veri setine daha sonra ikincil analiz yöntemi olan Dunn's testi uygulanmıştır. Bu test sonucunda bilgi kalitesi "iyi" ve "zayıf" olan videolar arasındaki fark, istatistiksel olarak anlamlıdır (p = 0.026; p <0.05). Bilgi kalitesi “iyi” olan videoların JAMA Bilginin Güvenilirliği Skorlarının, bilgi kalitesi “zayıf” olanlara göre anlamlı biçimde daha yüksek olduğu bulunmuştur.



Şekil 4. *Videoların kaynaklarına göre dağılım grafiği*

Çalışmaya dahil edilen videoların %12,5’i bireysel, %40,6’sı diş hekimi ve %46,9’u ticari kaynaklıdır.

TARTIŞMA

Günümüzde internet, pek çok alanda olduğu gibi sağlık alanında da bilgi almak amacıyla en sık kullanılan iletişim kaynaklarından biri haline gelmiştir. YouTube™ video paylaşım platformu da hastaların tıp ve diş hekimliği alanında merak ettikleri konularda bilgi almak amacıyla yararlandığı internet sitelerindendir. Literatürde tıp ve diş hekimliği alanlarında YouTube™ platformunda paylaşılmış videoların kalite ve içerik analizini yapan daha önce yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmada YouTube™ platformunda bulunan "ofis tipi diş beyazlatma’’ tedavisi ile ilgili Türkçe anlatıma sahip videoların kalite ve içeriklerinin analiz edilmiştir.

Bu çalışmada, YouTube™ video paylaşım platformunda “ofis tipi diş beyazlatma’’ anahtar kelimesiyle arama yapılmıştır. Arama sonucunda çıkan ilk 100 video izlenmiş, araştırma kriterlerine uyan 32 video çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen videoların; Küresel Kalite Skoru (GQS), JAMA bilginin güvenilirliği

skoru, süresi, yüklenme tarihinden itibaren geçen gün sayısı, izlenme sayısı, beğeni sayısı, beğenilmeme sayısı, yorum sayısı ve videonun anlatıcı türü (hekim veya hasta) bilgileri istatistiksel testlerle karşılaştırılmıştır.

Yapılan Mann-Whitney U testinin sonucunda, zayıf kalitede bilgi içeriğine sahip videoların izlenme oranları, diğer videoların izlenme oranlarına kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha düşüktür ($p = 0,004$; $p < 0,05$). Bu sonuç, ofis tipi diş beyazlatma ve dolayısıyla diş tedavileri konusunda bilgi arayan kullanıcıların kaliteli içeriğe yönelme eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Yapılan Mann-Whitney U testinin sonucunda, zayıf kalitede bilgi içeriğine sahip videoların ortalama süresi (4,01 dakika), diğer videolara kıyasla (7,98 dakika) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur ($p = 0,046$; $p < 0,05$). Bu sonuç, daha uzun süreli videoların daha kapsamlı ve eğitici nitelikte bilgi içeriğine sahip olduğunu, bu sebeple daha yüksek kaliteli videolar olabileceklerini düşündürmektedir. Erdinç ve ark. (2022), devital diş beyazlatma tedavisi konusunda YouTube™ platformunda paylaşılmış videoları inceledikleri çalışmada, bizim çalışmamızla benzer sonuca ulaşmışlardır.[13]

Yapılan Mann-Whitney U testi sonucunda; anlatıcısı hasta olan videoların ortalama izlenme oranı (87,10), anlatıcısı diş hekimi olan videoların ortalama izlenme oranına (47,95) kıyasla anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur ($p = 0,023$; $p < 0,05$). Bu sonuç hasta deneyimlerinin izleyiciler tarafından daha ilgi çekici bulunduğunu düşündürmektedir. Bununla birlikte, anlatıcısı hasta olan videoların içerik güvenilirliği açısından, anlatıcısı diş hekimleri olan videolara kıyasla zayıf olabileceği ve bilginin doğruluğu açısından diş hekimi görüşüyle desteklenmesi gerektiği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Yapılan Kruskal-Wallis testi sonucunda; GQS Küresel Kalite Skoru gruplarındaki veriler ile JAMA Bilginin Güvenilirliği Skorları verileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır ($p = 0.019$; $p < 0.05$). Bu veri setine daha sonra uygulanan ikincil analiz yöntemi olan Dunn's testi sonucunda, "iyi" düzeyde bilgi kalitesine sahip videoların JAMA skorlarının, "zayıf" düzeyde bilgi kalitesine sahip videolara kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır ($p = 0,026$). Bu sonuç, daha yüksek bilgi içerik kalitesine sahip videoların aynı zamanda kaynak belirtme, güncellik ve tarafsızlık gibi güvenilirlik kriterlerini de karşıladığını göstermektedir. Öztürk ve ark. (2021), çocuklarda genel anestezi altında uygulanan diş tedavileri konusunda YouTube™ platformunda paylaşılmış videoları inceledikleri çalışmada bizim çalışmamızla benzer sonuca ulaşmışlardır.[14]

SONUÇ

YouTube platformunda ofis tipi diş beyazlatma tedavisine yönelik hazırlanmış videoların bilgi sağlama açısından sınırlılıkları olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, hastaların bu tedaviyle ilgili bilgi almak için diş hekimliği kliniklerine doğrudan başvurup diş hekimlerinden bilgi almasının daha doğru ve güvenilir olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

1. AlGhamdi KM, Moussa NA. Internet use by the public to search for healthrelated information. Int J Med Inform 2012;81(6):363 73.

2. Gholami-Kordkheili F, Wild V, Strech D. The impact of social media on medical professionalism: A systematic qualitative review of challenges and opportunities. J Med Internet Res 2013;15(8):2708.

3. Bezner SK, Hodgman EI, Diesen DL, et al. Pediatric surgery on YouTube™: is the truth out there? J Pediatr Surg. 2014;49(4):586–9.

4. Sampson M, Cumber J, Li C, Pound CM, Fuller A, Harrison D. A systematic review of methods for studying consumer health YouTube videos, with implications for systematic reviews. PeerJ. 2013;1:e147.

5. Hegarty E, Campbell C, Grammatopoulos E, DiBiase AT, Sherriff M, Cobourne MT. YouTube™ as an information resource for orthognathic surgery. J Orthod 2017;44:90-6.

6. Çelik Ç. Diş renklenmelerinin tedavisi. Türkiye Klinikleri J Restor Dent-Special Topics 2017;3:104-12.

7. Heymann HO. (2002) Additional conservative esthetic procedures. In: Robenson TM, Heymann HO, Swift EJ (Eds.). Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry, 4th ed. Missouri, Mosby Inc,: p. 591-560

8. Saruhanoğlu G, Koray F. Beyazlatma İşlemlerinde Başarı Oranları ve Hasta Bilgilendirme. Ankara: Türkiye Klinikleri, 2020.

9. Burke, S., & Güray Efes, B. (2022). Diş Renklenmeleri ve Güncel Tedavileri. Avrupa Bilim Ve Teknoloji Dergisi(43), 55-68. https://doi.org/10.31590/ejosat.1201771

10. Atalı P, Tarçın B, Dokumacıgil G, & Korkut B, (2020a) Diş Beyazlatma Teknikleri, Erdemir U, Restoratif Diş Tedavisi Akıl Notları,1. Baskı, Güneş Tıp Kitapevleri, ,300-302

11. Karadaş, M., & Seven, N. (2015). VİTAL DİŞLERDE BEYAZLATMA. Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 24(-3), 126-135. https://doi.org/10.17567/dfd.11729

12. Perdigao J, Baratieri LN , & Arcari GM. (2004); Contemporary trends and techniques in tooth whitening: a review. Pract Proced Aesthet Dent; 16: 185- 192.

13. Erdinç, G., Özbay, Y., & Yılmaz Çırakoğlu, N. (2022). Are YouTube Videos Reliable Sources of Information About Devital Bleaching?. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi Ve Folklorik Tıp Dergisi, 12(3), 637-644. https://doi.org/10.31020/mutftd.1112747

14. Öztürk G, Gümüş H. Çocuklarda Genel Anestezi Altında Uygulanan Diş Tedavileri ile İlgili YouTube™ Videolarının İçerik Analizi. Selcuk Dent J. 2021;8(1):140-7.

KADINLARDA YEME FARKINDALIĞI İLE METABOLİK SENDROM ARASINDAKİ İLİŞKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gamze BOLAÇ YAVAŞOĞLU[1]

[1]Sincan Sağlıklı Yaşam Merkezi, Ankara, Türkiye, ORCID ID: 0000-0003-2211-962X

Nilüfer ACAR TEK[2]

[3] Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-8772-9608

Merve Nur ASLAN[3,4]

[1]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Bolu, Türkiye

[2]Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye, ORCID ID: 0000-0001-7009-7176

ÖZET

Metabolik sendrom (MetS), obezite, insülin direnci, hipertansiyon, diyabet, aterojenik dislipidemi ve endotel disfonksiyon gibi durumların görüldüğü bir sağlık sorunudur. Bu çalışmada; MetS olan ve olmayan kadınlarda, yeme farkındalığı durumu değerlendirilerek MetS üzerine etkisini görmek, yeme farkındalığı ve diyet kaliteleri arasındaki ilişkiyi saptamak amaçlanmıştır.

Bu çalışma, Sağlıklı Hayat Merkezi diyet polikliniğine başvuran 18-50 yaş arası 176 kadın gönüllü ile yürütülmüştür. Çalışmaya katılan bireylere; genel bilgileri, beslenme alışkanlıkları, 3 günlük besin tüketim kayıtları, yeme farkındalığı ölçeği (YFÖ-30), antropometrik ölçümleri ve biyokimyasal bulgularını içeren bir anket uygulanmıştır. Anket, çalışmaya katılan bireylerle yüz yüze görüşülerek yapılmıştır. Bireylerin diyet kalitesi Sağlıklı Yeme İndeksi-2015 (HEİ-2015) ile değerlendirilmiştir.

Çalışmanın sonucunda, MetS olanların vücut ağırlığı, beden kütle indeksi, bel çevresi, bel/boy oranı, boyun çevresi, vücut yağ kütlesi olmayanlara göre daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Metabolik sendromu olanların açlık kan glukoz, trigliserit, LDL değerleri olmayanlara göre daha yüksek, HDL değeri daha düşüktür ($p<0,05$). Yeme farkındalığı olan MetS'li bireylerin vücut ağırlığı, BKİ, vücut yağ kütlesi yeme farkındalığı düşük olan MetS'li bireylere göre daha düşüktür ($p<0,05$).

Sonuç olarak, MetS ve bileşenlerinin kontrolünde vücut ağırlığı yönetimi, yeme farkındalığı, diyet kalitesinin etkileşimli olduğu tespit edilmiştir. Metabolik sendromlu bireylerin yeme farkındalıklarını yükselterek vücut ağırlıklarını daha iyi yönetebilecekleri düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Diyet kalitesi, Kadın, Metabolik sendrom, Yeme farkındalığı

ASSESSMENT OF THE ASSOCIATION BETWEEN EATING AWARENESS AND METABOLIC SYNDROME AMONG WOMEN

ABSTRACT

Metabolic syndrome (MetS) is a health condition characterized by the coexistence of obesity, insulin resistance, hypertension, diabetes, atherogenic dyslipidemia, and endothelial dysfunction. This study aimed to assess the impact of eating awareness on MetS by evaluating the level of mindful eating in women with and without MetS and to determine the relationship between mindful eating and diet quality.

The study was conducted with 176 voluntary women aged 18–50 who applied to the nutrition outpatient clinic of the Healthy Life Center. Participants were administered a questionnaire that included general information, dietary habits, 3-day food consumption records, the Mindful Eating Questionnaire (MEQ-30), anthropometric measurements, and biochemical findings. The questionnaire was conducted through face-to-face interviews. Diet quality was assessed using the Healthy Eating Index-2015 (HEI-2015).

As a result, body weight, body mass index (BMI), waist circumference, waist-to-height ratio, neck circumference, and body fat mass were found to be significantly higher in women with MetS compared to those without ($p<0.05$). Fasting blood glucose, triglyceride, and LDL levels were significantly higher, while HDL levels were significantly lower in individuals with MetS ($p<0.05$). Among women with MetS, those with higher levels of mindful eating had significantly lower body weight, BMI, and body fat mass compared to those with lower mindful eating levels ($p<0.05$).

In conclusion, it was determined that body weight management, mindful eating, and diet quality interact in the control of MetS and its components. It is suggested that individuals with MetS may better manage their body weight by increasing their mindful eating levels.

Keywords: Diet quality, Women, Metabolic syndrome, Mindful eating.

GİRİŞ

Metabolik sendrom, kardiyovasküler hastalıkların oluşumunda etkili olan ve aynı etiyopatogeneze sahip oldukları düşünülen farklı risk faktörlerinin birlikte yer alması durumudur [1] . Sendrom X olarak tanımlanan ve sonrasında da insülin direnci sendromu, polimetabolik sendrom, ölümcül dörtlü, uygarlık sendromu olarak da isimlendirilen MetS; obezite, insülin direnci, hipertansiyon, diyabet, aterojenik dislipidemi ve endotel disfonksiyon ile ilişkilidir [2] . Hem çevresel (enerji alımı, aterojenik diyet, yetersiz fiziksel aktivite) hem de bireysel (yaş, cinsiyet, ırk) etkenler MetS'in oluşumundan sorumlu olabilir [3] . Metabolik sendrom başlıca hiperglisemi, hipertansiyon, abdominal obezite ve dislipidemiyi kombine olarak içermektedir [4] . Tanısında Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) [5] , Ulusal Kolesterol Eğitim Programı Erişkin Tedavi Paneli (National Cholesterol Education Program Adult Treatment Panel; NCEP-ATP III) [6] ve Uluslararası Diyabet Federasyonu (International Diabetes Foundation (IDF)) [7] gibi kuruluşların farklı tanı kriterleri bulunmaktadır.

Sağlıklı yaşamanın, hastalıklardan uzak durmanın, var olan hastalıklarla mücadele etmenin en önemli yolu sağlıklı beslenmeden geçmektedir. Ne yediğiniz, ne zaman yediğiniz ve ne kadar yediğiniz ise sağlıklı beslenme kavramı açısından önemlidir [8] . Bu noktada son yıllarda sıklıkla dikkat çeken yeme farkındalığı kavramı önem kazanmaktadır. Yeme davranışının bilinçli ve farkına varılarak gerçekleştirilmesi bir başka ifadeyle yeme davranışına var olan dikkatin yönlendirilmesi yeme farkındalığı olarak tanımlanmaktadır [9] . Farkında olarak yemek yeme, açlık ve tokluk durumunun farkındalığından geçmekte ve yemek yemeye yönlendirecek duygusal, sosyal ve çevresel uyaranlara karşı denetimli olarak fazla besin alımını önlemektedir [10] . Yemek yerken o anın farkında olmak, yemeğin duyular üzerindeki etkisine dikkat etmek ve yemeye tepki olarak fiziksel ve duygusal duyumları fark etmek olarak kavramsallaştırılmaktadır [11] . Yeme farkındalığının genel bir tanımı olmamakla beraber, literatürde "besleyici ve sevilen yiyecekleri seçmek, yeme hızını yavaşlatmak, yemek yemek dışında bir şey ile meşgul olmamak, yemek yerken tüm duyuları kullanmak farkında olarak yemek yemeyi-anın farkında olmayı sağlamak" şeklinde geçmektedir [12] .

Farkındalığın MetS'yi etkileyebileceği temel mekanizmalar henüz bilinmemekle birlikte hem fizyolojik hem de psikolojik etkilerinin olabileceği düşünülmektedir [13] . Yapılan araştırmalar [10, 13-15] , farkındalık yaklaşımlarının MetS olan kişilerde uzun vadeli sağlık sonuçlarını iyileştirebileceğini veya uzatabileceğini ve ayrıca genel besin tüketiminde azalma, daha sağlıklı besin seçimleri ve obez popülasyonlar arasında yeme sürecini yavaşlatan uygulamalarla ilişkili olduğunu göstermektedir.

Metabolik sendromun birçok bileşenini kontrol altında tutabilmenin yolu tıbbi beslenme tedavisinden geçmektedir. Bu nedenle MetS'li bireylerin beslenme durumunun, diyet kalitesinin değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Bu çalışmada; MetS olan ve olmayan kadınlarda, yeme farkındalığı durumu değerlendirilerek MetS üzerine etkisini görmek, yeme farkındalığı ve diyet kaliteleri arasındaki ilişkiyi saptamak amaçlanmıştır.

METOD

Çalışma yeri ve örneklem seçimi

Bu çalışma, Ankara ili Sincan ilçesi Sağlıklı Hayat Merkezi diyet polikliniğine doktor tarafından yönlendirilen 18-50 yaş arası çalışmaya katılmayı kabul eden 176 kadın bireyle, Kasım 2019-Mart 2020 tarihleri arasında yürütülmüştür. Örneklem sayısının belirlenmesinde GPOWER programı ile power analizi yapılmış ve %90

güç ve orta etki büyüklüğüne göre yapılan analiz sonucunda her grup için en az 86 kişi toplam 172 kişi olarak hesaplanmıştır.

Psikiyatrik hastalık tanısı olanlar, zayıflama ilacı tedavisi alan obezler, Cushing Sendromu olanlar, menopoza girmiş olanlar, kalp pili olanlar, madde kullanımı olanlar, hipertroidisi veya hipotroidi olanlar, bariatrik cerrahi ameliyatı geçirmiş olanlar, vücudunda protez veya platin bulunanlar, gebeler ve emzirme dönemindeki bireyler ve kronik alkol kullananlar çalışmaya dahil edilmemiştir. Çalışma için Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu'ndan etik kurul raporu 11.09.2019 tarih ve 09 sayılı toplantısı ile onay alınmıştır. Ayrıca çalışmanın yapıldığı kurumun bağlı olduğu Ankara İl Sağlık Müdürlüğü'nden 12.11.2019 tarih ve 105504367 numaralı yazısı ile araştırma izni alınmıştır. Çalışmaya katılan tüm bireyler çalışma hakkında bilgilendirilmiş ve gönüllü olduklarına dair yazılı beyanları alınmıştır. Verilerin toplanmasında çalışmaya katılan tüm gönüllü bireylerle yüz yüze görüşülmüştür. Çalışmaya katılan bireylerin; genel bilgileri, beslenme alışkanlıkları, üç günlük besin tüketim kayıtları, antropometrik ölçümleri (vücut ağırlığı, boy uzunluğu, vücut bileşimi, bel çevresi, boyun çevresi) alınmıştır. Ayrıca yeme farkındalığı ölçeği (YFÖ-30) ve Sağlıklı Yeme İndeksi-2015 (HEİ-2015) uygulanmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırma sonucunda elde edilen veriler IBM SPSS V23 programı ile analiz edilmiştir. Normal dağılıma uygunluk Shapiro-Wilk ve Kolmogorov-Smirnov testleri ile incelenmiştir. Gruplara göre kategorik değişkenlerin karşılaştırılmasında Ki-kare testi kullanılmıştır. İkili gruplara göre normal dağılan nicel verilerin karşılaştırılmasında Bağımsız iki örnek t testi ve normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Üç ve üzeri gruplara göre normal dağılan verilerin karşılaştırılmasında Tek yönlü varyans analizi ve normal dağılmayan verilerin karşılaştırılmasında Kruskal Wallis testi kullanılmıştır. Analiz sonuçları nicel veriler için ortalama ± standart sapma ve ortanca (minimum-maksimum) şeklinde, kategorik veriler için frekans ve yüzde olarak sunulmuştur. Önem düzeyi $p<0,05$ olarak alınmıştır.

BULGULAR

Bireylerin MetS durumuna göre antropometrik ölçümlerinin, vücut bileşiminin ve biyokimyasal parametrelerinin değerlendirilmesi Tablo 1'de verilmiştir. Metabolik sendromu olanların vücut ağırlığı (kg), BKİ'si (kg/m^2), bel çevresi (cm), bel/boy oranı, boyun çevresi (cm), vücut yağ kütlesi (kg), vücut yağ yüzdesi (%), yağsız vücut kütlesi (kg), MetS olmayanlardan istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Boy uzunluğu (cm) ve yağsız vücut kütlesi (%) MetS olmayanlarda, olanlardan anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Metabolik sendromu olanların açlık kan glukozu düzeyi, MetS olmayanlardan istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Metabolik sendromu olanların trigliserit düzeyi, MetS olmayanlardan istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$). Metabolik sendromu olanların HDL kolesterol düzeyi, MetS olmayanlardan istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur ($p<0,05$). Metabolik sendromu olanların LDL kolesterol düzeyi, MetS olmayanlardan istatistiksel olarak daha yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 1. Bireylerin MetS durumuna göre antropometrik ölçümlerinin ve biyokimyasal parametrelerin değerlendirilmesi

Ölçümler	MetS var	MetS yok	p
	$\bar{X}$ ± SS	$\bar{X}$ ± SS	
Vücut ağırlığı (kg)	81,7±12,1	75,5±12,8	**0,001**
Boy uzunluğu (m)	158,4±5,7	161,2±6,8	**0,004**
BKİ (kg/m^2)	32,5±4,7	29,2±4,9	**<0,001**
Bel çevresi (cm)	103,0±10,1	96,0±13,1	**<0,001**

Bel boy oranı	0,7±0,1	0,6±0,1	**<0,001**
Boyun çevresi (cm)	37,3±4,8	35,5±2,9	**<0,001**
Vücut yağ kütlesi (kg)	32,3±7,7	27,7±7,9	**<0,001**
Vücut yağ yüzdesi (%)	38,9±4,9	36,0±5,4	**<0,001**
Toplam vücut suyu (kg)	35,4±4,1	34,4±4,3	0,149
Yağsız vücut kütlesi (kg)	49,4±5,3	47,8±5,8	**0,048**
Yağsız vücut kütlesi (%)	60,4±6,1	64,0±5,4	**<0,001**
Açlık kan glukozu	100,4±14,0	89,1±8,0	**<0,001**
Trigliserit	164,7±63,5	95,6±36,2	**<0,001**
HDL kolesterol	43,4±9,9	53,0±11,2	**<0,001**
LDL kolesterol	112,8±31,9	102,1±25,2	**0,014**

Bireylerin MetS durumuna göre yeme farkındalık puanının ve diyet kalitesi (HEİ-15) puanının karşılaştırılması Tablo 2'dee verilmiştir. Metabolik sendrom durumuna göre gruplar arası yeme farkındalık puanı ve diyet kalitesi (HEİ-15) puanı istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır (p>0,05).

Tablo 2. Bireylerin MetS durumuna göre yeme farkındalık puanının ve diyet kalitesi (HEİ-15) puanının karşılaştırılması

Puan	MetS var	MetS yok	Toplam	p
	$\bar{X}$ ± SS	$\bar{X}$ ± SS	$\bar{X}$ ± SS	
YFÖ 30 puanı	3,43±0,59	3,30±0,49	3,36±0,54	0,132
HEİ puanı	56,57±10,65	54,25±11,39	55,41±11,053	0,165

Bireylerin MetS ve yeme farkındalığı durumuna göre antropometrik ölçümlerinin değerlendirilmesi Tablo 3'te sunulmuştur. Metabolik sendromlu bireylerden yeme farkındalığı yüksek olanların vücut ağırlığı (kg), BKİ (kg/m^2), vücut yağ kütlesi (kg), vücut yağ yüzdesi (%), toplam vücut suyu (kg), yağsız vücut kütlesi (kg) değerleri, yeme farkındalığı düşük olanlardan istatistiksel olarak daha düşük olduğu bulunmuştur (p<0,05). Metabolik sendromlu bireylerden yeme farkındalığı düşük olanların yağsız vücut kütlesi (%) değerleri, yeme farkındalığı olanlardan istatistiksel olarak daha düşük olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Metabolik sendromu olmayanların yeme farkındalığı durumuna göre antropometrik ölçümleri istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır (p>0,05).

Tablo 3. Bireylerin MetS ve yeme farkındalığı durumuna göre antropometrik ölçümlerinin değerlendirilmesi

Değişken	MetS var (n=88)			MetS yok (n=88)		
	Yeme farkındalığı var (n=67)	Yeme farkındalığı yok (n=21)	p	Yeme farkındalığı var (n=61)	Yeme farkındalığı yok (n=27)	p
	$\overline{X} \pm SS$	$\overline{X} \pm SS$		$\overline{X} \pm SS$	$\overline{X} \pm SS$	
Vücut ağırlığı (kg)	79,33±11,02	89,06±12,68	**0,001**	74,43±12,59	77,87±13,26	0,248
Boy uzunluğu (m)	157,93±5,96	160,00±4,49	0,086	160,98±7,13	161,63±5,95	0,682
BKİ (kg/m$^{2)}$	31,82±4,38	34,81±4,90	**0,009**	28,78±4,76	30,12±5,28	0,107
Bel çevresi (cm)	101,91±10,56	106,52±7,40	0,066	94,70±12,83	98,96±13,58	0,162
Bel/boy oranı	0,65±0,08	0,67±0,04	0,174	0,59±0,08	0,61±0,09	0,292
Boyun çevresi (cm)	36,87±5,32	38,48±1,81	0,260	35,05±2,91	36,37±2,71	0,062
Vücut yağ kütlesi (kg)	30,89±7,10	36,80±8,04	**0,002**	27,28±7,62	28,70±8,48	0,440
Vücut yağ kütlesi (%)	38,23±5,17	41,02±3,43	**0,009**	35,99±5,07	36,02±6,07	0,681
Toplam vücut suyu (kg)	34,50±3,96	38,10±3,48	**0,000**	34,01±4,31	35,41±4,02	0,157
Yağsız vücut kütlesi (kg)	48,65±5,25	52,00±4,79	**0,011**	47,17±5,84	49,17±5,57	0,137
Yağsız vücut kütlesi (%)	61,22±6,03	57,91±5,62	**0,011**	63,99±5,07	63,97±6,07	0,684

SONUÇ

Yeme farkındalığı yaklaşımları, MetS olan bireylerde uzun vadeli sağlık sonuçlarını iyileştirebilmektedir. Bu çalışmada, MetS'li bireylerde vücut ağırlığı, BKİ, bel çevresi, bel/boy oranı, boyun çevresi ve vücut yağ kütlesi değerleri MetS olmayan bireylere göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durum MetS'li bireylerde tıbbi beslenme tedavisinin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Aynı zamanda sağlıklı bireylerde yeterli ve dengeli beslenme ile MetS gibi metabolik hastalıklardan korunma sağlanabilir. Araştırmada yeme farkındalığı yüksek olan MetS'li bireylerde vücut ağırlığı, BKİ, vücut yağ kütlesi değerleri ve enerji, doymuş yağ alımı yeme farkındalığı düşük olan MetS'li bireylere göre daha düşük bulunmuştur. Bu değerlendirme, MetS'li bireylerin yeme farkındalıklarını artırarak vücut ağırlıklarını daha iyi yönetebileceklerini göstermektedir. Bununla birlikte yeme farkındalığı yüksek olanların, MetS'in kontrolünde önemi olan vücut ağırlıklarını iyi yönetebilmelerinin nedeninin enerji ve doymuş yağ alımının düşük olmasına bağlanabilmektedir.

Sonuç olarak MetS ve bileşenlerinin kontrolünde vücut ağırlığı yönetimi, yeme farkındalığı ve diyet kalitesinin ne kadar önemli olduğu görülmüştür. Metabolik sendrom, yeme farkındalığı, depresyon ve diyet kalitesi arasındaki ilişkilerin daha net belirlenebilmesi için daha büyük örneklemlerde yapılan çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKÇA

1. Reaven GM. Role of insulin resistance in human disease. Diabetes. 1988;37(12):1595-607.

2. McCracken E, Monaghan M, Sreenivasan S. Pathophysiology of the metabolic syndrome. Clinics in dermatology. 2018;36(1):14-20.

3. Ockene IS, Chiriboga DE, Stanek III EJ, Harmatz MG, Nicolosi R, Saperia G, et al. Seasonal variation in serum cholesterol levels: treatment implications and possible mechanisms. Archives of internal medicine. 2004;164(8):863-70.

4. Akman K, Öney B, Bilgin MG. Fiziksel aktivitenin metabolik sendrom üzerine etkisi. Haliç üniversitesi sağlık bilimleri dergisi. 2023;6(1):1-9.

5. Alberti KGMM, Zimmet PZ. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Provisional report of a WHO consultation. Diabetic medicine. 1998;15(7):539-53.

6. Expert Panel on Detection E. Executive summary of the third report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) expert panel on detection, evaluation, and treatment of high blood cholesterol in adults (adult treatment panel III). Jama. 2001;285(19):2486-97.

7. Alberti KGM, Zimmet P, Shaw J. The metabolic syndrome—a new worldwide definition. The Lancet. 2005;366(9491):1059-62.

8. Durukan A, Gül A. Mindful eating: Differences of generations and relationship of mindful eating with BMI. International Journal of Gastronomy and Food Science. 2019;18:100172.

9. Bishop SR, Lau M, Shapiro S, Carlson L, Anderson ND, Carmody J, et al. Mindfulness: A proposed operational definition. Clinical psychology: Science and practice. 2004;11(3):230.

10. Kristeller J, Wolever RQ, Sheets V. Mindfulness-based eating awareness training (MB-EAT) for binge eating: A randomized clinical trial. Mindfulness. 2014;5:282-97.

11. Warren JM, Smith N, Ashwell M. A structured literature review on the role of mindfulness, mindful eating and intuitive eating in changing eating behaviours: effectiveness and associated potential mechanisms. Nutrition research reviews. 2017;30(2):272-83.

12. Lofgren IE. Mindful eating: an emerging approach for healthy weight management. American Journal of Lifestyle Medicine. 2015;9(3):212-6.

13. Guyot E, Baudry J, Hercberg S, Galan P, Kesse-Guyot E, Péneau S. Mindfulness is associated with the metabolic syndrome among individuals with a depressive symptomatology. Nutrients. 2018;10(2):232.

14. Carpenter KM, Vickerman KA, Salmon EE, Javitz HS, Epel ES, Lovejoy JC. A randomized pilot study of a phone-based mindfulness and weight loss program. Behavioral Medicine. 2019;45(4):271-81.

15. Jeitler M, Lauche R, Hohmann C, Choi K-E, Schneider N, Steckhan N, et al. A Randomized Controlled Trial of Fasting and Lifestyle Modification in Patients with Metabolic Syndrome: Effects on Patient-Reported Outcomes. Nutrients. 2022;14(17):3559.

ERKEK ERGENLERDE KENDI KENDINETESTIS MUAYENESI ÖĞRETIMINDE HANGI TEKNIK DAHA ETKILIDIR? MÜDAHELE ÇALIŞMASI

Ayşe Gül Güven[1]

1. Dr. Öğr. Üyesi, Ankara Üniversitesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları ABD, Ergen Sağlığı BD, ORCHİD:0000-0003-3129-4315

Laden Jafari[2]

2. Dr. Öğr. Üyesi, Atılım Üniversitesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları ABD, ORCHİD: 0000-0003-3373-5815

Murat Doğuş Günel[3]

3. Araştırma Görevlisi, Ankara Üniversitesi, Biyoistatistik ABD, ORCHİD:0000-0002-4689-9491

Özlem Akbulut[4]

4. Dr. Öğr. Üyesi, Başkent Üniversitesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları ABD, ORCHİD:0000-001-6372-7627

ÖZET

Giriş

Testis kanserinin artan sıklığı nedeniyle, testis muayenesinin erken evrelerde yapılması, erkek ergenlerde erken tanı ve tedavi açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak, bu yaş grubuna testis muayenesi öğretiminde hangi tekniğin daha etkili olduğu kesin olarak bilinmemektedir.

Amaç

Bu çalışma, erkek ergenlerde testis muayenesi eğitimi konusunda yüz yüze (model eşliğinde) ve video sunumu gibi iki farklı yöntemin etkinliğini değerlendirmeyi amaçlamıştır.

Metod

Birinci okulda, öğrenci grubuna testis anatomisi, testis hastalıkları, testis kanseri ve testis muayenesi hakkında yazarlar tarafından hazırlanmış bir video gösterilmiştir. İkinci okulda ise başka bir öğrenci grubuna aynı içerik, model eşliğinde yüz yüze eğitim yöntemiyle öğretilmiştir. Tüm katılımcılara, eğitimin başlangıcında ve üçüncü ayın sonunda testis muayenesi ve testis kanseri hakkında bilgi formu ile eğitimlerin başarısını değerlendirmeye yönelik bir değerlendirme formu uygulanmıştır.

Sonuç

Her iki eğitim sonunda da testis muayenesi yapan birey sayısında anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ($p < 0.001$). Ayrıca, eğitim içeriklerine verilen yanıtlar değerlendirildiğinde, her iki eğitimin de anlamlı düzeyde etkili olduğu belirlenmiştir ($p < 0.05$).

Tartışma

Ergen erkeklerin gelişim düzeyine uygun şekilde hazırlanan video içerikleriyle yapılan eğitimler ve interaktif, profesyonel tıbbi modellerle yüz yüze gerçekleştirilen eğitimler, testis muayenesi davranışlarında olumlu değişikliklere yol açabilir. Video veya yüz yüze model aracılığıyla erkek ergenlere verilen eğitimler, testis kanserini tanıma ve testis muayenesi yapma alışkanlığını kazandırma konusunda başarılı sonuçlar vermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ergenler; testis kanseri; öz muayene; erkek

WHICH TECHNIQUE IS MORE EFFECTIVE IN TEACHING TESTICULAR SELF-EXAMINATION IN MALE ADOLESCENTS? AN INTERVENTION STUDY

ABSTRACT

Introduction

Due to the increased frequency of testicular cancer, performing testicular self-examinations in the early stages is crucial for early detection and treatment in male adolescents. However, it is uncertain which technique is best suited for teaching testicular self-examination in this age group.

Objective

The current study aimed to assess the efficiency of formal (face-to-face with model) and informal (video presentation) approaches in this setting in male adolescents.

Methods

In school 1, one group of students was shown a video designed by the authors on the anatomy of the testicles, general information about testicular disorders, testicular cancer, and testicular self-examination, while in school 2, the authors trained the other group on the same content in person using a model. At the start and end of the third month, all participants were given an information form about testicular self-examination and testicular cancer, as well as an evaluation form to assess the success of both training.

Results

At the end of both trainings, the number of people performing testicular self-examination increased significantly ($p < 0.001$). In addition, when the responses to the educational contents were evaluated, it was shown that both trainings were significantly effective ($p < 0.05$).

Discussion

Both video content tailored to the developmental level of the male adolescent group and training face-to -face via interactive and professionally generated medical models may result in beneficial behavioral changes in performing testicular- self-examinations. Training given to male adolescents via video or face-to-face models has yielded successful results in recognizing testicular cancer and implementing the practice of testicular self-examination.

Keywords: Adolescents; testis cancer; self-examination; male

PROBİYOTİKLERİN DEPRESYON ÜZERİNDEKİ ROLÜ: BEYİN-BAĞIRSAK-MİKROBİYOTA EKSENİ BAĞLAMINDA BİR DEĞERLENDİRME

Merve Nur ASLAN[1,2]

[1]Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Bolu, Türkiye

[2]Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye,

ORCID ID: 0000-0001-7009-7176

Nilüfer ACAR TEK[3]

[3] Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye,

ORCID ID: 0000-0002-8772-9608

ÖZET

Depresyon, dünya genelinde birçok insanı etkileyen, bireyin psikososyal işlevselliğini azaltan ve yaşam kalitesini düşüren yaygın bir ruhsal bozukluktur. Günümüzde depresyonun sadece psikolojik ve nörokimyasal temelleri değil; aynı zamanda sistemik fizyolojik süreçlerle ilişkisi de giderek daha fazla araştırılmaktadır. Bu bağlamda, bağırsak mikrobiyotasının ruh sağlığı üzerindeki etkilerini açıklayan beyin-bağırsak-mikrobiyota ekseni kavramı dikkat çekici bir şekilde ön plana çıkmaktadır. Mikrobiyota, merkezi sinir sistemi ile vagus siniri, bağışıklık sistemi ve mikrobiyal metabolitler ile bir etkileşim içerisindedir. Bu etkileşim sayesinde bağışıklık yanıtları düzenlenmekte, nörotransmitter üretimi etkilenmekte ve stres tepkileri şekillenmektedir. Probiyotikler, bağırsaktaki faydalı mikroorganizmaları destekleyen canlı mikroorganizmalar olarak, bu ekseni modüle etme potansiyeline sahiptir. Son dönemlerde "psikobiyotik" olarak adlandırılan bazı probiyotik türlerinin depresyon, anksiyete ve diğer psikiyatrik bozukluklar üzerinde olumlu etkiler gösterebileceği belirtilmektedir. Yapılan klinik ve deneysel çalışmalarda, probiyotiklerin kortizol düzeylerini azaltarak stres yanıtını hafiflettiği, serotonin ve GABA üretimini artırarak duygu durum üzerinde olumlu değişiklikler sağladığı gösterilmiştir. Ayrıca inflamatuar sitokin düzeylerinin düşmesi ve intestinal bariyer bütünlüğünün iyileştirilmesi gibi etkiler de bu süreci desteklemektedir. Bununla birlikte, probiyotiklerin depresyon üzerindeki etkilerine ilişkin çalışmalar henüz yeterince homojen değildir. Kullanılan suşların farklılığı, dozaj ve uygulama süresi gibi metodolojik değişkenlikler nedeniyle sonuçlar arasında farklar bulunabilmektedir. Bunun yanı sıra bireyler arası mikrobiyota kompozisyonundaki bireysel farklılıklar da probiyotiklerin etkinliğini belirleyen önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Sonuç olarak, probiyotiklerin depresyon yönetiminde tamamlayıcı bir tedavi seçeneği olabileceğine dair bilimsel kanıtlar artmaktadır. Ancak depresyonda beyin-bağırsak-mikrobiyota ekseninin rolünün altında yatan kesin mekanizmaların açıklanması için daha fazla randomize kontrollü çalışmaya ve uzun dönemli takip sonuçlarına ihtiyaç vardır. Beslenme bilimi ve psikiyatri disiplinlerinin bir araya gelerek yürüttüğü bu tür araştırmalar, gelecekte probiyotik temelli yeni nesil ruh sağlığı müdahalelerinin kapılarını aralayabilir.

Anahtar Kelimeler: Depresyon, Mikrobiyota-Beyin Ekseni, Probiyotikler, Psikobiyotikler, Ruh Sağlığı, Serotonin

THE ROLE OF PROBİOTİCS İN DEPRESSİON: AN EVALUATİON WİTHİN THE CONTEXT OF THE GUT-BRAİN-MİCROBİOTA AXİS

ABSTRACT

Depression is a common mental disorder that affects many individuals worldwide, reducing psychosocial functionality and quality of life. Today, not only the psychological and neurochemical foundations of depression but also its relationship with systemic physiological processes are increasingly being researched. In this context, the concept of the gut-brain-microbiota axis, which explains the effects of gut microbiota on

mental health, is gaining significant attention. The microbiota interacts with the central nervous system, the vagus nerve, the immune system, and microbial metabolites. This interaction regulates immune responses, affects neurotransmitter production, and shapes stress responses. Probiotics, as live microorganisms that support beneficial microorganisms in the gut, have the potential to modulate this axis. Recently, certain probiotic strains, referred to as "psychobiotics," have been suggested to have beneficial effects on depression, anxiety, and other psychiatric disorders. Clinical and experimental studies have shown that probiotics reduce cortisol levels, alleviating the stress response, and increase the production of serotonin and GABA, leading to positive changes in mood. Additionally, effects such as a decrease in inflammatory cytokine levels and the improvement of intestinal barrier integrity further support this process. However, studies on the effects of probiotics on depression are still not sufficiently homogeneous. Variations in the strains used, dosage, and application duration may lead to differences in the results. Furthermore, individual differences in microbiota composition between individuals emerge as an important factor influencing the efficacy of probiotics. As a result, scientific evidence is increasing regarding the potential of probiotics as a complementary treatment option for depression. However, more randomized controlled trials and long-term follow-up studies are needed to clarify the underlying mechanisms of the gut-brain-microbiota axis in depression. Research conducted at the intersection of nutrition science and psychiatry may open the door to probiotic-based next-generation mental health interventions in the future.

Keywords: Depression, Gut-Brain Axis, Mental Health, Probiotics, Psychobiotics, Serotonin

GİRİŞ

Depresyon, dünya genelinde yaklaşık 350 milyon kişiyi etkileyen yaygın ve karmaşık bir mental sağlık sorunudur [1] . Sıradan ruh hali değişimlerinden farklı olarak, depresyonda umutsuzluk ve çaresizlik duyguları, ilgi ve motivasyon kaybı, hayattan zevk alamama gibi duygudurum bozukluklarıyla birlikte, günlük yaşam aktivitelerini sürdürmede belirgin güçlükler görülebilir [2] . Bireyin psikososyal işlevselliğini önemli ölçüde bozan bu psikiyatrik tablo, sık görülen somatizasyon belirtilerinin yanı sıra ileri vakalarda intihar eğilimleriyle de kendini gösterebilmekte ve ciddi bir halk sağlığı problemi oluşturmaktadır [3] . Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, her yıl 700.000'den fazla kişi intihar nedeniyle hayatını kaybetmekte olup, intihar 15-29 yaş arası bireyler arasında dördüncü en sık görülen ölüm nedeni olarak bildirilmektedir [4] . Depresyon, semptomların sayısı ve şiddetine bağlı olarak hafif, orta veya şiddetli düzeyde sınıflandırılabilirken, bazı bireyler asemptomatik bir tablo gösterebilir [2] . Bununla birlikte, depresyon yalnızca psikolojik belirtilerle sınırlı kalmayıp, fiziksel sağlık üzerinde de önemli etkiler oluşturmakta ve çeşitli kronik hastalıklarla ilişkilendirilmektedir. Özellikle obezite, metabolik sendrom, tip 2 diyabet ve metabolik ilişkili yağlı karaciğer hastalığı gibi metabolik bozukluklarla olan bu ilişki dikkat çekicidir [5-7] . Nitekim 2021 yılında Gawlik-Kotelnicka ve Strzelecki, bu durumu tanımlamak amacıyla “metabolik depresyon” kavramını öne sürmüştür [8] . Bilişsel işlevlerin (bilgi alma, kullanma ve saklama gibi zihinsel süreçlerin) insan olmanın temelini oluşturduğu düşünüldüğünde, depresyonda sıkça görülen bilişsel işlev kaybı, sorunun kapsamını ve niteliğini anlamayı, önlemeyi ve tedavi etmeyi bireyler ve toplumlar için son derece önemli hâle getirmektedir [9] . Depresyonun patogenezi, önlenmesi ve tedavisi açısından büyük önem taşımasına rağmen hâlâ tam olarak netlik kazanmasada, hastalığın gelişiminde çevresel, genetik ve psikolojik birçok etkenin rol oynadığı kabul edilmektedir [3] . Depresyon tedavisinde psikoterapi, antidepresan ilaçlar, elektrokonvülsif tedavi, derin beyin stimülasyonu ve ışık terapisi gibi çeşitli onaylı yöntemler kullanılmaktadır [10] . Bununla birlikte, son zamanlarda bağırsak mikrobiyotası ile beyin arasındaki ilişkinin depresyonun gelişimi ve tedavisinde önemli bir rol oynayabileceği düşünülmektedir [11] . Bu çalışmada amacımız, depresyon ve probiyotikler arasındaki ilişkiyi araştırmaktır.

DEPRESYONDA MİKROBİYOTA

Bağırsak mikrobiyotası terimi, bağırsak lümeninde yaşayan mikroorganizma topluluğunu (bakteriler, mantarlar, protistler, arkeler ve virüsler) ifade etmektedir [12] . Bağırsak mikrobiyomu, bağırsak bütünlüğünün korunması, enerji üretimi, enfeksiyonlara karşı koruma ve bağışıklık sisteminin düzenlenmesi gibi birçok temel fizyolojik işlevde rol oynayan en büyük ve en çeşitli mikrobiyal topluluğu barındırdığı için insan vücudunun "görünmez organı" olarak ifade edilmektedir [13] . Günümüzde bağırsak mikrobiyotası, merkezi sinir sistemi üzerindeki önemli etkileri nedeniyle “ikinci beyin” olarak adlandırılmakta ve nörolojik işlevlerdeki rolü giderek daha fazla önem kazanmaktadır [14, 15] . Depresyonun gelişimi için öne sürülen

başlıca hipotezler arasında monoamin azalma hipotezi, hipotalamus-hipofiz-adrenal ekseninin aşırı aktivasyonu ve beyinden türetilen nörotrofik faktör (BDNF) düzeylerinde azalma yer almaktadır [16] . Bu fizyolojik süreçlerin yanı sıra, bağırsak mikrobiyotasının da beyin fonksiyonları üzerindeki etkisi giderek daha fazla önem kazanmıştır. Bağırsak mikrobiyotasının beyni öncelikle bağırsak-beyin ekseninin humoral ve nöral yollarıyla vagus siniri aracılığıyla etkilediği görülmektedir [17] . Onuncu kranial sinir olan vagus siniri, beyni iç organlara bağlayan beyin-bağırsak ekseninin başlıca sinir bileşenidir [18] . Bağırsak ile beyin arasındaki bu çift yönlü iletişim, vagus sinirine ek olarak hipotalamus-hipofiz-adrenal ekseninin aktivasyonu, triptofan metabolizmasının modülasyonu ve mikrobiyotanın çeşitli nörotransmitterler ile kısa zincirli yağ asitleri gibi nöroaktif metabolitler üretme kapasitesi sayesinde sağlanmaktadır [19] . Bu iletişim, sinirsel iletimi desteklemenin yanı sıra inflamatuar süreçlerin ve fizyolojik yanıtların düzenlenmesi yoluyla bireyin zihinsel durumunu doğrudan etkileyebilmektedir. Ancak mikrobiyal dengenin bozulması, bağırsak geçirgenliğinin artmasına, sistemik inflamasyona ve dolayısıyla çeşitli nöropsikiyatrik bozuklukların gelişmesine zemin hazırlayabilmektedir [10] .

İnsan bağırsak mikrobiyotasında çeşitlilik gösteren mikroorganizma ekosisteminin büyük çoğunluğunu bakteriler oluşturmakta olup, toplam mikrobiyal ekosistemin %99'undan fazlasını temsil etmektedirler [20] . Bağırsak bakterilerinin büyük çoğunluğunu *Firmicutes* (%60-80), *Bacteroidetes* (%20-40), *Proteobacteria* ve *Actinobacteria* oluşturmaktadır. Bağırsak mikrobiyal bileşiminde, yararlı mikroorganizmaların azalması ve zararlı mikroorganizmaların artışıyla karakterize edilen ve konağın sağlığını olumsuz yönde etkileyen duruma disbiyozis denir [21] . Depresyonun gelişiminde bağırsak mikrobiyotasındaki disbiyozun önemli bir rol oynadığı düşünülmekte olup, depresyonlu bireylerde genellikle Firmicutes düzeylerinde azalma, Bacteroidetes, Actinobacteria ve Proteobacteria düzeylerinde ise artış gözlenmektedir [22, 23] . Mikrobiyal dengenin bozulması koruyucu bariyerin işlevinin zayıflamasına yol açarak bağırsak duvarlarının geçirgenliğinde artışa neden olur; bu da proinflamatuvar ajanların kan dolaşımına geçişini kolaylaştırıp mikrobiyota kaynaklı inflamasyonun tetiklenmesine zemin hazırlar [24] . Disbiyotik mikrobiyota transferi, anksiyete ve hafıza bozukluğuyla ilişkili medial prefrontal kortekste inflamatuar gen ifadesinde artışa neden olmaktadır [25] . Bağırsak disbiyozunu düzeltmek, mikrobiyal tabanlı uygulamaların temel terapötik hedefi olup, probiyotiklerin depresyon tedavisindeki rolü de esas olarak bağırsak mikrobiyotasını düzenleyerek mikrobiyal dengeyi yeniden sağlamaya yöneliktir.

PROBİYOTİKLERİN DEPRESYONDAKİ ROLÜ

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre, probiyotikler "uygun konsantrasyonlarda alındığında konakçıya sağlık avantajları sağlayan canlı bakteriler" olarak tanımlanmaktadır. Minimum etkili konsantrasyonlar hakkında güvenilir bilgi olmamasına rağmen, sağlık yararlarının fark edilmesi için minimum 10^6–10^7 CFU/g canlı probiyotik gereklidir [26] . Depresyon tedavisinde çeşitli yöntemler pek çok kişi için önemli ölçüde rahatlama sağlasa da günümüzde artan sayıda bilimsel çalışma, bağırsak mikrobiyotasının ve özellikle probiyotiklerin, bağırsak-beyin ekseni aracılığıyla yenilikçi ve tamamlayıcı tedavi stratejileri geliştirme potansiyeline işaret etmektedir [27, 28] . Zihinsel sağlık yararları sağlayabilen probiyotikler “psikobiyotik” olarak tanımlanmaktadır [29] . Psikiyatri alanında potansiyel bir tedavi yöntemi olarak probiyotik kullanımı, 2000’li yılların başlarından itibaren kademeli olarak ilerlerken, depresyondaki olası yararlı rolünü değerlendiren ilk çalışma 2005 yılında yayımlanmıştır. Bu çalışmada probiyotiklerin antidepresanlara benzer bir etkinliğe sahip olduğu gösterilmiştir [30] . Güncel hipotezler, probiyotiklerin inflamasyonu düzenleyerek, nörotransmitter üreterek ve bağırsak bariyer fonksiyonunu iyileştirerek bu ekseni etkilediğini öne sürmektedir [31] . *Lactobacillus* spp. ve *Bifidobacterium* spp. insan beslenmesinde en çok kullanılan probiyotik mikroorganizmalardır ve genellikle yoğurt, kültürlü ayran ve peynir gibi fermente süt ürünlerinde bulunur [19] . Bu bakteri türleri, anti-depresif potansiyelleri ve olumlu güvenlik profilleriyle bilinirler [22] .

Probiyotiklerin depresyon üzerindeki potansiyel etkilerini inceleyen araştırmalar, son yıllarda hem deneysel hem de klinik düzeyde artış göstermektedir. *In vitro* bulgular, probiyotiklerin sinaptik plastisiteyi ve nöronal canlılığı destekleyebileceğini ortaya koymaktadır. Nitekim, *Lactobacillus rhamnosus GG* ve *Bifidobacterium bifidum TMC3115* suşlarının, hipokampal nöronal canlılık ve sinaptik BDNF ekspresyonu üzerinde olumlu etkiler sağladığı gösterilmiştir [32] . Çölyak hastalığının sıçan modelinde yapılan başka bir çalışmada, beyinde BDNF düzeylerinin azaldığı ve bunun psikiyatrik komorbiditelerle ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ancak, *Lactobacillus Rhamnosus GG* suşu ile yapılan 10 günlük probiyotik uygulamasının [10^9 CFU/gün], bu azalmayı tersine çevirerek BDNF düzeylerini artırdığı bildirilmiştir [33] . *In vivo* düzeyde, kronik strese maruz

bırakılan farelerde gerçekleştirilen bir çalışmada, *Lactobacillus lactis* suşunun depresif semptomları hafiflettiği ve bu suşun depresyon semptomlarının iyileştirilmesinde umut vadeden bir ajan olabileceği belirtilmiştir [34] . İnsan çalışmalarında da benzer şekilde umut verici sonuçlar elde edilmiştir. Sağlıklı gönüllüler üzerinde yapılan erken dönem bir çalışmada, 4 haftalık probiyotik uygulamasının davranışsal, sinirsel ve mikrobiyom düzeylerinde eşzamanlı olarak belirgin etkiler gösterdiği bildirilmiştir [35] . Farklı probiyotik türlerinin kullanıldığı müdahalelerde yalnızca depresyon değil, aynı zamanda öfke, yorgunluk ve uyku bozuklukları gibi belirtilerde de iyileşmeler gözlenmiştir. Yapılan bir çalışmada, *B. longum DSM 16603*, *L. fermentum LF16*, *L. rhamnosus LR06* ve *L. plantarum LP01* içeren bir kombinasyon, ruh hali üzerinde anlamlı iyileşmeler sağlarken, bu etkilerin arınma tedavisinden üç hafta sonrasında dahi sürdüğü bildirilmiştir [36] . Ayrıca, anksiyete ve depresyonla sıklıkla birlikte görülen uykusuzluk üzerinde yapılan bir başka çalışmada, anksiyeteli öğrencilere üç hafta boyunca günde iki kez *L. plantarum JYLP-326* verilmesinin uykusuzluk şiddetini anlamlı olarak azalttığı saptanmıştır. Buna karşılık, plasebo grubunda uykusuzluk belirgin şekilde artmış, uykusuzluk ile depresyon arasında çift yönlü bir ilişki gözlemlenmiştir [37] . Probiyotikler çoklu suş kombinasyonları şeklinde de kullanılabilmektedir. Hafif ve orta şiddette depresyonu olan bireylerde 14 farklı bakteri türü içeren çok türlü bir probiyotik kombinasyonunun dört haftalık kullanımı, PHQ-9 (Hasta Sağlık Anketi) skorlarını belirgin düzeyde düşürerek antidepresan benzeri bir etkiye işaret etmiştir [38] .

SONUÇ

Depresyonun gelişiminde bağırsak mikrobiyotasının rolü giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Mikrobiyal disbiyozun inflamasyon, nörotransmitter dengesizlikleri ve bağırsak-beyin ekseni aracılığıyla depresif semptomları etkileyebileceği gösterilmiştir. Bu bağlamda, probiyotikler; özellikle Bifidobacterium ve Lactobacillus türleri aracılığıyla bağırsak mikrobiyotasını düzenleyerek depresyonun yönetiminde tamamlayıcı bir tedavi seçeneği olarak öne çıkmaktadır. Ancak, bu canlı mikroorganizmaların antidepresanlara kıyasla birincil tedavi olarak mı yoksa tamamlayıcı yaklaşım olarak mı daha etkili olduğu, henüz net değildir. Probiyotiklerin etkili olabilmesi için doğru suş, yeterli doz ve uygun tedavi süresi gibi faktörlerin belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca, prebiyotikler, simbiyotikler, metabiyotikler, sağlıklı diyet örüntüleri, polifenol açısından zengin gıdalar, mikrobesin destekleri ve egzersiz gibi yaşam tarzı etmenleriyle kombine edilen psikobiyotik tedavi stratejileri düşünüldüğü zaman daha geniş kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır. Sonuç olarak, bağırsak mikrobiyotasını hedefleyen probiyotik bazlı yaklaşımlar, depresyonun önlenmesinde ve tedavisinde umut vadeden bireyselleştirilebilir seçenekler sunmaktadır. Bu alandaki gelecekteki araştırmalar, psikobiyotiklerin etkili kullanım koşullarını daha iyi anlamamıza ve depresyon tedavisine bütüncül bir bakış açısı getirmemize katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

1. Solem S, Hagen R, Wang CE, Hjemdal O, Waterloo K, Eisemann M, Halvorsen M. Metacognitions and mindful attention awareness in depression: A comparison of currently depressed, previously depressed and never depressed individuals. Clinical Psychology & Psychotherapy. 2017;24(1):94-102.

2. James SL, Abate D, Abate KH, Abay SM, Abbafati C, Abbasi N, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. The lancet. 2018;392(10159):1789-858.

3. Gao J, Zhao L, Cheng Y, Lei W, Wang Y, Liu X, et al. Probiotics for the treatment of depression and its comorbidities: A systemic review. Frontiers in cellular and infection microbiology. 2023;13:1167116.

4. World Health Organization WHO. Depressive disorder (depression) 2023 [Available from: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression.

5. Moazzami K, Lima BB, Sullivan S, Shah A, Bremner JD, Vaccarino V. Independent and joint association of obesity and metabolic syndrome with depression and inflammation. Health psychology. 2019;38(7):586.

6. Shinkov A, Borissova A-M, Kovatcheva R, Vlahov J, Dakovska L, Atanassova I, Petkova P. Increased prevalence of depression and anxiety among subjects with metabolic syndrome and known type 2 diabetes mellitus–a population-based study. Postgraduate medicine. 2018;130(2):251-7.

7. Soto-Angona Ó, Anmella G, Valdés-Florido MJ, De Uribe-Viloria N, Carvalho AF, Penninx BW, Berk M. Non-alcoholic fatty liver disease (NAFLD) as a neglected metabolic companion of psychiatric disorders: common pathways and future approaches. BMC medicine. 2020;18:1-14.

8. Gawlik-Kotelnicka O, Strzelecki D. Probiotics as a treatment for "Metabolic Depression"? A rationale for future studies. Pharmaceuticals. 2021;14(4):384.

9. Dobielska M, Bartosik NK, Zyzik KA, Kowalczyk E, Karbownik MS. Mechanisms of Cognitive Impairment in Depression. May Probiotics Help? Front Psychiatry. 2022;13:904426.

10. Jach ME, Serefko A, Szopa A, Sajnaga E, Golczyk H, Santos LS, et al. The role of probiotics and their metabolites in the treatment of depression. Molecules. 2023;28(7):3213.

11. McEwen B, Fenasse R. Probiotics and depression:'The link between the microbiome-gut-brain axis and digestive and mental health'. Journal of the Australian Traditional-Medicine Society. 2019;25(3):127-32.

12. Hrncir T. Gut microbiota dysbiosis: triggers, consequences, diagnostic and therapeutic options. MDPI; 2022. p. 578.

13. Merkouris E, Mavroudi T, Miliotas D, Tsiptsios D, Serdari A, Christidi F, et al. Probiotics' effects in the treatment of anxiety and depression: A comprehensive review of 2014–2023 clinical trials. Microorganisms. 2024;12(2):411.

14. Ridaura V, Belkaid Y. Gut microbiota: the link to your second brain. Cell. 2015;161(2):193-4.

15. Yang Z, Li J, Gui X, Shi X, Bao Z, Han H, Li MD. Updated review of research on the gut microbiota and their relation to depression in animals and human beings. Mol Psychiatry. 2020;25(11):2759-72.

16. Sonali S, Ray B, Ahmed Tousif H, Rathipriya AG, Sunanda T, Mahalakshmi AM, et al. Mechanistic insights into the link between gut dysbiosis and major depression: an extensive review. Cells. 2022;11(8):1362.

17. Mörkl S, Wagner-Skacel J, Lahousen T, Lackner S, Holasek SJ, Bengesser SA, et al. The role of nutrition and the gut-brain axis in psychiatry: a review of the literature. Neuropsychobiology. 2020;79(1):80-8.

18. Radford-Smith DE, Anthony DC. Prebiotic and probiotic modulation of the microbiota–gut–brain axis in depression. Nutrients. 2023;15(8):1880.

19. Sabit H, Kassab A, Alaa D, Mohamed S, Abdel-Ghany S, Mansy M, et al. The effect of probiotic supplementation on the gut–brain axis in psychiatric patients. Current issues in molecular biology. 2023;45(5):4080-99.

20. Zhao Ma, Chu J, Feng S, Guo C, Xue B, He K, Li L. Immunological mechanisms of inflammatory diseases caused by gut microbiota dysbiosis: A review. Biomedicine & Pharmacotherapy. 2023;164:114985.

21. Barrio C, Arias-Sánchez S, Martín-Monzón I. The gut microbiota-brain axis, psychobiotics and its influence on brain and behaviour: A systematic review. Psychoneuroendocrinology. 2022;137:105640.

22. Johnson D, Letchumanan V, Thum CC, Thurairajasingam S, Lee L-H. A microbial-based approach to mental health: the potential of probiotics in the treatment of depression. Nutrients. 2023;15(6):1382.

23. Kim JS, de La Serre CB. Diet, gut microbiota composition and feeding behavior. Physiol Behav. 2018;192:177-81.

24. Gallo RL, Hooper LV. Epithelial antimicrobial defence of the skin and intestine. Nat Rev Immunol. 2012;12(7):503-16.

25. Bruce-Keller AJ, Salbaum JM, Luo M, Blanchard IV E, Taylor CM, Welsh DA, Berthoud H-R. Obese-type gut microbiota induce neurobehavioral changes in the absence of obesity. Biological psychiatry. 2015;77(7):607-15.

26. Stavropoulou E, Bezirtzoglou E. Probiotics in medicine: a long debate. Frontiers in immunology. 2020;11:2192.

27. Nikolova V, Cleare A, Young A, Stone J. Probiotics as Adjunctive Treatment in Major Depressive Disorder: estimates of treatment effect and underlying mechanisms from a double-blind placebo-controlled Randomised Pilot Trial. BJPsych Open. 2023;9(S1):S64-S5.

28. Peirce JM, Alviña K. The role of inflammation and the gut microbiome in depression and anxiety. J Neurosci Res. 2019;97(10):1223-41.

29. Sarkar A, Lehto SM, Harty S, Dinan TG, Cryan JF, Burnet PW. Psychobiotics and the manipulation of bacteria–gut–brain signals. Trends in neurosciences. 2016;39(11):763-81.

30. Logan AC, Katzman M. Major depressive disorder: probiotics may be an adjuvant therapy. Med Hypotheses. 2005;64(3):533-8.

31. Rahmannia M, Poudineh M, Mirzaei R, Aalipour MA, Shahidi Bonjar AH, Goudarzi M, et al. Strain-specific effects of probiotics on depression and anxiety: a meta-analysis. Gut Pathogens. 2024;16(1):46.

32. Cheng R, Xu T, Zhang Y, Wang F, Zhao L, Jiang Y, He F. Lactobacillus rhamnosus GG and Bifidobacterium bifidum TMC3115 Can Affect Development of Hippocampal Neurons Cultured In Vitro in a Strain-Dependent Manner. Probiotics Antimicrob Proteins. 2020;12(2):589-99.

33. Orlando A, Chimienti G, Lezza AMS, Pesce V, Gigante I, D'Attoma B, Russo F. Lactobacillus Rhamnosus GG Affects the BDNF System in Brain Samples of Wistar Rats with Pepsin-Trypsin-Digested Gliadin (PTG)-Induced Enteropathy. Nutrients. 2020;12(3).

34. Chen C, Zheng Z, Gao K, Fan Q, Li Y, Chen S. Prophylactic effects of supplementation of a combination of Lactobacillus lactis WHH2078 and saffron on depressive-like behaviors in mice exposed to chronic stress. J Food Sci. 2024;89(9):5912-27.

35. Bagga D, Reichert JL, Koschutnig K, Aigner CS, Holzer P, Koskinen K, et al. Probiotics drive gut microbiome triggering emotional brain signatures. Gut Microbes. 2018;9(6):486-96.

36. Marotta A, Sarno E, Del Casale A, Pane M, Mogna L, Amoruso A, et al. Effects of Probiotics on Cognitive Reactivity, Mood, and Sleep Quality. Front Psychiatry. 2019;10:164.

37. Zhu R, Fang Y, Li H, Liu Y, Wei J, Zhang S, et al. Psychobiotic Lactobacillus plantarum JYLP-326 relieves anxiety, depression, and insomnia symptoms in test anxious college via modulating the gut microbiota and its metabolism. Front Immunol. 2023;14:1158137.

38. Baião R, Capitão LP, Higgins C, Browning M, Harmer CJ, Burnet PWJ. Multispecies probiotic administration reduces emotional salience and improves mood in subjects with moderate depression: a randomised, double-blind, placebo-controlled study. Psychol Med. 2023;53(8):3437-47.

ANTICANCER AND PHARMACOLOGICAL PROPERTIES OF *ASTRAGALUS MEMBRANACEUS*: PHYTOCHEMICAL RICHNESS AND CLINICAL POTENTIAL

Halime Rana AYDINLI[1]

[1]Ankara Yıldırım Beyazıt University, Institute of Public Health, Traditional and Complementary Medicine Application and Research Center, Biotherapeutic Products Research and Development Department, Ankara, TURKİYE

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2410-4424

Sibel KAYMAK[1]

[1]Ankara Yıldırım Beyazıt University, Institute of Public Health, Traditional and Complementary Medicine Application and Research Center, Biotherapeutic Products Research and Development Department, Ankara, TURKİYE

[2]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6523-7637

Doç. Dr. Nilüfer VURAL[1]

[1]Ankara Yıldırım Beyazıt University, Institute of Public Health, Traditional and Complementary Medicine Application and Research Center, Biotherapeutic Products Research and Development Department, Ankara, TURKİYE

[3]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3047-3004

ABSTRACT

The genus *Astragalus*, scientifically described by Carl Linnaeus in 1753 in his work *Species Plantarum*, is one of the largest genera of the legume family (Fabaceae), comprising over 3,000 species worldwide. According to *The Flora of Turkey*, 425 *Astragalus* species are distributed across Turkey. Within this rich biological diversity, *Astragalus membranaceus* stands out particularly for its prominence in traditional Chinese medicine and its considerable potential in modern pharmacology.

Phytochemical investigations have identified major constituents of *Astragalus membranaceus*, including flavonoids, triterpene saponins, polysaccharides, sterols, and essential oils. Numerous experimental and clinical studies have demonstrated the anticancer, antioxidant, antiinflammatory, antibacterial, and immunomodulatory properties of these compounds. Notably, it has shown cellular-level efficacy against common cancers such as breast cancer through its regulatory effects on the PI3K/Akt/mTOR signaling pathways. Moreover, studies related to gastric and colon cancers have revealed that *Astragalus* extracts exhibit pro-apoptotic and tumor growth-inhibitory effects.

Furthermore, Astragalus polysaccharides, present in the plant, possess immune-supportive properties that are particularly protective against chemotherapy-induced immunosuppression. Extracts derived from the dried roots of the plant display free radical-scavenging antioxidant activity, and silver nanoparticles synthesized via green chemistry methods demonstrate strong antibacterial effects against both Gram-positive and Gram-negative bacteria. These features highlight *Astragalus membranaceus* as a versatile pharmaceutical resource.

In conclusion, the *Astragalus* genus, particularly *Astragalus membranaceus*, is not only significant for Turkey's botanical diversity but also holds great potential in the development of natural anticancer agents demanded by modern medicine. This study details the plant's rich phytochemical composition (polyphenols, polysaccharides, saponins, flavonoids, and essential oils), and explores its multifaceted therapeutic effects.

Keywords: *Astragalus*; *Astragalus membranaceus;* Anticancer; Antioxidant, Phytotherapy; Food Supplement

ÖZET

Astragalus cinsi, ilk kez 1753 yılında Carl Linnaeus tarafından *Species Plantarum* adlı kitabında bilimsel olarak tanımlanmış olup, baklagiller (Fabaceae) ailesinin en büyük cinslerinden biridir ve dünya genelinde

3.000'den fazla türü içermektedir. *Türkiye Florası* kaynağına göre ülke genelinde 425 *Astragalus* türü yayılış göstermektedir. Bu zengin biyolojik çeşitlilik içerisinde *Astragalus membranaceus*, geleneksel Çin tıbbındaki uzun süreli kullanımı ve modern farmakolojideki kayda değer potansiyeli ile öne çıkmaktadır.

Fitokimyasal araştırmalar, bitkinin başlıca bileşenlerinin flavonoidler, triterpen saponinler, polisakkaritler, steroller ve uçucu yağlar olduğunu ortaya koymuştur. Çok sayıda deneysel ve klinik çalışma, bu bileşenlerin antikanser, antioksidan, antiinflamatuar, antibakteriyel ve bağışıklık düzenleyici özellikler taşıdığını göstermiştir. Özellikle *A. membranaceus*, PI3K/Akt/mTOR sinyal yolakları üzerindeki düzenleyici etkisiyle meme kanseri gibi yaygın kanser türlerine karşı hücresel düzeyde etkinlik göstermiştir. Ayrıca mide ve kolon kanserine ilişkin çalışmalar, *Astragalus* ekstraktlarının tümör büyümesini baskılayıcı ve hücre ölümü (apoptoz) destekleyici etkiler ortaya koyduğunu göstermiştir.

Bunun yanı sıra, bitkide bulunan *Astragalus* polisakkaritleri, özellikle kemoterapiye bağlı immünosüpresyona karşı koruyucu olan bağışıklık destekleyici özelliklere sahiptir. Bitkinin kurutulmuş köklerinden elde edilen özler serbest radikalleri temizleyen antioksidan aktivite gösterirken, yeşil kimya yöntemleriyle sentezlenen gümüş nanopartiküller hem Gram pozitif hem de Gram negatif bakterilere karşı güçlü antibakteriyel etkiler sergilemektedir. Bu özellikler, *Astragalus*'u çok yönlü bir farmasötik kaynak olarak ön plana çıkarmaktadır.

Sonuç olarak, *Astragalus* cinsi, özellikle *Astragalus membranaceus*. yalnızca Dünya'nın botanik çeşitliliği açısından değil, aynı zamanda modern tıbbın ihtiyaç duyduğu doğal antikanser ajanların geliştirilmesinde de büyük bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmada, bitkinin zengin fitokimyasal bileşimi (polifenoller, polisakkaritler, saponinler, flavonoidler ve uçucu yağlar) detaylandırılmış, çok yönlü terapötik etkileri ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Astragalus*; *Astragalus membranaceus*; Antikanser; Antioksidan; Fitoterapi; Gıda takviyesi

INTRODUCTION

The genus Astragalus, belonging to the family Fabaceae and subfamily Faboideae, is considered the largest genus of vascular plants in terms of described species (Lewis et al., 2005). It is predominantly distributed in temperate regions of the Northern Hemisphere, with a significant presence in Central Asia, Europe, North America, and the Middle East, including Turkey (Podlech & Zarre, 2013). In Turkiye alone, approximately 425 *Astragalus* species have been recorded (Güner et al., 2012).

Most species within this genus possess hairy compound leaves and display typical leguminous floral morphology, with flowers arranged in racemes. The genus was formally described by Carl Linnaeus in 1753 in his work Species Plantarum (Linnaeus, 1753). The name "*Astragalus*" is derived from the ancient Greek term referring to a plant traditionally believed to enhance goat milk production (Foster, 1999).

Astragalus is noteworthy not only for its botanical diversity but also for its extensive use in ethnomedicine. Particularly, *Astragalus membranaceus* has been widely used in Traditional Chinese Medicine (TCM) for centuries, primarily for its purported immunostimulatory and tonic effects (Auyeung et al., 2016). However, the therapeutic efficacy of this species remains scientifically inconclusive due to the limited number of high-quality clinical studies, and most current evidence is based on in vitro and animal model research (Shan et al., 2019; Sharifi-Rad et al., 2020).

Today, *Astragalus*-derived supplements are commonly available in the nutraceutical market. Although generally well tolerated, some species may contain bioactive compounds such as swainsonine, a neurotoxic alkaloid responsible for "locoweed poisoning" in livestock (Ralphs et al., 2008).

Chemical Composition and Biological Activities of *Astragalus membranaceus*

Astragalus membranaceus is a well-documented medicinal species within the Astragalus genus, widely recognized for its complex phytochemical profile. To date, more than 200 compounds have been identified in this species, including polysaccharides, flavonoids, saponins, sterols, and volatile oils (Shan et al., 2019; Sharifi-Rad et al., 2020).

Among these, polysaccharides have attracted the most scientific attention due to their diverse immunomodulatory and antioxidant activities. *Astragalus* polysaccharides (APS), particularly

heteropolysaccharides such as glucans (A, B, C) and polysaccharide D, have demonstrated potential in enhancing immune responses and protecting intestinal mucosa in experimental models (Auyeung et al., 2016). However, due to their large molecular size and structural complexity, the standardization and full elucidation of these macromolecules remain a significant challenge in quality control.

Flavonoids, another important group, are found in concentrations of approximately 0.5–3.0 mg/g in the roots. Twelve distinct flavonoid compounds have been isolated from A. membranaceus, including isoflavones, isoflavanones, and flavones. Among these, calycosin-7O-β-D-glucoside serves as a chemical marker in quality assessment and is often used for standardization in herbal preparations (Shan et al., 2019).

Saponins, particularly astragalosides, are triterpenoid glycosides that possess surface-active properties and are known to exert immunostimulatory, antiviral, and hepatoprotective effects. Astragaloside IV, the most studied saponin, has shown promising effects in regulating immune function, protecting cardiovascular tissues, and mitigating oxidative stress (Auyeung et al., 2016).

Additionally, trace elements such as zinc, iron, magnesium, calcium, sodium, potassium, and silver have been detected in the roots, contributing to the plant's nutritional and therapeutic profile (Sharifi-Rad et al., 2020).

Despite the wide range of biological effects observed in laboratory settings—such as antioxidant, anti-inflammatory, and immunomodulatory activities—clinical evidence supporting the efficacy and safety of A. membranaceus remains limited. Further studies, including well-designed human trials, are needed to confirm its pharmacological potential and to ensure safe use, particularly in patients with chronic conditions or those on immunosuppressive therapy.

Therapeutic Applications of *Astragalus membranaceus*

Astragalus membranaceus has long been used in Traditional Chinese Medicine (TCM) for its reputed ability to tonify the "Qi", strengthen the immune system, and enhance overall vitality. In modern pharmacology, the therapeutic potential of this plant is increasingly being studied, particularly in relation to its immunomodulatory, anti-inflammatory, antioxidant, and antiaging effects (Auyeung et al., 2016).

Immunomodulation and Anti-inflammatory Effects

One of the most well-established therapeutic actions of *Astragalus membranaceus* is its role in modulating immune function. *Astragalus* polysaccharides (APS) have been shown to enhance the activity of macrophages, natural killer (NK) cells, and dendritic cells, thereby promoting both innate and adaptive immune responses (Shan et al., 2019). Additionally, APS and astragaloside IV have been observed to regulate cytokine production, particularly interleukin-2 (IL-2) and interferon-γ (IFN-γ), which contribute to the suppression of excessive inflammation (Li et al., 2014).

Astragalus, particularly its polysaccharides and astragalosides, exerts strong immunomodulatory and anti-inflammatory effects in the human body. These bioactive compounds promote T cell activation, maintain the balance between effector and regulatory T cells, and increase the activity of immune-related enzymes such as CD45 phosphatase (Zhao et al., 2020). APS significantly suppresses the production of pro-inflammatory cytokines such as TNF-α, IL-6, and MCP-1 by inhibiting key inflammatory signaling pathways including NF-κB and MAPK in immune cells like macrophages (Wang et al., 2021).

Moreover, APS boosts the production of anti-inflammatory cytokines like IL-10 and enhances the phagocytic function of macrophages, facilitating the resolution of inflammation and restoration of immune homeostasis (Liu et al., 2018). These immunomodulatory effects have been observed in various disease models, including asthma, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), and skin inflammation, where Astragalus reduced inflammatory cell infiltration, cytokine secretion, and tissue damage (Chen et al., 2022).

Studies have also revealed that *Astragalus* may modulate immune responses at the epigenetic level by influencing m6A RNA methylation in macrophages, adding another layer to its therapeutic potential (Sun et al., 2023). Additionally, traditional processing techniques, such as honey-frying of Astragalus root, have been found to enhance its bioactivity and antiinflammatory potency (Hu et al., 2016). Astragalus supports immune system health by both stimulating protective mechanisms and mitigating overactive inflammation, suggesting its valuable role in managing immune-related and inflammatory disorders.

Antioxidant and Anti-aging Properties

The flavonoids and saponins in *Astragalus membranaceus* exhibit potent antioxidant effects, actively scavenging reactive oxygen species (ROS) and reducing oxidative stress in various tissues (Li et al., 2014; Zhang et al., 2017). These antioxidant mechanisms are believed to underlie the herb's proposed anti-aging benefits, including improved mitochondrial function, inhibition of lipid peroxidation, and protection against DNA damage. Additionally, several studies have suggested that Astragalus influences telomerase reverse transcriptase (TERT) expression, a critical enzyme regulating cellular senescence and longevity (Wang et al., 2021).

Astragalus exerts its antioxidant effects through its bioactive polysaccharides, saponins, and flavonoids, which neutralize free radicals and enhance the activity of antioxidant enzymes such as superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), and glutathione peroxidase (GPx) (Chen et al., 2022). Specific flavonoids, such as astragalin, activate cellular longevity pathways including SIRT1, AMPK, and PI3K-Akt (Liu et al., 2021). Fermentation processes can further increase the bioavailability of antioxidant compounds, boosting *Astragalus*'s efficacy (Zhao et al., 2023).

These protective mechanisms contribute not only to reduced oxidative damage but also to improved immune function, tissue repair, cognitive preservation, and overall healthy aging. Studies in animal and cellular models support *Astragalus*'s potential to prevent age-related disorders like neurodegeneration, hepatic injury, and immune dysfunction (Sun et al., 2023).

Antibacterial Effects

Astragalus also possesses notable antibacterial properties. Extracts from *A. membranaceus* inhibit the growth of bacterial strains including Escherichia coli, Staphylococcus aureus, and Bacillus subtilis by disrupting bacterial membranes and cellular integrity (Zhang et al., 2019). These antimicrobial effects are linked to the presence of flavonoids, terpenoids, phenolic acids, and polysaccharides, which impair bacterial metabolism (Li et al., 2018).

Moreover, *Astragalus* polysaccharides (APS) enhance innate immunity by stimulating antimicrobial peptides such as LL-37 in epithelial cells via activation of NF-κB, JNK, and p38 MAPK signaling pathways (Wang et al., 2020). These dual actions—direct antibacterial effect and immune enhancement—make Astragalus a valuable candidate for use in functional foods, pharmaceuticals, and infection control.

Cardiovascular and Metabolic Benefits

Astragalus extracts have demonstrated promising effects in experimental models of cardiovascular disease. Astragaloside IV is thought to exert vasodilatory, antihypertensive, and cardioprotective effects by modulating nitric oxide synthesis, reducing inflammation in endothelial cells, and preventing myocardial injury (Zhang et al., 2017). Additionally, some evidence suggests potential benefits in regulating blood glucose levels and improving insulin sensitivity, indicating a possible role in metabolic disorders such as type 2 diabetes (Zhao et al., 2012).

Adjunctive Use in Cancer and Chemotherapy

While not considered a primary anti-cancer agent, *Astragalus* has shown potential as an adjuvant therapy in cancer treatment. Some studies suggest that APS can enhance the immune response in cancer patients and may reduce the side effects of chemotherapy, such as fatigue and immunosuppression (Auyeung et al., 2016). However, its use in oncology remains experimental and requires further clinical validation.

Astragalus membranaceus, especially its active components such as astragalus polysaccharides (APS) and astragaloside IV (AS-IV), demonstrates promising anticancer activities through multiple cellular and immunological mechanisms. These include direct inhibition of tumor cell proliferation, induction of apoptosis, inhibition of metastasis, and modulation of the tumor microenvironment (Li et al., 2018; Zhang et al., 2020). *Astragalus* compounds regulate several oncogenic pathways, including PI3K/Akt, NF-κB, and STAT3, which are crucial in tumor growth and immune evasion (Chen et al., 2022).

APS promotes autophagy in cancer cells and enhances the efficacy of existing cancer treatments such as chemotherapy and immune checkpoint blockade by reducing side effects and increasing immune responsiveness (Liu et al., 2021). In both animal and cell culture models, Astragalus extracts have been shown to shrink tumor size, prevent invasion, and improve immune surveillance (Sun et al., 2023). These effects point to the potential of *Astragalus* as an adjuvant in integrated cancer therapy.

Astragalus significantly influences the tumor microenvironment (TME), especially by modulating immune cell populations. APS promotes the differentiation of macrophages toward the M1 phenotype—proinflammatory and tumoricidal—while reducing the immunosuppressive M2 macrophages commonly found in tumors (Wang et al., 2020).

Furthermore, APS activates dendritic cells (DCs) and improves their antigen-presenting capacity by upregulating molecules like CD80/CD86 and cytokine production, thus supporting cytotoxic T lymphocyte (CTL) activation (Zhao et al., 2019).

APS also reverses CD8+ T cell exhaustion via the STAT3/Galectin-3/LAG3 pathway, restores cytokine balance, and suppresses regulatory T cells (Tregs), which are typically involved in immune evasion (Zhang et al., 2021). APS downregulates the function of myeloid-derived suppressor cells (MDSCs), further relieving immune suppression in the TME and allowing more effective antitumor responses (Liu et al., 2020).

Toxicological Considerations and Safety of Astragalus membranaceus

Although *Astragalus membranaceus* is generally regarded as safe when used appropriately in traditional and supplemental forms, certain toxicological concerns have been raised, particularly related to species misidentification, bioaccumulation of heavy elements, and pharmacological interactions.

Species-Related Toxicity

Not all *Astragalus* species are considered safe. Some North American species, often referred to as "locoweeds", contain the alkaloid swainsonine, a compound known to cause neurotoxicity and reproductive failure in grazing livestock (Ralphs et al., 2008). Although *A. membranaceus* does not contain swainsonine, the similarity in morphology across species raises concerns about adulteration or unintentional substitution during harvesting or commercial processing (Burrows & Tyrl, 2001).

Selenium Accumulation

Certain Astragalus species have been identified as selenium hyperaccumulators, absorbing high levels of this element from the soil. Excess selenium intake can lead to selenosis, a toxic condition characterized by gastrointestinal distress, fatigue, hair loss, and in severe cases, neurological symptoms (Tinggi, 2003). While A. membranaceus is not classified as a hyperaccumulator, monitoring of selenium content in raw material remains important for quality control and consumer safety.

Herb–Drug Interactions

Due to its immunomodulatory properties, *A. membranaceus* may interact with immunosuppressive drugs, such as those used post-transplantation or in autoimmune conditions. Concomitant use could potentially reduce the efficacy of these medications or lead to adverse immune activation (Auyeung et al., 2016). In addition, the plant may affect blood glucose and blood pressure, posing risks for individuals taking antidiabetic or antihypertensive agents (Zhao et al., 2012). Patients with chronic illnesses or those undergoing complex pharmacotherapy should therefore consult healthcare professionals before use.

Adverse Effects

Clinical reports of adverse reactions to A. membranaceus are rare and generally mild. Documented effects include gastrointestinal discomfort, diarrhoea, and allergic reactions, particularly in individuals with

sensitivities to legumes (Shan et al., 2019). Most side effects appear to be dose-dependent and reversible upon cessation of the product.

DISCUSSION

The findings of this study underscore the growing interest in *Astragalus membranaceus* as a multi-functional botanical agent with promising implications for modern healthcare. While the plant has a strong historical foothold in Traditional Chinese Medicine (TCM), contemporary pharmacological investigations are beginning to elucidate its mechanisms of action and therapeutic value in areas such as oncology, immunology, and metabolic regulation.

One of the most compelling themes emerging from the data is the immunomodulatory versatility of *Astragalus*-derived polysaccharides and saponins. Their ability to regulate both innate and adaptive immune responses—particularly through cytokine modulation and T-cell rebalancing—suggests a high potential for use as supportive agents in immunocompromised populations, including cancer patients undergoing chemotherapy. The downregulation of inflammatory markers alongside stimulation of anti-inflammatory cytokines supports its dual therapeutic role in both immune activation and resolution of chronic inflammation.

Moreover, the antioxidant properties, especially those linked to mitochondrial preservation and telomerase activation, invite further exploration of Astragalus's role in healthy aging and the prevention of age-related diseases. These benefits, coupled with notable antibacterial and cardiovascular effects, point to *Astragalus membranaceus* as a promising candidate for integrated medicinal applications.

However, despite these promising preclinical findings, significant limitations persist—most notably the lack of high-quality, randomized clinical trials. Additionally, concerns surrounding species misidentification, bioaccumulation of toxic elements, and herb-drug interactions necessitate rigorous quality control and standardized processing techniques.

As a whole, *Astragalus membranaceus* stands at the intersection of traditional wisdom and modern evidence-based medicine. Its complex phytochemical makeup demands further investigation not only to confirm therapeutic claims but also to ensure reproducible safety and efficacy for widespread clinical use. Future research should prioritize human trials, advanced metabolomic profiling, and comparative studies across *Astragalus* species to better harness this genus's pharmacological potential.

CONCLUSION

Astragalus membranaceus is a botanically rich and pharmacologically promising species with deep roots in traditional medicine and expanding evidence in modern research. Its multifaceted bioactivity, especially in immune modulation and antioxidation, holds therapeutic potential across various health domains. However, issues regarding standardization, safety in long-term use, and drug interactions warrant further investigation.

References

Auyeung, K. K., Han, Q. B., & Ko, J. K. (2016). Astragalus membranaceus: A review of its protection against inflammation and gastrointestinal cancers. *American Journal of Chinese Medicine, 44*(1), 1–22.

Burrows, G. E., & Tyrl, R. J. (2001). *Toxic plants of North America*. Wiley-Blackwell.

Chen, L., Zhou, Y., & Zhao, H. (2023). Nanovaccine strategies using Astragalus polysaccharides enhance dendritic cell activation. *Frontiers in Immunology, 14*, 1135741. https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1135741

Chen, Y., Wang, J., & Liu, Y. (2022). Astragalus polysaccharides modulate PI3K/AKT and STAT3 pathways in tumor models. *Cancer Cell International, 22*(1), 130. https://doi.org/10.1186/s12935-022-02415-5

Chen, Y., Zhao, H., Li, X., & Zhang, Q. (2022). Astragalus membranaceus extract attenuates oxidative stress via modulation of antioxidant enzymes. *Phytomedicine, 95*, 153894. https://doi.org/10.1016/j.phymed.2022.153894

Chen, Y., Zhao, H., Li, X., & Zhang, Q. (2022). Effects of Astragalus membranaceus extract on inflammatory cell infiltration and cytokine levels in airway inflammation. *Journal of Ethnopharmacology, 286*, 114913. https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114913

Foster, S. (1999). *Herbal renaissance*. Gibbs Smith.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç, M. T. (Eds.). (2012). *Türkiye bitkileri listesi (Damarlı bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği.

Hu, X., Liu, W., & Li, M. (2022). TLR4 and Dectin-1 signaling in APS-induced dendritic cell maturation. *Immunopharmacology and Immunotoxicology, 44*(1), 55–63.

Hu, Y., Yang, Y., & Tang, X. (2016). Honey-processing enhances the pharmacological effects of Astragalus membranaceus. *Chinese Medicine, 11*(1), 48. https://doi.org/10.1186/s13020016-0109-x

Lewis, G., Schrire, B., Mackinder, B., & Lock, M. (2005). *Legumes of the world*. Royal Botanic Gardens, Kew.

Li, J., Wu, Y., & Wang, X. (2018). Antitumor effects of Astragaloside IV via NF-κB inhibition. *Oncology Reports, 39*(2), 703–712.

Li, W., Li, X., & Fu, C. (2014). Astragaloside IV modulates cytokine expression and inflammation via the MAPK pathway. *Phytotherapy Research, 28*(9), 1292– 1297. https://doi.org/10.1002/ptr.5102

Linnaeus, C. (1753). *Species plantarum*. Stockholm: Laurentii Salvii.

Liu, H., Wang, J., & Wang, Y. (2021). Astragalin activates SIRT1 and AMPK pathways to protect against aging-related damage. *Biogerontology, 22*(3), 329–342.

Liu, J., Chen, Y., & Zhao, Q. (2020). APS reverses immunosuppression by modulating MDSCs and Tregs. *International Journal of Molecular Sciences, 21*(19), 7292.

Liu, J., Zhang, X., & Zhang, Y. (2018). Immunoregulatory effect of APS on macrophages in vitro. *International Journal of Biological Macromolecules, 113*, 973– 980. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.03.005

Liu, Y., Feng, L., & Song, X. (2021). Synergistic effect of APS with chemotherapy agents in cancer models. *Phytomedicine, 80*, 153361.

Podlech, D., & Zarre, S. (2013). A taxonomic revision of the genus Astragalus L. (Leguminosae) in the Old World. *Natural History Museum Vienna*.

Ralphs, M. H., Stegelmeier, B. L., James, L. F., & Lee, S. T. (2008). The toxicology and pathology of locoweed poisoning. *Journal of Natural Toxins, 17*(2), 123–130.

Shan, J. J., Wang, P., Zhou, Y., & Liu, J. (2019). Bioactive compounds from Astragalus membranaceus and their therapeutic potentials. *Phytotherapy Research, 33*(7), 1891–1909.

Shan, L., Bao, A., & Wang, W. (2019). Immunomodulatory activities of polysaccharides from

Astragalus membranaceus: A review. *Carbohydrate Polymers, 224*,

115147. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115147

Sharifi-Rad, J., et al. (2020). Astragalus species: A review of their ethnomedicinal uses, phytochemistry and pharmacology. *Journal of Ethnopharmacology, 252*, 112622.

Sun, H., Li, M., & Zhou, J. (2023). Epigenetic modulation by Astragalus through m6A RNA methylation. *Frontiers in Immunology, 14*, 1012718. https://doi.org/10.3389/fimmu.2023.1012718

Sun, H., Li, M., & Zhou, J. (2023). Immunomodulatory and antitumor properties of APS in vivo. *Geroscience, 45*(3), 963–974.

Sun, H., Zhou, J., & Li, M. (2023). The role of Astragalus polysaccharides in cognitive aging and mitochondrial protection. *Geroscience, 45*, 1341–1352.

Tinggi, U. (2003). Essentiality and toxicity of selenium and its status in Australia: A review. *Toxicology Letters, 137*(1–2), 103–110.

Wang, Q., Zhang, L., & Wang, H. (2020). Astragalus polysaccharides reprogram tumorassociated macrophages. *Journal of Ethnopharmacology, 250*, 112479.

Wang, Y., Huang, H., & Li, Q. (2020). APS induces LL-37 production via MAPK and NF-κB in human epithelial cells. *International Immunopharmacology, 83*, 106419.

Wang, Y., Huang, H., & Li, Q. (2021). Anti-inflammatory effects of APS through NF-κB and

MAPK pathways. International Immunopharmacology, 90,

107138. https://doi.org/10.1016/j.intimp.2020.107138

Wang, Z., Liu, F., & Zhou, X. (2021). Telomerase activation by Astragalus prolongs lifespan in murine models. Aging Cell, 20(3), e13365.

Zhang, L., Wang, Y., & Zhao, X. (2020). Astragalus extracts suppress tumor metastasis via STAT3. BMC Complementary Medicine and Therapies, 20, 312.

Zhang, Q., Liu, J., & Liu, R. (2017). Antioxidant capacity of Astragalus saponins in cellular and animal models. Free Radical Biology & Medicine, 108, 77–86.

Zhang, T., Liu, M., & Jiang, C. (2021). APS modulates T cell exhaustion through Galectin-3. *Frontiers in Oncology, 11*, 723415. https://doi.org/10.3389/fonc.2021.723415

Zhang, Y., Lin, D., & Zhao, M. (2019). Inhibition of foodborne pathogens by Astragalus membranaceus root extracts. *Food Control, 98*, 103–110.

Zhao, K., Song, X., Huang, Y., Yao, J., Zhou, M., & Ding, L. (2012). Effect of Astragalus polysaccharides on insulin resistance in type 2 diabetic rats. *American Journal of Chinese Medicine, 40*(4), 713–728.

Zhao, L., Sun, X., & Li, D. (2023). Fermentation enhances antioxidant activity of Astragalus root via biotransformation. *Frontiers in Nutrition, 10*, 1140782. https://doi.org/10.3389/fnut.2023.1140782

Zhao, L., Zhang, C., & Liu, Y. (2020). Astragalus polysaccharide enhances immune enzyme activity in T lymphocytes. *Immunology Letters, 226*, 51–58. https://doi.org/10.1016/j.imlet.2020.07.003

ANTIPROLIFERATIVE ACTIVITIES OF DIARYL SUBSTITUTED CYCLOHEPTA[B]QUINOLINE AMINES DERIVATIVES AGAINST SW1353 AND Saos2

Salih ÖKTEN

Kırıkkale University, Faculty of Education, Department of Maths and Science Education, Yahşihan, Kırıkkale-Türkiye, ORCID: 0000-0001-9656-1803

Ali AYDIN

Yozgat Bozok University, Faculty of Medicine, Department of Basic Medical Science, Yozgat-Türkiye,

ORCID: 0000-0002-9550-9111

ABSTRACT

Cyclohepta[b]quinoline amine derivatives represent a class of tricyclic heterocyclic compounds containing an amino group. These structures are of considerable interest due to the presence of the quinoline nucleus, which forms the core skeleton of many bioactive compounds. Furthermore, their structural resemblance to tacrine — a compound previously approved by the FDA for the treatment of Alzheimer's disease — enhances their pharmacological relevance. This similarity suggests that cyclohepta[b]quinoline scaffolds may possess promising biological activity, especially in the context of drug development for serious diseases such as cancer. In this study, 5,7-dibromocyclohepta[b]quinoline was subjected to Suzuki–Miyaura cross-coupling reactions with various boronic acids, including phenyl, 4-ethylphenyl, and 4-methoxyphenyl boronic acid. These reactions yielded three novel diaryl-substituted cyclohepta[b]quinoline derivatives: 5,7-diphenyl-, 5,7-bis(4-ethylphenyl)-, and 5,7-bis(4-methoxyphenyl)cyclohepta[b]quinoline. The antiproliferative activities of the synthesized compounds were evaluated using the MTT assay against SW1353 and Saos-2 human bone cancer cell lines. Additional tests were also conducted on HT29 and SW620 colorectal cancer cell lines. The results demonstrated that both the parent compound (5,7-dibromocyclohepta[b]quinoline) and its diaryl derivatives exhibited superior inhibitory effects on cancer cell proliferation compared to the reference chemotherapeutic agent 5-fluorouracil. Notably, the IC_{50} values of the synthesized compounds ranged between 1.60 and 7.04 µg/mL, indicating potent antiproliferative potential. Moreover, microscopic examination of treated cells at IC_{50} concentrations revealed significant morphological changes, including cell shrinkage, condensation, and fragmentation—hallmarks of apoptosis. These observations support the cytotoxic nature of the compounds and suggest that apoptosis may be a possible mechanism of action. In conclusion, the findings of this study underscore the potential of cyclohepta[b]quinoline derivatives as promising lead compounds for the development of new therapeutic agents in cancer treatment. Their structural versatility and strong antiproliferative effects make them valuable candidates for further pharmacological investigation.

Keywords: Cyclohepta[b]quinoline, Anticancer, Saos2, SW1353, Suzuki coupling

INTRODUCTION

The quinoline skeleton is widely employed in the design and synthesis of new compounds due to its diverse pharmacological activities. This privileged heterocyclic framework serves as a versatile building block for numerous synthetic molecules with various structural modifications. Quinoline-based structures represent one of the key classes within the family of nitrogen-containing heterocyclic compounds, which are of great significance in medicinal chemistry.

Quinoline derivatives have been extensively reported in the literature for a broad spectrum of biological activities, including chemotherapeutic applications (Gottlieb and Shaw, 1967), antimalarial agents (Chiari et al., 1996), antitumor activities (Sukhova et al., 1989), bactericidal effects (Patel et al., 1990), and interactions with glucagon and cannabinoid receptors (Goya, 2000). Additionally, various fused quinoline analogues, such as pyrazolo [3,4-b]quinoline derivatives, have shown promising antiparasitic, antibacterial, and enzyme-inhibitory properties. 8-Hydroxyquinoline derivatives have demonstrated antifungal and herbicidal activity (Jampilek et al., 2005), while styrylquinoline scaffolds have emerged as potential HIV inhibitors, and certain enylimine derivatives have displayed anticancer potential (Singh et al., 2007). On the other hand, the mutagenic

and carcinogenic nature of some quinoline derivatives has also drawn considerable attention, leading to extensive studies on their impact on animal enzyme systems (Lavoie et al., 1983).

Cancer, characterized by uncontrolled cell proliferation that spreads through the bloodstream or lymphatic system, continues to pose a significant threat to global human health despite decades of intensive research to develop effective treatments. According to international statistics, approximately 11 million new cancer cases are diagnosed each year, with around 7 million deaths attributed to cancer annually (Kahriman et al., 2019). Many researchers worldwide are striving to discover new approaches to treat or reduce the incidence of cancer. Although a wide range of chemotherapeutic agents are available, their severe side effects, limited tumor selectivity, and the development of multidrug resistance often reduce their therapeutic success. They may even result in drug withdrawal from the market (Roche, 2002).

Consequently, there is an urgent need to design and develop novel anticancer drug candidates that are safer, more selective, and capable of overcoming resistance mechanisms. Modern medicinal chemistry increasingly focuses on targeted therapies and small-molecule inhibitors that interact with specific cellular pathways involved in cancer progression. Moreover, natural product-inspired quinoline derivatives have gained popularity as a rich source for new lead compounds, given their structural diversity and ability to modulate multiple biological targets. Therefore, continuous efforts are required to discover alternative anticancer agents with minimal side effects and improved efficacy compared to conventional chemotherapeutics (Aydın et al., 2014).

METHODOLOGY

General Synthesis Method for Friedlander Reactions

In a 50 mL round-bottom flask equipped with a reflux condenser, a mixture of the 2-aminobenzonitrile derivative (2 mmol) and cycloheptanone (2.2 mmol) was dissolved in 12 mL of toluene. To this solution, $BF_3 \cdot OEt_2$ (2.4 mmol) was added, and the reaction mixture was stirred at 120°C for 24 hours under reflux. After completion, the mixture was allowed to cool to room temperature, and the resulting solid residue was treated with 10 mL of 2 M NaOH solution. The suspension was then refluxed for an additional 24 hours. After cooling to room temperature, the reaction mixture was extracted with chloroform (3 × 40 mL). The combined organic layers were dried over anhydrous Na_2SO_4, and the solvent was evaporated under reduced pressure to afford yellow crystalline solids.

11-Amin-2,4-dibrom-7,8,9,10-tetrahydro-6H-cyclohepta[b]quinoline: Yield is 20%. **^{1}H NMR** (300 MHz, $CDCl_3$, ppm): δ 7.98 (d, J = 2.0 Hz, 1H, ArH), 7.80 (d, J = 2.0 Hz, 1H, ArH), 3.16 (t, J = 6.0 Hz, 2H, CH_2), 2.73 (t, J = 6.0 Hz, 2H, CH_2), 1.89 – 1.71 (m, 6H, $3CH_2$).

General Synthesis Method for Suzuki Coupling Reactions

In a 50 mL round-bottom flask fitted with a reflux condenser and maintained under a nitrogen atmosphere, the tacrine derivative (1.0 equiv) was dissolved in 15 mL of 1,4-dioxane. Once complete dissolution was achieved, boronic acid (2.6 equiv) and $Pd(PPh_3)_4$ (0.05 equiv) were added successively. Subsequently, a solution of K_2CO_3 (3 M, 15 mL) was added to the reaction mixture, which was then heated to reflux at 120°C for 24 hours. Upon completion, the reaction mixture was cooled to room temperature and extracted with chloroform (three times, 20 mL each). The combined organic extracts were dried over anhydrous sodium sulfate (Na_2SO_4), and

the solvent was removed under reduced pressure. The crude product was purified by column chromatography on silica gel using a $CHCl_3$/MeOH eluent system.

2,4-diphenyl-7,8,9,10-tetrahydro-6H-cyclohepta[b]quinoline-11-amine: Yield is 60%. **^{1}H NMR** (300 MHz, $CDCl_3$) δ 7.87 (s, 1H), 7.83 (d, *J* = 6.9 Hz, 2H), 7.72 (d, *J* = 7.0 Hz, 2H), 7.54 – 7.33 (m, 7H), 4.76 (bs, 2H), 3.13 – 3.02 (m, 2H), 2.82 – 2.68 (m, 2H), 1.87 (dd, *J* = 10.2, 5.2 Hz, 2H), 1.72 (dd, *J* = 15.6, 11.0 Hz, 4H).

2,4-bis(4-methoxyphenyl)-7,8,9,10-tetrahydro-6H-cyclohepta[b]quinoline-11-amine: Yield is 55%. **^{1}H NMR** (300 MHz, $CDCl_3$) δ 7.87 – 7.74 (m, 4H), 7.64 (d, *J* = 8.7 Hz, 2H), 7.11 – 6.96 (m, 4H), 4.82 (bs, 2H), 3.87 (s, 3H), 3.86 (s, 3H), 3.16 – 3.03 (m, 2H), 2.84 – 2.65 (m, 2H), 1.95 – 1.81 (m, 2H), 1.80 – 1.65 (m, 4H).

Cancer Cell Lines and Cell Culture

In this study, the SW1353 (ATCC, HTB-94) and Saos2 (ATCC, HTB-85) bone cancer cell lines were employed. All cell culture procedures were performed aseptically under a laminar flow hood to maintain sterility. The cells were cultured in either DMEM or RPMI 1640 medium supplemented with 10% fetal bovine serum (FBS) and 2% PenStrep solution, and incubated at 37 °C in a humidified atmosphere containing 5% CO_2 until they reached confluency. For assays, cells were seeded into measurement plates at a density of 10,000 cells per well. Following an initial pre-incubation period of approximately 16 hours, the test compounds were added, and measurements were taken after 24 hours of incubation.

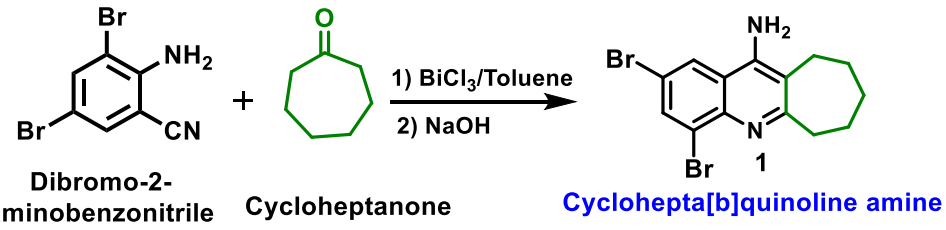
Measurement of Cell Proliferation and Determination of NCI-60 Life Parameters

The MTT assay was employed to evaluate the effects of the synthesized test compounds on cell proliferation and to determine the NCI-60 life parameters. This protocol was carried out following a 24-hour incubation period in which the cancer cell lines were treated with the test substances. The results were expressed as percentage cell inhibition, with the optical density of solvent-treated control cells (DMSO) set at 100%. For each test compound, the MTT assay was conducted using a series of increasing concentrations within a defined range (1.96, 3.91, 7.81, 15.63, 31.25, 62.5, and 125.0 µg/mL) to determine the NCI-60 life parameters (IC_{50} values). The absorbance data obtained were processed using the following formulas and analyzed by applying a logarithmic function to generate a standard curve, which was used to calculate the IC_{50} values for the test compounds.

RESULTS and DISCUSSION

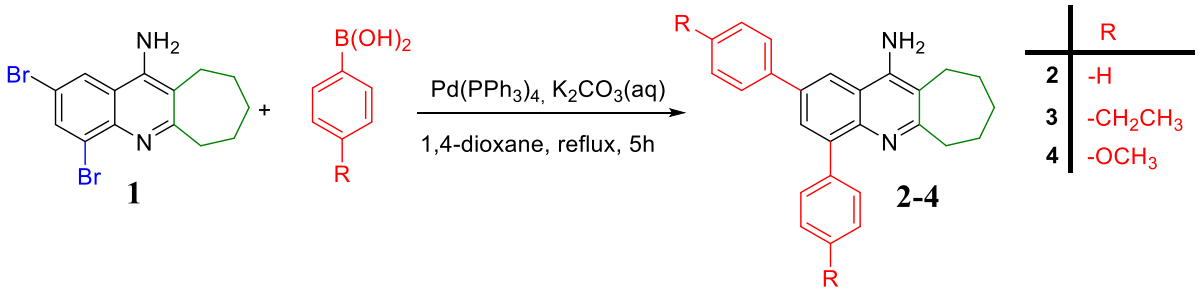
In this study, as illustrated in Scheme 1, the primary objective was to synthesize multifunctional aryl-substituted cyclohepta[b]quinoline amine derivatives starting from a brominated cyclohepta[b]quinoline amine precursor (**1**) and to evaluate their potential anticancer activities. To accomplish this, a two-step synthetic approach was employed.

In the first step, the brominated cyclohepta[b]quinoline amine derivative was prepared via a Friedländer reaction, following established protocols reported in the literature.



Scheme 1. 6,8-Dibromocyclohepta[b]quinoline amine (**1**) by Friedlander Reaction

Subsequently, the synthesized cyclohepta[b]quinoline amine bromide (**1**) was converted into the target diphenyl-arylated cyclohepta[b]quinoline amine derivatives through a one-pot Suzuki–Miyaura cross-coupling reaction. In this step, various 4-substituted phenylboronic acids — including unsubstituted, 4-ethyl, and 4-methoxy derivatives — were reacted with the dibromocyclohepta [b]quinoline amine (**1**). The reactions were catalyzed by $Pd(PPh_3)_4$ (tetrakis(triphenylphosphine)palladium(0)), yielding the novel compounds (2–4) in moderate yields ranging from 55% to 60% (Scheme 2).



Scheme 2. Novel cyclohepta[b]quinoline (**2-4**) derivatives with Suzuki Coupling

Numerous studies have documented the diverse bioactivities of quinoline derivatives, with particular attention given to their potential as anticancer agents. Although the acetylcholinesterase (AChE) inhibitory activity of tacrine derivatives is well established, research exploring their anticancer properties remains relatively scarce. Our research group has undertaken preliminary investigations in this area.

Comparative evaluation of the newly synthesized tacrine analogs (**2**–**4**) against the parent compound, dibromotacrine (**1**), revealed significant anticancer activity against Saos2 and SW1353 bone cancer cell lines. The compounds exhibited IC_{50} values ranging from 1.08 to 2.44 µg/mL (Table 1).

Table 1. IC50 values of compounds (**1-4**) activity against Saos2 and SW1353

Comp. #	Saos2	SW1353
	IC_{50} (µg/mL)	**IC_{50} (µg/mL)**
1	5.27	11.97
2	2.44	1.08
3	1.66	1.71
4	1.90	1.11
5-FU	53.82	48.17

In both cancer cell lines, compounds **2-4** exhibited lower antiproliferative activity at lower concentrations compared to the control compound (5-FU) and the starting material (**1**). This suggests that substituting the bromine atom with different aromatic groups generally enhances the overall antiproliferative activities of these compounds when tested against Saos2 and SW1353 cell lines, making them typically stronger than 5-FU.

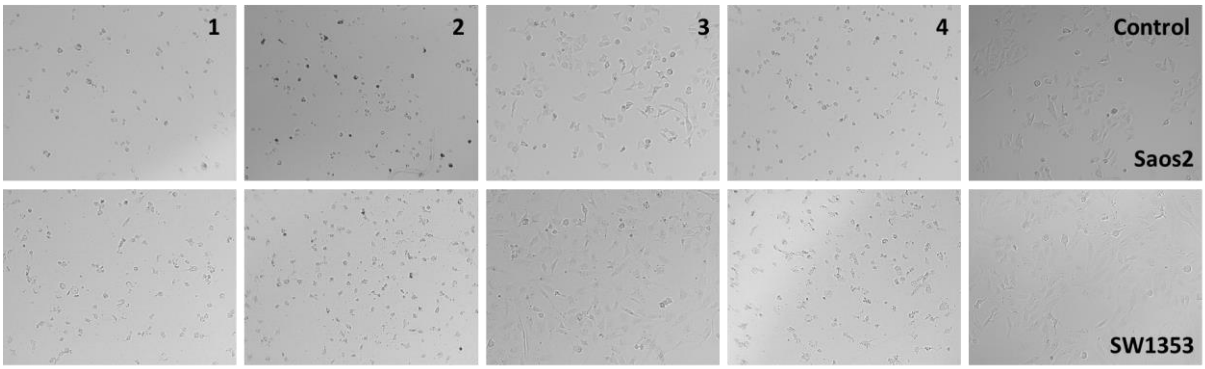


Figure 1. Cell Morphology – cells treated by compounds **1**, **2**, **3,** and **4**

Bone cancer cell lines (SW1353 and Saos-2) treated with compounds 1–4 were examined and photographed 24 hours post-treatment. Notable morphological changes were evident across all treated cell lines. These included reduced cell adhesion or floating cells, cell aggregation, cell rounding, formation of intracellular granules, cellular swelling, shrinkage, and disruption of cell clusters (Figure 1).

CONCLUSIONS

In conclusion, the synthesized diaryl tacrine derivatives (**2**–**4**) demonstrated notable anticancer potential, marked by their selective activity against cancer cells. These findings suggest that the compounds are promising candidates for further development as anticancer agents. However, additional studies are necessary to clarify their mechanisms of action and to enhance their therapeutic efficacy. This work provides valuable insights into the ongoing search for novel and effective cancer treatments, supporting the development of new agents in oncology.

Thanks and Information Note

This study was supported by the Turkish Health Institutes (TUSEB A-Project No: 24138) and Kırıkkale University BABK (2025/073).

References

Gottieb, D., Shaw, P., D. (1967). Antibiotics II, Biosynthesis, New York: Springer Verlag Inc.

Chiari E., Oliveira A. B., Prado M. A. F., Alves R. J., Galvão L. M. C., Araujo F. G. (1996). Potential use of WR6026 as prophylaxis against transfusion-transmitted American trypanosomiasis. *Antimicrob. Agents Chemother*, 40, 613.

Sukhova, N., M., Lidak, M., Zidermane, A., Pelevina, I., S., Voronia, S., S. (1989). *Khim-Farm. Zh.,* 23, 1226.

Patel, H., V., Vyas, K., V., Fernandes, P., S. (1990). *Indian J. Chem. Sec. B*., 29B, 836

Goya, P., Jagerovic, N. (2000). Recent Advances in Cannabinoid Receptor Agonists and Antagonists. *Expert Opin. Ther. Pat.,* 10, 1529-1538.

Jampilek, J., Dolezal, M., Kunes, J., Buchta, V., Kralova, K. (2005). Investigating the Antiproliferative Activity of Quinoline-5,8-Diones and Styrylquinolinecarboxylic Acids on Tumor Cell Lines. *Med. Chem.*, 1, 591.

Singh, P., Kaur, P., Luxami, V., Kaur, S., Kumar, S. (2007). Syntheses and Anti-cancer Activities of 2-[1-(indol-3-yl-/pyrimidin-5-yl-/pyridine-2-yl-/quinolin-2-yl)-but-3-enylamino]-2-phenyl-ethanols. *Bioorganic & Med. Chem.*, 15, 2386-2395.

Lavoie, E. J., Adamas, E. A., Shigematsu, A., Hoffmann, D. (1983). Tumor-initiating activity of quinoline and methylated quinolines on the skin of SENCAR mice. *Carcinogenesis*, 4, 1169.

Kahriman, N., Serdaroğlu, V., Peker, K., Aydın, A., Usta, A., Fandaklı, S., Yaylı, N., (2019). Synthesis and Biological Evaluation of New 2,4,6-Trisubstituted Pyrimidines and Their N-Alkyl Derivatives, *Bioorganic Chemistry* 83, 580-594

Roche V. F., Cancer and Chemotherapy, in: D.A. Williams, T. Lemke (Eds.), Foye's Principles of Medicinal Chemistry, Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, 2002, pp. 1199-1266.

Aydın, A., Korkmaz, N., Tekin, Ş., Karadağ, A., (2014). Anticancer Activities and Mechanisms of Action of Two New Metal Complexes, C16H34N8O5Ag2Cd and C11H16N7O2Ag3Ni, *Turkish Journal of Biology,* 38, 948-955.

STRUCTURAL MODIFICATION OF TACRINE VIA SUZUKI COUPLING AND REDUCTIVE AMINATION

Salih ÖKTEN

Kırıkkale University, Faculty of Education, Department of Maths and Science Education, Yahşihan, Kırıkkale-Türkiye,
ORCID: 0000-0001-9656-1803

ABSTRACT

Tacrine (9-amino-1,2,3,4-tetrahydroacridine) is a heterocyclic compound bearing a primary amino group and is recognized as the first acetylcholinesterase (AChE) inhibitor approved for the symptomatic treatment of Alzheimer's disease. Tacrine enhances cholinergic neurotransmission by increasing acetylcholine levels in the synaptic cleft, thereby contributing to the preservation of cognitive functions. In this study, structural modifications of the tacrine scaffold were performed to improve the biological activity profile of the parent compound. Starting from a dibromo-substituted tacrine derivative, various arylated tacrines were synthesized via Suzuki–Miyaura cross-coupling reactions using different boronic acids (phenyl, 4-thiomethylphenyl, and 4-methoxyphenyl). The resulting diaryl tacrine derivatives were subsequently converted into N-benzyl-substituted trisubstituted tacrine analogues through reductive amination with benzaldehyde under mild reducing conditions. These reactions proceeded with high yields (73%–80%). The structures of the newly synthesized compounds were elucidated and confirmed using ^{1}H NMR and ^{13}C NMR spectroscopic techniques. This study aims to contribute to the development of more effective AChE inhibitors through rational design and structural diversification of tacrine analogues, which hold potential as therapeutic agents for neurodegenerative disorders, particularly Alzheimer's disease.

Keywords: Tacrine, Reductive amination, Boronic acid, Suzuki coupling, N-Heterocycle

INTRODUCTION

The compound 9-amino-1,2,3,4-tetrahydroacridine, known as tacrine, is an acetylcholinesterase (AChE) inhibitor and was the first drug approved for the treatment of Alzheimer's disease (Shaw and Bentley, 1949). This molecule exhibits high AChE enzyme inhibitory activity. Owing to its significant pharmacological relevance, various synthetic strategies have been developed to modify tacrine in order to enhance its strong AChE inhibition with additional desirable biological properties. Tacrine is typically synthesized via a Friedländer reaction using aromatic 2-aminonitrile derivatives and different cyclic ketones in the presence of a Lewis acid catalyst (Ekiz et al., 2016; Ökten et al., 2019a).

Alzheimer's disease is a neurodegenerative and life-threatening disorder characterized by cognitive decline, behavioral disturbances, and a progressive loss of ability to perform basic activities of daily living (Ferri et al., 2005; Akıncıoğlu et al., 2014). Despite extensive research, no definitive treatment has been developed due to the multifactorial nature of its pathogenesis. Various hypotheses have been proposed to explain the disease mechanisms, including cholinergic neurotransmitter deficits, amyloid beta (Aβ) accumulation, neurofibrillary tangles (NFTs), oxidative stress, and dysregulation of metal ions (Fang et al., 2016). Among these, the cholinergic hypothesis has been the most successfully applied in practice, leading to the development of cholinesterase inhibitors (ChEIs), since cognitive and memory impairment are partly associated with decreased levels of acetylcholine (ACh) (Göçer et al., 2013; Göçer et al., 2016).

Tacrine has been widely used as a core scaffold for designing hybrid or multi-target compounds (e.g., tacrine-benzofuran, tacrine-donepezil, tacrine-melatonin) that combine potent AChE inhibition with other pharmacological activities (Tang et al., 2011; Ragab et al., 2016; Kim et al., 2018; Ragab et al., 2019; Fancellu et al., 2020). Our research group has been actively engaged in the synthesis and biological evaluation of tacrine derivatives (Ökten, 2019a; Ökten et al., 2019b–d). Within the scope of this project, new potential bioactive tacrine compounds have been synthesized, which may serve as promising candidates for anti-Alzheimer and anticancer therapies, contributing valuable novel structures to medicinal chemistry.

Numerous synthetic methods have been developed for preparing tacrine derivatives as important active pharmaceutical ingredients. Tacrine is generally synthesized via the Friedländer reaction, employing anthranilonitrile derivatives and various cyclic ketones in the presence of a Lewis acid catalyst (Costa et al.,

2009). The amino group in the structure provides significant functionality, as its nucleophilic nature makes it an ideal site for nucleophilic substitutions and various coupling reactions (Ma et al., 2011; de Sousa et al., 2014).

METHODOLOGY

General Synthesis Method for Friedlander Reactions

In a 50 mL round-bottom flask equipped with a reflux condenser, a mixture of the 2-aminobenzonitrile derivative (2 mmol) and cycloheptanone (2.2 mmol) was dissolved in 12 mL of toluene. To this solution, $BF_3 \cdot OEt_2$ (2.4 mmol) was added, and the reaction mixture was stirred at 120°C for 24 hours under reflux. After completion, the mixture was allowed to cool to room temperature, and the resulting solid residue was treated with 10 mL of 2 M NaOH solution. The suspension was then refluxed for an additional 24 hours. After cooling to room temperature, the reaction mixture was extracted with chloroform (3 × 40 mL). The combined organic layers were dried over anhydrous Na_2SO_4, and the solvent was evaporated under reduced pressure to afford yellow crystalline solids.

11-Amin-2,4-dibrom-7,8,9,10-tetrahydro-6H-cyclohepta[b]quinoline: Yield is 20%. **^{1}H NMR** (300 MHz, $CDCl_3$, ppm): δ 7.98 (d, *J* = 2.0 Hz, 1H, ArH), 7.80 (d, *J* = 2.0 Hz, 1H, ArH), 3.16 (t, *J* = 6.0 Hz, 2H, CH_2), 2.73 (t, *J* = 6.0 Hz, 2H, CH_2), 1.89 – 1.71 (m, 6H, $3CH_2$).

General Synthesis Method for Suzuki Coupling Reactions

In a 50 mL round-bottom flask fitted with a reflux condenser and maintained under a nitrogen atmosphere, the tacrine derivative (1.0 equiv) was dissolved in 15 mL of 1,4-dioxane. Once complete dissolution was achieved, boronic acid (2.6 equiv) and $Pd(PPh_3)_4$ (0.05 equiv) were added successively. Subsequently, a solution of K_2CO_3 (3 M, 15 mL) was added to the reaction mixture, which was then heated to reflux at 120°C for 24 hours. Upon completion, the reaction mixture was cooled to room temperature and extracted with chloroform (three times, 20 mL each). The combined organic extracts were dried over anhydrous sodium sulfate (Na_2SO_4), and the solvent was removed under reduced pressure. The crude product was purified by column chromatography on silica gel using a $CHCl_3$/MeOH eluent system.

2,4-diphenyl-7,8,9,10-tetrahydro-6H-cyclohepta[b]quinoline-11-amine: Yield is 60%. **^{1}H NMR** (300 MHz, $CDCl_3$) δ 7.87 (s, 1H), 7.83 (d, *J* = 6.9 Hz, 2H), 7.72 (d, *J* = 7.0 Hz, 2H), 7.54 – 7.33 (m, 7H), 4.76 (bs, 2H), 3.13 – 3.02 (m, 2H), 2.82 – 2.68 (m, 2H), 1.87 (dd, *J* = 10.2, 5.2 Hz, 2H), 1.72 (dd, *J* = 15.6, 11.0 Hz, 4H).

2,4-bis(4-methoxyphenyl)-7,8,9,10-tetrahydro-6H-cyclohepta[b]quinoline-11-amine: Yield is 55%. **^{1}H NMR** (300 MHz, $CDCl_3$) δ 7.87 – 7.74 (m, 4H), 7.64 (d, *J* = 8.7 Hz, 2H), 7.11 – 6.96 (m, 4H), 4.82 (bs, 2H), 3.87 (s, 3H), 3.86 (s, 3H), 3.16 – 3.03 (m, 2H), 2.84 – 2.65 (m, 2H), 1.95 – 1.81 (m, 2H), 1.80 – 1.65 (m, 4H).

General Synthetic Method for Reductive Amination Reactions

In a 25 mL two-neck round-bottom flask, the tacrine derivative (1.0 equiv) was dissolved in a mixture of dry methanol/acetic acid (99:1, v/v, 5 mL). To this solution, the appropriate benzaldehyde (1.0 equiv) was added, and the reaction mixture was stirred for 10–15 minutes to ensure complete dissolution. Once fully dissolved, $NaBH_3CN$ (1.5 equiv) was added to the reaction mixture in small portions. The reaction was allowed to proceed at room temperature for 4–5 hours and monitored by thin-layer chromatography (TLC). Upon completion, the solvent was evaporated under reduced pressure, and the resulting crude solid was transferred into acetone. The suspension was stirred thoroughly, and the residual solids were filtered off. The filtrate was concentrated, and the crude product was purified by recrystallization using an acetone/chloroform system to obtain the desired compound.

N-benzyl-5,7-diphenyl-1,2,3,4-tetrahydroacridin-9-amine: **^{1}H NMR (300 MHz, $CDCl_3$)** δ 8.55 (s, 1H), 7.84 (s, 1H), 7.75 (d, *J* = 7.2 Hz, 2H), 7.58-7.31 (m, 6H), 5.79 (bs,1H), 4.69 (s,2H), 2.84-2.80 (m, 2H), 2.40 – 2.37 (m, 2H), 1.69-1.71 (m, 2H), 1.28 – 1.31 (m, 2H).

N-benzyl-5,7-bis(4-methoxyphenyl)-1,2,3,4-tetrahydroacridin-9-amine: **^{1}H NMR** (300 MHz, $CDCl_3$) δ 8.45 (s, 1H), 7.77 (s, 1H), 7.70 (d, J = 8.3 Hz, 2H), 7.45 – 7.31 (m, 5H), 7.12 – 7.02 (m, 4H), 6.97 (d, J = 8.8 Hz,

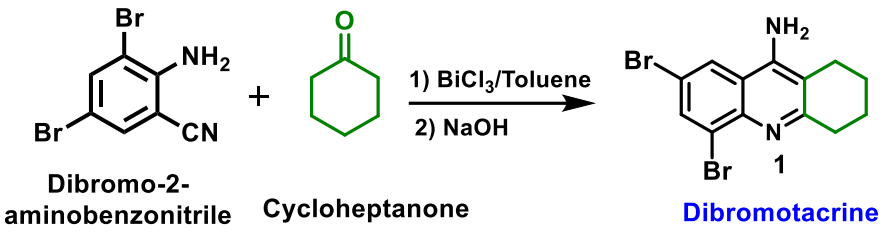
2H), 4.70 (s, 2H), 3.90 (s, 3H), 3.85 (s, 3H), 2.80 (t, J = 4.8 Hz, 2H), 2.35 (t, J = 6.2 Hz, 2H), 1.34 – 1.12 (m, 4H).

N-benzyl-5,7-bis(4-(methylthio)phenyl)-1,2,3,4-tetrahydroacridin-9-amine: **^{1}H NMR (300 MHz, $CDCl_3$)** δ 8.40 (s, 1H), 7.67 (s, 1H), 7.60 (d, J = 8.9 Hz, 2H), 7.35-7.23 (m, 6H), 6.24 (bs, 1H), 4.67 (s, 2H), 2.81-2.77 (m, 2H), 2.54 (s, 3H), 2.49 (s,3H), 2.27-2.31 (m,2H), 1.60-1.64 (m,2H), 1.27-1.21 (m,2H).

RESULTS

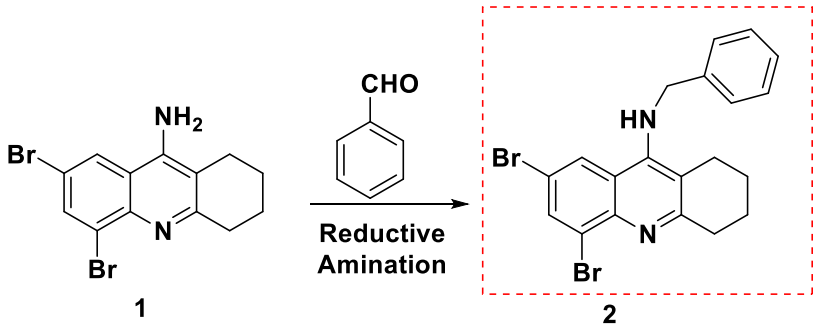
In this study, as illustrated in Scheme 1, the primary objective was to synthesize multifunctional *N* benzyl-aryl-substituted tacrine derivatives starting from a brominated cyclohepta[b]quinoline amine precursor (**1**). To accomplish this, a tree-step synthetic approach was employed.

In the first step, the brominated tacrine derivative was prepared via a Friedländer reaction, following established protocols reported in the literature.



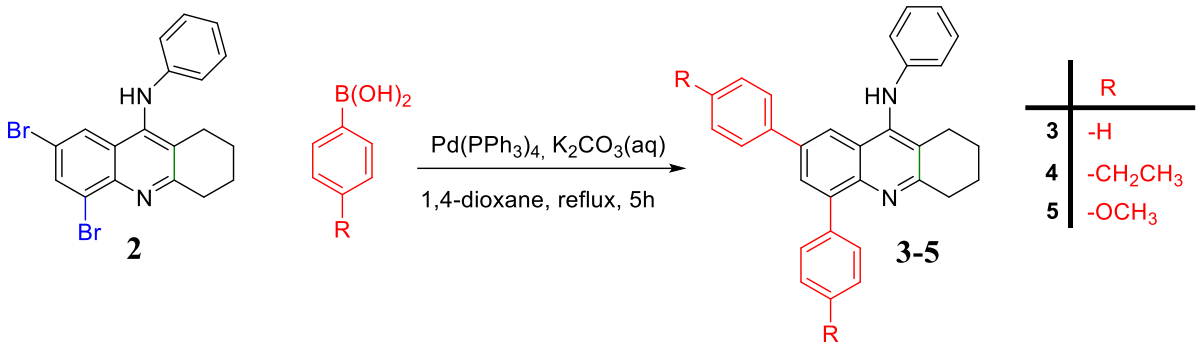
Scheme 1. 6,8-Dibromocyclohepta[b]quinoline amine (**1**) by Friedlander Reaction

Subsequently, the synthesized tacrine bromide (**1**) was converted into the target *N*-benzyl-5,7-dibromo-1,2,3,4-tetrahydroacridin-9-amine through a one-pot reductive amination reaction. In this step, benzaldehyde was reacted with the dibromotacrine (**1**). The $NaCNBH_3$ was used as reductive agent in the reaction. After the necessary procedures, a solid product was obtained with a yield of 82% (Scheme 2).



Scheme 2. N-benzyl-5,7-dibromo-1,2,3,4-tetrahydroacridin-9-amine (**2**) by Reductive Amination

Subsequently, the obtained N-benzyl-5,7-dibromo-1,2,3,4-tetrahydroacridin-9-amine compound was reacted with various arylboronic acids — including phenyl, 4-methoxyphenyl, and 4-methylthiophenyl groups — under Suzuki cross-coupling conditions in the presence of $Pd(PPh_3)_4$ (tetrakis(triphenylphosphine)palladium(0)) as the catalyst. This process afforded new trisubstituted tacrine derivatives in yields ranging from 73% to 80% (Scheme 3).



Scheme 3. Novel Tacrine (**3-5**) derivatives with Suzuki Coupling

DICUSSION and CONCLUSIONS

The structures of the diphenyl-arylated tacrine derivatives (**3**–**5**) were elucidated using ^{1}H NMR and ^{13}C NMR spectroscopy. The ^{1}H NMR spectra of the diphenyl tacrines 3–5 displayed signals similar to those of the starting materials (**1** and **2**); however, notable differences were observed in the aromatic phenyl region and the signals corresponding to the 4-substituted groups (–OCH_3, –SCH_3).

In all products, a singlet appearing around 4.5 ppm in the ^{1}H NMR spectra corresponds to the CH_2 protons attached to the NH_2 group, confirming the successful completion of the reductive amination reaction. In the corresponding ^{13}C NMR spectra, the signal for the same CH_2 carbon appears around 60 ppm, further supporting the structural integrity.

In the ^{1}H NMR spectra of compounds **4** and **5**, two singlets observed at approximately 3.80 ppm, corresponding to the –OCH_3 protons, provided clear evidence for the attachment of 4-(methoxy)phenyl groups to the tacrine core. The –SCH_3 protons of the 4-(methylthio)phenyl moiety (compound **5**) were confirmed by two singlets appearing around 2.50 ppm. Additionally, the –OCH_3 carbon in compound **4** gave a signal at approximately 55 ppm, whereas the –SCH_3 carbon in compound **5** resonated at around 16 ppm, further verifying the structural assignments.

Thanks and Information Note

This study was supported by the Turkish Health Institutes (TUSEB A-Project No: 24138) and Kırıkkale University BABK (2025/073).

References

Akıncıoğlu, A., Topal, M., Gülçin, İ., Göksu, S. (2014). *Novel sulphamides and sulphonamides incorporating the tetralin scaffold as carbonic anhydrase and acetylcholine esterase inhibitors*, Archiv der Pharmazie, 347(1), 68-76.

Aydın, A., Ökten, S., Erkan, S., Bulut, M., Özcan, E., Tutar, A., Eren, T. (2021). *In–Vitro Anticancer and Antibacterial Activities of Brominated Indeno [1,2-b] qinoline Amines Supported with Molecular Docking and MCDM*. ChemistrySelect, 6(13), 3286-3295.

Başak, A., Abouelhassan, Y., Huigens III, R. W. (2015). *Halogenated quinolines discovered through reductive amination with potent eradication activities against MRSA, MRSE and VRE biofilms*, Organic & Biomolecular Chemistry, 13(41), 10290-10294.

Costa, J. S. D., Pisoni, D. S., Silva, C. B. D., Petzhold, C. L., Russowsky, D., Ceschi, M. A. (2009). *Lewis acid promoted Friedländer condensation reactions between anthranilonitrile and ketones for the synthesis of tacrine and its analogues*, Journal of the Brazilian Chemical Society, 20(8), 1448-1454.

de Sousa, J., Brown, R. C., Baati, R. (2014). *Buchwald–Hartwig Amination Approach for the Synthesis of Functionalized 1, 2, 3, 4-Tetrahydroacridine Derivatives*, European Journal of Organic Chemistry, 2014(16), 3468-3474.

Ekiz, M., Tutar, A., Ökten, S. (2016). *Convenient synthesis of disubstituted tacrine derivatives via electrophilic and copper induced reactions*, Tetrahedron, 72(35), 5323-5330.

Ekiz, M., Tutar, A., Ökten, S., Bütün, B., Koçyiğit, Ü. M., Taslimi, P., Topçu, G. (2018). *Synthesis, characterization, and SAR of arylated indenoquinoline-based cholinesterase and carbonic anhydrase inhibitors*, Archiv der Pharmazie, 351(9), 1800167.

Fancellu, G., Chand, K., Tomás, D., Orlandini, E., Piemontese, L., Silva, D. F., Cardoso, S. M., Santos, M. A. (2020). *Novel Tacrine–Benzofuran hybrids as potential multi-target drug candidates for the treatment of Alzheimer's Disease*, Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry, 35(1), 211-226.

Fang, L., Chen, M., Liu, Z., Fang, X., Gou, S., Chen, L. (2016). *Ferulic acid–carbazole hybrid compounds: combination of cholinesterase inhibition, antioxidant and neuroprotection as multifunctional anti-Alzheimer agents*, Bioorganic & medicinal chemistry, 24(4), 886-893.

Ferri, C. P., Prince, M., Brayne, C., Brodaty, H., Fratiglioni, L., Ganguli, M.,Hall, K.,Hasegawa, K., Hendrie, H., Huang, Y., Mathers, C., Menezes, P., R., Rimmer, E., Scazufca M. (2005). *Global prevalence of dementia: a Delphi consensus study*, The lancet, 366(9503), 2112-2117.

Göçer, H., Akıncıoğlu, A., Öztaşkın, N., Göksu, S., Gülçin, İ. (2013). *Synthesis, Antioxidant, and Antiacetylcholinesterase Activities of Sulfonamide Derivatives of Dopamine-R elated Compounds*, Archiv der Pharmazie, 346(11), 783-792.

Göçer, H., Gülçin İ. (2013). *Caffeic acid phenethyl ester (CAPE): A potent carbonic anhydrase isoenzymes inhibitor,* Internatıonal Journal of Academic Research, 5(4), 150-155.

Göçer, H., Topal, F., Topal, M., Küçük, M., Teke, D., Gülçin, İ., Alwasel, S.H., Supuran, C. T. (2016). *Acetylcholinesterase and carbonic anhydrase isoenzymes I and II inhibition profiles of taxifolin,* Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry, 31(3), 441-447.

Kim, J., Malpani, Y. R., Lee, J., Shin, J. S., Han, S. B., Jung, Y. S. (2018). *Novel tacrine-pyridinium hybrid reactivators of organophosphorus-inhibited acetylcholinesterase: Synthesis, molecular docking, and in vitro reactivation study*, Bioorganic & medicinal chemistry letters, 28(23-24), 3784-3786.

Ökten, S., Ekiz, M., Koçyiğit, Ü. M., Tutar, A., Çelik, İ., Akkurt, M., Gökalp, F., Taslimi, P., Gülçin, İ. (2019a). *Synthesis, characterization, crystal structures, theoretical calculations and biological evaluations of novel substituted tacrine derivatives as cholinesterase and carbonic anhydrase enzymes inhibitors*, Journal of Molecular Structure, 1175, 906-915.

Ökten, S., Ekiz, M., Tutar, A., Koçyiğit, Ü. M., Bütün, B., Topçu, G., Gülçin, İ. (2019b). *SAR evaluation of disubstituted tacrine analogues as promising cholinesterase and carbonic anhydrase inhibitors*", Indian journal of pharmaceutical education and research, 53, 268-275.

Ragab, H. M., Ashour, H. M., Galal, A., Ghoneim, A. I., Haidar, H. R. (2016). *Synthesis and biological evaluation of some tacrine analogs: study of the effect of the chloro substituent on the acetylcholinesterase inhibitory activity*, Monatshefte für Chemie-Chemical Monthly, 147(3), 539-552.

Ragab, H. M., Teleb, M., Haidar, H. R., Gouda, N. (2019). *Chlorinated tacrine analogs: Design, synthesis and biological evaluation of their anti-cholinesterase activity as potential treatment for Alzheimer's disease*, Bioorganic chemistry, 86, 557-568.

Rolden-Pena, J. M., Romero-Real, V., Hicke, J., Maya, I., Franconetti, A., Lagunes, I., Padron, J. M., Petralla, S., Poeta, E., Naldi, M., Bartolini, M., Monti, B., Bolognesi, M. L., Lopez, O., Fernandez-Bolanos, J. G. (2019). *Tacrine-O-protected phenolics heterodimers as multitarget-directed ligands against Alzheimer's disease: Selective subnanomolar BuChE inhibitors*, European journal of medicinal chemistry, 181, 111550.

Shaw, F. H., Bentley, G. (1949). *Some aspects of the pharmacology of morphine with special reference to its antagonism by 5-amino-acridine and other chemically related compounds*, Medical Journal of Australia, 1949, 2, 25, 868-874.

Shi, A., Nguyen, T. A., Battina, S. K., Rana, S., Takemoto, D. J., Chiang, P. K., Hua, D. H. (2008). *Synthesis and anti-breast cancer activities of substituted quinolines*, Bioorganic & medicinal chemistry letters, 18(11), 3364-3368.

Tang, H., Zhao, L. Z., Zhao, H. T., Huang, S. L., Zhong, S. M., Qin, J. K., Chen, Z. F., Huang, Z. S., Liang, H. (2011). *Hybrids of oxoisoaporphine-tacrine congeners: novel acetylcholinesterase and acetylcholinesterase-induced β-amyloid aggregation inhibitors*, European journal of medicinal chemistry, 46(10), 4970-4979.

$LaTiO_3$ PHOTOCATALYST FOR EFFICIENT WASTEWATER TREATMENT

Ceren ORAK[1]

[1] Sivas University of Science and Technology, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Chemical Engineering, Sivas-Türkiye, ORCID: 0000-0001-8864-5943

ABSTRACT

This study focuses on the photocatalytic degradation of Methylene Blue (MB), a commonly used azo dye, using lanthanum titanate ($LaTiO_3$) nanoparticles under ultraviolet (UV) light irradiation. The $LaTiO_3$ photocatalyst was synthesized via an ultrasound-assisted method, which is known to enhance particle dispersion and reduce agglomeration, thereby improving photocatalytic efficiency. The structural and surface characteristics of the synthesized nanoparticles were examined through Scanning Electron Microscopy (SEM) and Fourier- Transform Infrared (FTIR) spectroscopy, confirming the successful formation of the $LaTiO_3$. A series of batch experiments were carried out to investigate the influence of several key operating parameters, including initial pH (3-9), catalyst amount (0.1-0.4 g/L), and initial MB concentration (5-20 ppm), on the degradation efficiency of MB. The results revealed that alkaline conditions (pH 9), a catalyst loading of 0.3 g/L, and low initial concentrations of the dye significantly improved the degradation rate. Under these optimized conditions, nearly complete degradation of MB was achieved within a relatively short reaction time. These findings demonstrate the potential of $LaTiO_3$ as an effective and stable photocatalyst for the treatment of dye-containing wastewater. The study highlights the role of process optimization in enhancing photocatalytic performance and supports the application of $LaTiO_3$ in advanced oxidation processes for environmental remediation.

Keywords: Methylene blue, $LaTiO_3$, photocatalysis

INTRODUCTION

Azo dyes are extensively utilized in the textile and related industries owing to their vivid coloration and strong resistance to degradation by light, heat, and chemical agents. Despite their functional advantages, these dyes are considered environmental contaminants due to their toxicity, stability, and persistence in aquatic ecosystems. Among them, Methylene Blue (MB) is frequently used as a model pollutant in water treatment research. Its high solubility and stable aromatic structure make it difficult to eliminate through conventional biological treatment methods, thus increasing its environmental burden [1–5]. Consequently, the efficient removal of MB from wastewater has become a pressing challenge in the context of sustainable water management.

Advanced oxidation processes (AOPs), particularly photocatalytic oxidation, have emerged as promising alternatives for degrading persistent organic compounds. These processes operate under relatively mild conditions and have the potential to achieve complete mineralization without producing secondary pollutants [6–8]. Within these systems, semiconductor photocatalysts have gained attention as efficient materials for environmental remediation. Perovskite-type oxides, such as $LaFeO_3$, $BiFeO_3$, and $LaTiO_3$, are especially attractive due to their large surface areas, high thermal and chemical stability, and environmentally benign nature [9–11].

LaTiO3 (LTO), in particular, possesses a suitable band gap (~3.46 eV) that enables photocatalytic activity under ultraviolet light. Its conduction and valence bands facilitate electron excitation and hole generation, leading to the formation of reactive species like hydroxyl radicals that drive the oxidation of organic pollutants [9,11,12]. Furthermore, the crystalline nature of LTO supports effective separation of photogenerated electron–hole pairs, thereby reducing recombination and enhancing photocatalytic efficiency. Owing to these advantageous features, LTO has been investigated in recent studies for the photocatalytic degradation of various organic contaminants, including dyes and pharmaceuticals [13,14]. In the present study, LTO nanoparticles were used as a photocatalyst for the degradation of MB under UV irradiation. The influence of operational parameters-namely pH, catalyst amount, and initial dye concentration-on the degradation performance was systematically assessed to determine the optimal conditions for maximum removal efficiency.

MATERIALS AND METHOD

Synthesis of $LaTiO_3$: It was prepared via an ultrasound-assisted synthesis method using analytical-grade precursors without further purification. Initially, 0.3 mol of lanthanum acetate was dissolved in 16 mol of glacial acetic acid under a nitrogen atmosphere, and the solution was stirred at ambient temperature for 2 hours to ensure homogeneity. Following this, 5 mol of titanium isopropoxide was gradually added to the solution under continuous stirring, which was maintained for an additional 6 hours. After the precursor mixing step, 20 mL of acetone was introduced into the mixture, and the suspension was sonicated at 42 kHz using a Bransonic ultrasonic bath for 1 hour to enhance particle dispersion. The obtained gel-like product was dried at 100 °C for 24 hours, and the resulting solid was calcined in air at 550 °C for 5 hours to produce crystalline LTO.

Characterization: The morphology of the synthesized LTO was examined using Scanning Electron Microscopy (SEM), which revealed a porous and aggregated structure favorable for photocatalytic interactions. To verify the formation of the perovskite phase, Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy was conducted.

Photocatalytic Activity Experiments: To evaluate the photocatalytic performance of LTO, batch-mode experiments were conducted under UV light for the degradation of MB. Parameters such as solution pH (3, 6, and 9), catalyst amount (0, 0.2, 0.5, and 1 g/L), and initial MB concentrations (10, 20, and 30 mg/L) were systematically varied. In each trial, 100 mL of MB solution at the target concentration was prepared, and pH adjustments were performed using dilute HCl or NaOH as needed. A known amount of LTO was then dispersed into the solution, which was stirred continuously while exposed to UV irradiation. Aliquots were withdrawn at specific time intervals and analyzed using a UV-Vis spectrophotometer to determine the extent of MB degradation by monitoring changes in absorbance at its maximum wavelength.

RESULTS AND DISCUSSION

Characterization

The SEM analysis revealed that the synthesized LTO possess a highly porous structure with uniformly distributed microparticles, as shown in Figure 1a. This porous morphology, comprising clusters with dimensions smaller than 1 μm, provides an increased surface area that is advantageous for photocatalytic activity, similar to previously reported LTO studies [15]. BET surface area analysis demonstrated that LTO nanoparticles have a specific surface area of 9.15 m^2/g, aligning with values reported in the literature for similar perovskite materials, indicating consistency in particle synthesis and the expected catalytic efficiency [15–17]. The FTIR spectrum of the synthesized LTO is shown in Figure 1b and a characteristic Ti-O stretching vibration peak is observed around 558 cm^{-1}, which confirms the formation of the perovskite-type structure [18,19]. This peak aligns with the expected metal-oxygen bonds found in perovskite structures, as reported in the literature, further validating the successful synthesis of LTO [20,21].

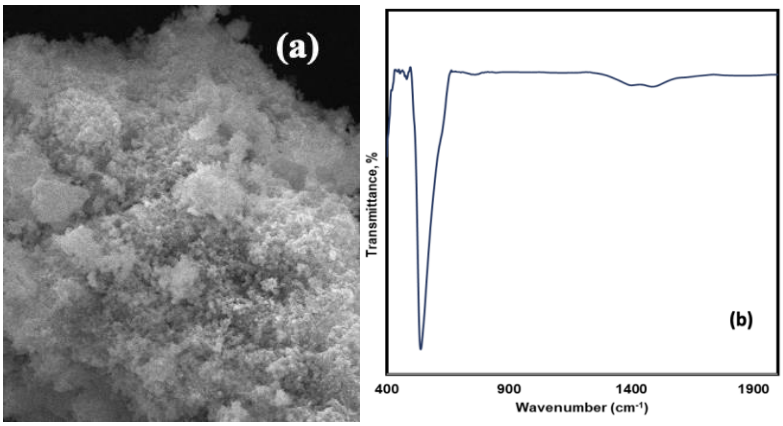
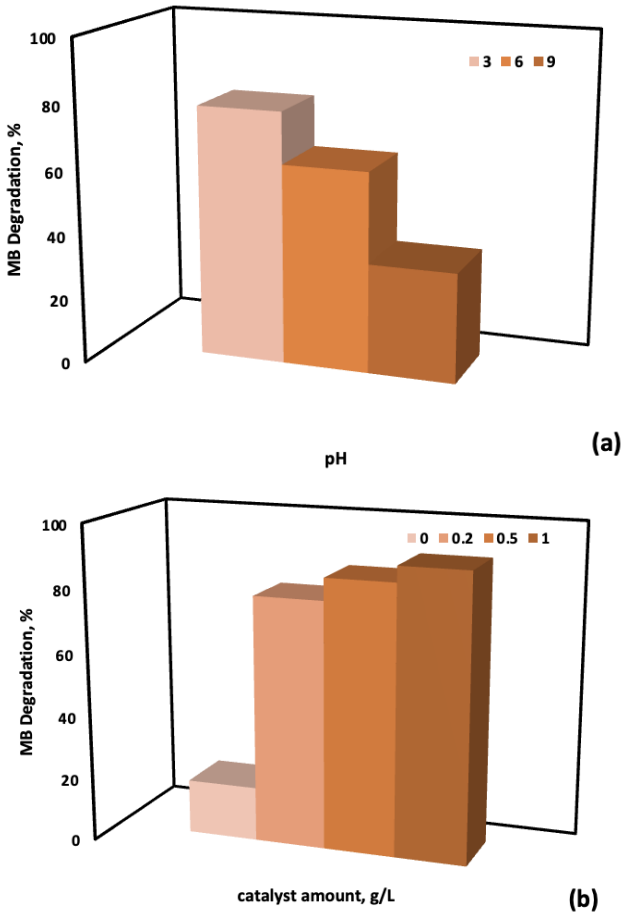


Figure 1. SEM diagram of LTO (a) and FTIR spectrum of LTO (b)

Photocatalytic Activity of LTO

Figure 2a illustrates the influence of pH on the photocatalytic degradation of MB. The results clearly show that the reaction environment plays a crucial role in determining degradation efficiency. The highest removal rate, approaching 80%, was observed at acidic conditions (pH 3). As the pH increased to 6, the degradation efficiency declined to about 60%, and further decreased below 50% under alkaline conditions (pH 9). These findings imply that acidic media promote more effective degradation, likely due to enhanced surface charge interactions between the dye molecules and the catalyst or improved catalyst reactivity in low pH environments. In Figure 2b, the relationship between catalyst amount and MB removal efficiency is presented. A notable increase in degradation performance was observed as the amount of LTO increased, reaching approximately 80% removal at 0.2 g/L. Further increments in catalyst loading (0.5 and 1.0 g/L) maintained this high efficiency, indicating a plateauing trend. This behavior suggests that beyond a certain catalyst concentration, the number of available active sites is no longer the limiting factor, and excess catalyst may even cause light scattering or reduced UV penetration. Figure 2c depicts how the initial concentration of MB affects the photocatalytic degradation efficiency. At a lower initial concentration (10 mg/L), nearly complete degradation was achieved. However, as the concentration increased to 20 and 30 mg/L, the removal efficiency decreased to approximately 85% and 70%, respectively. This inverse relationship can be attributed to the fixed number of active sites on the catalyst surface and potential competition among MB molecules, which reduces the rate of interaction between the dye and reactive species generated during photocatalysis.



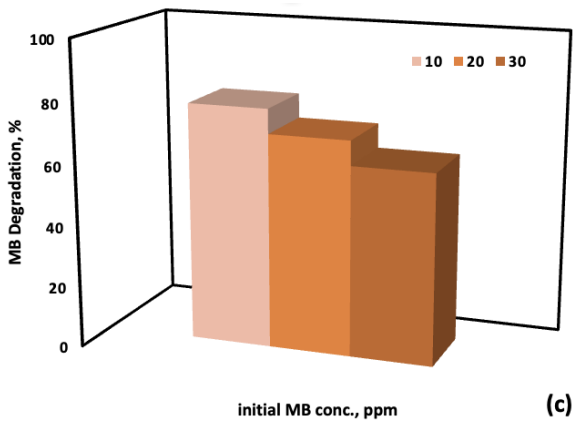


Figure 2. pH (a), catalyst amount (b) and initial MB (c) effect on MB degradation

CONCLUSION

The photocatalytic degradation of MB using LTO as a catalyst proved to be highly efficient, particularly under acidic conditions and at an optimal catalyst amount. The findings confirm the potential of LTO as a promising material for the treatment of dye-contaminated wastewater. A noticeable decline in degradation efficiency was observed with increasing initial dye concentration, emphasizing the importance of process optimization. The identified operational parameters offer valuable guidance for the integration of LTO into advanced oxidation technologies.

REFERENCES

[1] Liu Y, Chen X, Li J, Burda C. Photocatalytic degradation of azo dyes by nitrogen-doped TiO2 nanocatalysts. Chemosphere 2005;61:11–8. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.03.069.

[2] Hu C, Yu JC, Hao Z, Wong PK. Photocatalytic degradation of triazine-containing azo dyes in aqueous TiO2 suspensions. Appl Catal B 2003;42:47–55. https://doi.org/10.1016/S0926-3373(02)00214-X.

[3] Trandafilović L V, Jovanović DJ, Zhang X, Ptasińska S, Dramićanin MD. Enhanced photocatalytic degradation of methylene blue and methyl orange by ZnO:Eu nanoparticles. Appl Catal B 2017;203:740–52. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2016.10.063.

[4] Nisar A, Saeed M, Usman M, Muneer M, Adeel M, Khan I, et al. Kinetic modeling of ZnO-rGO catalyzed degradation of methylene blue. Int J Chem Kinet 2020;52:645–54. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/kin.21389.

[5] Popoola LT, Yusuff AS, Adejare AT, Olasupo SB. Photocatalytic degradation of methylene blue dye by magnetized TiO2-silica nanoparticles from rice husk. Appl Water Sci 2024;14:25. https://doi.org/10.1007/s13201-023-02052-8.

[6] Orak C. Enhanced degradation of Procion Red MX-5B using Fe-doped corn cob ash and Fe-doped g-C3N4. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects 2024;46:14244–58. https://doi.org/10.1080/15567036.2024.2417044.

[7] Bakır R, Orak C. Stacked machine learning approach for predicting evolved hydrogen from sugar industry wastewater. Int J Hydrogen Energy 2024;85:75–87. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.08.342.

[8] ORAK C, ERSÖZ G. Heterogeneous Photo-Fenton-like Degradation of Oxytetracycline Containing Wastewater. Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences 2024;10:182–9. https://doi.org/10.28979/jarnas.1395785.

[9] Orak C, Yüksel A. Box-Behnken Design for Hydrogen Evolution from Sugar Industry Wastewater Using Solar-Driven Hybrid Catalysts. ACS Omega 2022;7:42489–98. https://doi.org/10.1021/acsomega.2c05721.

[10] Orak C, Yüksel A. Graphene-supported LaFeO3 for photocatalytic hydrogen energy production. Int J Energy Res 2021;45:12898–914. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/er.6620.

[11] Orak C, Yüksel A. Photocatalytic Hydrogen Energy Evolution from Sugar Beet Wastewater. ChemistrySelect 2021;6:12266–75. https://doi.org/10.1002/slct.202103342.

[12] Pan JH, Shen C, Ivanova I, Zhou N, Wang X, Tan WC, et al. Self-template synthesis of porous perovskite titanate solid and hollow submicrospheres for photocatalytic oxygen evolution and mesoscopic solar cells. ACS Appl Mater Interfaces 2015;7:14859–69. https://doi.org/10.1021/acsami.5b03396.

[13] Saravanan A, Kumar PS, Jeevanantham S, Anubha M, Jayashree S. Degradation of toxic agrochemicals and pharmaceutical pollutants: Effective and alternative approaches toward photocatalysis. Environmental Pollution 2022;298. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.118844.

[14] Rakibuddin M, Kim H, Ehtisham Khan M. Graphite-like carbon nitride (C 3 N 4) modified N-doped LaTiO 3 nanocomposite for higher visible light photocatalytic and photo-electrochemical performance. Appl Surf Sci 2018;452:400–12. https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2018.05.018.

[15] Rezania S, Mahdinia S, Oryani B, Cho J, Kwon EE, Bozorgian A, et al. Biodiesel production from wild mustard (Sinapis Arvensis) seed oil using a novel heterogeneous catalyst of LaTiO3 nanoparticles. Fuel 2022;307. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2021.121759.

[16] Palas B, Ersöz G, Atalay S. Photo Fenton-like oxidation of Tartrazine under visible and UV light irradiation in the presence of LaCuO3 perovskite catalyst. Process Safety and Environmental Protection 2017;111:270–82. https://doi.org/10.1016/j.psep.2017.07.022.

[17] Shukla AA, Gosavi P V., Pande J V., Kumar VP, Chary KVR, Biniwale RB. Efficient hydrogen supply through catalytic dehydrogenation of methylcyclohexane over Pt/metal oxide catalysts. Int J Hydrogen Energy 2010;35:4020–6. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.02.014.

[18] Rajakani P, Vedhi C. Electrocatalytic properties of polyaniline–TiO2 nanocomposites. International Journal of Industrial Chemistry 2015;6:247–59. https://doi.org/10.1007/s40090-015-0046-8.

[19] Mosleh N, Joolaei Ahranjani P, Parandi E, Rashidi Nodeh H, Nawrot N, Rezania S, et al. Titanium lanthanum three oxides decorated magnetic graphene oxide for adsorption of lead ions from aqueous media. Environ Res 2022;214. https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113831.

[20] Chen H, Lim C, Zhou M, He Z, Sun X, Li X, et al. Activating Lattice Oxygen in Perovskite Oxide by B-Site Cation Doping for Modulated Stability and Activity at Elevated Temperatures. Advanced Science 2021;8. https://doi.org/10.1002/advs.202102713.

[21] Fung V, Wu Z, Jiang DE. New Bonding Model of Radical Adsorbate on Lattice Oxygen of Perovskites. Journal of Physical Chemistry Letters 2018;9:6321–5. https://doi.org/10.1021/acs.jpclett.8b02749.

INVARIANT AND ANTI-INVARIANT TOTALLY UMBILICAL SUBMANIFOLDS IN ALMOST POTENT MANIFOLDS

Semra Zeren

Sivas Bilim ve Teknoloji Üniversitesi, ORCID: 0000-0003-0083-3507

Fatma Almaz

Batman Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-1060-7813

Özet

Bu çalışmada, almost potent manifoldlar üzerinde tanımlı altmanifoldların geometrik özellikleri ele alınmaktadır. Yapının tanımladığı (1,1)-türünden özel tensör alanı dikkate alınarak, altmanifoldların eğrilik tensörleri ve şekil operatörüyle olan ilişkileri analiz edilmiştir. Gauss ve Weingarten formülleri aracılığıyla, bir altmanifoldun totally umbilical olması için gerekli ve yeterli koşullar elde edilmiştir. Ayrıca, invariant ve anti-invariant altmanifold durumları ayrı ayrı incelenmiş ve bu durumların geometrik yapılar üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak tartışılmıştır. Elde edilen teorik sonuçlar uygun örneklerle desteklenerek sunulmuştur. Bu çalışma, almost potent yapılar altında altmanifold teorisine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

Anahtar Sözcükler: Almost potent manifold, invariant altmanifold, anti-invariant altmanifold, totally umbilical.

Abstract:

In this paper, we study the geometric properties of submanifolds defined on almost potent manifolds. Taking into account the (1,1)-type special tensor field associated with the structure, the relationships between the submanifolds and curvature tensors as well as the shape operator are analyzed. Through the Gauss and Weingarten formulas, necessary and sufficient conditions are obtained for a submanifold to be totally umbilical. Furthermore, invariant and anti-invariant submanifold cases are examined separately, and their geometric effects are comparatively discussed. The obtained theoretical results are supported by appropriate examples. This study aims to contribute to the theory of submanifolds under almost potent structures.

Keywords: Almost potent manifold, invariant submanifold, anti-invariant submanifold, totally umbilical.

EŞZAMANLI SES SİNYALLERİ KULLANILARAK GÖRÜŞ HATTI DIŞI ORTAMLARDA NESNE SINIFLANDIRMASI

Mücahit ÇALIŞAN[1]

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Mücahit ÇALIŞAN, Bingöl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 0000-0003-2651-5937

Nevzat OLGUN[2]

[2]Dr. Öğr. Üyesi, Nevzat OLGUN, Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yazılım Mühendisliği Bölümü, 0000-0003-2461-4923

Gürkan GÜRGÖZE[3]

[3]Dr., Gürkan GÜRGÖZE, Elazığ Milli Eğitim İl Müdürlüğü, 0000-0002-2831-498X

Ferdi DOĞAN[4]

[4]Dr. Öğr. Üyesi, Ferdi DOĞAN, Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 0000-0002-9203-697X

Mehmet NERGİZ[5]

[5]Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet NERGİZ, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 0000-0002-0867-5518

İbrahim TÜRKOĞLU[6]

[6]Prof. Dr., İbrahim TÜRKOĞLU, Fırat Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Yazılım Mühendisliği Bölümü, 0000-0003-4938-4167

ÖZET

Görüş hattı dışındaki (Non-Line-of-Sight, NLOS) ortamlarda nesne türünü doğru ve güvenilir bir şekilde tespit etmek, birçok alanda teknik açıdan zorlu ve çözülmesi gereken önemli bir problemdir. Doğrudan görsel erişimin mümkün olmadığı durumlarda, özellikle güvenlik sistemleri, savunma sanayi, otonom araç teknolojileri, robotik uygulamalar ve iç mekân algılama sistemleri gibi alanlarda alternatif algılama yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, farklı nesne türlerinin NLOS koşullarda eşzamanlı ses sinyalleri yardımıyla sınıflandırılmasına yönelik bir yöntem önerilmektedir. Çalışmada, belirli bir frekans aralığında lineer olarak üretilen cıvıltı sinyali, sekiz hoparlörden aynı anda yansıtıcı yüzey görevi gören duvara iletilmiştir. Yüzeyden doğrudan yansıyan birincil sinyallerin yanı sıra, NLOS bölgesindeki nesnelerden dolaylı olarak yansıyan ikincil ses sinyalleri sekiz mikrofondan oluşan bir mikrofon dizisiyle eşzamanlı olarak kaydedilmiştir. Deneysel çalışmalar kapsamında ahşap, demir, tuğla, PVC ve beyaz eşya gibi farklı malzemeler NLOS bölgesine yerleştirilerek her bir nesne türüne ait akustik yansıma verileri toplanmıştır. Bu verilerden ikincil yansıma sinyalleri ayrıştırılmış, ardından çeşitli özellik çıkarım teknikleri uygulanmıştır. Elde edilen özellikler, farklı makine öğrenmesi algoritmalarına giriş verisi olarak sunulmuş ve nesne türleri başarıyla sınıflandırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, geliştirilen sistemin NLOS ortamda bulunan nesnelerin türünü yüksek doğrulukla tespit edebildiğini göstermektedir. Bu bulgular, akustik sinyallerin görüş ötesi nesne tanıma uygulamalarında etkin biçimde kullanılabileceğini ortaya koyarak, ses temelli uzaktan algılama sistemlerinin potansiyelini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Nesne sınıflandırma, Görüş hattı dışı algılama, NLOS, Ses sinyalleri

OBJECT CLASSIFICATION IN NON-LINE-OF-SIGHT ENVIRONMENTS USING SYNCHRONOUS ACOUSTIC SIGNALS

ABSTRACT

Accurately and reliably identifying object types in Non-Line-of-Sight (NLOS) environments remains a significant and technically challenging problem across various domains. In scenarios where direct visual access is not feasible, there is a growing demand for alternative sensing methods, particularly in areas such as security systems, defense technologies, autonomous vehicles, robotic applications, and indoor perception systems. This study proposes a method for classifying different types of objects in NLOS conditions using synchronous acoustic signals. In the proposed approach, a linear chirp signal generated within a specific frequency range is simultaneously transmitted from eight loudspeakers toward a wall that acts as a reflective surface. In addition to the primary reflections from the wall, secondary acoustic reflections from objects located in the NLOS region are synchronously captured using an array of eight microphones. During the experimental phase, various materials such as wood, metal, brick, PVC, and household appliances were placed in the NLOS region, and acoustic reflection data corresponding to each object type were collected. Secondary reflection signals were separated from these data and then various feature extraction techniques were applied. The resulting features were used as input to various machine learning algorithms, and object types were successfully classified. The experimental results demonstrate that the developed system can identify object types in NLOS environments with high accuracy. These findings highlight the effectiveness of acoustic signal-based approaches for object recognition beyond the line of sight and reveal the potential of sound-driven remote sensing systems.

Keywords: Object classification, Non line of sight detection, NLOS, Sound signals

1. Giriş

Görüş hattı dışı (Non-Line-of-Sight, NLOS) ortamlarda nesne tespiti ve sınıflandırılması özellikle güvenlik, savunma, arama-kurtarma, otonom sürüş, robotik sistemler ve iç mekân algılama gibi kritik uygulama alanlarında çözüm bekleyen önemli bir araştırma problemidir. Doğrudan görsel erişimin mümkün olmadığı senaryolarda geleneksel optik tabanlı algılama sistemleri yetersiz kalmakta ve bu durum alternatif algılama yaklaşımlarına olan ihtiyacı giderek artırmaktadır [1,2]. Bu doğrultuda ses sinyallerine dayalı akustik algılama sistemleri; düşük donanım maliyeti, taşınabilirlik, düşük enerji gereksinimi ve zorlu çevresel koşullara karşı daha dayanıklı yapıları sayesinde dikkate değer bir alternatif olarak öne çıkmaktadır [1,3]. Literatürde NLOS koşullarında ses sinyalleri kullanılarak gerçekleştirilen çalışmaların büyük çoğunluğu insan veya araç gibi nesnelerin yalnızca varlıklarının tespiti üzerine odaklanmaktadır [4,5]. Eşzamanlı (senkron) ses sinyalleri kullanılarak NLOS bölgesindeki nesne ya da canlıların türüne ilişkin çıkarımlar yapabilen çalışmalar sınırlı sayıda bulunmaktadır. Bu tür çalışmalarda genellikle çok kanallı hoparlör dizileri aracılığıyla duvar gibi yansıtıcı bir yüzeye ses sinyalleri yönlendirilmektedir. Bu yüzeyden doğrudan (birincil) ve hedef nesneden dolaylı (ikincil) olarak yansıyan sinyaller mikrofon dizileri tarafından algılanmaktadır.

Bu çalışmada NLOS koşullarında farklı nesne türlerinin eşzamanlı ses sinyalleri kullanılarak sınıflandırılması sağlanmaktadır. Bu kapsamda, sekiz hoparlör ve sekiz mikrofondan oluşan çok kanallı bir akustik düzenek ile toplanan yansıma verileri üzerinden öznitelikler çıkarılmış ve çeşitli makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın temel katkısı, düşük maliyetli ve taşınabilir bir sistem aracılığıyla NLOS ortamlarda nesne türlerinin yüksek doğrulukla sınıflandırılabileceğini göstermesidir. Ayrıca bu yaklaşım, akustik sinyallere dayalı uzaktan algılama sistemlerinin hem akademik araştırmalar hem de pratik uygulamalar açısından önemli bir potansiyel sunduğunu ortaya koymaktadır.

2. İlgili Çalışmalar

NLOS ortamlarda, doğrudan gözlem olanağının bulunmadığı bölgelerde yer alan hedeflerin tespiti, önemli teknik zorluklar içeren bir problem alanıdır. Bu nedenle son yıllarda, NLOS koşullarda hedef algılamaya yönelik alternatif yöntemlerin geliştirilmesine dair çalışmalar artış göstermiştir. Bu çalışmalarda sıklıkla

dolaylı algılama yöntemleri olarak ışık, radyo frekansı ve ses temelli sistemler tercih edilmiştir. Bu sistemler, doğrudan temas kurulamayan nesneler hakkında dolaylı yoldan bilgi edinmeye olanak tanımaktadır.

Işık tabanlı sistemler kapsamında Velten ve ark. [6], ultrahızlı zaman-ölçüm (time-of-flight) tekniklerini kullanarak duvarlardan yansıyan ışık ile görüş hattı dışındaki nesnelerin üç boyutlu biçimlerinin yeniden yapılandırılmasını hedeflemiştir. O'Toole ve ark. [2] tarafından önerilen konfokal NLOS görüntüleme modeli ise konik ışık dönüşümüne (light-cone transform) dayanmaktadır. Bununla birlikte Heide ve ark. [4] yüzey normalleri ile kısmi engelleyicileri dikkate alan yöntemler geliştirerek bu alana katkı sunmuştur. Her ne kadar bu optik sistemler yüksek hassasiyet sunabilsede karmaşık donanım gereksinimleri ve yüksek maliyet gibi sınırlılıklar uygulama alanlarını daraltmaktadır. Ses temelli NLOS algılama yöntemleri ise son yıllarda dikkat çekici bir ivme kazanmıştır. Bu bağlamda Lindell ve ark. NLOS görüntülemede akustik ses sistemini kullanarak öncü bir çalışma ortaya koymuştur [1]. Bianco ve ark. [7] tarafından sunulan derlemede makine öğrenmesi destekli akustik sistemlerin nesne tespiti, konuşma tanıma ve konum belirleme gibi birçok farklı alanda kullanım potansiyeli sunulmuştur. Schulz ve ark. [8] köşenin ötesindeki araçların tespiti için ses yansımalarının etkinliğini deneysel olarak göstermiştir. Nesne sınıflandırması özelinde, yansıma tabanlı akustik özniteliklerin nesnenin malzemesi ve geometrisiyle ilişkili olarak önemli ayırt edici bilgilere sahip olduğu bilinmektedir. Yue ve ark. [5] düşük sinyal-gürültü oranına sahip ortamlarda derin öğrenme modelleri ile gizli hedeflerin yüksek doğrulukla tespit edilebileceğini ortaya koymuştur. Jain ve ark. [9] yankı temelli akustik özniteliklerin konvolüsyonel sinir ağları (CNN) ile işlenerek NLOS ortamda nesne sınıflandırmada başarıyla kullanılabileceğini vurgulamıştır.

Bu bağlamda, sunulan çalışma; farklı nesne türlerinin NLOS koşullarda, eşzamanlı ses yansımaları aracılığıyla sınıflandırılmasını amaçlayan ve bu alandaki sınırlı sayıda çalışmadan biri olarak literatüre katkı sunmaktadır. Söz konusu yaklaşımların karşılaştırmalı bir özetini sunmak üzere, NLOS ortamda gerçekleştirilen seçilmiş çalışmalar Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. NLOS ortamda farklı algılama türlerine göre yapılan çalışmalar

Çalışma	Algılama Türü	Kullanılan Sinyal	Hedef	Yöntem	Öne Çıkan Katkı
Lindell et al. (2019) [1]	Görüntüleme	Ses	İnsan	Akustik Tomografi	Akustik sinyallerle NLOS görüntüleme önerildi
Velten et al. (2012) [6]	Görüntüleme	Lazer	Nesne	Ultrafast ToF	Duvar arkasındaki 3B şekil geri kazanımı
O'Toole et al. (2018) [2]	Görüntüleme	Lazer	Nesne	Light-cone transform	Konfokal NLOS görüntüleme modeli önerildi
Heide et al. (2019) [4]	Görüntüleme	Lazer	Nesne	Yüzey normalleri ile rekonstrüksiyon	Occluder ve yüzey normalleri dikkate alındı
Schulz et al. (2021) [8]	Tespit	Ses	Araç	Akustik yansıma + ML	Araçların köşe arkasında akustik tespiti
Yue et al. (2021) [5]	Tespit	Ses	Saklı hedef	Deep Learning	Düşük SNR'de derin öğrenme ile tespit
Jain et al. (2021) [9]	Sınıflandırma	Ses	Nesne	CNN (Derin Ağ)	Echo özellikleriyle NLOS sınıflandırma

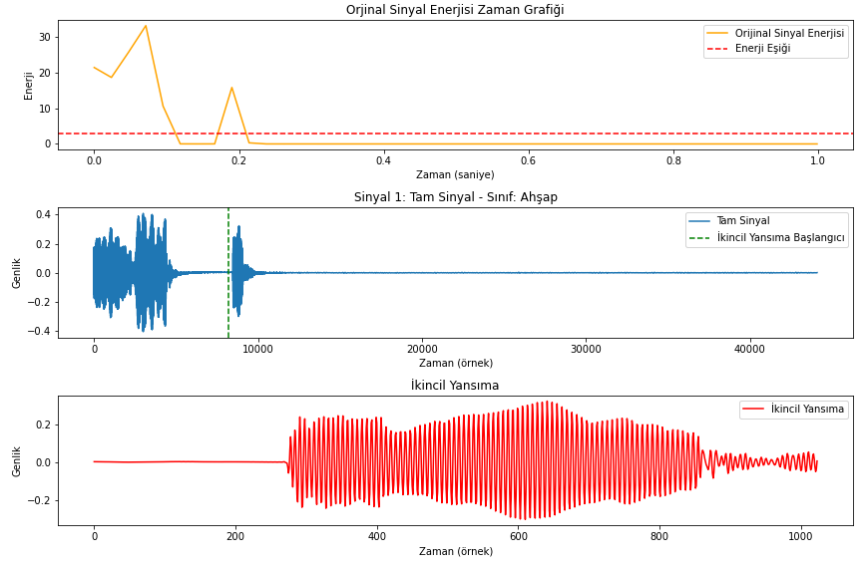
Bu Çalışma	Sınıflandırma	Ses	**Nesne Türü**	ML (Random Forest, vs.)	Çok kanallı sistemle malzeme bazlı sınıflandırma

3. Materyal ve Metod

Bu çalışmada, görüş hattı dışındaki nesnelerin sınıflandırılması amacıyla sekiz adet hoparlör ve sekiz adet mikrofon içeren çok kanallı bir akustik düzenek tasarlanmıştır. Hoparlörler, yansıtıcı yüzey (duvar) doğrultusunda eşit aralıklarla dikey eksende konumlandırılmıştır. Mikrofonlar ise yansıtıcı yüzey ile NLOS bölgesi arasındaki yansıma sinyallerini toplayacak şekilde aynı düzlemde hoparlörlere paralel biçimde hizalanmıştır. Bu çok kanallı kurulum, her hoparlörün yaydığı sinyalin her bir mikrofon tarafından eşzamanlı kaydedilmesine olanak tanımaktadır. Deneylerde, NLOS bölgesine farklı fiziksel ve akustik özelliklere sahip nesneler yerleştirilmiştir. Bu nesneler arasında ahşap, demir, tuğla, pvc ve beyaz eşya parçası gibi malzeme türleri yer almaktadır. Nesnelerin her biri NLOS bölgesine ayrı ayrı konumlandırılmıştır. Her nesne için deneyler aynı koşullarda tekrarlanmış ve ortam koşullarının sabit kalmasına özen gösterilmiştir.

Tüm deneylerde 2–20 kHz frekans aralığında cıvıltı sinyali hoparlörler aracılığıyla eşzamanlı olarak duvara yansıtılmıştır. Bu sinyaller bir kısmı duvardan birincil yansıma olarak geri dönmekte, bir kısmı ise NLOS bölgesine yerleştirilen nesnelerden yansıyarak ikincil yansıma olarak geri dönmektedir. Yansıma sinyalleri mikrofonlar tarafından eşzamanlı olarak kaydedilmiştir. Ses gönderme ve kayıt işlemi 1 saniyelik periyot boyunca eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Veriler ses ve ışık yalıtımı sağlanmış laboratuvar koşullarında toplanmıştır. Her nesne türü için 30 tekrar ölçüm yapılmış ve toplamda 150 etiketli ses kaydı elde edilmiştir. Bu veriler daha sonra önişleme, öznitelik çıkarımı ve sınıflandırma adımları için kullanılmak üzere düzenlenmiştir.

İkincil yansıma sinyallerinin ayrıştırılabilmesi için ham sinyalin enerji analizi yapılmış ve belirli bir eşik değerin altına düşen enerji seviyesi, ana yansımanın sona erdiğini ve ikincil yansımanın başladığını göstermiştir. Bu işleme ait örnek bir sinyalin enerji seviyesi, tam sinyali ve ikincil yansıma bölgesi Şekil 1'de sunulmuştur.

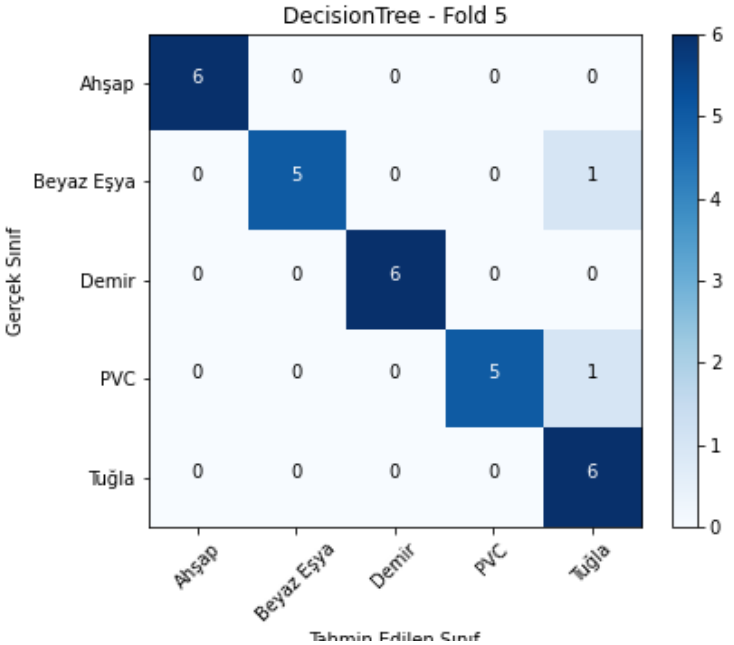


Şekil 1. Ahşap sınıfına ait bir örnek sinyalin enerji-zaman analizi, tam sinyal yapısı ve ikincil yansıma bölgesi

Şekil 1'de ahşap nesnesine ait bir örnek sinyalin işlenme süreci görülmektedir. Üst resimde sinyalin zamana göre enerji dağılımı gösterilmektedir. Kırmızı kesikli çizgi enerji eşik değerini belirtirken, turuncu çizgi sinyalin enerji seviyesini temsil etmektedir. Bu resimde enerjinin eşik değerin altına düştüğü noktadan itibaren ikincil yansımanın başladığı kabul edilmiştir. Ortadaki resimde tam ses sinyali zaman ekseninde gösterilmektedir. Yeşil kesikli çizgi ikincil yansımanın başlangıç noktasını belirtmektedir. Alt resimde ise ikincil yansıma bileşeni sinyalden ayrılarak detaylı şekilde sunulmuştur. Elde edilen bu ikincil yansıma sinyallerinden Mel Frekans Kepstrum Katsayıları (MFCC) çıkartılmış ve sınıflandırma yapılmıştır [10].

4. Deneysel Çalışmalar

Elde edilen ses sinyallerinden çıkarılan öznitelikler, farklı nesne türlerini sınıflandırmak amacıyla Karar Ağacı (Decision Tree) [11], K-En Yakın Komşu (K-Nearest Neighbor, KNN) [12] ve Çok Katmanlı Algılayıcı (Multilayer Perceptron, MLP) [13] makine öğrenmesi algoritmalarına giriş verisi olarak sunulmuştur. Modellerin başarımını değerlendirmek için 5 katlı çapraz doğrulama (5-fold cross-validation) yöntemi uygulanmıştır [14]. Sınıflandırma modelinin başarımını daha iyi anlayabilmek için Şekil 2'de örnek olarak Karar Ağacı algoritması için yapılan 5-fold çapraz doğrulama sürecinin 5. katmanına (Fold 5) ait karmaşıklık matrisi görülmektedir. Bu matriste Ahşap, Demir ve Tuğla sınıfları %100 doğrulukla sınıflandırılmıştır. Beyaz Eşya sınıfında bir örnek Tuğla olarak hatalı sınıflandırılmıştır. PVC sınıfında da bir örnek yanlışlıkla Tuğla sınıfına atanmıştır. Bu sonuçlar modelin genel olarak yüksek başarı gösterdiğini ancak düşük oranda sınıflandırma hatalarının da meydana gelebildiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 2. Karar Ağacı algoritmasına ait Fold 5 karmaşıklık matrisi

Her bir modelin başarımı, F1-Skoru (F1-Score), Doğruluk (Accuracy), Kesinlik (Precision) ve Duyarlılık (Recall) metrikleri ile değerlendirilmiştir [15]. Modeller arasında en yüksek başarıya %90 F1-Skoru ile Karar Ağacı algoritması ulaşırken, MLP modeli %86, KNN modeli ise %82 F1-Skoru elde etmiştir. Bu sonuçlar, ses sinyallerine dayalı sınıflandırma problemlerinde yapay sinir ağlarının sunduğu temsil gücünün öne çıktığını göstermektedir. Tablo 2'de her bir modele ait ortalama başarım oranları verilmektedir.

Tablo 2. Farklı modellere ait başarım oranları

Model	Doğruluk (%)	Kesinlik (%)	Duyarlılık (%)	F1-Skoru (%)
Decision Tree	90,00	91,44	90,00	89,57
KNN	81,33	85,05	81,33	81,58
MLP	86,00	88,99	86,00	85,79

Tablo 3'te ise her bir sınıf özelinde elde edilen başarı değerleri ayrı ayrı analiz edilmiştir. Böylece modellerin hangi nesne türlerinde güçlü veya zayıf performans sergilediği ayrıntılı biçimde görülebilmektedir.

Tablo 3. Sınıf temelli başarım oranları

Sınıf	Model	Kesinlik (%)	Duyarlılık (%)	F1-Skoru (%)
Ahşap	Decision Tree	97	97	97
	KNN	73	90	79
	MLP	92	83	85
Beyaz Eşya	Decision Tree	93	77	81
	KNN	89	77	81
	MLP	94	87	88
Demir	Decision Tree	90	100	94
	KNN	97	90	93
	MLP	88	97	91
PVC	Decision Tree	88	90	89
	KNN	85	77	79
	MLP	83	80	80
Tuğla	Decision Tree	88	87	87
	KNN	81	73	77
	MLP	89	83	84

5. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışma, görüş hattı dışı ortamlarda farklı nesne türlerinin sınıflandırılmasına yönelik olarak, eşzamanlı ses sinyallerine dayalı yeni bir yöntem önermektedir. Önerilen sistemde sekiz hoparlör ve sekiz mikrofondan oluşan çok kanallı bir akustik düzenek ile 2-20 kHz frekans aralığında üretilen cıvıltı sinyalleri yansıtıcı yüzey olan duvara yansıtılmaktadır. Söz konusu sinyallerin birincil ve ikincil yansımaları mikrofonlar tarafından eşzamanlı biçimde kaydedilmiş ve analiz edilmiştir. Elde edilen veriler Karar Ağaçları, K-En Yakın Komşu ve Çok Katmanlı Algılayıcı makine öğrenmesi algoritmaları ile sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Karar Ağacı algoritması %90 doğruluk oranıyla genel başarı açısından güçlü bir alternatif olarak öne çıkmıştır. Buna karşın, KNN algoritması %81,33 doğruluk oranıyla diğer iki modele kıyasla daha düşük başarı göstermiştir. Sınıf bazlı başarı analizleri incelendiğinde Demir ve Ahşap sınıflarında tüm modellerin yüksek başarı düzeyine ulaştığı gözlemlenmiştir. Sınıf bazlı metriklerin detaylı şekilde analiz edilmesi, sistemin hangi nesne türlerinde güçlü ya da zayıf performans sergilediğini anlamak ve model iyileştirmeleri yapmak açısından önemli ipuçları sunmaktadır.

Elde edilen bulgular, akustik ses sinyallerinin görüş hattı dışı ortamlarda nesne sınıflandırma amacıyla etkin biçimde kullanılabileceğini göstermektedir. Önerilen sistemin donanım açısından düşük maliyetli olması, bu yöntemin gerçek dünya uygulamalarında yaygın şekilde kullanılabilirliğini artırmaktadır. Ayrıca ses sinyallerinin optik sistemlerin aksine toz, duman ve ışık gibi çevresel değişkenlerden daha az etkilenmesi, bu yöntemi özellikle zorlu çevresel koşullarda avantajlı hâle getirmektedir. Bununla birlikte, çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle elde edilen veri kümesi görece sınırlı sayıda örneği içermektedir ve deneyler yalnızca kontrollü laboratuvar koşullarında gerçekleştirilmiştir. Bu durum modelin farklı çevresel koşullarda ve genişletilmiş veri kümeleri üzerinde test edilmesini gerektirmektedir. İlerleyen çalışmalarda daha fazla nesne türünün yer aldığı veri setleriyle ve farklı ortamlarda gerçekleştirilecek deneylerle sistemin genelleme yeteneğinin artırılması hedeflenmektedir. Ayrıca derin öğrenme tabanlı daha gelişmiş yöntemlerle karşılaştırmalı analizlerin yapılması, yöntemin potansiyelini daha kapsamlı biçimde ortaya koyacaktır.

Sonuç olarak bu çalışma, akustik sinyallerin kullanımıyla NLOS ortamlarda nesne sınıflandırmasının mümkün olduğunu deneysel verilerle ortaya koymakta ve önerilen yaklaşımın hem akademik araştırmalar hem de uygulamalı sistemler için önemli bir potansiyel taşıdığını göstermektedir.

Bilgilendirme: Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 123E386 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

[1] Lindell, D. B., Wetzstein, G., & Koltun, V. (2019). Acoustic non-line-of-sight imaging. *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 6780–6789.

[2] O'Toole, M., Lindell, D. B., & Wetzstein, G. (2018). Confocal non-line-of-sight imaging based on the light-cone transform. *Nature*, 555(7696), 338–341.

[3] Boger-Lombard, J., Slobodkin, Y., & Katz, O. (2023). Towards passive non-line-of-sight acoustic localization around corners using uncontrolled random noise sources. *Scientific Reports*, 13(1), 4952.

[4] Heide, F., O'Toole, M., Zang, K., Lindell, D. B., Diamond, S., & Wetzstein, G. (2019). Non-line-of-sight imaging with partial occluders and surface normals. *ACM Transactions on Graphics (ToG)*, 38(3), 1–10.

[5] Yue, L., Wang, Z., Li, X., & Guo, X. (2021). Deep learning based detection of hidden targets in low signal-to-noise acoustic environments. *Applied Acoustics*, 180, 108110.

[6] Velten, A., Willwacher, T., Gupta, O., Veeraraghavan, A., Bawendi, M. G., & Raskar, R. (2012). Recovering three-dimensional shape around a corner using ultrafast time-of-flight imaging. *Nature Communications*, 3(1), 745.

[7] Bianco, M. J., Gerstoft, P., Traer, J., Ozanich, E., Roch, M. A., Gannot, S., & Deledalle, C. A. (2019). Machine learning in acoustics: Theory and applications. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 146(5), 3590–3628.

[8] Schulz, Y., Mattar, A. K., Hehn, T. M., & Kooij, J. F. (2021). Hearing what you cannot see: Acoustic vehicle detection around corners. *IEEE Robotics and Automation Letters*, 6(2), 2587–2594.

[9] Jain, R., Kumar, S., & Singh, M. (2021). Echo Feature Based Object Detection Using Deep Convolutional Neural Networks in NLOS Environment. *Sensors*, 21(11), 3728. https://doi.org/10.3390/s21113728

[10] Yıldırım, M. (2022). MFCC Yöntemi ve önerilen derin model ile çevresel Seslerin Otomatik olarak sınıflandırılması. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, *34*(1), 449-457.

[11] Charbuty, B., & Abdulazeez, A. (2021). Classification based on decision tree algorithm for machine learning. *Journal of applied science and technology trends*, *2*(01), 20-28.

[12] Kramer, O. (2013). K-nearest neighbors. In *Dimensionality reduction with unsupervised nearest neighbors* (pp. 13-23). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

[13] Popescu, M. C., Balas, V. E., Perescu-Popescu, L., & Mastorakis, N. (2009). Multilayer perceptron and neural networks. *WSEAS Transactions on Circuits and Systems*, *8*(7), 579-588.

[14] Jung, Y. (2018). *Multiple predicting K-fold cross-validation for model selection*. Journal of Nonparametric Statistics, 30(1), 197–215. https://doi.org/10.1080/10485252.2017.1414095

[15] Çalışan, M., Gündüzalp, V., & Olgun, N. Evaluatıon of U-Net and Resnet Architectures For Biomedical Image Segmentation. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, *7*(3), 561-570.

GÖRÜŞ HATTI DIŞI ORTAMLARDA CANLI VARLIĞININ EŞZAMANLI SES SİNYALLERİ İLE TESPİTİ

Nevzat OLGUN[1]

[1]Dr. Öğr. Üyesi, Nevzat OLGUN, Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yazılım Mühendisliği Bölümü, 0000-0003-2461-4923

Mücahit ÇALIŞAN[2]

[2]Dr. Öğr. Üyesi, Mücahit ÇALIŞAN, Bingöl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 0000-0003-2651-5937

Gürkan GÜRGÖZE[3]

[3]Dr., Gürkan GÜRGÖZE, Elazığ Milli Eğitim İl Müdürlüğü, 0000-0002-2831-498X

Ferdi DOĞAN[4]

[4]Dr. Öğr. Üyesi, Ferdi DOĞAN, Adıyaman Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 0000-0002-9203-697X

Mehmet NERGİZ[5]

[5]Dr. Öğr. Üyesi, Mehmet NERGİZ, Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 0000-0002-0867-5518

İbrahim TÜRKOĞLU[6]

[6]Prof. Dr., İbrahim TÜRKOĞLU, Fırat Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Yazılım Mühendisliği Bölümü, 0000-0003-4938-4167

ÖZET

Görüş hattı dışındaki (NLOS) ortamlarda canlı varlığının güvenilir şekilde tespiti, savunma, güvenlik, arama-kurtarma ve akıllı yaşam alanları gibi pek çok alanda kritik öneme sahiptir. Bu çalışmada NLOS ortamında bulunan canlı varlığını eşzamanlı ses sinyalleri kullanılarak tespit etmeye yönelik bir yöntem önerilmektedir. Çalışma kapsamında sekiz mikrofon ve sekiz hoparlörden oluşan bir akustik düzenek kurulmuştur. Deney düzeneği, belirli frekans aralıklarında ses dalgalarının yayılımını ve NLOS ortamda bulunan nesnelerden veya canlılardan gelen yansımaları analiz etmeye dayanmaktadır. NLOS ortamındaki nesnelerden/canlıdan birincil ve ikincil yansıma sinyallerinin alınabilmesi için 1 saniye uzunluğunda 2 Khz- 20 Khz frekans aralığında lineer olarak üretilen cıvıltı sesi 8 hoparlörden aynı anda yansıma yüzeyine iletilmiştir. Yansıma yüzeyinden yansıyan birincil ses sinyalleri ve NLOS ortamından dolaylı olarak yansıyan ikincil ses sinyalleri 8 mikrofon(kanal) tarafından da eşzamanlı olarak kaydedilmiştir. Bu şekilde yapılan her bir ölçüm için 8 kanaldan oluşan yansıma sinyalleri elde edilmiştir. Deneyler, ses ve ışık yalıtımı sağlanmış kontrollü bir laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla NLOS ortamındaki 10 farklı canlı denekten ve ahşap, demir, tuğla vb. farklı nesnelerden ses yansıma sinyalleri alınmıştır. Kaydedilen sinyallerden ikincil ses yansıma sinyalleri ayrıştırılmış, bu sinyallerden elde edilen özellikler kullanılarak Random Forest algoritması ile canlı varlığı tespiti yapılmıştır. Sonuçlar, geliştirilen sistemin NLOS ortamlarda canlı varlığını %96,29 doğrulukla tespit edebildiğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, ses sinyalleri ile NLOS ortamında bulunan bir canlı varlığının tespitinde etkili ve uygulanabilir bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Görüş hattı dışı, NLOS, Akustik sinyal, Uzaktan algılama, Random forest

Bilgilendirme: Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 123E386 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

DETECTION OF THE HUMAN PRESENCE IN NON-LINE-OF-SIGHT ENVIRONMENTS WITH SIMULTANEOUS SOUND SIGNALS

ABSTRACT

The reliable detection of living presence in non-line-of-sight (NLOS) environments is critically important in many areas such as defense, security, search and rescue, and smart living spaces. In this study, a method is proposed to detect the presence of living beings in NLOS environments using synchronous acoustic signals. Within the scope of the study, an acoustic setup consisting of eight microphones and eight loudspeakers was established. The experimental setup is based on analyzing the propagation of sound waves in specific frequency ranges and the reflections coming from objects or living beings located in the NLOS environment. To obtain primary and secondary reflection signals from the objects/living beings in the NLOS environment, a linear chirp signal with a duration of 1 second and a frequency range of 2 kHz to 20 kHz was transmitted simultaneously from 8 loudspeakers toward a reflective surface. The primary sound signals reflected from the reflective surface and the secondary sound signals indirectly reflected from the NLOS environment were recorded synchronously by 8 microphones (channels). In this way, reflection signals consisting of 8 channels were obtained for each measurement. The experiments were conducted in a controlled laboratory environment with acoustic and light insulation. For this purpose, reflection signals were collected from 10 different living human subjects in the NLOS environment as well as from various materials such as wood, metal, brick, etc. From the recorded signals, secondary acoustic reflections were extracted, and using the features obtained from these signals, the presence of living beings was detected with the Random Forest algorithm. The results show that the developed system can detect the presence of living beings in NLOS environments with 96.29% accuracy. The findings indicate that this method is an effective and applicable approach for detecting the presence of a living being located in an NLOS environment using acoustic signals.

Keywords: Non Line of Sight, NLOS, Acoustic signals, Remote sensing, Random forest

Acknowledgment: This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK) under project number 123E386.

1. Giriş

Modern teknolojik sistemlerde çevresel algılamanın sınırları, yalnızca doğrudan görüş hattında (Line-of-Sight, LOS) bulunan nesnelerle sınırlı değildir. Gerçek dünya uygulamalarında, özellikle kapalı alanlar, karmaşık mimariler veya fiziksel engellerin bulunduğu durumlarda, hedef nesneler görüş hattının dışında (Non-Line-of-Sight, NLOS) kalabilmektedir. Yangın, deprem veya çökme gibi afet senaryolarında enkaz altındaki canlıların tespiti ya da askeri operasyonlarda görüş hattı dışındaki tehdit unsurlarının belirlenmesi gibi durumlar, NLOS tespit sistemlerinin geliştirilmesini gerekli kılmaktadır [1,2]. NLOS ortamlarda canlı varlıkların tespiti, savunma teknolojileri, robotik sistemler, afet yönetimi ve akıllı şehir çözümleri gibi çeşitli alanlarda artan bir öneme sahiptir. Geleneksel görüntüleme sistemleri, yalnızca ışığın doğrudan nesneden sensöre ulaştığı durumlarda etkin biçimde çalışabilmektedir. Bu da kamera temelli sistemlerin NLOS senaryolarında yetersiz kalmasına neden olmaktadır. Ani gelişen olaylarda, hızlı ve doğru kararlar alınabilmesi için görüş hattı dışındaki bilgilerin elde edilmesi kritik olabilir. Gerçek dünyada ise pek çok nesne fiziksel engellerin arkasında yer almakta ve doğrudan algılanamamaktadır. Bu nedenle, NLOS algılamaya yönelik alternatif yöntemlerin geliştirilmesi gereklidir [3-5].

NLOS teknolojilerinde çoğunlukla ışık tabanlı yöntemler tercih edilmiştir. Bu sistemlerde ışık sinyalleri engellere çarpıp dolaylı yollardan hedefe ulaşmakta ve geri yansımalar üzerinden analizler yapılmaktadır. Ancak bu yöntemlerin çeşitli sınırlılıkları bulunmaktadır. Bunlar arasında pahalı donanım ihtiyacı, düşük sinyal-gürültü oranı, yüksek hesaplama maliyeti ve çevresel faktörlere duyarlılık (toz, duman, ışık koşulları gibi) yer almaktadır [6-9]. Bu nedenlerle, alternatif sinyal türlerine dayalı NLOS algılama yöntemleri son yıllarda ön plana çıkmaya başlamıştır. Akustik (ses) sinyalleri, NLOS ortamlar için umut vadeden alternatiflerden biri hâline gelmiştir. Düşük frekansta daha iyi yayılım özelliklerine sahip olmaları sayesinde engellerin arkasına ulaşabilmekte ve oradan yansımalar elde edilebilmektedir [10]. Işığa kıyasla daha düşük hızda yayılmalarına rağmen, ortam koşullarına karşı daha az hassasiyet göstermeleri ve düşük maliyetli donanımlarla uygulanabilir olmaları nedeniyle ses tabanlı sistemler avantaj sunmaktadır. Temel seviyedeki

mikrofon ve hoparlörlerle kolayca kurulabilmeleri, göz sağlığına zarar vermemeleri ve geniş frekans aralığında çalışabilmeleri, akustik NLOS sistemlerini cazip kılmaktadır. Ayrıca kırınım ve yansıma özellikleri sayesinde, kenar ve köşe gibi karmaşık geometrilerden de veri toplanabilmektedir.

Literatürde yer alan öncü çalışmalarda, yankı profillerinin analizi ile NLOS ortamdaki nesne ya da canlı varlıkların pasif olarak tespit edilebildiği gösterilmiştir [11-14]. Boger-Lombard ve Katz [12] sadece mikrofon dizisi kullanarak köşe arkasındaki bireyleri algılamış, Sommer ve Katz [13] ise yansıtıcı yüzeye gerek duymadan kırınımla lokalizasyon sağlamıştır. Schulz ve arkadaşları [10] çok kanallı mikrofon dizileri ile NLOS ortamda araç tespiti gerçekleştirmiştir. Bu tür çalışmalar ses sinyallerine dayalı NLOS algılamanın potansiyelini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte akustik sinyallere dayalı NLOS tespit sistemlerinin yaygınlaşmasını engelleyen bazı teknik zorluklar da mevcuttur. Özellikle gürültülü ortamlarda yankıların karışması gelişmiş sinyal işleme tekniklerine olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu bağlamda zaman-frekans dönüşümleri ve gürültüye dayanıklı öznitelik çıkarımı yöntemleri önem kazanmaktadır [15].

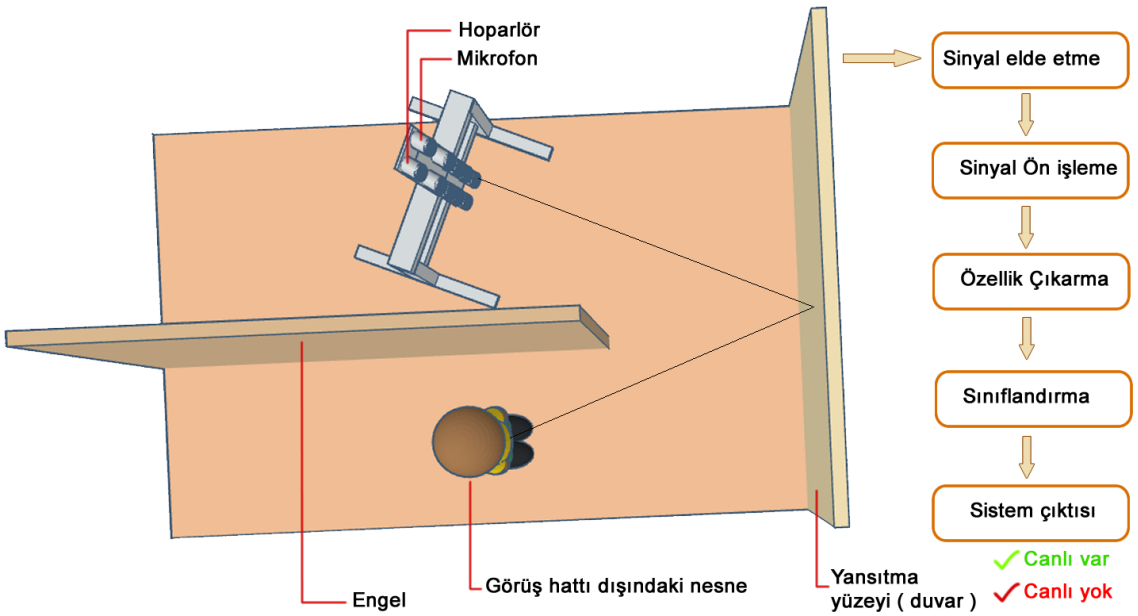
Makine öğrenmesi algoritmaları, akustik yankı sinyallerinin analizinde öne çıkan yöntemler arasında yer almaktadır. Jain ve arkadaşları [16], yankı sinyallerinden çıkarılan spektral özellikleri derin evrişimsel sinir ağları (CNN) ile işleyerek yüksek doğrulukta sınıflandırmalar gerçekleştirmiştir. Yue ve arkadaşları [17] düşük sinyal-gürültü oranına sahip ortamlarda dahi zayıf yansımaları başarıyla ayrıştırabilen modeller geliştirmiştir. Bu yaklaşımlar, akustik NLOS tespitinde makine öğrenmesinin etkili bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen sistem, ses sinyallerinden elde edilen yankı profillerinden öznitelik çıkarımı ve makine öğrenmesi ile sınıflandırma yaklaşımını birleştirerek literatüre katkı sağlamayı hedeflemektedir. Geliştirilen sistem aktif ses sinyalleriyle çalışan ve çoklu kanal üzerinden veri toplayabilen, laboratuvar ortamında test edilmiş özgün bir NLOS algılama çözümü sunmaktadır. Çalışmanın öne çıkan katkıları şu şekilde özetlenebilir:

- Görüş hattı dışındaki ortamlarda akustik temelli canlı tespiti için çoklu kanal yapısına sahip bir sistem önerilmiştir.
- Fiziksel engellerin arkasındaki insan varlıkları yüksek doğrulukla tespit edilmiştir.
- Düşük maliyetli donanım ve taşınabilir mimari ile pratik NLOS çözümleri sunulmuştur.

2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, görüş hattı dışında yer alan canlı varlıkların tespitine yönelik olarak eşzamanlı ses sinyallerine dayanan yeni bir yaklaşım önerilmiştir. Geliştirilen sistemde sekiz hoparlörden eşzamanlı olarak 2-20 kHz frekans aralığında, 1 saniye süresince lineer cıvıltı (chirp) sinyali iletilmiştir. Bu sinyallerin yansıyan birincil ve ikincil yansımaları sekiz mikrofon tarafından eşzamanlı olarak kaydedilmiştir. Her bir ölçüm döngüsünde, sekiz kanallı çoklu yansıma verisi elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler sinyal işleme ve öznitelik çıkarımı süreçlerine tabi tutulmuştur. Çalışmanın genel sistem mimarisi Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Görüş hattı dışındaki canlı varlıkların tespiti için önerilen sistemin blok diyagramı

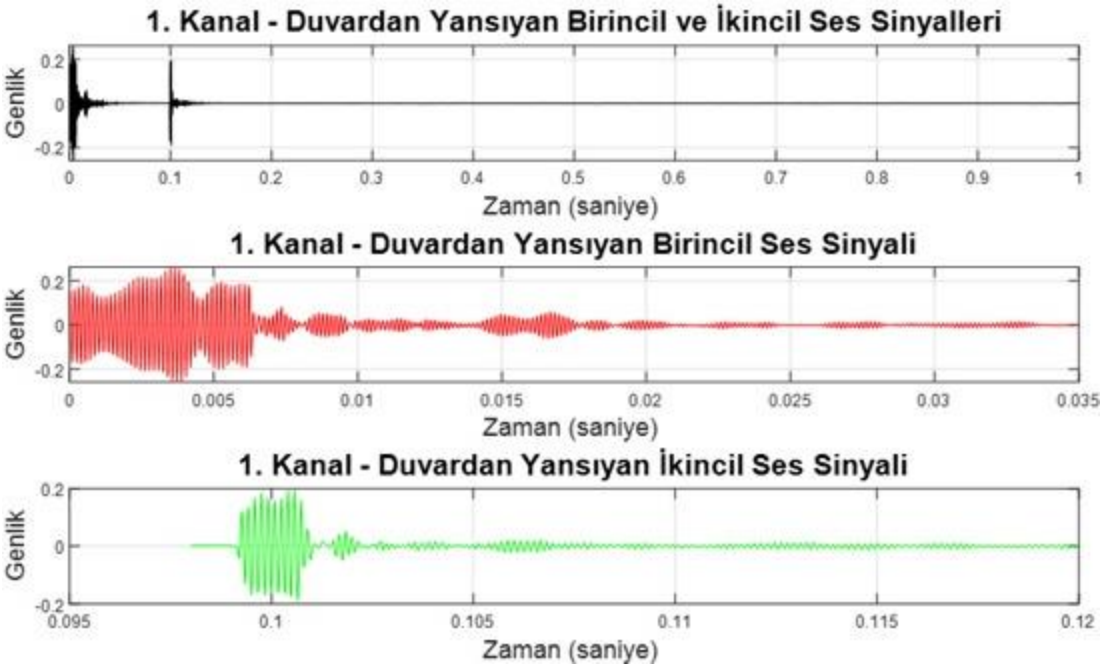
Deneysel kurulum ses ve ışık izolasyonu sağlanmış özel olarak tasarlanmış bir laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Hoparlör ve mikrofonlar deney düzeneğinde yanyana konumlandırılarak doğrudan (birincil) ve dolaylı (ikincil) yansımaların kaydedilmesi sağlanmıştır. NLOS senaryosu oluşturmak için hoparlör ve mikrofonlardan oluşan ses sistemi ile canlı denek arasına panel yerleştirilerek fiziksel engel oluşturulmuştur. Her bir hoparlör, 2 kHz ile 20 kHz arasında doğrusal olarak frekansı artan 1 saniyelik cıvıltı (chirp) sinyali üretmiştir. Bu sinyal, tüm hoparlörlerden eş zamanlı olarak gönderilmiş, karşılık gelen mikrofonlar tarafından ortamdaki sesler kaydedilmiştir. Her ölçüm döngüsünde hoparlörlerden ses sinyali gönderilmiş ve sinyalin ortamda yayılması ve yansıması sağlanmıştır. Bu aşamada mikrofonlar eşzamanlı olarak ses verilerini 44.1 kHz örnekleme frekansı ile kaydetmiştir. Bu sinyaller hem doğrudan (birincil) yansımaları hem de dolaylı (ikincil) yansımaları içermektedir.

a. Veri Toplama ve Ön İşleme

Veri toplama süreci, canlı varlığı içeren bir senaryo çerçevesinde yürütülmüştür. Canlı senaryolarında, farklı boy ve kiloya sahip 10 farklı insan deneği NLOS ortamda sabit olarak konumlandırılmıştır. Her birey ayakta iken toplamda 400 canlı ölçüm verisi elde edilmiştir. Ölçüm sırasında denekler tamamen sessiz kalmış ve sistem tarafından gönderilen ses sinyallerine dışsal müdahale yapılmamıştır. Her bir senaryo için 8 mikrofon kanalından toplanan sinyaller deney sonrasında canlı olarak etiketlenmiştir. Canlının olmadığı durumlarda ise NLOS ortamında ahşap, demir, tuğla vb. nesneler bulundurularak toplam 300 ölçüm alınmıştır. Bu ölçümlerde alınan veriler ise cansız olarak etiketlenmiştir. Elde edilen bu veriler bir sonraki aşamada sinyal işleme ve özellik çıkarımı adımlarına tabi tutulmuş ve ardından sınıflandırma algoritmasıyla analiz edilmiştir.

b. Deneysel Çalışmalar

Bu çalışmada, görüş hattı dışı ortamlardan elde edilen ses sinyallerinin anlamlandırılmasına yönelik kapsamlı bir sinyal işleme ve öznitelik çıkarımı süreci uygulanmıştır. Amaç, özellikle ikincil yansıma sinyallerini belirleyerek, canlı varlığına işaret eden bileşenleri etkili bir şekilde temsil eden öznitelik vektörlerine dönüştürmektir. Bu amaçla çalışmada kullanılan ses verileri, sınıflandırma modeline uygun hale getirilmeden önce ön işleme ve özellik çıkarma aşamalarından geçirilmiştir. Şekil 2'de örnek birincil ve ikincil ses sinyalleri görülmektedir.



Şekil 2. NLOS ortamdan elde edilen birincil ve ikincil ses sinyalleri

İlk olarak, sekiz kanallı ses verileri ortalanarak tek kanallı bir sinyale dönüştürülmüştür. Daha sonra, düşük frekans bileşenlerinin etkisini azaltmak ve yüksek frekansları güçlendirmek amacıyla ön vurgulama (pre-emphasis) filtresi uygulanmıştır. Filtreleme sonrasında elde edilen sinyaller Min-Max normalizasyonu ile [0, 1] aralığına ölçeklenmiştir. Öznitelik çıkarımı aşamasında, hem zaman-frekans hem de spektral özellikler dikkate alınmıştır. İlk olarak, sesin karakteristik yapısını temsil eden Mel Frekans Kepstrum Katsayıları (MFCC) hesaplanmış; ardından bu katsayıların zamansal ortalaması alınarak sabit boyutlu öznitelik vektörü oluşturulmuştur [18]. Ek olarak, Kısa Zamanlı Fourier Dönüşümü (STFT) uygulanarak zaman-frekans spektrumu elde edilmiş ve bu spektrumun frekans boyutu boyunca ortalaması alınarak MFCC ile birleştirilmiştir [19].

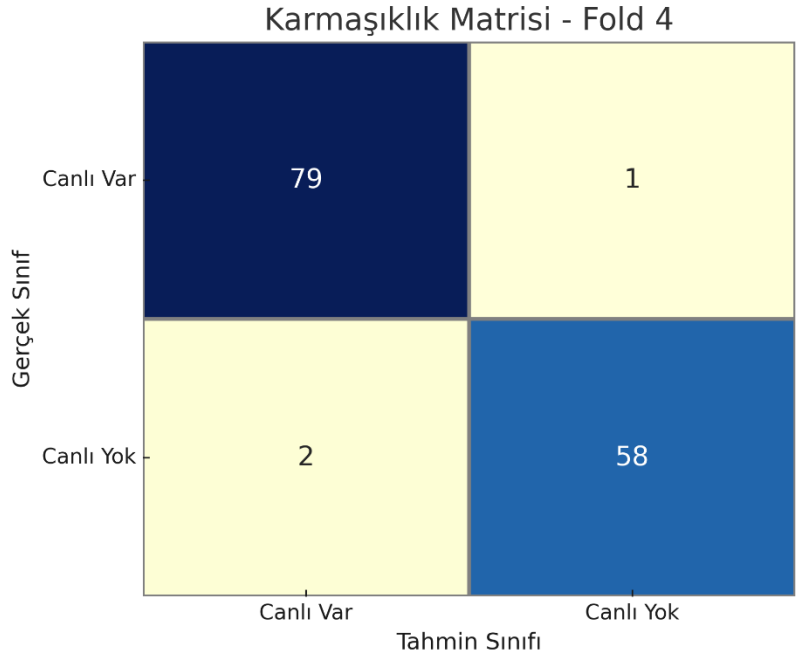
Elde edilen ses sinyallerinden çıkarılan öznitelikler, NLOS ortamındaki canlı varlığının sınıflandırılması amacıyla Random Forest algoritması kullanılmıştır. Modelin genel doğruluğunu artırmak ve farklı veri bölünmelerine karşı dayanıklılığını test etmek amacıyla K-Fold Cross Validation yöntemi uygulanmıştır [20]. Bu yöntem kapsamında, veri kümesi dengeli bir şekilde beş alt gruba (fold) bölünmüştür. Her iterasyonda bir grup test verisi olarak kullanılmış, kalan gruplar ise model eğitiminde kullanılmıştır.

Modelin performansını değerlendirmek amacıyla doğruluk, kesinlik, duyarlılık ve F1-skoru olmak üzere dört temel sınıflandırma metriği kullanılmıştır [21]. Doğruluk (accuracy), tüm tahminler içinde modelin doğru yaptığı tahminlerin oranını ifade etmektedir. Kesinlik (precision), modelin "canlı var" şeklinde yaptığı tahminlerin ne kadarının gerçekten doğru olduğunu, yani yanlış pozitif oranını ortaya koymaktadır. Duyarlılık (recall), modelin gerçek "canlı var" örneklerini ne ölçüde doğru tahmin edebildiğini göstermektedir. F1-skoru ise kesinlik ve duyarlılık metriklerinin harmonik ortalaması olarak modelin genel dengesini ifade etmektedir. Beş katlı çapraz doğrulama sonucunda elde edilen performans değerleri Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. 5-Fold Çapraz Doğrulama Sonuçları

Fold No	Doğruluk (%)	Kesinlik (%)	Duyarlılık (%)	F1-Skoru (%)
1	96,43	95,55	97,27	96,36
2	96,43	95,55	97,27	96,36
3	96,43	95,82	97,71	96,84
4	98,57	95,69	97,57	96,73
5	93,57	95,51	97,38	96,36
Genel Ortalama	96,29	95,62	97,44	96,53

Modelin test verileri üzerindeki en yüksek başarıyı gösterdiği Fold 4 için elde edilen karmaşıklık matrisi Şekil 3'de sunulmaktadır. Bu matris incelendiğinde, modelin sınıflandırma performansının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Toplam 140 test örneğinden 137'si doğru sınıflanmış olduğu ve doğruluk oranının %97,86 olduğu görülmüştür. Sadece 1 yanlış negatif ve 2 yanlış pozitif örnek olması, hataların çok sınırlı olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, modelin özellikle canlı varlığının güvenilir tespiti gereken uygulamalarda yüksek doğrulukla çalışabileceğini göstermektedir.



Şekil 3. Test verileri içinde en iyi başarımın görüldüğü Fold 4'teki karmaşıklık matrisi

3. Sonuçlar

Bu çalışmada, görüş hattı dışı ortamlarda canlı varlığının tespiti amacıyla, sekiz hoparlör ve sekiz mikrofondan oluşan çok kanallı bir akustik düzenek kullanılarak eşzamanlı ses sinyalleriyle deneysel bir sistem geliştirilmiştir. 2–20 kHz frekans aralığında lineer cıvıltı (chirp) sinyalleri kullanılarak ortamda oluşan birincil ve ikincil yansımalar kaydedilmiş, bu yansımalardan çıkarılan öznitelikler Random Forest makine öğrenmesi

modeli ile değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, sistemin özellikle canlı varlığını kaçırmama (yüksek duyarlılık) konusunda güçlü bir performansa sahip olduğunu, ancak düşük düzeyde de olsa bazı "canlı yok" durumlarını yanlışlıkla "canlı var" olarak sınıflandırabildiğini göstermektedir.

Çalışmanın önemli bir diğer katkısı, düşük maliyetli donanım, taşınabilir kurulum ve çoklu kanal üzerinden gelen verilerin eş zamanlı kaydedilebilmesi sayesinde uygulanabilirlik açısından yüksek potansiyele sahip olmasıdır. Optik sistemlerin aksine, akustik sinyaller toz, duman gibi çevresel etkilerden daha az etkilenmektedir. Bu da sistemi hem saha uygulamaları hem de gerçek zamanlı senaryolar için uygun hale getirmektedir. Katılımcı sayısının sınırlı olması ve kontrollü laboratuvar koşullarında test yapılması çalışmanın sınırlamaları arasında gösterilebilir. İlerleyen çalışmalarda daha karmaşık ortamlarda, hareketli hedefler üzerinde ve farklı akustik koşullarda testler yapılması planlanmaktadır. Ayrıca derin öğrenme tabanlı yaklaşımlar ile karşılaştırmalı analizler gerçekleştirilerek modelin genelleme yeteneği daha geniş ölçekte test edilebilecektir.

Sonuç olarak, bu çalışma, NLOS ortamda canlı tespiti konusunda eşzamanlı akustik sinyallerle çalışan, çok kanallı ve makine öğrenmesi destekli etkili bir sistemin varlığını göstermektedir. Elde edilen yüksek doğruluk oranları ve sistemin uygulanabilirliği, bu yöntemin hem akademik hem de saha uygulamaları açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Bilgilendirme: Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 123E386 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynaklar

[1] Lindell, D. B., Wetzstein, G., & Koltun, V. (2019). Acoustic non-line-of-sight imaging. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 6780-6789).

[2] Boger-Lombard, J., Slobodkin, Y., & Katz, O. (2023). Towards passive non-line-of-sight acoustic localization around corners using uncontrolled random noise sources. Scientific Reports, 13(1), 4952.

[3] Velten, A., Willwacher, T., Gupta, O., Veeraraghavan, A., Bawendi, M. G., & Raskar, R. (2012). Recovering three-dimensional shape around a corner using ultrafast time-of-flight imaging. Nature communications, 3(1), 745.

[4] O'Toole, M., Lindell, D. B., & Wetzstein, G. (2018). Confocal non-line-of-sight imaging based on the light-cone transform. Nature, 555(7696), 338-341.

[5] Olgun, N., & Çalişan, M. (2024, September). Location Detection of an Object Non Line of Sight with Audio Signal. In 2024 8th International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP) (pp. 1-4). IEEE.

[6] Zhu, D., & Cai, W. (2022). Fast non-line-of-sight imaging with two-step deep remapping. ACS Photonics, 9(6), 2046-2055.

[7] Shen, S., Wang, Z., Liu, P., Pan, Z., Li, R., Gao, T., ... & Yu, J. (2021). Non-line-of-sight imaging via neural transient fields. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 43(7), 2257-2268.

[8] Bianco, M. J., Gerstoft, P., Traer, J., Ozanich, E., Roch, M. A., Gannot, S., & Deledalle, C. A. (2019). Machine learning in acoustics: Theory and applications. The Journal of the Acoustical Society of America, 146(5), 3590-3628.

[9] Shin, U. H., Jang, S., & Kim, K. (2023, August). Acoustic NLOS Imaging with Cross Modal Knowledge Distillation. In IJCAI (pp. 1405-1413).

[10] Schulz, Y., Mattar, A. K., Hehn, T. M., & Kooij, J. F. (2021). Hearing what you cannot see: Acoustic vehicle detection around corners. IEEE Robotics and Automation Letters, 6(2), 2587-2594.

[11] Heide, F., O'Toole, M., Zang, K., Lindell, D. B., Diamond, S., & Wetzstein, G. (2019). Non-line-of-sight imaging with partial occluders and surface normals. ACM Transactions on Graphics (ToG), 38(3), 1-10.

[12] J. Boger-Lombard and O. Katz, "Passive acoustic Non-Line-of-Sight localization around corners," Scientific Reports, vol. 13, 2023.

[13] Boger-Lombard, J., Slobodkin, Y., & Katz, O. (2023). Towards passive non-line-of-sight acoustic localization around corners using uncontrolled random noise sources. Scientific Reports, 13(1), 4952.

[14] Naser, F., et al. (2019). Infrastructure-free NLoS Obstacle Detection for Autonomous Cars. IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 250–257.
[15] Ayotte, S., et al. (2011). Semiconductor Laser White Noise Suppression by Optical Filtering.
[16] Jain, R., Kumar, S., & Singh, M. (2021). Echo Feature Based Object Detection Using Deep Convolutional Neural Networks in NLOS Environment. Sensors, 21(11), 3728. https://doi.org/10.3390/s21113728
[17] Yue, L., Wang, Z., Li, X., & Guo, X. (2021). Deep Learning Based Detection of Hidden Targets in Low Signal-to-Noise Acoustic Environments. Applied Acoustics, 180, 108110. https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108110
[18] Yıldırım, M. (2022). MFCC Yöntemi ve önerilen derin model ile çevresel Seslerin Otomatik olarak sınıflandırılması. Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 34(1), 449-457.
[19] Manhertz, G., & Bereczky, A. (2021). STFT spectrogram based hybrid evaluation method for rotating machine transient vibration analysis. Mechanical Systems and Signal Processing, 154, 107583.
[20] Jung, Y. (2018). Multiple predicting K-fold cross-validation for model selection. Journal of Nonparametric Statistics, 30(1), 197–215. https://doi.org/10.1080/10485252.2017.1414095
[21] Çalışan, M., Gündüzalp, V., & Olgun, N. Evaluatıon of U-Net and Resnet Architectures For Biomedical Image Segmentation. International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, 7(3), 561-570.

THE ELECTROMAGNETIC VECTOR FIELDS ON SPECIAL SURFACES IN 4D SEMI-EUCLIDEAN SPACE

Fatma Almaz[1*]

[1*] Dr. Öğr. Üyesi Fatma Almaz, Batman University, Faculty of Arts and Sciences, Mathematics Department,

ORCID: 0000-0002-1060-7813

Semra Zeren[2]

[2] Dr. Öğr. Üyesi Semra Zeren, Sivas Science and Technology University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,
ORCID: 0000-0003-0083-3507

ÖZET

Tensör hesabı ve diferansiyel geometri gibi gelişmiş matematiksel tekniklerin entegrasyonu bu araştırmada önemli olmasının yanı sıra elektromanyetik alan tensörünün ve bileşenlerinin ayrıntılı bir incelemesine olanak tanır ve ayrıca dönel yüzeylerdeki alan etkileşimlerinin kapsamlı bir tanımını bize vermektedir. Bunu matematiksel temel olarak ele aldığımızda, malzeme bilimi ve elektromanyetik teori gibi alanlarda yeni teorik iç görülerin ve potansiyel pratik uygulamaların türetilmesini desteklediğinden bahsedebiliriz. Bu çalışmada, 4 boyutlu yarı-Öklid uzayındaki dönel yüzeylerdeki elektromanyetik alanların değişmezlerini ifade etmeye çalıştık. Kısaca bahsedecek olursak bu çalışma tensör hesabının temel prensiplerine dayanır ve Clairaut's teoremi gibi matematiksel yapılar kullanılabilir ve bu bağlamda farklı vektör alanı türleri arasındaki ayrım vurgulanabilir; yani teğet ve elektromanyetik vektör alanları ve dönel yüzeylerdeki davranışları gibi kavramlar ifade edilebilir. Özetle, bu çalışma içsel geometrik özelliklere odaklanarak ilgili yüzeyleri tanımlar ve sınıflandırır ve karmaşık vektör alanı etkileşimlerini destekleyen belirli bir metriğe sahip pseudo-Öklid uzayı kavramı verilerek 4D yarı-Öklid uzayındaki 2 indeksli özel yüzeylerdeki elektromanyetik vektör alanı ve teğet vektör alanlarının kısa bir tanımını verilmektedir. Sonuç olarak eğriler ve matrisler kullanılarak özel dönme yüzeyleri üzerindeki Clairaut's teoremi kullanarak farklı matematiksel ve fiziksel değişmezler ifade edildi.

Anahtar Kelimeler: Elektromanyetik vektör alanı, teğet vektör alanı, dönme yüzeyleri.

ABSTRACT

The integration of advanced mathematical techniques such as tensor calculus and differential geometry is pivotal in this research. It allows for a detailed examination of the electromagnetic field tensor and its components, providing a comprehensive description of the field interactions on rotational surfaces. This detailed mathematical groundwork supports the derivation of new theoretical insights and potential practical applications in fields such as materials science and electromagnetic theory. In this study, we express the invariants of electromagnetic fields on rotational surfaces in semi-Euclidean 4-space. This exploration is rooted in the foundational principles of tensor calculus and employs mathematical constructs such as Clairaut's theorem. It highlights the distinction between different types of vector fields; namely, tangent and electromagnetic vector fields and their behaviour on rotational surfaces. The paper defines and classifies the surfaces involved, focusing on their curvature and inherent geometric properties, and introduces the concept of pseudo-Euclidean space with a specific metric that supports the complex vector field inter actions. Also, we provide a brief description of an electromagnetic vector field and tangent vector fields on the special surfaces in semi-Euclidean 4-space and we express different mathematical and physical invariants using Clairaut's theorem on the special surfaces using curves.

Keywords: Electromagnetic vector field, tangent vector field, rotational surfaces.

BİYOFİLİK TASARIMIN KENTSEL BAĞLAMDA DEĞERLENDİRİLMESİ: BİR BİBLİYOMETRİK ANALİZ

Semahat Merve TOP

Arş. Gör., Karabük Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, ORC-ID: 0000-0002-8400-824X

ÖZET: Biyofilik tasarım, mimari ve çevresel tasarım süreçlerinde insan ile doğa arasındaki bağın güçlendirilmesini ve doğal unsurların yapı ve mekân kurgusuna entegre edilmesini esas alan bir yaklaşımdır. Bu çalışma, biyofilik tasarımın kentsel bağlamdaki gelişimini ortaya koymak amacıyla, 2010–2025 yılları arasında Web of Science veri tabanında yayımlanan 62 akademik yayını bibliyometrik ve içerik analizi yöntemleriyle incelemektedir. Bibliyometrik analiz bulguları, yıllık ortalama %12,69'luk yayın artışı ve yayın başına ortalama 9,03 atıf ile biyofilik tasarıma yönelik akademik ilginin son yıllarda belirgin biçimde arttığını göstermektedir. Yayınların büyük çoğunluğu Amerika Birleşik Devletleri kaynaklı olsa da, en yüksek atıf sayısı Avustralya'ya aittir. İçerik analizi bulguları doğrultusunda biyofilik tasarımın dört ana tema çerçevesinde ele alındığı belirlenmiştir: (1) biyofilik algı ve doğa deneyimi, (2) eğitim ve çevresel davranış, (3) yer ile kurulan bağ ve kültürel kimlik, (4) iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik. Bu temalar kapsamında, doğayla çok katmanlı etkileşim, pedagojik ortamlarda doğa temelli mekânların etkisi, yerel kimlik ve aidiyet duygusunun güçlendirilmesi ile iklim krizine karşı biyofilik stratejilerin çok işlevli katkıları analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, biyofilik tasarımın yalnızca estetik ya da çevresel değil, aynı zamanda sosyal bütünleşme, sağlık, psikolojik iyilik hâli ve iklim adaptasyonu gibi pek çok kentsel dinamiği dönüştüren bütüncül bir yaklaşım olduğunu ortaya koymaktadır. Bu kapsamda çalışma, gelecekteki araştırmaların biyofilik şehircilik, politika geliştirme, çevre eğitimi ve toplumsal katılım gibi alanlarda disiplinler arası yaklaşımlarla derinleştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyofilik tasarım, sürdürülebilir şehirler, kentsel tasarım, esnek kent, bibliyometrik analiz

EVALUATING BIOPHILIC DESIGN IN THE URBAN CONTEXT: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS

ABSTRACT: Biophilic design is an architectural and environmental design approach that emphasises strengthening the connection between humans and the natural world and integrating natural elements into design processes. Recently, interest in biophilic design has grown significantly among architects, planners and urban designers. This approach argues that good design should incorporate nature and natural elements and has the potential to increase human productivity and reduce stress based on the results of studies on environmental psychology. This paper presents a bibliometric analysis to assess the use of biophilic design in urban areas. Using the Web of Science database, studies between 2010 and 2025 are analysed, and 57 publications are found. According to the analysis results, the importance and relevance of biophilic design in the urban context are increasing. The most prolific authors include T. Beatley, while the most cited authors are M. Brengman, Y. Joye, K. Willems and K. Wolf. The United States has the most articles, while Australia is the most cited country. This analysis reveals the potential of biophilic design to improve the sustainability of cities and the quality of human life. The articles highlight biophilic design applications in urban areas, the integration of natural elements and landscape into urban spaces, and the interaction of humans with nature. Furthermore, there is a growing interest in the positive impacts of biophilic design on environmental sustainability and human health. This study highlights the importance of biophilic design in the urban context and its use as a growing area of research. Future research can offer new perspectives on integrating this design approach more effectively in urbanisation by focusing on biophilic urban planning, community engagement and natural space design.

Keywords: Biophilic design, sustainable cities, urban design, resilient city, bibliometric analysis

1. GİRİŞ

Biyofilik tasarım, mimari ve çevre tasarımında, doğal dünya ile insanlar arasındaki bağlantının güçlendirilmesi

ve doğal unsurların tasarım süreçlerine dahil edilmesini içeren bir yaklaşımdır. Bu tasarım yaklaşımı, insanların doğal ortamlarda kendilerini daha iyi hissetmelerini ve sağlıklarını desteklemeyi amaçlar. "Biyofilik" terimi, "bio" (yaşam) ve "philia" (sevgi) kelimelerinin birleşimiyle oluşmuştur ve aslen "doğaya olan sevgi" anlamına gelir. Bu kavram, insanların doğayla derin ve doğal bir bağa sahip olduğunu ve doğal unsurların varlığının insan sağlığı ve refahı üzerinde olumlu etkileri olduğunu belirtir. Biyofilik tasarım, şehirlerden iç mekanlara kadar çeşitli ölçeklerde uygulanabilir ve içerisine doğal ışık, bitki örtüsü, doğal malzemeler ve doğal peyzaj unsurları gibi doğal öğeleri dahil ederek, insanların yaşam alanlarında doğayla etkileşimini arttırır. Biyofilik tasarım aynı zamanda estetik ve duyusal deneyimlerin yanı sıra insanların stresi azaltmasına, konsantrasyonlarını arttırmasına ve genel ruh hallerini iyileştirmesine yardımcı olabilir.

Biyofilik tasarım, doğayı mekâna yalnızca görsel bir unsur olarak eklemekten öte, insanın doğayla olan ilişkisini fiziksel, psikolojik ve duygusal düzeylerde yeniden kurmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Bu yönüyle, geleneksel tasarım yöntemlerinden ayrılır ve doğanın doğrudan deneyimlenmesini merkeze alır. Günümüz şehir yaşamında bireylerin büyük oranda yapılı çevrelerde vakit geçirmesi, doğayla kurulan bağın zayıflamasına ve bunun sonucunda ekolojik ve duyusal yoksunlukların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Kellert, 2012). Nitekim gelişmiş ülkelerde yaşayan bireylerin yaklaşık %80'inin yoğun kent merkezlerinde ikamet ettiği ve zamanlarının %90'ını kapalı ortamlarda geçirdiği dikkate alındığında, doğayla kurulan ilişkinin giderek azaldığı açıkça görülmektedir. Bu bağlamda biyofilik tasarım, modern kent yaşamında sıkışıp kalan bireyler için bir lüks değil, temel bir ihtiyaç haline gelmiştir.

Kentleşmenin hızla artması, doğal kaynakların tükenmesi ve çevreyle olan bağların zayıflaması insan sağlığı üzerinde ciddi etkiler yaratmakta; bireylerin doğa özlemini ve doğayla bütünleşmiş yaşam alanlarına yönelik arayışlarını giderek derinleştirmektedir. Bu nedenle doğa temelli mimari anlayışlara olan ilgi, hem akademik literatürde hem de tasarım pratiğinde artarak devam etmektedir. Biyofilik tasarım, çevresel psikoloji alanındaki çalışmalarla da desteklenen biçimde, stresin azaltılması, zihinsel iyilik halinin artırılması ve üretkenliğin teşvik edilmesi gibi faydaları ile dikkat çekmektedir. Bu tasarım yaklaşımı, sadece mekânların fiziksel düzenlemeleriyle sınırlı kalmamakta, aynı zamanda kullanıcıların beş duyusuna hitap eden ve atmosferin iyileştirilmesini hedefleyen mekân kurguları oluşturmaktadır. Doğal ışık, bitki örtüsü, doğal sesler ve dokular gibi unsurlar aracılığıyla oluşturulan bu mekânlar, bireylerde hem sakinlik hissi uyandırmakta hem de "iyi olma halini" desteklemektedir.

Biyofilik tasarım, bina, site, şehir ve bölge ölçeğinde doğanın yapılı çevreyle bütünleştirilmesini savunur. Bu yaklaşım, Edward Wilson'ın "biyofili hipotezi"ne dayanan doğa sevgisi fikrini temel almakta olup, Stephen Kellert tarafından mimarlık literatürüne uyarlanmıştır (Wilson, 1984; Wilson, 2007). Kellert (2008), biyofilik tasarımın mekâna entegre edilebilmesi için altı temel tasarım öğesi belirlemiştir: çevresel özellikler, doğal şekil ve formlar, doğal desenler ve süreçler, ışık ve mekân, yer temelli ilişkiler ve insan-doğa etkileşimi. Bu öğeler, yalnızca görsel deneyimi değil, doğayla kurulan çok katmanlı ve duyusal ilişkinin de yeniden inşasını mümkün kılmaktadır. Özellikle yoğun kentleşmeye maruz kalan şehirlerde, bu tür tasarım stratejileri doğa yoksunluğunun azaltılması ve insan-doğa bağının yeniden güçlendirilmesi açısından hayati önem taşımaktadır.

Günümüzde mimarlar, şehir plancıları ve tasarımcılar biyofilik tasarıma artan bir ilgi göstermektedir. Bu ilgi, yalnızca estetik kaygılardan değil, aynı zamanda kentlerde yaşayan bireylerin psikolojik ve fiziksel sağlığını gözeten bütüncül bir yaşam kalitesi anlayışından kaynaklanmaktadır. Doğayla bütünleşik yaşam alanlarına yönelik ihtiyaç, teknolojik ve bilimsel gelişmelerin sunduğu yeni deneyimleme biçimleriyle şekillenmeye devam etmektedir. Bu doğrultuda, doğa ile daha derin, çok yönlü ve kalıcı ilişkiler kurabilen mekân tasarımlarının gelecekte daha da yaygınlaşacağı öngörülmektedir. Sonuç olarak, biyofilik tasarım sadece sürdürülebilirlik perspektifinden değil, aynı zamanda insan-merkezli ve sağlıklı kentlerin inşası açısından da vazgeçilmez bir tasarım paradigması olarak öne çıkmaktadır.

Bu makale, biyofilik tasarımın kentsel alanlarda kullanımını değerlendirmek amacıyla bir bibliyometrik analiz sunmaktadır. Bibliyometri, bilimsel alanların veya disiplinlerin yapısını ve gelişimini değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntem, belirli disiplinlerin gelişimini haritalandırmak ve analiz etmek amacıyla kullanılmaktadır (Boyack, Klavans ve Börner, 2005). Bibliyometrik araştırmalar, çeşitli istatistiksel teknikler kullanılarak elde edilen verileri değerlendirir (McBurney ve Novak, 2002). Bu değerlendirmeler, yayın yılları, araştırma temaları, yazarlar, kurumlar, kullanılan anahtar kelimeler, alıntılar, yöntemler ve örneklem gibi çeşitli araştırma parametreleri etrafında gerçekleştirilir. Bu incelemeler, bilim dalı, kitap, dergi, bildiri, kurum, ülke vb. unsurların mevcut durumunu ve zaman içindeki gelişimini değerlendirmek için bulgular ve tespitlerle birlikte yapılır (Pritchard, 1969). Ayrıca, çeşitli bibliyometrik göstergeler aracılığıyla ülkelerin, üniversitelerin, enstitülerin bilimsel yayın yapma davranışları ve dinamikleri de belirlenebilir (Pechlaner, Zehrer, Matzler ve

Abfalter, 2004). Bu çalışma, sistematik bir literatür taraması yürüterek Biyofilik Tasarımın Kentsel Bağlamda Değerlendirilmesi yapılacaktır. Bu amaca yönelik olarak ilk olarak dijital bibliyografik veritabanlarında arştırma kapsamına göre sistematik bir arama yapılacak, sonrasında kentsel çalışmalar alanında biyofilik tasarımın Bibliyometrik analizi yapılacaktır.

2. Yöntem

Bu çalışma, biyofilik tasarımın kentsel bağlamdaki bilimsel literatürdeki mevcut durumunu analiz etmeyi amaçlayan bibliyometrik bir araştırmadır. Çalışma kapsamında, literatür taraması için Web of Science (WoS) veri tabanı tercih edilmiştir. Bu veri tabanı, farklı disiplinlerden akademik ve bilimsel yayınlara erişim sağlayan, uluslararası düzeyde kabul görmüş, güvenilir bir kaynak olma özelliği taşımaktadır.

Araştırma alanı, biyofilik tasarımın kent ölçeğindeki kullanımına odaklanacak şekilde sınırlandırılmıştır. Bu doğrultuda, tarama sırasında başlık, özet ve anahtar kelimeler içerisinde geçen şu ifadeler kullanılmıştır: "biophilic cit", *"biophilic urban", "biophilic design" ve "biophilic" (Tablo 1). Bu şekilde, yalnızca kent ölçeğinde yapılan çalışmalara odaklanılmıştır. Arama dili olarak İngilizce seçilmiş, yıl aralığı ise literatürdeki güncel eğilimleri değerlendirebilmek amacıyla 2010 ile 2025 yılları arasında sınırlandırılmıştır. Belge türü olarak ise "article", "review", "book chapter" ve "proceedings paper" türündeki yayınlar dahil edilmiş ve toplam 62 adet yayına ulaşılmıştır.

Elde edilen bibliyometrik verilerin analizi ve görselleştirilmesi amacıyla, iki farklı yazılım aracı kullanılmıştır: VOSviewer ve Bibliometrix (R Studio eklentisi). VOSviewer, anahtar kelime eşleşmeleri, ortak yazarlar, işbirliği ağları ve literatür kümelenmeleri gibi bilimsel ilişkileri haritalamak için kullanılırken; Bibliometrix ise yayın eğilimleri, yıllara göre üretkenlik, en çok atıf alan çalışmalar ve ülkeler arası dağılım gibi metriksel analizlerin yapılmasına olanak sağlamıştır.

Bibliyometrik analiz, en çok atıf alan ülkeler, yıllara göre yayın sayısı, ülkelerin toplam yayın sayıları, araştırma alanı, yayınlan platformu, kullanılan anahtar kelimeler ve içerik analizi gibi çeşitli parametreler üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu analizle, biyofilik tasarımın kentsel bağlamına yönelik mevcut literatürün durumu ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 1: Araştırmanın yöntemi

Araştırmanın Tasarımı	**Literatür Taramasının Analizi**	**Sonuç ve Tartışma**
·Arama kaynağının belirlenmesi (Web of Science) ·Yazılım programının belirlenmesi (VOSviewer, Biblioshiny) ·Araştırma kriterlerinin belirlenmesi (Anahtar kelime, Araştırma alanı)	Anahtar kelime, Atıf, Yayın Platformu, Ülke, Yıl, Araştırma Alanı	Makalelerin sistematik incelenmesi ve sonuçların değerlendirilmesi

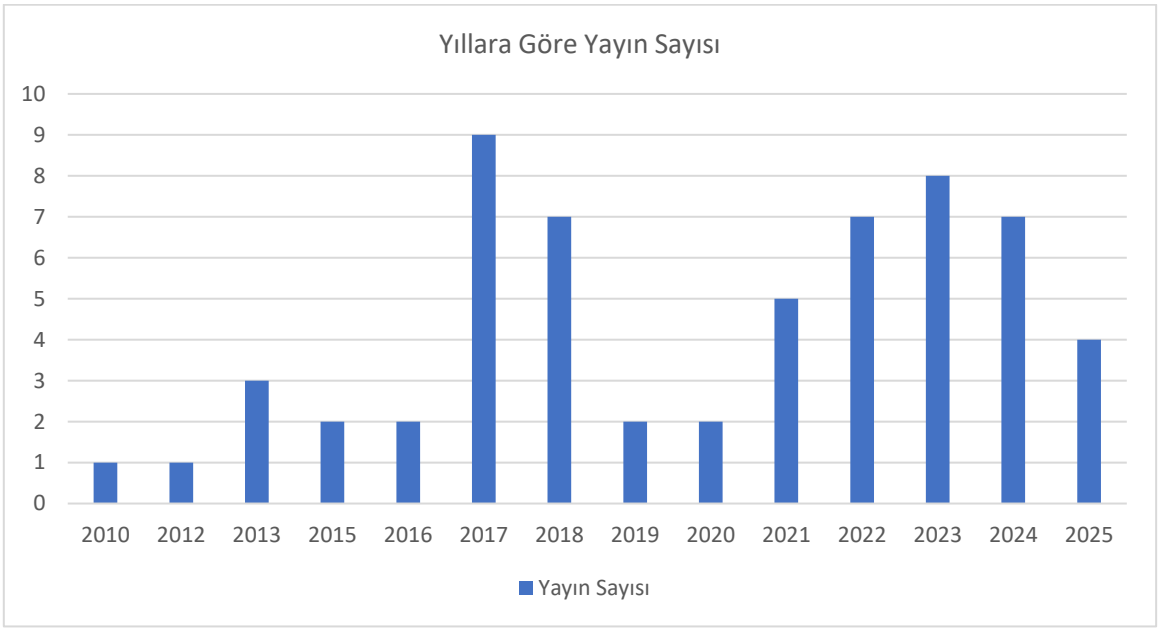
3. Analiz Sonuçları

Bu çalışmanın yöntemsel çerçevesinde, nicel araştırma yaklaşımlarından biri olan **bibliyometrik analiz yöntemi** kullanılmıştır. Bu kapsamda, literatürde yer alan yayınlar; yayımlandıkları ülke, atıf sayısı, anahtar kelimeler, yayın dili, yıl gibi belirli bibliyometrik değişkenler doğrultusunda sistematik biçimde incelenmiştir (Al & Coştur, 2007). Yapılan analizler aracılığıyla, ilgili alandaki literatürün mevcut durumu somut verilerle ortaya konmakta; çalışma konusunun tarihsel gelişimi, araştırma eğilimleri ve öne çıkan tematik alanlar belirlenmektedir. Böylece, alandaki güncel boşluklar ve karşılaşılan yapısal sorunlar tespit edilerek, gelecekte

yapılacak araştırmalara yön verebilecek bilgi temelli öneriler sunulması amaçlanmaktadır.

3.1. Yıllık Yayın Analizi

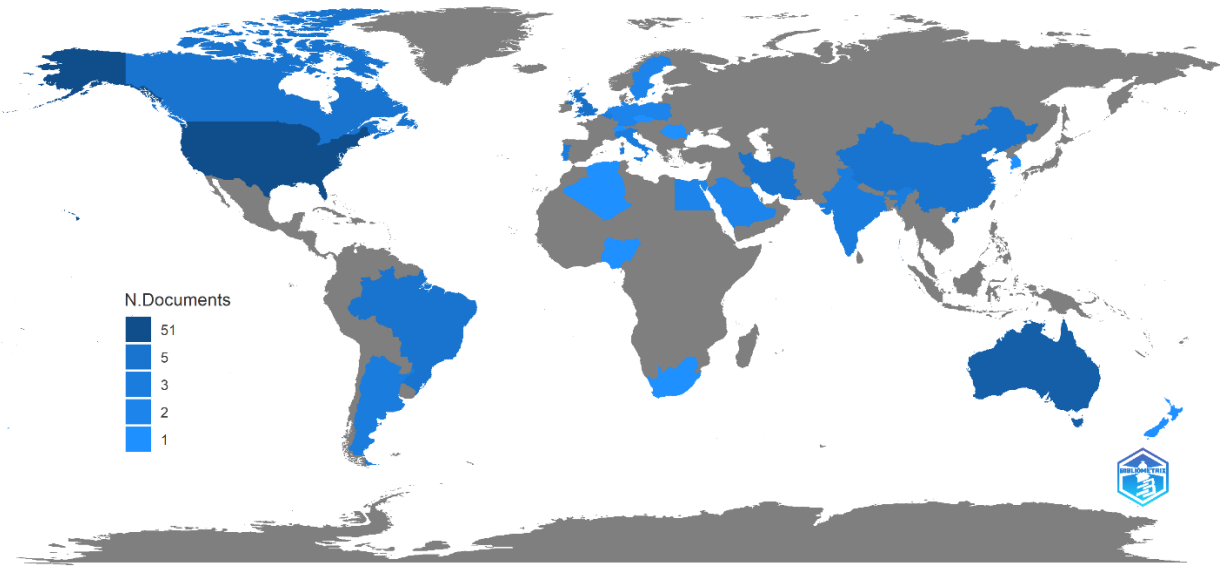
Araştırmaların yıllara göre dağılımı, belirli bir konunun akademik literatürde zaman içerisinde nasıl geliştiğini, ilgi düzeyindeki değişimleri ve araştırma eğilimlerini ortaya koyması açısından önemli bir göstergedir. Bu bağlamda, **Şekil 1**'de 2010–2025 yılları arasında biyofilik tasarım ve kent bağlamında gerçekleştirilen yayınların yıllara göre dağılımı sunulmaktadır. Grafik incelendiğinde, özellikle **2017 ve 2018 yıllarında** bu alandaki akademik üretimde dikkat çekici bir artış yaşandığı görülmektedir. Bu artış, biyofilik tasarımın kentsel çalışmalarda giderek daha fazla ilgi gördüğünü ve araştırma gündeminde ön plana çıkmaya başladığını göstermektedir.



Şekil 1: Yayınların Yıllara Göre Dağılımı (Kaynak: WOS)

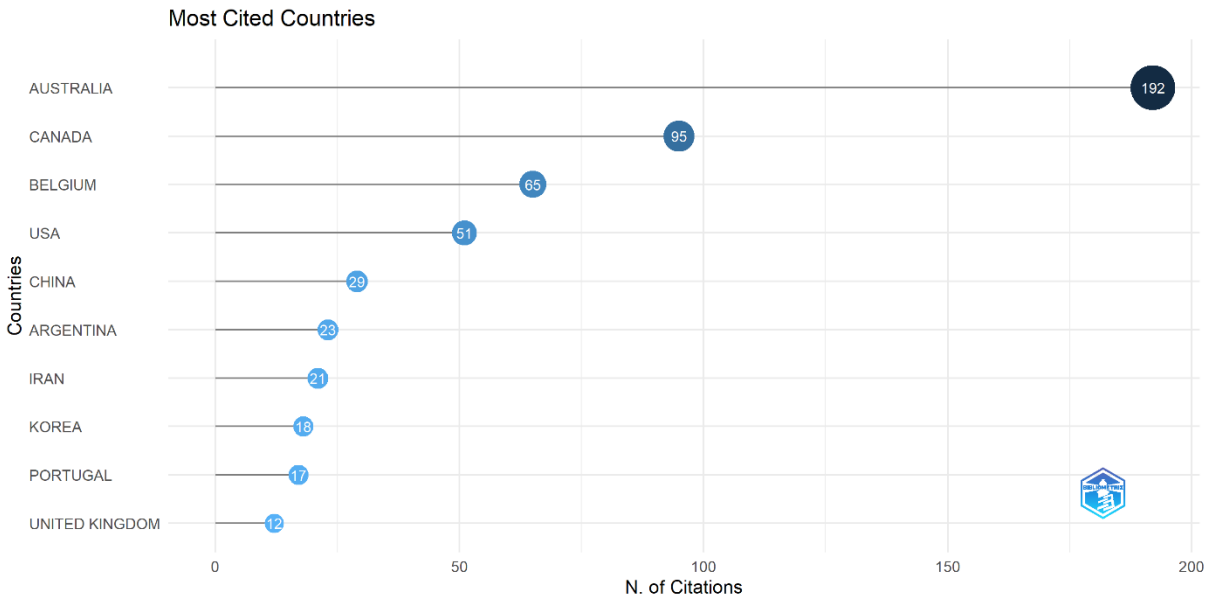
3.2. Ülke Analizi

Ülkelere göre yayın dağılımının analizi, çalışılan konunun hangi coğrafyalarda daha fazla önemsendiğini ve akademik ilgi gördüğünü ortaya koyması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada incelenen toplam **62 yayın**, **26 farklı ülkede** üretilmiştir (**Şekil 2**). Yayın üretiminde **Amerika Birleşik Devletleri** açık ara önde olup, **51 yayınla** ilk sırada yer almaktadır. ABD'yi **18 yayınla Avustralya**, ardından ise **6 yayınla Birleşik Krallık** izlemektedir. Bu dağılım, biyofilik tasarımın kent ölçeğinde ele alınmasına yönelik akademik üretimin özellikle belirli ülkelerde yoğunlaştığını göstermekte; aynı zamanda söz konusu ülkelerin, kentsel biyofilik yaklaşımların araştırılması ve uygulanmasında öncü bir konumda olduklarını ortaya koymaktadır.



Şekil 2: Ülkelere Göre Yayın Sayısının Dağılımı (Kaynak: Bibliometrix)

Şekil 3, biyofilik tasarımın kentsel bağlamda ele alındığı literatürde en fazla atıf alan ilk **10 ülkeyi** göstermektedir. Atıf sayıları, ülkelerin yalnızca yayın üretiminde değil, aynı zamanda bu yayınların akademik etki düzeyinde de nasıl konumlandığını ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, **Avustralya**, toplam **192 atıf** ile ilk sırada yer almakta; onu **95 atıfla Kanada** ve **65 atıfla Belçika** izlemektedir. Bu sıralama, söz konusu ülkelerdeki çalışmaların alan yazında yüksek düzeyde referans alarak literatüre önemli katkılar sunduğunu göstermektedir.

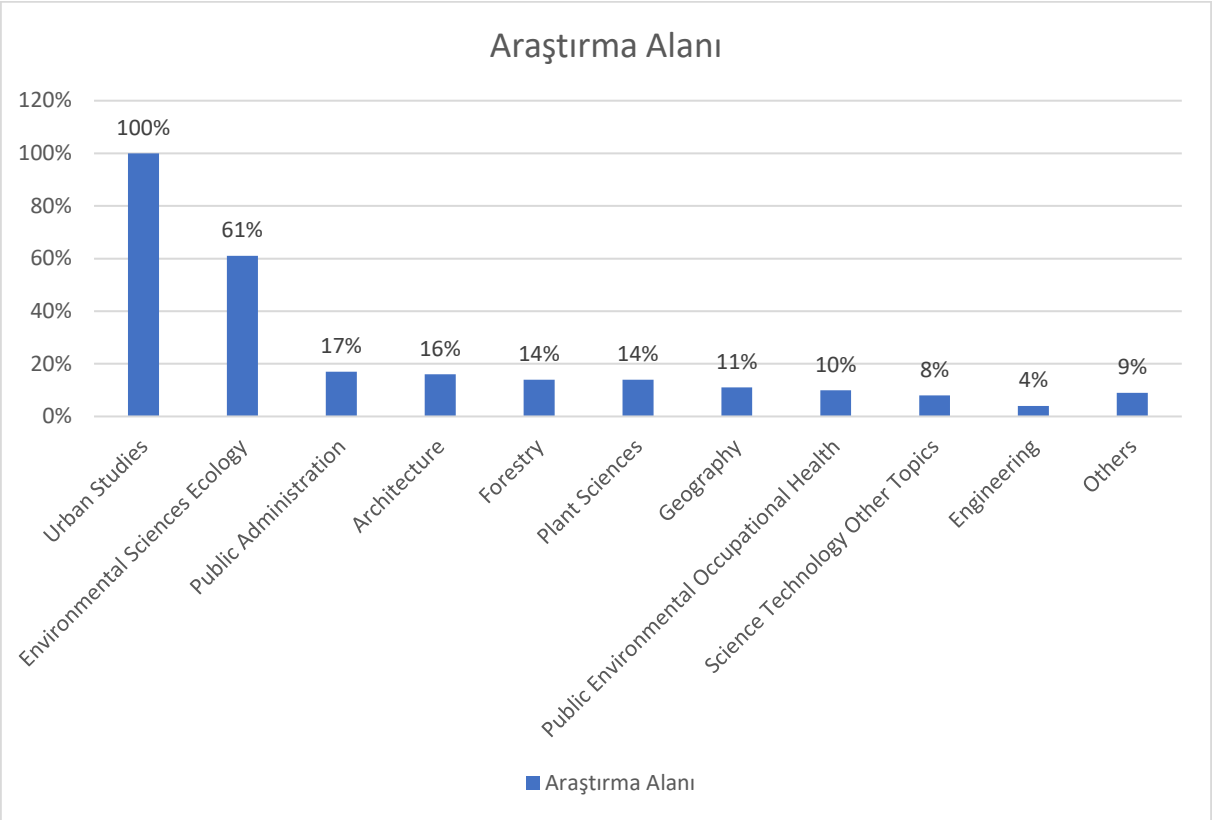


Şekil 3. En Çok Atıf Alan 10 Ülke (Kaynak: Bibliometrix)

3.3. **Araştırma Alanı Analizi**

İncelenen çalışmaların tamamı (%100), kentsel çalışmalar kapsamında değerlendirilmiştir. **Şekil 4**'te bu yayınların disiplinlere göre dağılımı sunulmaktadır. Buna göre çalışmaların **%61'i Environmental Sciences & Ecology (Çevre Bilimleri ve Ekoloji), %17'si Public Administration (Kamu Yönetimi), %16'sı Mimarlık, %11'i Coğrafya, %10'u Environmental Occupational Health (Çevresel ve İş Sağlığı), %8'i Science and Technology – Other Topics, %4'ü Mühendislik, %4'ü Ormancılık ve Bitki Bilimi**, ve **%9'u diğer alanlarda** sınıflandırılmıştır. Bu dağılım, biyofilik tasarım konusunun belirli disiplinler etrafında yoğunlaşmakla birlikte, aynı zamanda disiplinler arası bir nitelik taşıdığını göstermektedir. Özellikle çevresel bilimler, kamu yönetimi ve mimarlık alanlarındaki yoğunluk, biyofilik tasarımın hem sürdürülebilir çevre politikaları hem de mekânsal tasarım bağlamında ele alındığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte coğrafya,

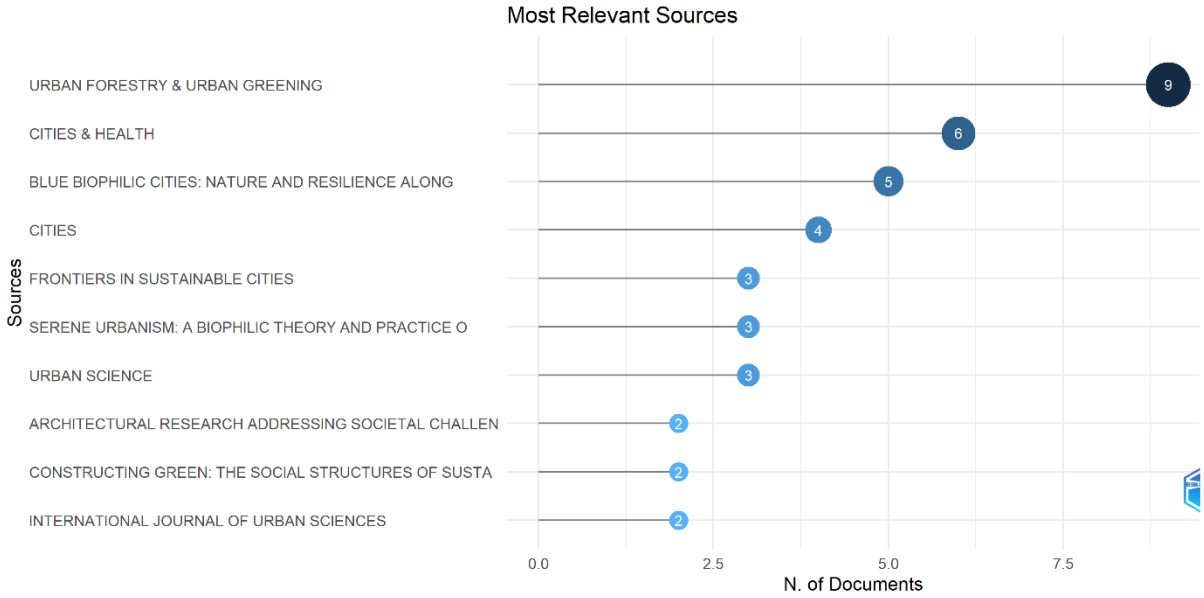
mühendislik ve sağlık gibi farklı disiplinlerin katkısı, konunun çok boyutlu yapısını ve çeşitli araştırma perspektiflerinden değerlendirildiğini yansıtmaktadır.



Şekil 4: Araştırma Alanı (WOS'ta Tanımlanan Alanlar)

3.4. Yayın Platformu Analizi

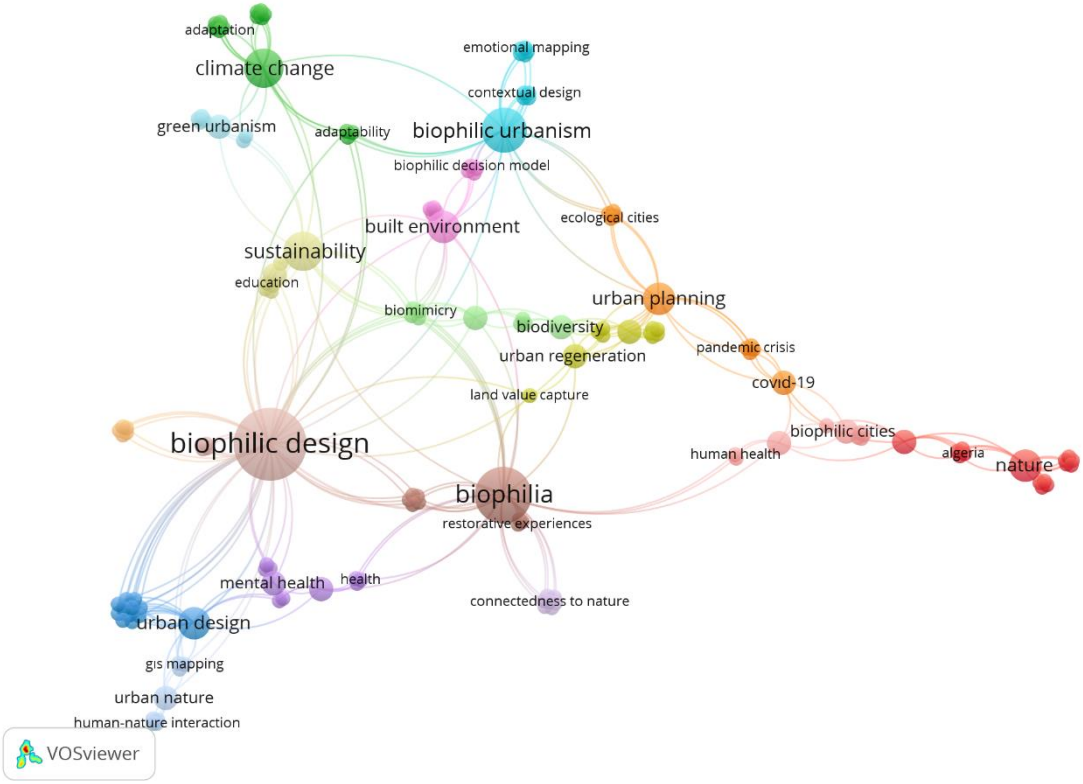
İncelenen literatürde en fazla yayın sayısına sahip ilk 10 akademik kaynak ya da yayın platformunun analizi, biyofilik tasarım konusunun kentsel ölçekte en yoğun biçimde hangi dergi ve yayın mecralarında ele alındığını ortaya koymak açısından önem taşımaktadır. Bu kapsamda yapılan analiz sonuçlarına göre, en fazla yayına sahip olan kaynak "Urban Forestry & Urban Greening" dergisi olup, toplamda 9 yayın ile ilk sırada yer almaktadır (Şekil 5). Bu dergiyi, 6 yayın ile "Cities & Health", ve 5 yayın ile "Blue Biophilic Cities: Nature and Resilience Along the Urban Coast" adlı yayın platformu takip etmektedir. Söz konusu dağılım, biyofilik tasarımın özellikle kentsel ekoloji, sağlık ve dirençli kentler bağlamında ele alındığını ve literatürde bu alanlara odaklanan kaynaklarda yoğunluk kazandığını göstermektedir.



Şekil 5: İncelenen Literatürde En Fazla Yayın Sayısına Sahip İlk 10 yayın platformu (Kaynak: Bibliometrix)

3.5. **Anahtar Kelime Analizi**

Anahtar kelimelere yönelik gerçekleştirilen haritalama çalışması, literatürde bir veya birden fazla kez yinelenen kavramların birbirleriyle olan ilişkilerini ve birlikte kullanılma düzeylerini ortaya koymaktadır (**Şekil 6**). Bu çalışmada, incelenen yayınlardaki anahtar kelimelerin ilişkisel yapısını, frekanslarını ve toplam bağlantı güçlerini belirlemek amacıyla **VOSviewer** yazılımı kullanılmıştır. Analiz kapsamında, toplam **202 anahtar kelime** değerlendirilmiş ve bu kavramlar arasındaki bağlantılar görselleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, anahtar kelimeler dört temel kümelenme ekseninde gruplaşmaktadır: **"Biophilic Design (Biyofilik Tasarım)"**, **"Biophilia (Biyofili)"**, **"Biophilic Urbanism (Biyofilik Kentsellik)"** ve **"Climate Change (İklim Değişikliği)"**. Bu kümeler, araştırmaların tematik yönelimlerini yansıtmakta ve biyofilik tasarımın özellikle sürdürülebilirlik, doğa-insan ilişkisi ve iklim temelli kentsel stratejilerle olan güçlü bağlantısını ortaya koymaktadır.



Şekil 6: Anahtar kelimeler (Kaynak: VOSviewer)

3.6. İçerik Analizi

Bu çalışmada, biyofilik tasarımın kentsel bağlamdaki uygulamalarını daha derinlemesine incelemek amacıyla seçilen yayınlara yönelik içerik analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sürecinde, literatürde öne çıkan kavramlara dayalı olarak aşağıda belirtilen tematik başlıklar doğrultusunda kodlama yapılmıştır. Bu temalar, biyofilik tasarımın farklı boyutlarını temsil eden anahtar konuları içermektedir (Şekil 7).



Şekil 7. Yayınların araştırma alanları

Biyofilik tasarımın kentlerde uygulanabilirliğini değerlendirmek amacıyla geliştirilen ölçeklerden biri olan *Algılanan Biyofilik Tasarım Ölçeği (PBDs)*, inşa edilmiş çevreye dair kullanıcı algılarını ölçmekte kullanılmaktadır (Hung & Chang, 2022). Bu ölçek aracılığıyla yapılan analizler, yeşil alanlar, su yüzeyleri, bitki örtüsü ve gökyüzü gibi doğal unsurların, insanlarda hayranlık ve dikkat çekici algılar uyandırarak olumlu duygusal durumlara katkı sunduğunu göstermektedir. Araştırmalar, özellikle kent parkları, kampüsler ve mavi-yeşil altyapılar gibi alanların biyofilik özellik taşıma eğiliminde olduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla, doğayla bütünleşik çevresel algılar, psikolojik iyilik hali üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir.

Biyofilik şehirler, yalnızca fiziksel çevreye doğal unsurların entegrasyonunu değil, aynı zamanda **vatandaşların doğaya ilişkin tutum, bilgi ve davranışlarını** dönüştürmeyi de hedeflemektedir. Bu bağlamda, Tahran örneği üzerinden gerçekleştirilen bir çalışmada, biyofilik şehircilik yaklaşımının çevresel sürdürülebilirliği artırma potansiyeli analiz edilmiştir (Ziari vd., 2018). Çalışma, biyofilik planlama ve tasarım süreçlerinin, kent sakinlerinin çevresel farkındalıklarını ve "yeşil yaşam tarzı" benimseme düzeylerini doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca, çevre eğitimi, çevresel sivil toplum kuruluşlarının etkinliği, biyolojik çeşitliliğe dair eylem planları ve çevre dostu yapı yönetmelikleri gibi unsurlar, biyofilik şehirlerin gelişiminde belirleyici göstergeler olarak tespit edilmiştir.

Son yıllarda yapılan çalışmalar, biyofilik tasarımın yalnızca konut ve kamusal alanlarda değil, aynı zamanda **eğitim yapılarında** da uygulanabilirliğini araştırmaktadır. Beatley ve Newman (2013), biyofilik okulların hem öğrencilerin refahını artırma hem de doğayla erken yaşta bağ kurmalarını sağlama açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu vurgulamaktadır. Zhong vd. (2022) ise mevcut literatürün, genellikle biyofilik özelliklerin sınıflandırılmasına odaklandığını; oysa tasarımın pedagojik süreçlerle olan etkileşiminin daha derinlemesine ele alınması gerektiğini belirtmektedir. Bu kapsamda, açık alan öğrenme ortamları ve doğaya dayalı pedagojik yaklaşımlar, öğrenci gelişimi ile doğa deneyimi arasındaki ilişkiyi güçlendiren unsurlar olarak öne çıkmaktadır (Chiesi vd., 2024; Russo & Andreucci, 2023).

Biyofilik tasarım yalnızca fiziksel çevre ile doğayı bütünleştirmekle kalmaz; aynı zamanda bireylerin yaşadıkları **yerle kurdukları duygusal ve deneyimsel bağları** da güçlendirir. Bu bağlamda yapılan araştırmalar, biyofilik uygulamaların, yer kimliği ve topluluk hafızası ile uyumlu biçimde geliştiğinde daha yüksek düzeyde kabul gördüğünü ortaya koymaktadır (Wijesooriya & Brambilla, 2020; O'Sullivan vd., 2023). Yerin anlatısı, geçmişten geleceğe uzanan kültürel ve deneyimsel süreklilik aracılığıyla bireylerin çevresel bağlarını derinleştirir. Roberts vd. (2020), doğa temelli deneyimlerin toplumsal refah üzerindeki etkisini vurgularken, Macke vd. (2019) topluluk katılımının biyofilik tasarıma olan sahiplenmeyi artırdığını belirtmektedir.

İklim değişikliği kaynaklı kentsel tehditlerin (örneğin sıcak hava dalgaları, sel, kuraklık) artmasıyla birlikte, biyofilik kentsellik giderek daha fazla **iklim adaptasyonu stratejisi** olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda Lee ve Kim (2021), farklı ölçek ve tipolojilerdeki biyofilik unsurların sistematik olarak belirlenmesini sağlayan bir biyofilik kentsellik çerçevesi önermiştir. Bu çerçeve, hem niceliksel hem de nitel analizler yoluyla sera gazı salımının azaltılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi, ısı adası etkisinin hafifletilmesi gibi birçok çevresel faydanın sağlanmasına katkı sunmaktadır. Ancak yazarlar, biyofilik kentselliğin etkin şekilde uygulanabilmesi için yönetişim yapılarının güçlendirilmesi, uzun vadeli stratejilerin belirlenmesi ve karar alma süreçlerine entegrasyonun önemine dikkat çekmektedir.

Son olarak, biyofilik tasarımın yalnızca insan odaklı iyilik hali değil, aynı zamanda **kentsel ekolojik sürdürülebilirliğe** katkı sunduğu vurgulanmaktadır. Pedersen Zari (2023), biyofilik tasarımın, kentsel ekoloji, iklim değişikliğiyle mücadele, biyolojik çeşitliliğin korunması ve doğa-insan ilişkilerinin psikolojik olarak yeniden yapılandırılması gibi hedefler doğrultusunda çok boyutlu bir sürdürülebilirlik vizyonuna hizmet ettiğini belirtmektedir. Bu perspektif, biyofiliyi yalnızca bireysel faydaların değil, aynı zamanda toplumsal ve ekolojik dönüşümün de aracı olarak konumlandırmaktadır.

4. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma, biyofilik tasarımın kentsel bağlamdaki gelişimini ortaya koymak amacıyla 2010–2025 yılları arasında yayımlanmış 62 akademik yayını bibliyometrik ve içerik analizi yöntemleriyle incelemiştir. Elde edilen veriler, araştırmaların yayınlanma yılları, coğrafi dağılımları, anahtar kelimeleri, yayınlandıkları kaynaklar, üretici kurumlar ve atıf sayıları temelinde değerlendirilmiştir.

Bibliyometrik analiz sonuçlarına göre, ilgili alandaki yıllık yayın artış oranı %12,69 olup, her bir yayının ortalama atıf sayısı 9,032'dir. Araştırmalarda toplam 133 farklı yazarın katkısı bulunmakta, yayınların %15'i yalnızca 2017 yılında üretilmiştir. Bu bulgular, biyofilik tasarıma yönelik akademik ilginin son yıllarda istikrarlı bir biçimde arttığını göstermektedir. Yayınların coğrafi dağılımına bakıldığında, en fazla yayın **Amerika Birleşik Devletleri'nde (51 yayın)** yapılmış olmasına karşın, **en yüksek atıf sayısı Avustralya'ya (192 atıf)** aittir. Bu durum, Avustralya'nın nitelikli ve alana yön veren çalışmalarla literatüre önemli katkılar sunduğunu göstermektedir. En fazla yayının yer aldığı akademik dergi ise **Urban Forestry & Urban Greening** olup, 9 çalışma bu kaynakta yayımlanmıştır.

İçerik analizine dayalı bulgular ise, biyofilik tasarımın çok boyutlu bir kavramsal çerçevede ele alındığını ortaya koymaktadır. Elde edilen veriler tematik olarak dört ana başlıkta sınıflandırılmıştır: **biyofilik algı ve doğa deneyimi**, **eğitim ve çevresel davranış**, **yer ile kurulan bağ ve kültürel kimlik**, **iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik**.

İlk olarak, doğayla etkileşim teması altında, kent sakinlerinin doğayı yalnızca görsel olarak değil; dokunsal, işitsel ve duygusal düzeyde deneyimlemeleri gerektiği vurgulanmaktadır. PBD (Perceived Biophilic Design Scale) gibi ölçeklerin geliştirilmesi, kullanıcıların doğal unsurlara verdikleri tepkilerin ölçülmesini mümkün kılmakta ve doğayla bütünleşik tasarımların dikkat restorasyonu, stres azaltımı ve genel psikolojik iyilik hâli üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır (Hung & Chang, 2022). Bu bağlamda, biyofilik tasarım yalnızca yeşil alan yaratımıyla sınırlı kalmayıp, gökyüzü, su, ışık ve hayvanlarla etkileşim gibi çok katmanlı deneyim boyutlarını da içermelidir.

İkinci olarak, eğitim alanındaki biyofilik uygulamalar, doğa ile teması güçlü kurgulanmış okul mekânlarının öğrencilerin refahına katkı sunduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, mevcut araştırmalar çoğunlukla strateji sınıflandırmalarına odaklanmakta, biyofilik yaklaşımın pedagojik içeriklerle nasıl bütünleştirileceği konusu hâlen araştırma boşluğu olarak kalmaktadır (Beatley & Newman, 2013; Chiesi vd., 2024). Bu durum, doğa temelli öğrenme ortamlarının potansiyelini daha derinlikli keşfetme ihtiyacını göstermektedir.

Üçüncü olarak, biyofilik tasarımın yalnızca fiziksel çevreyi değil, aynı zamanda yerle kurulan kültürel ve psikolojik bağları da yeniden şekillendirdiği görülmektedir. Yer anlatıları, aidiyet duygusu ve topluluk hafızası biyofilik yaklaşımlar aracılığıyla güçlendirilmekte, tasarımın estetik değerinin ötesinde kimlik inşasına katkı sunmaktadır (O'Sullivan vd., 2023). Katılımcı süreçlerle şekillenen biyofilik planlamalar, mekânları hem işlevsel hem de duygusal anlamda yeniden tanımlamaktadır.

Son olarak, biyofilik şehircilik yaklaşımı, iklim değişikliğiyle mücadelede çok yönlü bir strateji olarak değerlendirilmektedir. Sera gazı salınımlarının azaltılması, enerji tüketiminin düşürülmesi, kent içi biyoçeşitliliğin desteklenmesi ve ısı adası etkisinin hafifletilmesi gibi faydalar, biyofilik unsurların çok işlevli yapısını ortaya koymaktadır (Lee & Kim, 2021). Ancak bu faydaların yönetsel ve ekonomik düzeyde görünür kılınması ve karar alıcılar tarafından desteklenmesi, biyofilik uygulamaların etkinliğini artırmak açısından kritik önemdedir.

Bu bağlamda, biyofilik şehirler yalnızca "yeşil şehirler" değil; doğayla aktif etkileşimin teşvik edildiği, vatandaşların yürüyüş, kuş gözlemi, bahçecilik ve gökyüzü gözlemi gibi etkinliklerle iç içe olduğu, doğayla süreklilik arz eden bir ilişki biçiminin inşa edildiği yaşam alanlarıdır. Biyofilik tasarımın başarıya ulaşabilmesi, kent sakinlerinin doğayla olan ilişkisini yalnızca pasif bir izleyicilikten çıkarıp, aktif bir katılım ve deneyim düzeyine taşıyabilmesine bağlıdır.

Sonuç olarak, hem bibliyometrik veriler hem de içerik analizleri, biyofilik tasarımın kent planlamasında stratejik bir araç olarak giderek daha fazla benimsendiğini göstermektedir. Bu tasarım yaklaşımı, insan sağlığı, çevresel sürdürülebilirlik, topluluk ilişkileri ve iklim adaptasyonu gibi pek çok farklı eksende olumlu etkiler üretmektedir. Gelecekteki araştırmaların, biyofilik şehir planlaması, politika geliştirme, toplumsal katılım ve çevre eğitimi gibi alanlarda disiplinler arası yaklaşımlarla zenginleştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Kaynakça

Al, U., & Coştur, R. (2007). Türk Psikoloji Dergisi'nin bibliyometrik profili. *Türk Kütüphaneciliği, 21*(2), 142–163.

Beatley, T. (2011). *Biophilic cities: Integrating nature into urban design and planning*. Washington, DC: Island Press.

Beatley, T., & Beatley, T. (2018). Future cities: The blue and biophilic. In *Blue biophilic cities: Nature and resilience along the urban coast* (pp. 1–18).

Beatley, T., & Newman, P. (2013). Biophilic cities are sustainable, resilient cities. *Sustainability, 5*(8), 3328–3345. https://doi.org/10.3390/su5083328

Boyack, K. W., Klavans, R., & Börner, K. (2005). Mapping the backbone of science. *Scientometrics, 64*, 351–374.

Chiesi, L., Costa, P., Ciaravella, F., & Galmarini, B. (2024). Re-naturalizing the built environment: Plants, architecture, and pedagogy in contemporary green schools. *Frontiers in Sustainable Cities, 6*, 1397159.

Hung, S. H., & Chang, C. Y. (2022). How do humans value urban nature? Developing the perceived biophilic design scale (PBDs) for preference and emotion. *Urban Forestry & Urban Greening, 76*, 127730.

Kellert, S. R. (2008). Dimensions, elements, and attributes of biophilic design. In K. R. Stephen, M. Martin, & J. Heerwagen (Eds.), *Biophilic design: The theory, science, and practice of bringing buildings to life* (pp. 3–19). Hoboken, NJ: Wiley.

Kellert, S. R. (2012). *Birthright: People and nature in the modern world*. New Haven, CT: Yale University Press.

Lee, S., & Kim, Y. (2021). A framework of biophilic urbanism for improving climate change adaptability in urban environments. *Urban Forestry & Urban Greening, 61*, 127104.

Macke, J., Sarate, J. A. R., & Moschen, S. (2019). Smart sustainable cities evaluation and sense of community. *Journal of Cleaner Production, 239*, 118103. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118103

McBurney, M. K., & Novak, P. L. (2002). What is bibliometrics and why should you care? In *IEEE International Professional Communication Conference*.

Mell, I. C. (2022). Urban greenspace and resilience: Planning for community-based adaptation. *Landscape and Urban Planning*, *223*, 104414.

O'Sullivan, K., Shirani, F., Hale, R., Pidgeon, N., & Henwood, K. (2023). Identity, place narrative and biophilic urban development: Connecting the past, present and future for sustainable liveable cities. *Frontiers in Sustainable Cities, 5*, 1139029.

Park, S. J., & Lee, H. C. (2019). Spatial design of childcare facilities based on biophilic design patterns. *Sustainability*, *11*(10), 2851. https://doi.org/10.3390/su11102851

Pedersen Zari, M. (2023). Understanding and designing nature experiences in cities: A framework for biophilic urbanism. *Cities & Health*, *7*(2), 201–212.

Pechlaner, H., Zehrer, A., Matzler, K., & Abfalter, D. (2004). A ranking of international tourism and hospitality journals. *Journal of Travel Research, 42*(4), 328–332.

Pritchard, A. (1969). Statistical bibliography or bibliometrics. *Journal of Documentation, 25*, 348.

Roberts, E., Thomas, M., Pidgeon, N., & Henwood, K. (2020). Valuing nature for wellbeing: Narratives of socio-ecological change in dynamic intertidal landscapes. *Environmental Values, 30*(4), 501–523. https://doi.org/10.3197/096327120X15916910310635

Russo, A., & Andreucci, M. B. (2023). Raising healthy children: Promoting the multiple benefits of green open spaces through biophilic design. *Sustainability, 15*(3), 1982. https://doi.org/10.3390/su15031982

Wijesooriya, N., & Brambilla, A. (2020). Bridging biophilic design and environmentally sustainable design: A critical review. *Journal of Cleaner Production*, 124591. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124591

Wilson, E. O. (1984). *Biophilia: The human bond with other species*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Wilson, E. O. (2007). Biophilia and the conservation ethic. In D. J. Penn, I. Mysterud, & E. O. Wilson (Eds.), *Evolutionary perspectives on environmental problems*. New York, NY: Routledge.

Ziari, K., Pourahmad, A., Fotouhi Mehrabani, B., & Hosseini, A. (2018). Environmental sustainability in cities by biophilic city approach: A case study of Tehran. *International Journal of Urban Sciences*, *22*(4), 486–516.

IMPACT OF LA SUBSTITUTION ON THE STRUCTURAL AND PHOTOCATALYTIC PROPERTIES OF ZNS THIN FILMS

Abdullah GÖKTAŞ [1]

[1] Harran University, Faculty of Science and Arts, Department of Physics, Şanlıurfa, Turkey

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-8837-8646

Sultan GÖKTAŞ [2]

[2]Harran University, Faculty of Science and Arts, Department of Chemistry, Şanlıurfa, Turkey

[2]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-7084-9710

ABSTRACT

Organic pollutants and toxic substances in aquatic environments have emerged as critical environmental concerns on a global scale. A comprehensive scientific understanding, supported by experimental investigations, is essential both for advancing theoretical knowledge and for developing practical solutions. In recent years, significant research efforts have focused on the use of semiconductor photocatalysts for the degradation of these harmful pollutants in water systems. So, the aim of the current study was to evaluate and compare the photocatalytic activity of ZnS (ZS) and $Zn_{0.95}La_{0.05}S$ (ZLS) thin films. The films were then crystallized at 838 K in an argon atmosphere. The structural properties of ZLS nanostructured thin films were analyzed using X-ray diffraction (XRD, Rigaku Ultima III). Surface morphology, cross-sectional imaging via SEM (Zeiss Evo 50) coupled with EDX. Structural properties were confirmed the formation of ZS and ZLS thin films with polycrystalline nature and predominant hexagonal phase of ZnS with cubic phase of ZnS. Optical properties and photocatalytic analysis were examined using UV-Vis spectroscopy. The ZLS thin films have shown higher photocatalytic activity (60 %) than that of ZS thin film (50 %) in 180 min under UV light. The present study has demonstrated that the photocatalytic activity of ZLS thin films was significantly higher than that of pure ZnS thin films. This enhancement is primarily attributed to the better crystalline quality of ZLS thin films compared to ZnS thin films. These findings highlight the strong potential of ZLS thin films for efficient photocatalytic applications, especially in the removal of organic dye pollutants from the environment.

Keywords: Sol-gel; ZnS; $Zn_{0.95}La_{0.05}S$; Photocatalytic activity; Methylene blue; Thin film.

INTRODUCTION

ZnS is a compound semiconductor that belongs to the II-VI group of the periodic table and has garnered significant attention as a thin-film material. Several factors contribute to this interest: (i) it possesses a wide band gap of 3.60 eV at room temperature, (ii) a high exciton binding energy of 40 meV, (iii) excellent optical transmittance within the visible spectrum (400–700 nm) and a considerable polarization coefficient, (iv) stability under ambient conditions, (v) environmental friendliness, and (vi) versatility across various industrial applications, including optics, optoelectronics, electronics, photovoltaics, and photocatalysis (Hamad et al., 2002; Goktas et al., 2019)

The fundamental properties of materials such as magnetic, optical, mechanical, and electronic characteristics are crucial indicators of their potential applications. Hence, these intrinsic features must be carefully considered during the material design and production process. For instance, in the case of magnetically active materials, parameters such as the type of magnetism (e.g., diamagnetic, ferromagnetic, paramagnetic), magnetic intensity, and magnetic susceptibility are particularly significant and should be thoroughly evaluated through magnetic measurements (Goktas et al., 2014; Goktas et al., 2015).

The incorporation of various elements (e.g., Mn, Sn, N, Al, Nd, Fe, In) into the ZnS crystal lattice can enhance not only its morphological, structural, optical, electrical, and magnetic properties but also its photocatalytic performance (Tauc, 2012; Goktas et al., 2014). In recent years, metal and transition element-doped ZnS thin film nanostructures have been successfully synthesized using a variety of conventional thin film deposition techniques (Goktas et al., 2014; Goktas et al., 2015; Kannan, Subiramaniyam, & Sathishkumar, 2020). Among

these, the sol-gel method based on chemical solution processing stands out as a cost-effective and practical approach for fabricating high-purity, high-quality thin film nanostructures. Owing to these advantages, the present study focuses on the fabrication of $Zn_{1-x}La_xS$ (x = 0.05, ZLS), nanostructured thin films on glass substrates using the sol-gel method combined with dip-coating, in order to investigate their optical and photocatalytic properties.

CONCEPTUAL FRAMEWORK

The Concept of Photocatalytic Behavior of Doped ZnS Thin Films

Doped zinc sulfide (ZnS) thin films have attracted considerable interest in recent years due to their tunable physical properties and promising performance in photocatalytic applications. The incorporation of transition metals (such as Mn, Fe, Cu, Co) or non-metals (such as N, S, or Se) into the ZnS lattice can significantly alter its structural, morphological, optical, and electronic characteristics, thereby enhancing its functional capabilities in environmental and energy-related technologies (Singh & Sharma, 2020).

Structurally, doping can induce lattice strain, modify crystallite size, and influence phase composition depending on the dopant type, concentration, and synthesis conditions. X-ray diffraction (XRD) analyses typically reveal that doped ZnS thin films maintain a cubic zinc blende or hexagonal wurtzite phase, although shifts in peak positions and broadening indicate lattice distortion due to dopant incorporation (Li et al., 2019). Scanning electron microscopy (SEM) and atomic force microscopy (AFM) studies further confirm that dopants can affect surface morphology, leading to improved surface roughness and increased active surface area both of which are beneficial for catalytic applications (Chen & Zhang, 2018).

Optically, the band gap of ZnS thin films can be tuned by doping, often resulting in a redshift in the absorption edge due to the creation of impurity levels within the band gap. This shift enables better utilization of visible light, which is crucial for efficient photocatalysis under solar irradiation (Kim & Park, 2017). For example, Mn-doped ZnS films have shown enhanced absorption in the visible region and improved charge carrier separation, leading to higher photocatalytic activity in the degradation of organic pollutants such as methylene blue or Rhodamine B (Zhao, et al., 2021).

The photocatalytic efficiency of doped ZnS films is primarily governed by the recombination rate of photogenerated electron-hole pairs. Dopants can act as trapping sites that suppress recombination and promote charge separation, thereby improving photocatalytic performance (Ahmed et al., 2017). Additionally, the increased surface area and modified surface energy states facilitate more effective adsorption of target molecules and subsequent redox reactions (Wang et al., 2016).

In conclusion, doping ZnS thin films is a powerful strategy to tailor their structural and electronic properties for enhanced photocatalytic performance. Further optimization of dopant type, concentration, and deposition parameters can lead to significant improvements in efficiency, making doped ZnS thin films viable candidates for applications in wastewater treatment, solar energy conversion, and environmental remediation (Patel & Bhattacharya, 2022).

METHODOLOGY

Used Materials and Film Production

Nanostructured ZS and ZLS thin films doped with 5 atomic percent La was fabricated on glass substrates using the sol-gel method in combination with the dip-coating technique. To prepare the precursor solutions for both undoped ZS and ZLS thin films, zinc acetate, thiourea, and manganese nitrate were used as chemical precursors and dissolved in 2-methoxyethanol. The resulting solutions were stirred using a magnetic stirrer to ensure homogeneity. For both the pure and La-doped ZnS solutions, the pH was adjusted to approximately 10 by adding an appropriate amount of ethanolamine, which also served as a stabilizing agent.

The homogeneous precursor solutions were continuously stirred for 24 hours at ambient temperature. Prior to deposition, glass substrates were ultrasonically cleaned in sequential baths of acetone, methanol, and ethanol to ensure surface cleanliness. The thin films were then deposited onto the substrates using the sol-gel dip-coating technique and subsequently dried in a vertical oven at 300 °C. Post-deposition, the films were annealed in a vacuum atmosphere at 600 °C for 30 minutes to promote crystallization and improve structural quality.

Characterization of Structural, Optical, and Photocatalytic Properties

The crystalline phases and potential secondary metallic phases of nanostructured ZS and ZLS thin films, fabricated via the sol-gel dip-coating method, were investigated using XRD. Measurements were conducted with a Rigaku Ultima III diffractometer operated at 40 kV and 40 mA, employing Cu Kα radiation (λ = 1.54 Å). This analysis allowed for the identification of the predominant crystal structure and assessment of any impurity phases arising from doping.

The optical and photocatalytic properties of the ZS and ZLS nanostructured thin films were characterized using a UV–Visible spectrophotometer (Perkin Elmer Lambda 45). Optical absorbance measurements were performed over the 300–800 nm wavelength range to determine the band gap and light absorption behavior, while photocatalytic performance was evaluated over a broader spectral range of 200–1100 nm to assess light-induced activity across both UV and visible regions.

CONCLUSION AND DISCUSSION

XRD Analysis of Nanostructured ZnS and La-doped ZnS Thin Films

The XRD analysis results of the fabricated nanostructured ZS and ZLS thin films are presented in Figure 1. The diffraction patterns reveal that both ZS and ZLS thin films exhibit a dominant hexagonal wurtzite ZnS crystal structure with a strong preferential orientation along the (002) plane, indicative of polycrystalline growth (Goktas et al., 2014). The prominent (002) peak suggests a highly oriented crystallization in the direction corresponding to this Miller index.

Importantly, no secondary metallic phases or impurity-related diffraction peaks were detected, confirming the phase purity of the synthesized films. While the ZS thin film displayed a higher degree of preferential orientation along the (002) plane compared to the ZLS thin film, crystallite size analysis using the Debye–Scherrer's equation revealed that the ZLS film exhibited smaller crystallite dimensions (13.7 nm) than the undoped ZnS (18.8 nm) film (Goktas et al., 2022). This suggests that La incorporation suppresses the crystallization orientation while promoting grain growth.

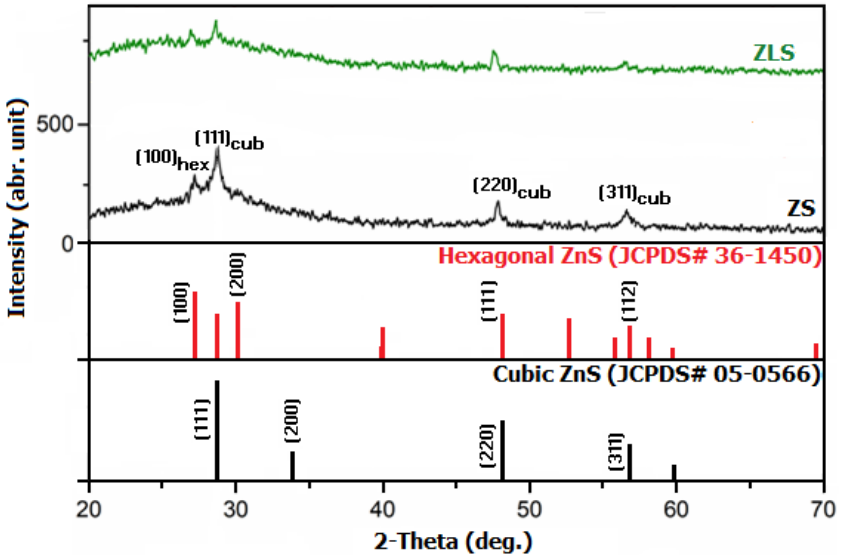


Figure-1. XRD patterns of the ZnS ve $Zn_{1-x}La_xS$ (x= 5 at. %) thin films.

Optical Absorbance and Band Gap Analysis

The optical absorbance properties of ZS and Mn-doped ZLS thin films were examined using UV–Visible spectroscopy. Room-temperature absorbance spectra were recorded in the wavelength range of 300–900 nm, as shown in Figure 2. The results indicate that the undoped ZS thin film exhibits higher absorbance intensity in the ultraviolet region compared to the ZLS film. However, in the visible region, the ZLS thin film demonstrates enhanced absorbance relative to the pure ZS film.

These differences in optical absorption behavior can be attributed to variations in the crystallinity and microstructure of the films resulting from Mn doping. The decreased visible light absorption in the ZLS film suggests the introduction of intermediate energy states within the band gap, potentially due to La-related electronic transitions between the host Zn^{2+} and the La^{3+} substituent, quantum size effect, shrinkage of lattice parameters and chemical interactions.

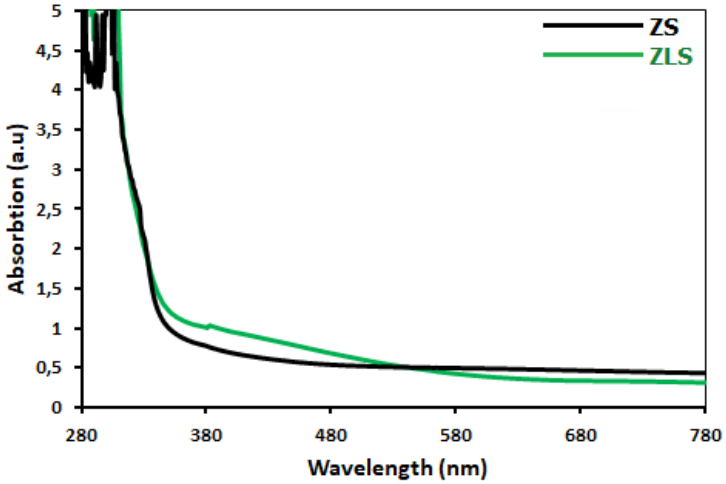


Figure-2. UV–Vis spectra of the ZnS ve $Zn_{1-x}La_xS$ (x= 5 at. %) thin films.

The optical energy band gap (E_g) values of ZS and ZLS thin films were determined from UV–Vis absorbance measurements by applying Tauc's relation for direct band gap semiconductors (Tauc, 2012). The band gap was estimated by plotting $(\alpha h\nu)^2$ versus photon energy (hv) and extrapolating the linear portion of the curve to the energy axis, as shown in Figure 3.

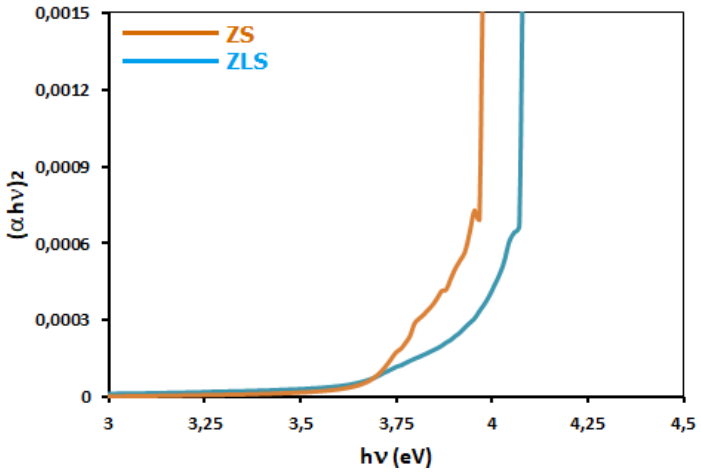


Figure-3. Estimation of the E_g for the ZnS ve $Zn_{1-x}La_xS$ (x= 5 at. %) thin films.

The analysis revealed that the undoped ZS thin film has a band gap of approximately 3.59 eV, while the band gap of the ZLS thin film increased to around 3.85 eV. This observed band gap widening is likely attributed to the incorporation of La into the ZnS lattice, potentially leading to the formation of localized La_2O_3-related states. Notably, La_2O_3 is known to exhibit band gap value is about 5.85 eV, depending on the synthesis method and film quality (Goktas, Aba & Kılıç, 2022).

A similar band gap enhancement trend has been previously reported in La-doped ZnS Thin films synthesized via sol-gel methods, further supporting the observed results in this study (Goktas, Aba & Kılıç, 2022). The band gap widening in the ZLS film reduces its absorption in the visible region, which is advantageous for photocatalytic and optoelectronic applications.

Photocatalytic activity of ZnS and La-doped ZnS Thin Films

To assess the photocatalytic performance, ZnS and ZLS thin-film photocatalysts were prepared at a concentration of approximately 0.4 mg/mL. The methylene blue (MB) solution was adjusted to a pH of 11

using sodium hydroxide and deionized water, with a final concentration of 10 g/L. The distance between the UV lamps (4 × 8 W) and the MB solution container was maintained at 3.5 cm. All glass substrates coated with thin films had dimensions of 6 cm × 1 cm.

Throughout the photocatalytic experiments, the temperature of the MB solution was kept constant at room temperature. Prior to UV irradiation, the MB solution containing either ZS or ZLS photocatalysts was thoroughly stirred using a magnetic stirrer in the dark for 30 minutes to achieve adsorption–desorption equilibrium.

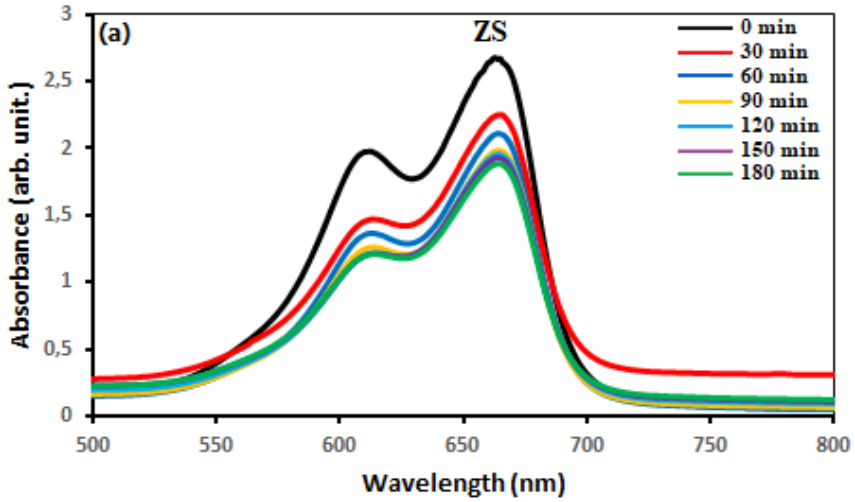
The photocatalytic activity of the ZS or ZLS thin films was quantified using the following equation:

$$Degradation\ efficiency=[(C-C_0/C_0)]\ x\ 100$$

where C_0 and C are the absorbance value of MB at the characteristic 664 nm wavelength before and after exposure to UV light radiation, respectively (Göktaş, 2024).

Figures 4(a–b) present the absorption spectra of ZS and ZLS photocatalysts, recorded at 30-minute intervals. As observed in these figures, the absorbance intensity of MB decreases significantly over time. This decline is attributed to the photocatalytic activity of ZS and ZLS semiconductors, which are activated under UV-visible light irradiation, leading to the generation of electron–hole pairs. While a portion of the excited electrons undergo recombination by returning to the valence band, others migrate to the catalyst surface and interact with adsorbed oxygen (O_2) and hydroxide ions (OH^-), producing reactive oxygen species (ROS) such as superoxide anions ($\cdot O_2^-$) and hydroxyl radicals ($\cdot OH$). These ROS subsequently oxidize the organic dye molecules, ultimately converting them into carbon dioxide (CO_2) and water (H_2O) (Göktaş & Şahin, 2025).

Based on experimental data, the degradation efficiencies of MB after 180 minutes were calculated to be approximately 50 % for ZS and 80 % for ZLS samples, as shown in Figure 4(c). These results are consistent with previously reported findings in the literature. However, it is important to emphasize that the photocatalyst dosage employed in this study was substantially lower than that used in comparable studies. Moreover, the UV light source utilized had relatively low power and intensity. Therefore, the observed degradation performance, despite these limiting factors, underscores the notable photocatalytic efficiency of the ZnS and ZLS thin films (Anandan et al., 2007; Chen, et al., 2012).



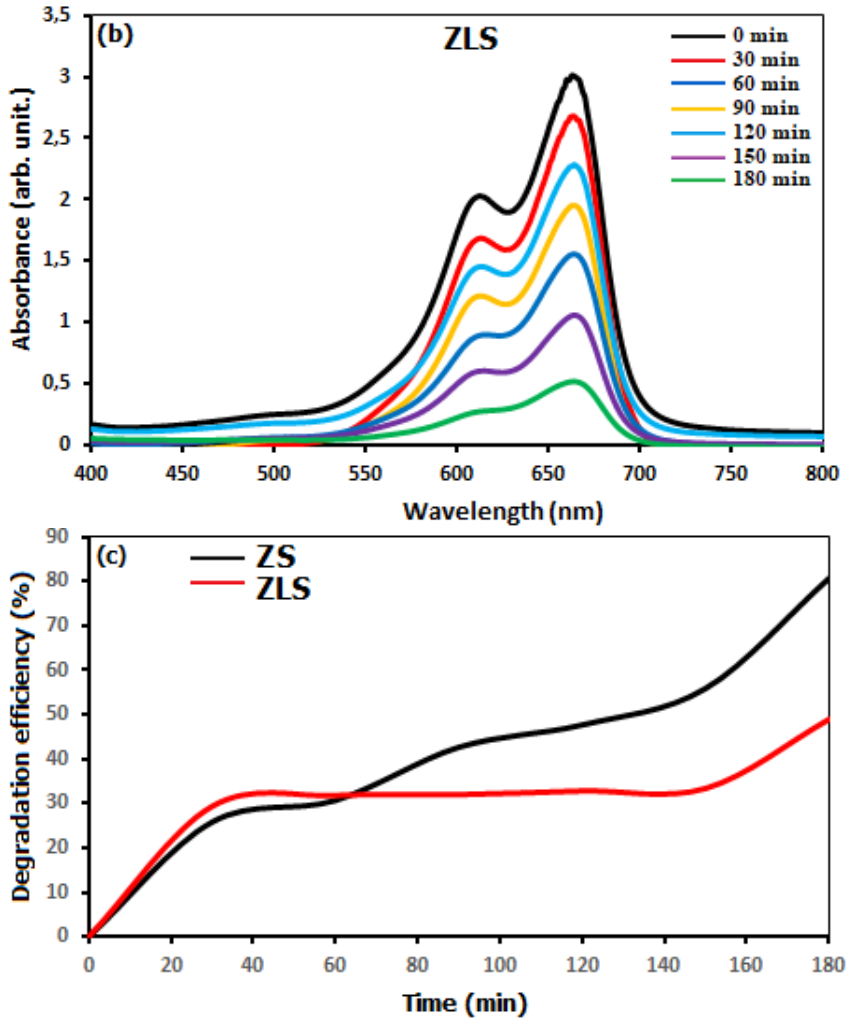


Figure-4. Time-dependent absorption spectra (a-b) and the photocatalytic efficiency of ZnS and (c) ZLS thin film photocatalysts for degradation of MB under UV-light in the presence of.

Nanostructured ZS and ZLS thin films were synthesized on glass substrates under an argon atmosphere using the sol–gel dip-coating method. X-ray diffraction (XRD) analysis confirmed that the films crystallized in a hexagonal ZnS structure with a preferential (002) orientation, exhibiting a polycrystalline nature.

UV–Vis spectroscopy revealed that the ZS thin film exhibited lower absorption intensity than the ZLS film in the ultraviolet region; however, in the visible region, the ZS film demonstrated superior absorbance. Furthermore, the optical Eg of the ZnS films was found to be relatively lower than that of the La-doped (5 at. %) ZS films.

Photocatalytic activity tests under UV irradiation showed a time-dependent decrease in the optical absorbance of MB in the presence of both ZnS and ZLS photocatalysts. Quantitative analysis indicated that the degradation efficiency of the ZnS photocatalyst was approximately 50%, while the ZLS photocatalyst achieved a higher efficiency of 80%. The enhanced performance of the ZLS photocatalyst is primarily attributed to its smaller crystallite size, which provides a larger active surface area for photocatalytic reactions.

These findings are consistent with previous studies reported in the literature. While both materials exhibit photocatalytic potential, the ZLS photocatalyst demonstrates superior performance under the tested conditions, making it more promising for photocatalytic applications.

REFERENCES

Agbo, S. N., & Ezema, F. I. (2007). Analysis of chemically deposited MnS thin films. *The Pacific Journal of Science and Technology*, 8, 150.

Ahmed, S., et al. (2017). Charge carrier dynamics in doped ZnS photocatalysts. *Catalysis Today*, 287, 122–128.

Anandan, S., Vinu, A., Lovely, K. L. P. S., Gokulakrishnan, N., Srinivasu, P., Mori, T., Murugesan, V., Sivamurugan, V., & Ariga, K. (2007). Photocatalytic activity of La-doped ZnO for the degradation of monocrotophos in aqueous suspension. *Journal of Molecular Catalysis A: Chemical*, 266(1–2), 149–157.

Chen, Y., & Zhang, W. (2018). Surface morphology control in doped ZnS nanostructures. *Surface and Coatings Technology*, 349, 954–960.

Chen, Y., Huang, G. F., Huang, W. Q., Yang, Z. M., Ji, G. B., & Gan, S. C. (2012). Enhanced visible-light photoactivity of La-doped ZnS thin films. *Applied Physics A*, 108, 895–900.

Goktas, A. (2014). Room temperature ferromagnetism in Mn-doped ZnS nanocrystalline thin films grown by sol–gel dip coating process. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 69, 120.

Goktas, A., & Aslan, F. (2015). Nanostructured Cu-doped ZnS polycrystalline thin films produced by a wet chemical route: the influences of Cu doping and film thickness on the structural, optical and electrical properties. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 75, 45.

Goktas, A., Modanlı, S., Tumbul, A., & Kilic, A. (2022). Facile synthesis and characterization of ZnO, ZnO:Co, and ZnO/ZnO:Co nano rod-like homojunction thin films: Role of Crystallite/grain size and microstrain in photocatalytic performance. *Journal of Alloys and Compounds*, 893, 162334.

Goktas, A., Tumbul, A., & Aslan, F. (2019). A new approach to growth of chemically depositable different ZnS nanostructures. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 90, 487.

Göktaş, S., & Şahin, G. (2023). Methylene blue concentration and pH-induced photocatalytic degradation of methylene blue without photocatalyst under visible light. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Research*, 7(6), 176.

Göktaş, S., & Şahin, G. (2025). Impact of different Cu sources on the structure, surface morphology, optical and photocatalytic characteristics of sol-gel derived CuO thin films. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 14(1), 13–20.

Göktaş, S. (2024). Synergic Effects of pH, Reaction Temperature, and Various Light Sources on the Photodegradation of Methylene Blue Without Photocatalyst: A Relatively High Degradation Efficiency. *Chemistry Africa*, 7, 4425–4437.

Hamad, S., Cristol, S., Richard, C., & Catlow, A. (2002). Surface structures and crystal morphology of ZnS: computational study. *The Journal of Physical Chemistry B*, 106, 11002.

Kannan, S., Subiramaniyam, N. P., & Sathishkumar, M. (2020). Effect of annealing temperature and Mn doping on the structural and optical properties of ZnS thin films for enhanced photocatalytic degradation under visible light irradiation. *Inorganic Chemistry Communications*, *119*, 108068.

Kim, J., & Park, H. (2017). Band gap engineering in doped ZnS thin films for enhanced photocatalytic response. *Applied Surface Science*, 426, 971–978.

Li, X., et al. (2019). Effect of transition metal doping on the crystal structure of ZnS thin films. *Materials Chemistry and Physics*, 225, 273–280.

Patel, R., & Bhattacharya, A. (2022). Recent advances in ZnS-based photocatalysts for environmental applications. *Journal of Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews*, 52, 100521.

Singh, A., & Sharma, P. (2020). Doping-induced modifications in ZnS thin films: A review. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 31 (14), 10937–10952.

Tauc, J. (Ed.). (2012). *Amorphous and liquid semiconductors*. Springer Science & Business Media.

Wang, R., et al. (2016). Surface modification and photocatalytic enhancement in doped ZnS films. *Journal of Alloys and Compounds*, 682, 645–652.

Zhao, L., et al. (2021). Photocatalytic degradation of dyes using Mn-doped ZnS nanoparticles. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(5), 105986.

IN-SILICO ANALYSIS OF 5-CHLOROTHIOPHENE-2-SULFONAMIDE

Yusuf SERT

Prof. Dr., Yozgat Bozok University, Sorgun Vocational Scholl-Türkiye, Yozgat-Türkiye,

ORCID: 0000-0001-8836-8667

ABSTRACT

Human Carbonic Anhydrase II (hCA II) is a well-characterized zinc metalloenzyme that catalyzes the reversible hydration of carbon dioxide and plays a crucial role in acid-base homeostasis. Sulfonamide derivatives are widely recognized as potent hCA inhibitors due to their strong affinity for the active site zinc ion. In this study, the molecular interaction between 5-chlorothiophene-2-sulfonamide, a heterocyclic sulfonamide compound, and hCA II was examined theoretically using in silico molecular docking methods. The crystal structure of hCA II (PDB ID: 3K34) was retrieved from the Protein Data Bank and preprocessed by removing crystallographic water molecules, adding hydrogen atoms, and optimizing side chains. The ligand geometry was optimized using DFT at the B3LYP/6-311++G(d,p) level and converted to an appropriate docking format. Molecular docking simulations were carried out with AutoDock Vina, employing a grid box centered on the catalytic zinc region of the enzyme. Docking results indicated a favorable binding affinity of -8.1 kcal/mol, with the sulfonamide moiety coordinating directly to the zinc ion. Additional stabilizing interactions included hydrogen bonds with key active site residues such as THR200, HIS64 and THR199, and hydrophobic contacts with the aromatic ring system. The binding pose and interaction profile were consistent with those of known hCA II inhibitors. These findings suggest that 5-chlorothiophene-2-sulfonamide has potential as a selective hCA II inhibitor. Theoretical results provide a rational basis for further structure-based optimization and experimental validation in the development of novel carbonic anhydrase inhibitors.

Keywords: hCAII, Molecular Docking, DFT

ÖZET

İnsan Karbonik Anhidraz II (hCA II), karbondioksitin geri dönüşümlü hidrasyonunu katalizleyen, çinko içeren bir metalloenzimdir ve asit-baz dengesi başta olmak üzere birçok fizyolojik süreçte önemli rol oynar. Sülfonamid türevleri, aktif bölgedeki çinko iyonuna yüksek afinite göstermeleri nedeniyle, hCA II için güçlü inhibitörler olarak bilinmektedir. Bu çalışmada, 5-klorotiyofen-2-sülfonamid adlı heterosiklik bir sülfonamid bileşiğinin hCA II ile olan moleküler düzeyde etkileşimi in silico yöntemlerle teorik olarak araştırılmıştır. hCA II'nin kristal yapısı (PDB ID: 3K34), Protein Veri Bankası'ndan elde edilerek hazırlık aşamasında kristal su molekülleri uzaklaştırılmış, hidrojen atomları eklenmiş ve yan zincirler optimize edilmiştir. Ligandın geometrisi DFT yöntemi ile B3LYP/6-311++G(d,p) düzeyinde optimize edilerek uygun formata dönüştürülmüştür. Moleküler kenetlenme çalışmaları AutoDock Vina yazılımı ile gerçekleştirilmiş ve hedef olarak enzimin katalitik çinko içeren aktif bölgesi seçilmiştir. Kenetlenme sonuçlarına göre ligandın bağlanma enerjisi -8.1 kcal/mol olup, sülfonamid grubunun çinko iyonu ile doğrudan koordinasyonu gözlemlenmiştir. Ayrıca THR200, HIS64 ve THR199 gibi aktif bölge kalıntılarıyla hidrojen bağları ve aromatik halkayla hidrofobik etkileşimler oluşmuştur. Bu etkileşimler, bilinen hCA II inhibitörleriyle yüksek uyumluluk göstermektedir. Sonuçlar, 5-klorotiyofen-2-sülfonamid molekülünün seçici bir hCA II inhibitörü olabileceğini göstermekte ve yapıya dayalı ilaç tasarımı için teorik bir temel sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: hCAII, Moleküler Kenetlenme, DFT

INTRODUCTION

Carbonic anhydrases (CAs) are ubiquitous metalloenzymes that catalyze the rapid and reversible interconversion of carbon dioxide and water to bicarbonate and protons ($CO_2 + H_2O \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$), a fundamental reaction in physiological processes including respiration, pH regulation, electrolyte transport, and biosynthetic pathways [1]. Among the twelve catalytically active human CA isoforms, human carbonic

anhydrase II (hCA II) is one of the most efficient and physiologically relevant, characterized by its cytosolic localization and high turnover rate [1, 2]. Dysregulation or overexpression of hCA II is associated with several pathological conditions, including glaucoma, epilepsy, osteopetrosis, edema, and even certain types of tumor hypoxia [3]. Consequently, the development of selective hCA II inhibitors has become a major focus in the fields of medicinal chemistry and chemical biology. Among the known hCA inhibitors, sulfonamide derivatives have garnered significant attention due to their well-established ability to chelate the active site Zn^{2+} ion, which is critical for catalytic activity. The general mechanism involves the deprotonated sulfonamide nitrogen donating an electron pair to the zinc ion, thereby blocking substrate access and suppressing enzymatic function [1, 4]. Despite the existence of many clinically used CA inhibitors (e.g., acetazolamide, dorzolamide), the need for novel compounds with enhanced isoform selectivity, fewer side effects, and improved pharmacokinetics remains a challenge [1, 4]. In this context, computational modeling, particularly in silico molecular docking combined with quantum chemical geometry optimization, has become an indispensable tool in rational drug design. These methods provide mechanistic insight into molecular recognition, binding conformation, and interaction energetics without the need for immediate wet-lab experimentation [5]. Density Functional Theory (DFT) plays a complementary role in predicting molecular orbitals, charge distributions, and optimized geometries that affect biological interactions [6]. This study focuses on the theoretical evaluation of 5-chlorothiophene-2-sulfonamide, a heterocyclic sulfonamide compound featuring both aromatic and electron-withdrawing substituents, which may enhance its pharmacophoric interactions with hCA II. The molecular structure was first optimized using DFT at the B3LYP/6-311++G(d,p) level, ensuring a reliable depiction of geometry and charge localization. Subsequently, molecular docking simulations were conducted using AutoDock Vina [7], targeting the crystallographic structure of hCA II (PDB ID: 3K34). The results revealed a strong binding affinity (-8.1 kcal/mol), driven by the direct coordination of the sulfonamide moiety to the Zn^{2+} ion, along with key hydrogen bonding interactions with active site residues such as THR200, HIS64 and THR199. Notably, the thiophene ring of the molecule contributed hydrophobic stabilization within the enzyme's hydrophobic pocket, indicating a well-oriented and energetically favorable binding pose. Such interaction profiles are consistent with known high-affinity hCA II inhibitors, thereby reinforcing the biological relevance and therapeutic potential of 5-chlorothiophene-2-sulfonamide [8]. Beyond its biochemical significance, this work underscores the critical role of structure-based design and computational screening in modern inhibitor discovery. By integrating electronic structure theory with targeted docking strategies, this study contributes to the development of novel and selective hCA inhibitors, offering a framework for future lead optimization and experimental validation.

Material and Methods

The crystal structure of human carbonic anhydrase II (hCA II) (PDB ID: 3K34) was retrieved from the Protein Data Bank [9] and prepared by removing water molecules and adding hydrogen atoms. The structure of 5-chlorothiophene-2-sulfonamide was optimized using Gaussian 09W [10] at the DFT/B3LYP/6-311++G(d,p) level, and visualized with GaussView 5.0 [11]. Molecular docking was performed using AutoDock Vina [7], with a grid centered on the catalytic zinc ion of hCA II. Docking results were analyzed to assess binding affinity and interactions with key active site residues.

Result and Discussion

The optimized geometry of 5-chlorothiophene-2-sulfonamide and its target suitability are illustrated in Fig. 1, demonstrating the compound's potential as a pharmacophore. The ligand features a sulfonamide group capable of chelating the zinc ion at the active site of hCA II, while the chlorothiophene ring offers additional hydrophobic surface area for stabilization. Molecular docking simulations revealed a binding affinity of -8.1 kcal/mol, which is consistent with known high-affinity hCA II inhibitors. As shown in Fig. 2, the sulfonamide moiety forms a direct coordination with the catalytic Zn^{2+} ion, a hallmark of classical CA inhibition. Additionally, hydrogen bonding interactions were observed with residues THR199, HIS64, and THR200, reinforcing the ligand's anchoring within the active pocket. The 3D interaction model in Fig. 3 further supports these findings, showing the ligand deeply embedded in the active site cavity, maintaining favorable spatial orientation and molecular complementarity. The chlorinated thiophene ring contributes to hydrophobic interactions with the surrounding nonpolar residues, enhancing complex stability. Localization of the ligand within the active site is also clearly demonstrated in Fig. 4 (left), which visualizes the spatial fit and orientation of the compound relative to the protein surface. Furthermore, the Ramachandran plot (Fig. 4-right) confirms

the stereochemical validity of the protein model used in docking, indicating the structural reliability of the receptor conformation. Collectively, these findings highlight the potential of 5-chlorothiophene-2-sulfonamide as a selective hCA II inhibitor. The observed interactions mimic the canonical binding pattern of sulfonamide-based inhibitors, and the docking conformation is in strong agreement with established pharmacodynamic principles. These in silico results provide a strong basis for further structure-based optimization and experimental validation in the development of novel carbonic anhydrase inhibitors.

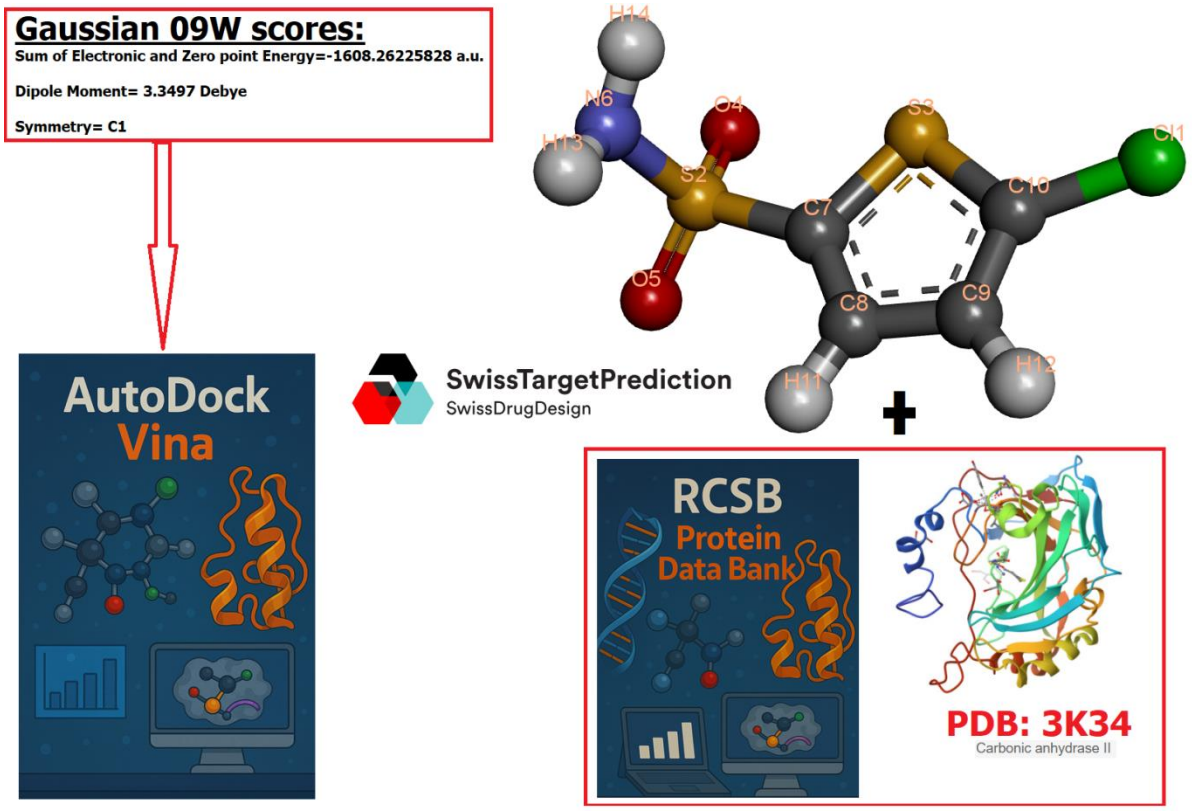


Figure 1. The structure and target estimation process [12].

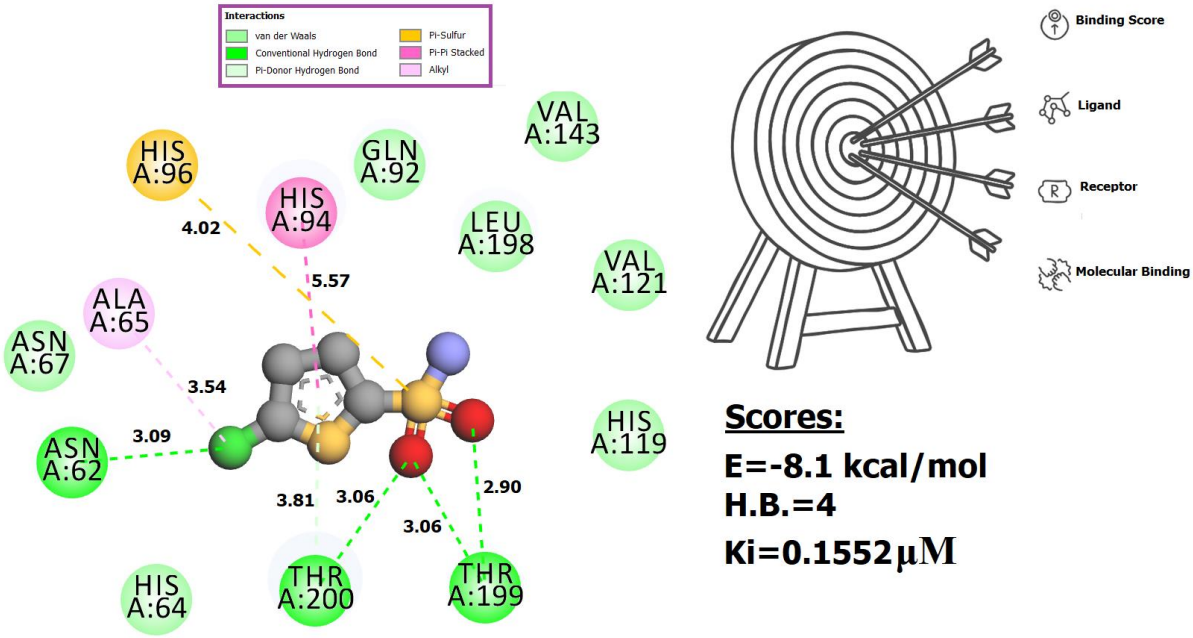


Figure 2. The 2D consequences of interaction.

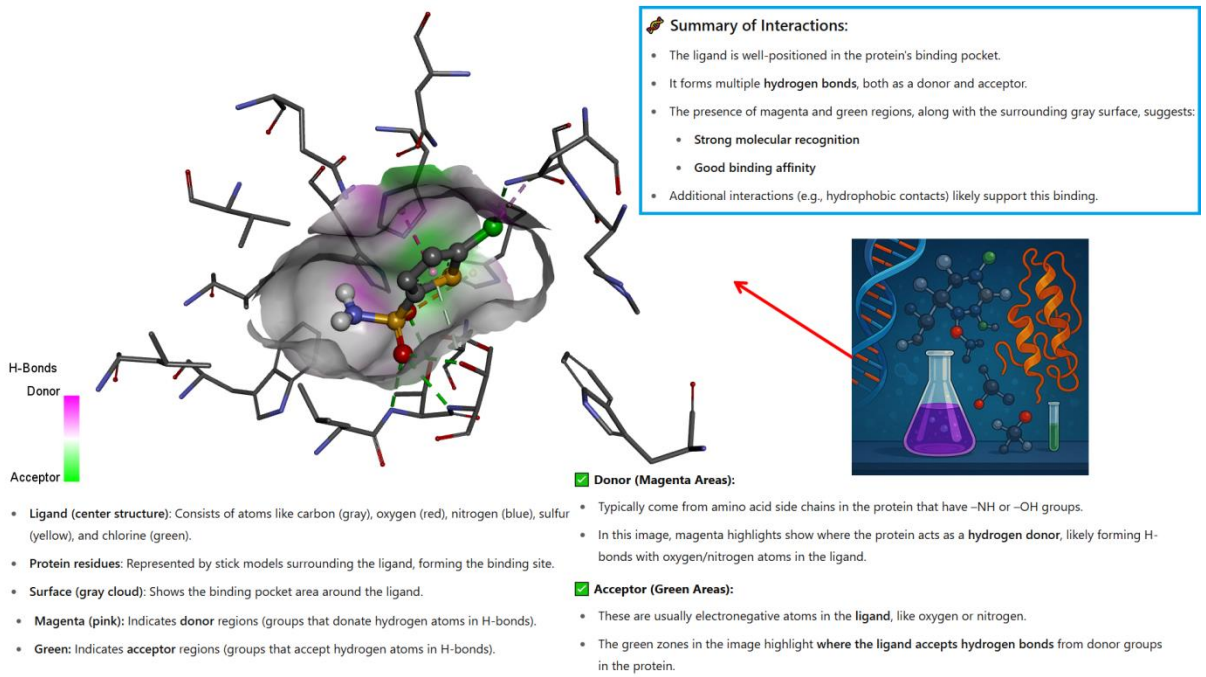


Figure 3. The 3D consequences of interaction.

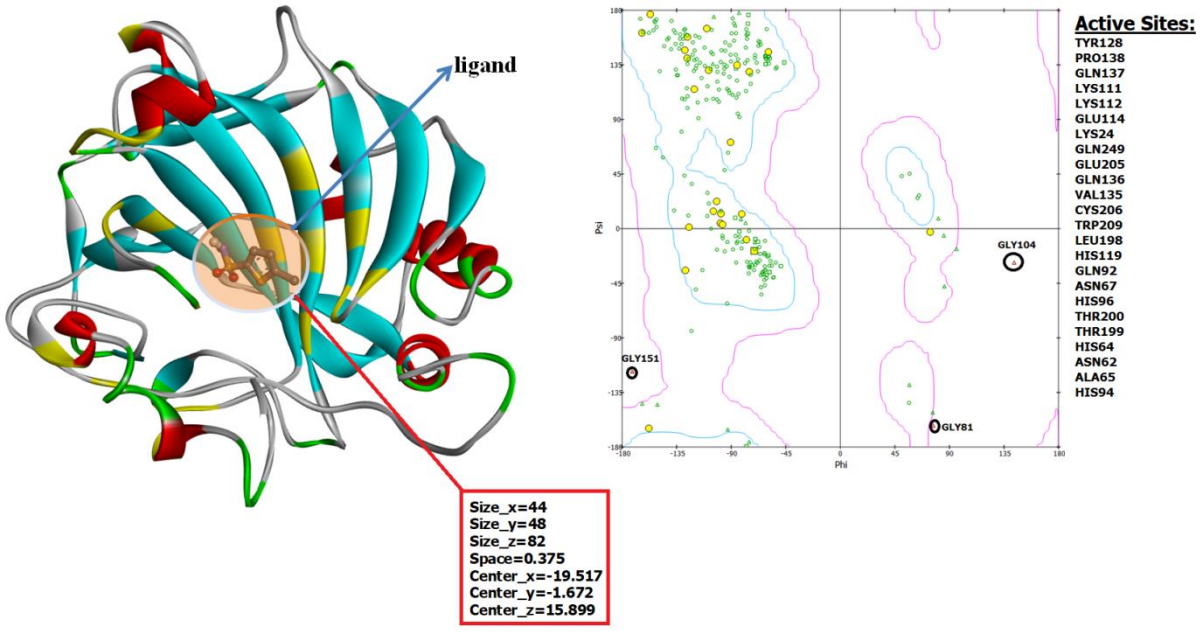


Figure 4. Molecule localization to the active site (left) and Ramachandran plot (right).

Conclusions

This in silico study demonstrated that 5-chlorothiophene-2-sulfonamide exhibits a strong binding affinity toward the active site of human carbonic anhydrase II (hCA II), primarily through direct coordination with the catalytic zinc ion and key hydrogen bonds with residues THR199, HIS64, and THR200. The ligand's geometric and electronic features, optimized via DFT, support its structural compatibility with the enzyme's active site,

while molecular docking confirms a stable and pharmacodynamically relevant interaction profile. These findings underscore the compound's potential as a selective hCA II inhibitor and provide a valuable theoretical framework for future experimental validation and structure-based optimization efforts in carbonic anhydrase inhibitor development.

Acknowledgments: The authors especially thank to Prof. Dr. Fatih UCUN from the Suleyman Demirel University for his helpful contribution to Gaussian calculations.

References

[1] C.T. Supuran, Carbonic anhydrases: catalytic and inhibition mechanisms, distribution and physiological roles, Carbonic anhydrase, CRC press2004, pp. 13-36.

[2] A. Angeli, F. Carta, C.T. Supuran, Carbonic anhydrases: versatile and useful biocatalysts in chemistry and biochemistry, Catalysts 10(9) (2020) 1008.

[3] A. García-Llorca, F. Carta, C.T. Supuran, T. Eysteinsson, Carbonic anhydrase, its inhibitors and vascular function, Frontiers in molecular biosciences 11 (2024) 1338528.

[4] H. Kallio, Regulation and Roles of Carbonic Anhydrases IX and XII, University of Tampere, Institute of Biomedical Technology, Academic Disertation (2011).

[5] A. Cavalli, P. Carloni, M. Recanatini, Target-related applications of first principles quantum chemical methods in drug design, Chemical reviews 106(9) (2006) 3497-3519.

[6] W. Cui, J. Chen, Insight into mineral flotation fundamentals through the DFT method, International Journal of Mining Science and Technology 31(6) (2021) 983-994.

[7] O. Trott, A.J. Olson, AutoDock Vina: improving the speed and accuracy of docking with a new scoring function, efficient optimization, and multithreading, Journal of computational chemistry 31(2) (2010) 455-461.

[8] Y. Demir, Z. Köksal, Some sulfonamides as aldose reductase inhibitors: therapeutic approach in diabetes, Archives of physiology and biochemistry 128(4) (2022) 979-984.

[9] https://www.rcsb.org/.

[10] M.J. Frisch, G. Trucks, H. Schlegel, G. Scuseria, M. Robb, J. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, B. Mennucci, G. Petersson, Gaussian 09, Revision D. 01, Gaussian, Inc.: Wallingford, CT (2009).

[11] R. Dennington, T. Keith, J. Millam, GaussView, version 5, Semichem Inc.: Shawnee Mission, KS (2009).

[12] A. Daina, O. Michielin, V. Zoete, SwissTargetPrediction: updated data and new features for efficient prediction of protein targets of small molecules, Nucleic acids research 47(W1) (2019) W357-W364.

THE ROLE AND IMPORTANCE OF ENVIRONMENTAL FACTORS IN THE CULTIVATION OF MEDICINAL PLANTS

Tansu USKUTOĞLU[1*]

[1]Pamukkale University, Agriculture Faculty, Department of Field Crops, Denizli, ORCID ID: 0000-0001-6631-1723

Belgin COŞGE ŞENKAL[2]

[2] Yozgat Bozok University, Agriculture Faculty, Department of Field Crops, Yozgat, ORCID ID: 0000-0001-7330-8098

ABSTRACT

Medicinal and aromatic plants (MAPs) are widely utilized as raw materials for pharmaceutical products in both traditional and modern medicine. The increasing demand for natural resources has necessitated growing these plants in regulated environments and the adoption of sustainable practices. The quality, active compound content, and yield of MAPs are directly influenced not just by their genetic traits but also by the environmental conditions in which they are grown. Climatic factors serve a decisive impact on the growth and development processes of MAPs. Growing conditions like temperature, photoperiod, sunlight exposure, and humidity have a direct impact on the biochemical makeup of plants. Soil structure, pH value, organic matter content, and nutrient availability are among the fundamental determinants of plant development. Water is of vital importance for the sustainability of plant metabolism; however, both water deficiency and excess can induce stress in plants, adversely affecting their growth. In certain cases, controlled water stress may activate plant defense mechanisms and boost the synthesis of active compounds. Altitude may result in variations in the chemical composition of MAPs, as it influences several environmental factors such as temperature, UV radiation, and atmospheric pressure. The quality of MAPs is assessed not only by the concentration of active compounds but also by their safety. Heavy metals (such as lead, arsenic, and cadmium) absorbed from soil, air, or water can accumulate in plants and pose health risks. Therefore, environmental pollution levels should be continuously monitored in medicinal plant cultivation, and appropriate regions should be selected. Considering environmental variables in the growing process of MAPs is essential for both high-quality and sustainable production. Optimum environmental conditions should be determined for each plant species, and production should be planned accordingly. In the future, adaptation strategies should be developed for medicinal plant cultivation, taking into account climate change and environmental degradation. In this investigation, the influence of environmental factors on MAPs production will be evaluated within a scientific framework, based on findings from recent research.

Keywords: Active compound, Altitude, Medicinal plant, Temperature

1. Introduction

The World Health Organization (WHO) indicates that herbal medicine serves as the primary healthcare source for 60% of the people worldwide and a substantial 80% of individuals in third-world countries (Applequist et al., 2020; Patni et al., 2022). Consequently, the novel environmental conditions driven by climate change are expected to exert profound impacts not only on the quality, yield, and cultivation range of medicinal and aromatic plants (MAPs) but also on public health, as these plants constitute the primary therapeutic resource in many countries (Patni et al., 2022). SMs content of MAPs is influenced by environmental factors, including climate and ecological conditions; therefore, changes in the environment might pose challenges for growing particular medicinal species. Even with the extensive use of synthetic and bio-ecological medications, plants are still considered vital sources of medicine, and countless people around the world rely on herbal remedies for both treatment and therapy. For centuries, the majority of individuals worldwide have used MAPs to manage and treat different diseases, a trend that continues to attract significant global health interest. There is a growing demand for new and 'natural' medicines and products in Western countries, a trend further amplified by the development of nutraceuticals and the expansion of the cosmetics industry. Many natural products are being investigated for their potential to reduce disease risk and contribute to healthy aging. As a result, numerous medicinal species hold considerable significance, and different parts (leaves, roots, flowers, stems etc.) of these plants, can act as abundant sources of natural bioactive compounds by offering a variety of SMs (Pant et al., 2021).

MAPs have been essential throughout history as key providers of secondary metabolites (SMs) for traditional therapeutic practices. Their cultivation presents a sustainable and environmentally responsible alternative to conventional pharmaceuticals, as these species can grow successfully in various climate types, including urban environments. Furthermore, the production of plant-based medicines typically requires fewer inputs and resources than the synthesis of chemical drugs, making them an attractive option for eco-friendly healthcare solutions (Alami et al., 2024). Plant SMs represent a wide array of chemical substances that are commonly synthesized by many plant species to help them manage both biotic and abiotic stresses. Traditionally, the term SMs has referred to all compounds other than 'primary metabolites', that is, substances not required for an organism's growth, development, or reproduction (Chomel et al., 2016). These broad groups include thousands of different individual substances, and such diversity is one of the primary difficulties in understanding the ecological roles of PSMs. Nonetheless, expanding research on PSMs has demonstrated their crucial involvement in the interactions between plants and various organisms, including microbes, insects, and mammals. Through allelopathic mechanisms, PSMs affect competition both within and between plant species. (Chomel et al., 2016).

Plants are continually exposed to rapidly fluctuating and potentially harmful environmental conditions. Due to their immobility, they have developed highly sophisticated and complex defense mechanisms, relying on a vast array of chemical compounds to cope with various stressors. SMs are particularly crucial in enabling plants to cope to environmental changes. The capacity of plants to produce these compounds is nearly unlimited. As a result of exposure to both biotic and abiotic pressures, such as variations in temperature, changes in light intensity, herbivore activity, and microbial invasion—plants activate these defense systems, initiating a multitude of intricate biochemical pathways (Ncube et al., 2012).

SMs are fundamental not just for the therapeutic effectiveness of MAPs, but also for maintaining the uniformity and quality of plant-based materials. The synthesis and accumulation of these compounds depend on a complex interplay of internal genetic mechanisms and external environmental factors, including light, temperature, moisture, heavy metals content, and salinity (Li et al., 2020).

This study aims to evaluate the impact of environmental factors on MAPs and their secondary metabolite production through a comprehensive review of existing literature. By synthesizing current research, this work seeks to provide a deeper understanding of how external conditions influence the synthesis, accumulation, and overall quality of these vital compounds. Ultimately, this review will contribute to optimizing cultivation practices and ensuring the consistent production of high-quality medicinal plant materials.

2. The Impact of Abiotic Conditions on Medicinal and Aromatic Plants

MAPs serve essential functions across multiple sectors of human society. Apart from their vital importance in diverse facets of humankind life, MAPs growth and development are shaped by environmental conditions, including temperature variations, light levels, higher carbon dioxide (CO_2) concentrations, UV radiation, ozone, drought, salinity, and excess water.

These external conditions matter because every plant species needs particular conditions to grow at its best. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) mentions that the average global temperature is rising by 0.06 to 0.1 °C each year, and atmospheric CO_2 levels have reached 407.4 ppm. Shifts in climate impact both the typical growth patterns and physiological processes of plants, leading to changes in the synthesis of SMs. Research has shown that certain environmental factors, such as temperature, elevated CO_2, UV radiation, heavy metals, and drought can negatively impact the synthesis of plant metabolites, growth, and production. Nevertheless, these investigations are often incomplete, and there is still a lack of comprehensive knowledge about the distinct effects of each environmental factor on the production and buildup of SMs. Moreover, research focused specifically on MAPs remains limited compared to studies on commercial food crops. Medicinal species have significant economic value and impact on the lives of many individuals and entire societies. Substantial changes in the synthesis of SMs may occur in response to climatic and ecological changes; therefore, it can be anticipated that some medicinal species, which are important sources of active compounds, may be affected in terms of the biosynthesis and retention of SMs. This, in turn, could lead to potential shortages and challenges in industrial extraction and purification processes. In this regard, additional molecular-level studies are necessary to clarify how each environmental factor specifically affects MAPs, since these species serve as promising sources of valuable bioactive molecules and compounds for nutraceutical development (Pant et al., 2021).

Plants continuously interact with their environment throughout their growth and development. Consequently, the effects of these environmental components directly influence plant development. Adverse abiotic factors such as drought, flooding, excessive light and temperature, poor soil conditions, or the presence of toxic chemicals induce secondary stress in plants. These stresses, in turn, affect the biosynthetic pathways and storage forms of secondary metabolites in various ways. Therefore, the impact of environmental factors constitutes a critical consideration for MAPs (Li et al., 2020; Verma & Shukla, 2015) .

2.1. Influence of Light and UV Radiation on Secondary Metabolite Production in Plants

The principal aspects of light radiation that influence plant growth are photoperiod (duration), intensity (amount), direction, and quality (wavelength or frequency). In response to variations in light conditions, plants can adjust to their environment by producing and accumulating a range of SMs, such as phenolic compounds, triterpenes, and flavonoids. A large number of these metabolites are prized not only for their economic value but also for their well-known antioxidant effects (Mohiuddin, 2019).

Plants require light of varying wavelengths and intensities for photosynthesis, growth, and the synthesis of specialized metabolites. This light constitutes an indispensable environmental factor for their survival and development (Zhang et al., 2015). Excessive light can inactivate or damage the photosynthetic reaction centers in chloroplasts, which leads to a slowdown in photosynthesis and a reduction in plant growth (Szymańska et al., 2017). Light is one of the key factors that significantly influences the production and accumulation of various plant SMs, thereby playing an important role in determining the quality of MAPs (Siddiqui & Prasad, 2017). When evaluating the favorable light environments for the storage of anthocyanins, carotenoids, and flavonols, it appears that a blue-to-red light ratio of less than one is most favorable for anthocyanin synthesis. In the case of carotenoids and particularly flavonols, blue light can be minimized or even omitted entirely, depending on the exact phenolic compound and the plant species concerned. Unlike anthocyanins, the addition of green light generally enhances carotenoid gathering in most leafy vegetables, which aligns with the absorption characteristics of carotenoids in the green spectrum. Overall, ultraviolet (UV) light tends to stimulate the production of all three SMs, with the exception of anthocyanin accumulation in basil, where this effect is not observed (Thoma et al., 2020). Antioxidant potential in green leaf lettuce can be enhanced by supplementing with far-red light, while an increased blue-to-red light ratio has been shown to improve antioxidant capacity in red leaf lettuce (Thoma et al., 2020).

Precise control of light intensity is crucial for optimizing the biosynthesis of SMs in plants. Tailoring light intensity to specific plant needs can enhance both the quantity and quality of desired SMs. Consistent light intensity management ensures standardized SM production, which is essential for pharmaceutical, nutraceutical, and other industrial applications. Therefore, careful calibration of light intensity is a prerequisite for achieving reliable and superior SM yields. The continued existence of plants largely relies on their ability to fix carbon through photosynthesis and accumulate biomass. Consequently, they have evolved highly sensitive and precise mechanisms to detect various light wavelengths, including ultraviolet (UV) radiation, contained in solar rays (Kazan & Manners, 2011; Ncube et al., 2012).

To maximize the benefits of light, plants have established biochemical defense adaptations against harmful levels of UV radiation and intense light. They have also developed strategies to optimize the imbibition of beneficial light wavelengths. From these, UV-B is recognized by plants functioning as a stress-inducing factor in the environment, triggering adaptive responses that enhance their survival under sunlight (Ncube et al., 2012). In a study conducted with the pea mutant (*Pisum sativum* cv. *argenteum*), It has been observed that the largest buildup of both anthocyanins and flavonol glycosides takes place in the upper epidermal layers of leaf peels that are subjected to visible and UV radiation. This finding supports the notion that these compounds serve a protective function that can be induced by UV exposure. From this perspective, it is evident that solar radiation has a particularly significant influence on the flavonoid and phenolic acid content in plants (Hrazdina, 1992).

Day length also causes significant changes in plants. For example, under short-day photoperiod conditions, the amount of pelargonidin, a member of the phenolic compounds group, decreases in lodgepole pine (*Pinus contorta*). Under long-day photoperiod conditions, the amount of catechins, which belong to the phenolic compounds group, increases in sweet potato (*Ipomoea batatas*). Under long-day photoperiod conditions, the amount of chlorogenic acid, a member of the phenolic compounds group, increases in whortleberry (*Vaccinium myrtillus*) (Mohiuddin, 2019). Besides the duration of light exposure, variations in light intensity can have a

substantial impact on the profile and amount of various bioactive compounds in MAPs. Changes in light intensity may alter the formation and accumulation of key SMs, thereby affecting both the quality and therapeutic potential of these plants. For example, in Camptotheca (*Camptotheca acuminata*), the alkaloid camptothecin increases under 27% full sunlight, whereas in gotu kola (*Centella asiatica*), the phenolic compound asiatic acid increases under 70% shade, and asiaticoside increases under full sunlight (Mohiuddin, 2019).

Similarly, changes in light quality also affect the content of SMs in various plant species. Such as, in lettuce (*Lactuca sativa*), the levels of the phenolic compounds ferulic acid and kaempferol decrease with increased red light exposure, whereas in Madagascar periwinkle (*C. roseus*), the alkaloid catharanthine increases under UV-B radiation. Under UV radiation, the levels of the alkaloid vindoline in Madagascar periwinkle and the phenolic compounds rutin, quercetin, and catechin in buckwheat (*F. esculentum*) increase.

Plants cultivated in environments characterized by ample sunlight and fertile soil typically display elevated antioxidant concentrations (Asiminicesei et al., 2024).

2.2. Temperature

The cultivation and progression of every plant are intrinsically linked to a specific temperature range it requires. Temperatures outside this optimal range, whether excessively low or high, can negatively impact plant growth and productivity (Yadav, 2010).

Temperature stress in plants is widely recognized for stimulating or increasing the activity of enzymes that scavenge reactive oxygen species, for example, superoxide dismutase, catalase, peroxidase, and various antioxidant compounds. When plants are subjected to temperature extremes, they may undergo numerous physiological, biochemical, and molecular modifications, including the denaturation of proteins and disturbances in membrane stability (Ncube et al., 2012).

Exposure to elevated temperatures (35 °C) led to increased overall peroxidase activity in the shoots, accompanied by increased concentrations of hypericin, pseudohypericin, and hyperforin in the shoot tissues of St. John's wort (*H. perforatum*) (Zobayed et al., 2005). Another example is in Camptotheca (*C. acuminata*), the level of the alkaloid 10-hydroxycamptothecin increases after a 2-hour treatment at 40°C. In Madagascar periwinkle, the alkaloid vindoline increases with short-term heat treatment, while catharanthine increases with long-term heat exposure. Additionally, the level of the terpene isoprene increases in northern red oak (*Q. rubra*), and α-farnesene increases in carrot (*D. carota*) under high temperature conditions (Mohiuddin, 2019).

Cold stress leads to a reduction in the concentrations of chlorophyll *a* and total chlorophyll, while concurrently increasing the quantities of both apoplastic and total soluble protein within the leaf (Alami et al., 2024). Another study, At low temperatures, the amount of the alkaloid morphine decreases in opium poppy (*P. somniferum*), whereas the levels of the phenolic compounds genistein and daidzein increase in soybean (*Glycine max*) after exposure to 10°C for 24 hours (Mohiuddin, 2019). Under cold stress, the levels of flavonols, including quercetin, kaempferol, and isorhamnetin, in curly kale (*B. oleracea* L. var. *sabellıca*), terpenoids in pygmy smartweed (*P. minus*), carotenoids in sugarcane (*S. officinarum*), alkaloids in mouseear cress (*A. thaliana*), and artemisinin in sagebrush (*Artemisia* sp.) increase. In contrast, total phenolics in Siberian ginseng (*E. senticosus*) and flavanols in pygmy smartweed decrease under the same conditions. Additionally, under heat stress, the levels of putrescine in rice (*O. sativa* L.), and the alkaloid ricin in castor bean (*R. communis*) increase, whereas the concentrations of tryptophan, tyrosine, and phenylalanine in castor bean (*R. communis*), as well as flavonoids in mung bean (*V. radiata*), decrease (Alami et al., 2024).

In summary, temperature stress, whether due to excessive heat or cold, leads to a broad spectrum of physiological, biochemical, and molecular alterations in plants. These changes often manifest as alterations in the levels of primary and SMs, which can either may fluctuate according to the specific plant species, the type of metabolite, and the duration and severity of the stress. Understanding these responses is crucial for improving plant resilience and productivity under changing environmental conditions.

2.3. Elevated CO_2 regimes

Rubisco is a key enzyme located in the stroma of chloroplasts within plant cells, responsible for the fixation of CO_2 during photosynthesis. The term "Rubisco microenvironment" refers to the concentrations of CO_2 and

O_2 present in the chloroplast stroma where this enzyme operates. An increase in atmospheric CO_2 levels leads to a corresponding rise in the amount of CO_2 surrounding Rubisco within the chloroplast stroma, thereby enhancing the enzyme's carboxylation (CO_2 fixation) activity. Elevated atmospheric CO_2 increases the local CO_2 concentration around Rubisco, which in turn raises the rate of photosynthesis while reducing the rate of oxygenation. Under prolonged exposure to high CO_2, plants may undergo photosynthetic acclimation; however, this adaptation generally does not completely negate the positive effects on photosynthesis and biomass accumulation. Furthermore, elevated CO_2 can improve water use efficiency in plants and accelerate biomass production (Patni et al., 2022).

Recent scientific studies suggest that rising temperatures and elevated CO_2, as a consequence of global climate change, can significantly influence the growth parameters of various medicinal and aromatic plant species. For instance, in the cultivated forms of basil (*O. basilicum* L.), oregano (*O. vulgare* L.), peppermint (*M. piperita*), spearmint (*M. spicata* L.), and thyme (*T. vulgaris* L.), increases in fresh weight, as well as in the number of leaves and roots, have been observed under elevated CO_2 regimes. Another study demonstrated that, under elevated CO_2 conditions, brown mustard (*B. juncea*) exhibited increased epidermal cell length, a higher number and greater length of palisade parenchyma cells, and the induction of larger chloroplast formation. In another study, Himalayan mayapple (*P. hexandrum*) showed a marked increase in leaf dry matter production, with total dry matter yield increasing by 96.4% after 90 days of CO_2 exposure (Patni et al., 2022).

Under elevated CO_2 conditions, the levels of total phenolics in European aspen (*P. tremula* L.), tannins in ginger (*Z. officinale* Roscoe), terpenes in sieva bean (*P. lunatus* L.) and cotton (*G. hirsutum* L.), as well as the alkaloids morphine, codeine, papaverine, and noscapine in dwarf breadseed poppy (*P. setigerum* L.), increase. In contrast, both total and individual phenolics, as well as antioxidants, decrease in rice (*O. sativa* L.) under the same conditions (Patni et al., 2022).

In conclusion, elevated atmospheric CO_2 and rising temperatures, key aspects of global climate change, profoundly affect plant physiology, growth, and secondary metabolite production. While increased CO_2 generally enhances photosynthetic efficiency, biomass accumulation, and water use efficiency, responses can be species-specific and metabolite types. These findings highlight the importance of understanding plant adaptation mechanisms to changing environmental conditions, particularly for optimizing the future growth and quality of medicinal and aromatic plants.

2.4. Altitude

Climate change leads to rising temperatures in mountainous regions, causing biotic zones, comprising plant and animal communities, to shift to higher elevations. This upward movement disrupts ecosystem balance and is also associated with an increased frequency and intensity of forest fires (Pant et al., 2021). It has become evident that the survival of plant species growing in mountainous regions is increasingly threatened by global warming. While species inhabiting lower elevations may be able to migrate upward and establish themselves in newly available habitats, those already adapted to higher altitudes face a greater risk. If these high-altitude species are unable to compete with incoming lower-elevation species and have no further suitable habitats to colonize, they may face the threat of extinction (Salick et al., 2014). A study has suggested that, for species with available habitats to migrate to, migration may be more successful in mountainous regions than in flat landscapes. This is attributed to the steeper spatial temperature gradients in mountainous areas, which reduce the required migration rate. For some species, even a shift from south-facing to north-facing slopes can be sufficient for their survival (Loarie et al., 2009).

2.5. Water stress

Drought stress is commonly identified as a damaging influence in farming, often leading to significant reductions in crop yields. Nevertheless, MAPs cultivated in semi-arid environments frequently accumulate greater amounts of bioactive compounds compared to those grown in more temperate regions (Kleinwächter & Selmar, 2015). Limited water availability poses a significant challenge for plants, as water deficiency triggers the transmission of a a chemical message sent from roots to leaves via the xylem, leading to partial stomatal closure on a physiological level. Therefore, there is a substantial reduction in intracellular CO_2 levels (Cheng et al., 2018). Therefore, the availability of $NADPH^+$ and H^+ for the Calvin cycle is diminished, which in turn lowers the amount of $NADP^+$ and reduces the electron-accepting capacity of the electron transport

chain. This disruption promotes the accumulation of free radicals and reactive oxygen species (ROS), including hydrogen peroxide (H_2O_2) and superoxide anion (O_2^-). As a protective response, plants create phenolic compounds like tannins and flavonoids, which function as antioxidants to safeguard the photosynthetic machinery, maintain cell membrane integrity, prevent protein denaturation, and support continued plant growth (Selmar & Kleinwächter, 2013). As a result, plants produce phenolic compounds, including tannins and flavonoids, as part of their oxidative defense system to protect the photosynthetic structures, preserve cell membrane stability, prevent protein denaturation, and mitigate growth inhibition. However, it should be emphasized that changes in SM levels in response to water scarcity are largely influenced by the genetic makeup of each species (Albergaria et al., 2020).

Soil moisture levels of 55–75% increase the amount of the phenolic compound salidroside in Rhodiola (*R. sachalinensis*), whereas prolonged drought increases the quantity of phenolic compounds tanshinone and cryptotanshinone in red sage (*S. miltiorrhiza*). Under drought conditions, the levels of the alkaloid codeine increase in opium poppy (*P. somniferum*) and the alkaloid glycine betaine increases in Madagascar periwinkle (*C. roseus*), while under severe drought, the amount of the phenolic compound abietic acid increases in Scots pine (*P. sylvestris*) (Mohiuddin, 2019).

Findings suggest that drought conditions cause a substantial increase in the essential oil of peppermint (*M.* × *piperita* ssp.), summer savory (*S. hortensis*), parsley (*P. crispum*), kitchen sage (*S. officinalis*), catnip (*N. cataria*), and basil (*O. basilicum*). It has been observed that, in addition to significant increases in essential oil content, the composition of these oils also undergoes substantial changes in response to drought stress. Evidence suggests that geraniol and citral increase substantially in lemongrass (*C. pendulus*); α-pinene and carene double in Aleppo pine (*P. halepensis*); caryophyllene rises dramatically in Montpelier cistus (*C. monspeliensis*); monoterpenes tend to increase two- to fourfold in Norway spruce (*P. abies*) and Scots pine (*P. sylvestris*); and iridoid glycosides double in Ningpo figwort (*S. ningpoensis*) (Kleinwächter & Selmar, 2015).

Hounsou et al. (2024) reported that under drought stress conditions, plants are prone to gathering higher levels of SMs, including terpenoids, phenolics, alkaloids, as well as nitrogen-containing compounds such as glucosinolates and cyanogenic glycosides. Also, drought stress leads to a reduction in the total phenolic, flavonoid, and saponin content in both peppermint (*M. piperita* L.) and Madagascar periwinkle.

2.6. Heavy Metals: Sources and Effects on MAPs

Metallic pollutants contamination is a major ecological concern that endangers both natural ecosystems and human well-being. Various activities and processes are responsible for introducing heavy metals (HMs) into ecosystems. Determining these origins is essential for creating successful measures to avert and reduce pollution (Asiminicesei et al., 2024).

The leading anthropogenic factors responsible for heavy metal pollution can be summarized as follows (Asiminicesei et al., 2024; Chen et al., 2021; Müller et al., 2020):

1-) Cities with dense traffic are principal contributors to heavy metal pollution, resulting from the gradual breakdown of automotive components, roadways, and urban structures. Pollutants generated by these processes can be transported by rainwater into rivers and streams, thereby extending the impact of contamination over larger areas.

2-) Industrial operations like mining and smelting rank among the primary sources of heavy metal contamination. The extraction and processing of ores discharge significant quantities of metals such as the release of Pb, Hg, Cd, and As into the environment

3-) A range of industries such as metallurgy, chemical manufacturing, and electronics production, produce HMs as by products. The release of wastewater, emissions, and improper waste handling from such activities further adds to ecological pollution.

4-) Unintentional spills, leaks, and industrial outflows sites like chemical plants and mines might cause the rapid and substantial introduction of HMs into the environment.

5-) Processes like demolition and construction can disrupt the soil, causing previously buried HMs to become mobilized.

6-) Furthermore, building materials like paints and treated wood often contain heavy metal additives, which can further increase environmental contamination.

Chamomile (*M. recutita*) cultivated hydroponically for seven days under cadmium (Cd) or copper (Cu) exposure exhibited greater amounts of SMs. Notably, copper concentrations of 60 and 120 μM strongly enhanced phenylalanine ammonia-lyase (PAL) activity, which in turn led to elevated levels of phenolic substances and lignin within one day of treatment initiation (Ghorbanpour & Varma, 2017). Black locust (*R. pseudoacacia* L.) cultivated in soils containing cadmium (Cd) and lead (Pb), or exposed to elevated temperatures, exhibited increased concentrations of saponins, phenolic compounds, and flavonoids (Zhou et al., 2016). Conversely, exposure to low concentrations of cadmium (Cd) and aluminum (Al) led to a reduction in hypoxoside synthesis in African potato (*H. hemerocallidea* Fisch. and C.A. Mey), a medicinal plant widely used in Africa. However, under the same conditions, the levels of phenolic compounds and flavonoids increased (Ghorbanpour & Varma, 2017).

3. Conclusion and Recommendations

The growth, development, and synthesis of secondary metabolites in MAPs are strongly influenced by environmental factors. While particular stressors, such as drought or temperature fluctuations, can sometimes enhance the biosynthesis of valuable SMs, these same factors often impede plant growth and accelerate senescence. The impact of environmental stressors is highly species-specific and depends on both the plant's genetic background and the nature, duration, and intensity of the stress.

Heavy metal pollution, resulting from urbanization, industrial activities, and improper waste management, poses a significant threat to the safety and quality of MAPs. The accumulation of toxic elements such as cadmium, lead, and arsenic in plant tissues not only reduces their therapeutic value but also presents serious health risks to consumers. Therefore, continuous monitoring of environmental pollution and careful selection of cultivation sites are essential for sustainable and safe medicinal plant production.

To ensure the consistent effectiveness and quality of MAPs, it is crucial to optimize environmental conditions for each species. This includes managing factors such as temperature, light, water availability, and soil quality. Furthermore, as climate change continues to alter environmental parameters, adaptive cultivation strategies must be developed. These strategies should be based on a thorough insight into how particular environmental factors affect the production and buildup of active compounds in MAPs.

In summary, upcoming research should aim to clarify the molecular processes that govern how plants respond to environmental stress factors, with the aim of developing resilient cultivars and sustainable agricultural practices. By integrating environmental monitoring, advanced breeding techniques, and adaptive management, it will be possible to maintain both the quality and safety of MAPs resources in response to continuing environmental pressures.

Referance

Alami, M. M., Guo, S., Mei, Z., Yang, G., & Wang, X. (2024). Environmental factors on secondary metabolism in medicinal plants: exploring accelerating factors. *Medicinal Plant Biology*, *3*(1), 0–0. https://doi.org/10.48130/mpb-0024-0016

Albergaria, E. T., Oliveira, A. F. M., & Albuquerque, U. P. (2020). The effect of water deficit stress on the composition of phenolic compounds in medicinal plants. In *South African Journal of Botany* (Vol. 131, pp. 12–17). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.02.002

Applequist, W. L., Brinckmann, J. A., Cunningham, A. B., Hart, R. E., Heinrich, M., Katerere, D. R., & Van Andel, T. (2020). Scientists warning on climate change and medicinal plants. *Planta Medica*, *86*(1), 10–18. https://doi.org/10.1055/a-1041-3406

Asiminicesei, D. M., Fertu, D. I., & Gavrilescu, M. (2024). Impact of Heavy Metal Pollution in the Environment on the Metabolic Profile of Medicinal Plants and Their Therapeutic Potential. *Plants*, *13*(6), 913. https://doi.org/10.3390/plants13060913

Chen, Y. G., He, X. L. S., Huang, J. H., Luo, R., Ge, H. Z., Wołowicz, A., Wawrzkiewicz, M., Gładysz-Płaska, A., Li, B., Yu, Q. X., Kołodyńska, D., Lv, G. Y., & Chen, S. H. (2021). Impacts of heavy metals and medicinal

crops on ecological systems, environmental pollution, cultivation, and production processes in China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *219*, 112336. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112336

Cheng, L., Han, M., Yang, L. min, Li, Y., Sun, Z., & Zhang, T. (2018). Changes in the physiological characteristics and baicalin biosynthesis metabolism of Scutellaria baicalensis Georgi under drought stress. *Industrial Crops and Products*, *122*, 473–482. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.06.030

Chomel, M., Guittonny-Larchevêque, M., Fernandez, C., Gallet, C., DesRochers, A., Paré, D., Jackson, B. G., & Baldy, V. (2016). Plant secondary metabolites: a key driver of litter decomposition and soil nutrient cycling. *Journal of Ecology*, *104*(6), 1527–1541. https://doi.org/10.1111/1365-2745.12644

Ghorbanpour, M., & Varma, A. (2017). Medicinal plants and environmental challenges. In *Medicinal Plants and Environmental Challenges*. Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-68717-9

Hounsou, K. E., Sonibare, M. A., & Elufioye, T. O. (2024). Climate change and the future of medicinal plants research. *Bioactive Compounds in Health and Disease*, *7*(3), 152–169. https://doi.org/10.31989/BCHD.V7I3.1310

Hrazdina, G. (1992). Compartmentation in Aromatic Metabolism. *Phenolic Metabolism in Plants*, 1–23. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-3430-3_1

Kazan, K., & Manners, J. M. (2011). The interplay between light and jasmonate signalling during defence and development. In *Journal of Experimental Botany* (Vol. 62, Issue 12, pp. 4087–4100). https://doi.org/10.1093/jxb/err142

Kleinwächter, M., & Selmar, D. (2015). New insights explain that drought stress enhances the quality of spice and medicinal plants: potential applications. *Agronomy for Sustainable Development*, *35*(1), 121–131. https://doi.org/10.1007/s13593-014-0260-3

Li, Y., Kong, D., Fu, Y., Sussman, M. R., & Wu, H. (2020). The effect of developmental and environmental factors on secondary metabolites in medicinal plants. In *Plant Physiology and Biochemistry* (Vol. 148, pp. 80–89). Elsevier Masson SAS. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.01.006

Loarie, S. R., Duffy, P. B., Hamilton, H., Asner, G. P., Field, C. B., & Ackerly, D. D. (2009). The velocity of climate change. *Nature*, *462*(7276), 1052–1055. https://doi.org/10.1038/nature08649

Mohiuddin, A. K. (2019). Environmental Factors on Medicinal Plants. *American Journal of Plant Biology*, *4*(1), 1–17.

Müller, A., Österlund, H., Marsalek, J., & Viklander, M. (2020). The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources. In *Science of the Total Environment* (Vol. 709). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136125

Ncube, B., Finnie, J. F., & Van Staden, J. (2012). Quality from the field: The impact of environmental factors as quality determinants in medicinal plants. In *South African Journal of Botany* (Vol. 82, pp. 11–20). https://doi.org/10.1016/j.sajb.2012.05.009

Pant, P., Pandey, S., & Dall'Acqua, S. (2021). The Influence of Environmental Conditions on Secondary Metabolites in Medicinal Plants: A Literature Review. *Chemistry and Biodiversity*, *18*(11), e2100345. https://doi.org/10.1002/cbdv.202100345

Patni, B., Bhattacharyya, M., kumari, A., & purohit, V. K. (2022). Alarming influence of climate change and compromising quality of medicinal plants. In *Plant Physiology Reports* (Vol. 27, Issue 1). Springer. https://doi.org/10.1007/s40502-021-00616-x

Salick, J., Ghimire, S. K., Fang, Z., Dema, S., & Konchar, K. M. (2014). Himalayan Alpine Vegetation, Climate Change and Mitigation. *Journal of Ethnobiology*, *34*(3), 276. https://doi.org/10.2993/0278-0771-34.3.276

Selmar, D., & Kleinwächter, M. (2013). Influencing the product quality by deliberately applying drought stress during the cultivation of medicinal plants. In *Industrial Crops and Products* (Vol. 42, Issue 1, pp. 558–566). https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.06.020

Siddiqui, M. W., & Prasad, K. (2017). *Plant Secondary Metabolites, Volume One* (M. W. Siddiqui & K. Prasad, Eds.). Apple Academic Press. https://doi.org/10.1201/9781315366326

Szymańska, R., Ślesak, I., Orzechowska, A., & Kruk, J. (2017). Physiological and biochemical responses to high light and temperature stress in plants. In *Environmental and Experimental Botany* (Vol. 139, pp. 165–177). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2017.05.002

Thoma, F., Somborn-Schulz, A., Schlehuber, D., Keuter, V., & Deerberg, G. (2020). Effects of Light on Secondary Metabolites in Selected Leafy Greens: A Review. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 11). Frontiers Media S.A. https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00497

Verma, N., & Shukla, S. (2015). Impact of various factors responsible for fluctuation in plant secondary metabolites. In *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* (Vol. 2, Issue 4, pp. 105–113). Elsevier GmbH. https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2015.09.002

Yadav, S. K. (2010). Cold stress tolerance mechanisms in plants. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *30*(3), 515–527. https://doi.org/10.1051/agro/2009050

Zhang, L. X., Guo, Q. S., Chang, Q. S., Zhu, Z. B., Liu, L., & Chen, Y. H. (2015). Chloroplast ultrastructure, photosynthesis and accumulation of secondary metabolites in Glechoma longituba in response to irradiance. *Photosynthetica*, *53*(1), 144–153. https://doi.org/10.1007/s11099-015-0092-7

Zhou, R., Su, W. H., Zhang, G. F., Zhang, Y. N., & Guo, X. R. (2016). Relationship between flavonoids and photoprotection in shade-developed Erigeron breviscapus transferred to sunlight. *Photosynthetica*, *54*(2), 201–209. https://doi.org/10.1007/s11099-016-0074-4

Zobayed, S. M. A., Afreen, F., & Kozai, T. (2005). Temperature stress can alter the photosynthetic efficiency and secondary metabolite concentrations in St. John's wort. *Plant Physiology and Biochemistry*, *43*(10–11), 977–984. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2005.07.013

EVALUATION OF GERMINATION AND SEEDLING DEVELOPMENT PERFORMANCE OF *SALVIA SCLAREA* L. DEVELOPED BY USING EMS IN M_3 GENERATION

Belgin COŞGE ŞENKAL

Prof. Dr., Yozgat Bozok University Faculty of Agriculture, ORCID ID: 0000-0001-7330-8098

ABSTRACT

Türkiye is an important gene center of the *Salvia* genus. 99 species of this genus. 51 of which are endemic are naturally distributed in the flora of Türkiye. One of these species, *Salvia sclarea* L. (clary sage) is a biennial or perennial plant with lilac, white or pale blue flowers. *S. sclarea* essential oil is used as an aromatic agent for food products as a component in liqueurs and tobacco, and as a fragrance component in perfumery and cosmetic formulas. In the studies conducted ethyl methanesulfonate (EMS) was applied to *Salvia sclarea* L. seeds for different periods and doses. The plants belonging to the M_2 generation were harvested in 2024. In this study, the germination and early seedling characteristics (germination value, emergence value, seedling height, number of leaves, leaf size etc.) of the seeds belonging to the single plants self-pollinated and open-pollinated in the field will be evaluated. The germination value of M_3 genotypes included in the study was determined as 0-53.33% and emergence value as 6.67-60.0. The height, number of leaves, leaf width and leaf length of the seedlings were found to be 6.0 cm, 7.0 number/seedling, 2.0 cm and 4.0 cm on average, respectively. Since it is the first chemical mutagen application in this species the obtained mists will constitute a source for future research and will make important contributions to literature.

Keywords: *Salvia sclarea*. mutagen. emergence rate. seedling height

1. INTRODUCTION

Medicinal and aromatic plants have gained increasing importance in both pharmaceutical and cosmetic industries in recent years due to their biological activities and economic values. Türkiye is an important gene center of the *Salvia* genus. 99 species of this genus. 51 of which are endemic are naturally distributed in the flora of Türkiye (Güner et al., 2012). Among these plants *Salvia sclarea* L. (clary sage) belongs to the Lamiaceae family and is widely used due to its essential oil content (main components linalyl acetate, linalool and sclareol) aroma profile and therapeutic properties (Kačániová et al., 2023). *S. sclarea* essential oil is used as an aromatic agent for food products as a component in liqueurs and tobacco, and as a fragrance component in perfumery and cosmetic formulas (Carrubba et al., 2002; Tuttolomondo et al., 2020). Various scientific studies have shown that clary sage essential oil has antioxidant, antifungal, antiviral, antimicrobial, antidepressive, anti-inflammatory activity (Farrar and Farrar, 2020).

S. sclarea L. can have a height of more than 1 m. The plant branches from the top. It has a thick and upright stem. It is usually biennial. However, it is also perennial. It has lilac, white or pink flowers. The seeds are brown. rounded triangular. Its leaves are petiolate and heart shaped. The plant which develops rosette leaves in the first year. blooms the following year. Its flowering which usually starts in May continues until the end of August. Self-pollination is close to 50% (Şenol et al., 2017).

Plant breeding, which is an important branch of science for the development of all agricultural products mainly uses traditional methods such as selection, hybridization, mutation and biotechnology methods (in vitro and molecular techniques-based breeding and transgenic variety development breeding). Among these methods, mutation breeding attracts great attention from breeders because it creates genetic diversity in plants both naturally and through mutagens (physical or chemical) (Fahad and Khan, 2019; Viana et al., 2019; Kim et al., 2020).

The limited variation in genetic materials obtained from natural populations makes genetic improvement difficult in efforts to increase yield and quality elements. One of the most effective methods for increasing genetic variation in plant breeding is mutation breeding. Ethyl methanesulfonate (EMS). one of the chemical mutagens used for this purpose. allows the development of new variants by creating point mutations in DNA. EMS mutagenesis applications attract attention with their potential to create a large variation pool for selection. especially in medicinal plants.

Evaluation of the performances of new variants obtained because of mutation breeding is possible with analyses aimed at early developmental stages especially germination rate and seedling development (Ulukapi and Gul Nasircilar, 2019). These parameters are important both in determining the agricultural production potential of the plant and as pre-selection criteria for advanced selection studies.

In this study the germination capacity and seedling development performances of the M3 generation of Salvia sclarea L. individuals mutated with EMS were evaluated. The data obtained are of scientific and practical value in terms of both demonstrating the effectiveness of mutation breeding and determining high-performance lines.

2. MATERIAL AND METHODS

In the project seeds obtained from single plants that were both self-pollinated and pollinated in the open in 2024 were used as plant material (Figure 1).



Figure1. Flowering period of plants and isolated inflorescences

Germination and emergence experiments were set up in the climate chamber according to the randomized plots experimental design with 3 replications. The development of seedlings obtained from the emergence experiment was followed in greenhouse and field conditions.

Germination Experiment: Germination experiment was set up in petri dishes with 20 seeds each with 3 replications. The drying paper was placed under and on the petri dishes and after the seeds were placed in each petri dish. The medium was moistened with 10 mL of pure water. Before the germination test, the seeds were surface sterilized with 1% sodium hypochlorate. The seeds were left to germinate in the climate chamber in petri dishes for 16 hours in the dark at 20±2 ºC and 8 hours in the light at 24±2 ºC. Counts were made at the end of the 21st day. The emergence of 2 mm of the radicle was evaluated as the germination criterion (Harmancı and Kaya, 2025).

Emergence Experiment: The emergence trial was conducted in vials. After peat was placed in the vials planting was carried out. The trial conducted in the climate chamber was set up with 3 replications. The following characteristics were examined:

1-Emergence rate (%)

2-Seedling height (cm)

3-Number of leaves (number/seedling)

4-Leaf width and length (cm)

Healthy seedlings that reached sufficient size were planted in the experimental area. The data obtained from the study are given with Mean±SD values.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Germination Experiment

Since the number of seeds obtained from closed pollinated plants was not sufficient and these seeds would be used in the research to be conducted in the following years seeds obtained from open pollinated plants were used in the germination experiment. The results obtained from the germination experiment are presented in Table 1.

Table 1. Germination performances of seeds of the M_3 generation of Salvia sclarea.

Genotype number	Germination Value (%)
SC-162 (control)	28.71±8.02
SC-418	38.42±5.61
SC-392	48.48±2.63
SC-421	13.69±1.03
SC-341	0.0±0.0
SC-239	0.0±0.0
SC-279	53.33±5.77
SC-321	50.00±10.00
SC-4	26.19±8.58
SC-17	4.94±4.29
SC-10	51.52±2.63
SC-23	3.33±5.77
SC-146	30.55±4.81
SC-101	15.59±2.25
SC-68	11.72±2.28
SC-51	12.04±0.80
SC-248	45.10±3.39
SC-264	42.13±4.01

Since the number of seeds obtained from closed pollinated plants was not sufficient and these seeds would be used in the research to be conducted in the following years seeds obtained from open pollinated plants were used in the germination experiment. Germination values of genotypes belonging to M_3 generation evaluated varied between 0-53.33%. Germination value in seeds of control plants was recorded as 28.71%. Vidak et al. (2023) stated that the germination value of *S. sclarea* seeds varied between 62-94% and the germination potential of *S. sclarea* seeds was high.

Emergence Trial

The emergence values were between 6.67-60.0% for both groups. While the emergence value of self-pollinated control group plants was 0-26.67%, this value in open pollinated plants was between 6.67-36.67% (Table 2, Figure 2).

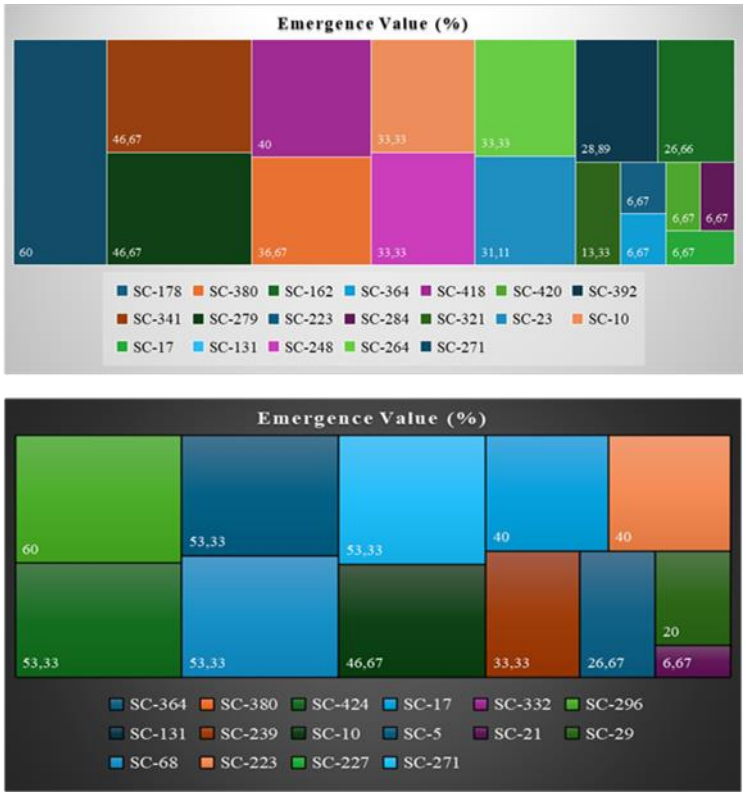


Figure 2. Seedling emergence values of M_3 genotypes included in the study (open-pollinated plants on top, self-pollinated plants on bottom)

It has been reported that the minimum temperature for germination of *S. sclarea* seeds should be 15 °C and the maximum temperature should be 25 °C. It has been observed that emergence occurred in 4 days at 25 °C (Verma et al., 2023). In the seeds of the genotypes included in this study, emergence occurred 4 days after sowing.

Observations and measurements of the emergence trial conducted using seeds obtained from open-pollinated plants are given in Table 2.

Table 2. Examined characteristics of seedlings obtained from seeds of open-pollinated plants belonging to the M_3 generation of *Salvia sclarea*

Genotype number	Emergence Value (%)	Seedling Height (cm)	Number of Leaves (number/seedling)	Leaf Width (cm)	Leaf length (cm)
SC-178 (C)	6.67	Measurement could not be made.			
SC-380 (C)	36.67	3.41±1.26	5.92±1.29	1.65±0.36	3.21±0.26
SC-162(C)	26.66	6.8±2.61	6.36±2.01	1.92±0.58	3.71±0.77
SC-364 (C)	6.67	8.00±0.0	8.00±0.0	2.60±0.0	4.30±0.0
SC-418	40.00	4.67±1.16	5.45±1.18	1.98±0.13	3.23±0.31
SC-420	6.67	3.00±0.0	6.00±0.0	1.00±0.0	1.20±0.0
SC-392	28.89	5.39±0.65	7.60±1.26	2.04±0.26	3.80±0.26
SC-341	46.67	5.77±1.18	7.4±0.89	2.17±0.62	3.37±0.34
SC-279	46.67	6.10±2.08	6.00±0.0	2.40±0.49	4.18±0.89
SC-223	0.0±0.0				
SC-284	6.67	2.50±0.0	6.00±0.0	1.50±0.0	2.20±0.0
SC-321	13.33	8.50±0.0	8.00±0.0	3.00±0.0	4.70±0.0
SC-23	31.11	4.27±1.73	6.97±1.49	2.12±0.39	3.93±0.66
SC-10	33.33	8.60±1.50	8.00±0.0	2.92±0.34	5.48±0.77
SC-17	6.67	7.50±0.0	8.00±0.0	2.60±0.0	5.30±0.0
SC-131	0.0±0.0				
SC-248	33.33	6.67±0.58	6.00±0.0	2.20±0.40	3.93±0.862
SC-264	33.33	5.02±1.29	5.60±0.89	2.02±0.21	4.10±0.906
SC-271	60.00	9.40±1.39	7.80±1.09	2.50±0.21	4.94±0.779

C: Control

The minimum, maximum and average values of height, leaf number, leaf width and length in seedlings obtained by sowing seeds obtained from open-pollinated plants were determined as 2.5-9.4 cm and 5.98~6.0 cm, 5.45-8.0 number/seedling and 6.82~7.0 number/seedling, 1.0-3.0 cm and 2.16~2.0 cm, 1.20-5.84 cm and 3.85~4.0 cm, respectively.

Emergence and seedling characteristics of self-pollinated plants are presented in Table 3.

Table 3. Examined characteristics of seedlings obtained from seeds of self-pollinated plants belonging to the M_3 generation of *Salvia sclarea*

Genotype number	Emergence Value (%)	Seedling Height (cm)	Number of Leaves (number/seedling)	Leaf Width (cm)	Leaf length (cm)
SC-364 (C)	26.67	5.00±1.23	6.5±3.0	1.87±0.55	3.47±1.08
SC-380 (C)	0.0±0.0				
SC-424	53.33	6.02±0.81	6.8±1.09	2.3±0.41	4.3±0.49
SC-17	40.00	6.67±1.16	5.15±1.50	2.1±0.32	3.65±0.73
SC-332	0.0±0.0				
SC-296	60.00	4.08±0.93	6.6±0.89	2.64±1.01	2.18±0.78
SC-131	0.0±0.0				
SC-239	33.33	6.67±1.16	7.17±1.26	2.73±0.06	5.17±0.74
SC-10	46.67	4.44±0.52	6.8±0.84	2.08±0.25	4.16±0.69
SC-5	53.33	9.12±0.44	7.2±1.09	2.9±0.6.0	5.44±0.67
SC-21	6.67				
SC-29	20.00	4.75±1.06	6.0±2.83	1.75±0.49	3.7±0.71
SC-68	53.33	4.48±0.50	6.4±1.82	2.22±0.13	3.86±0.86
SC-223	40.00	6.66±1.74	7.0±1.0	1.94±0.43	3.52±0.86
SC-227	0.0±0.0				
SC-271	53.33	5.1±1.34	6.4±0.89	1.58±0.16	2.92±0.22

C: Control

The minimum, maximum and average values of height, leaf number, leaf width and length in seedlings obtained by sowing seeds obtained from self-pollinated plants were determined as 4.08-9.12 cm and 5.73~6.0 cm, 5.15-7.2 number/seedling and 6.55~7.0 number/seedling, 1.58-2.9 cm and 2.19~2.0 cm, 2.18-5.44 cm and 3.85~4.0 cm, respectively.

Considering the seedling characteristics examined, it is seen that although the average values are similar, the values obtained from the seeds of open-pollinated plants are slightly higher (Figure 3).

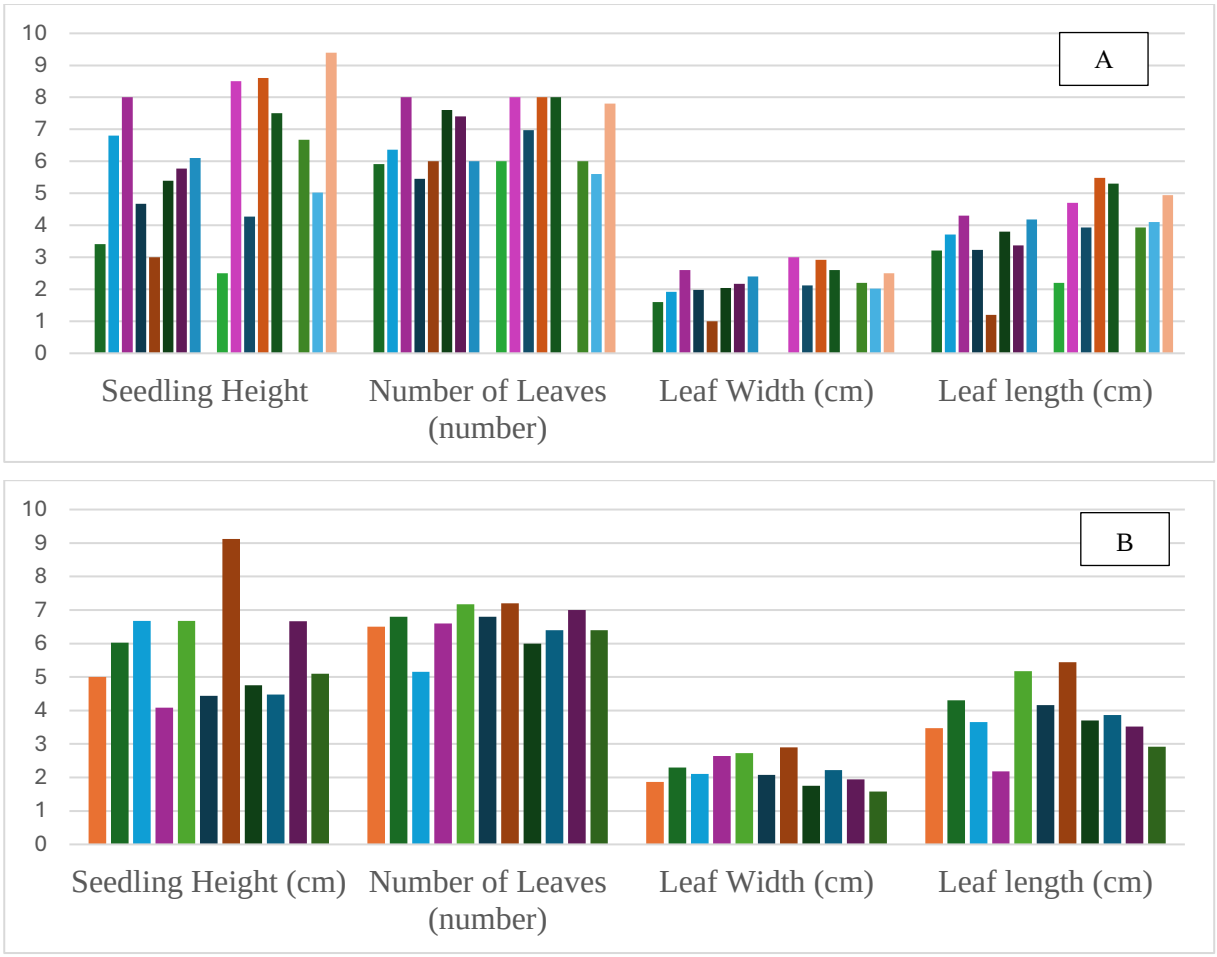


Figure 3. Comparison of seedling characteristics of open-pollinated (A) and self-pollinated (B) plants

4. CONCLUSION

The use of mutagens is an effective method used to improve qualitative and quantitative traits in many plants. Ethyl methanesulfonate is a widely used chemical mutagen due to its high ability to cause mutations in plants and being a simple compound. There are no studies on mutation breeding (with chemical mutagen) in *S. sclarea* in our country.

Mutation breeding studies were initiated in *S. sclarea* with the project we carried out in Yozgat Bozok University Faculty of Agriculture in 2020-2021. The harvest of the M_2 generation was carried out in 2024. Within the scope of this project proposal, the germination and emergence performances of seeds obtained from inbred single plants and early seedling characteristics were evaluated.

In this context, material will be prepared for future studies on variety development (including hybridization). Since this is the first chemical mutagen application of this type, the findings obtained will constitute a resource for future research and will make important contributions to literature.

Acknowledgement

This study was supported by the Project Coordination, Implementation, and Research Center of Yozgat Bozok University/TÜRKİYE under project number FED-2025-1569.

REFERENCES

Carrubba, A., Torre, R., Piccaglia, R., & Marotti, M. (2002). Characterization pf an Italian biotype of clary sage (*Salvia sclarea* L) grown in semi-arid Mediterranean environment. Flavour Fragr. J., 17,191–194.

Fahad, A.Q., & Khan, S. (2001). Mutagen effect of sodium azide and its application in crop improvement. Word App. Sci. J., 6(12),1589-1601.

Farrar, A.J., & Farrar, F.C. (2020). Clinical Aromatherapy. Nurs Clin North Am., 55(4),489-504.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babaç M.T. 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler), İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını.

Harmancı, P., & Kaya, M.D. (2025). Evaluation of opium poppy genotypes for tolerance to drought, salinity, and low temperatures during the germination stage. Kuwait Journal of Science, 52, 100426.

Kačániová, M., Vukovic, N.L., Čmiková, N., Galovičová, L., Schwarzová, M., Šimora, V., Kowalczewski, P.Ł., Kluz, M.I., Puchalski, C., Bakay, L., & Vukic, M.D. (2023). *Salvia sclarea* Essential Oil Chemical Composition and Biological Activities. Int J Mol Sci., 24(6),5179.

Kim, S.H., Kim, S.W., Ryu, J., Kang, S.Y., Kang, B.C., & Kim, J.B. (2020). Dark/light treatments followed by γ-irradiation increase the frequency of leaf color mutants in Cymbidium. Plants (Basel), 9(4), E532.

Şenol, S.G., Eroğlu, V., Şentürk, O., Kaçmaz, F., & Avcı, A. B. (2017). The pollination and reproduction success of *Salvia sclarea*. Biological Diversity and Conservation, 10,130-135.

Tuttolomondo, T., Iapichino, G., Licata, M., Virga, G., Leto, C., & La Bella, S. (2020). Agronomic Evaluation and Chemical Characterization of Sicilian Salvia sclarea L. Accessions. Agronomy, 10(8), 1114.

Ulukapi, K., & Gul Nasircilar, A. (2019). Induced Mutation: Creating Genetic Diversity in Plants. IntechOpen, 81296.

Verma, K., Singh, K., & Singh, S. (2023). Effect of temperature on seed germination and emergence of *Salvia sclarea* L. in sub-tropical climatic condition. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 12(2), 185-189.

Viana, V.E., Pegoraro, C., Busanello, C., & Costa de Oliveira, A. (2019). Mutagenesis in rice: the basis for breeding a new super plant. Front Plant Sci., 10,1326.

Vidak, M., Brezak, I., Šatović, Z., Lazarević, B., & Carović Stanko, K. (2023). Germination of Salvia sclarea L. accessions from the Collection of Medicinal and Aromatic Plants. In K. Carović Stanko, (Ed.), I. Širić, (Ed.), 58th Croatian and 18th International Symposium of Agronomists: Proceedings (pp. 153-157). Zagreb: University of Zagreb Faculty of Agriculture. Retrieved from https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:204:405545

DFT ANALYSIS OF 5-(THIOPHENE-2-SULFONYL)THIOPHENE-2-SULFONAMIDE

Yusuf SERT

Prof. Dr., Yozgat Bozok University, Sorgun Vocational Scholl-Türkiye, Yozgat-Türkiye,

ORCID: 0000-0001-8836-8667

ABSTRACT

In this work. the structural and electronic properties of 5-(thiophene-2-sulfonyl)thiophene-2-sulfonamide. a sulfur-rich heterocyclic compound. were investigated using Density Functional Theory (DFT). All computations were performed at the B3LYP/6-311++G(d.p) level in the gas phase. providing a reliable theoretical framework for understanding the molecule's reactivity and stability. The geometry optimization yielded a minimum energy structure with coplanar thiophene rings and well-oriented sulfonamide groups. suggesting extended conjugation. Frontier molecular orbital (FMO) analysis revealed that the HOMO is predominantly distributed over the π-system of the thiophene rings. whereas the LUMO is localized around the sulfonyl groups. This spatial separation of orbitals implies potential for intramolecular charge transfer (ICT) and moderate electronic softness. To further probe the reactive landscape of the molecule. the Molecular Electrostatic Potential (MEP) surface was generated. The MEP map highlighted significant electron-rich regions near the sulfonyl oxygen atoms and electron-deficient zones around hydrogen atoms. indicating probable electrophilic and nucleophilic sites. These findings provide a theoretical basis for understanding the electronic behavior and potential functionalization sites of this compound. which may be relevant for future applications in material science or medicinal chemistry. The study exemplifies the utility of DFT in predicting electronic distribution and reactivity trends in conjugated sulfonamide systems.

Keywords: DFT. FMO. MEP

ÖZET

Bu çalışmada. sülfür içeriği yüksek heterosiklik bir bileşik olan 5-(tiyofen-2-sülfonil)tiyofen-2-sülfonamid molekülünün yapısal ve elektronik özellikleri Yoğunluk Fonksiyonel Teorisi (DFT) kullanılarak incelenmiştir. Tüm hesaplamalar gaz fazında. güvenilir sonuçlar veren B3LYP/6-311++G(d.p) düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Geometri optimizasyonu. minimum enerjili. düzlemsel konumlanmış iki tiyofen halkasına ve iyi hizalanmış sülfonamid gruplarına sahip bir yapı ortaya koymuştur. Sınır moleküler orbitaller (FMO) analizinde. HOMO orbitallerinin büyük ölçüde tiyofen halkalarının π-sisteminde. LUMO orbitallerinin ise sülfonil gruplarında yoğunlaştığı görülmüştür. Bu durum. molekül içinde intramoleküler yük transferi (ICT) potansiyeline ve orta düzeyde elektronik yumuşaklığa işaret etmektedir. Ayrıca. molekülün reaktif bölgelerini daha iyi anlamak amacıyla Moleküler Elektrostatik Potansiyel (MEP) yüzeyi oluşturulmuştur. MEP haritası. sülfonil oksijenleri çevresinde elektronca zengin (nükleofilik) ve hidrojenler çevresinde elektronca fakir (elektrofilik) bölgeleri net bir şekilde ortaya koymuştur. Bu bulgular. molekülün elektronik davranışını ve işlevselleştirilebilir bölgelerini anlamak için teorik bir temel sunmakta olup. ileride malzeme bilimi ya da ilaç kimyası alanlarında yapılacak çalışmalara ışık tutabilir.

Anahtar Kelimeler: DFT. FMO. MEP

Introduction

The design and theoretical investigation of heterocyclic compounds bearing electron-rich or electron-withdrawing functional groups continue to attract attention due to their versatile roles in material science. pharmaceuticals. and electronic devices [1]. Among them. sulfonamide derivatives incorporating thiophene rings stand out with their unique physicochemical properties. such as high thermal stability. strong electron-donating/withdrawing capabilities. and tunable conjugation pathways [2-4]. Understanding the structural and electronic behavior of such molecules is crucial for predicting their reactivity and functional performance. Molecular modeling and quantum chemical calculations offer a powerful platform to explore these

characteristics at the atomic level [2-4]. In particular. Density Functional Theory (DFT) has become a widely used method for accurately predicting the electronic structure. geometry. and reactivity descriptors of complex organic molecules [5, 6]. The B3LYP functional. combined with extended basis sets like 6-311++G(d.p). provides a balanced and cost-effective approach for investigating frontier molecular orbitals (FMOs). molecular electrostatic potential (MEP) distributions. and global reactivity parameters. In this study. we focused on *5-(thiophene-2-sulfonyl)thiophene-2-sulfonamide* [7]. a sulfur-rich heterocyclic compound featuring two conjugated thiophene rings bridged by sulfonyl and sulfonamide functionalities. The molecule's structural optimization. HOMO–LUMO distribution. electronic energy gap. and electrostatic potential surface were systematically analyzed using DFT. These computational insights provide a deeper understanding of the molecule's stability. charge transfer potential. and chemically active regions. laying the groundwork for its potential application in optoelectronic devices or as a pharmacophore in medicinal chemistry.

Material and Methods

All quantum chemical calculations were carried out using the Gaussian 09W software [8] package, and the molecular structures were visualized and analyzed using GaussView 5.0 [9]. Geometry optimization of 5-(thiophene-2-sulfonyl)thiophene-2-sulfonamide was performed in the gas phase employing the B3LYP functional in combination with the 6-311++G(d,p) basis set. This level of theory provides a well-established balance between computational efficiency and accuracy for organic systems containing heteroatoms. The optimized structure was confirmed to be a true minimum by the absence of imaginary frequencies. Frontier molecular orbital (FMO) distributions, global reactivity descriptors, and molecular electrostatic potential (MEP) maps were computed at the same theoretical level to provide insights into the electronic structure and reactive sites of the compound. All calculations were executed with tight convergence criteria to ensure high numerical precision.

Result and Discussion

The molecular geometry of *5-(thiophene-2-sulfonyl)thiophene-2-sulfonamide* was fully optimized using the B3LYP/6-311++G(d,p) level of theory in the gas phase, and the resulting structure is depicted in Fig. 1. Key geometrical parameters, including bond lengths, bond angles, and dihedral angles, are summarized in Table 1. The results indicate a nearly planar backbone and conjugated π-system between thiophene units, which facilitates intramolecular charge delocalization.

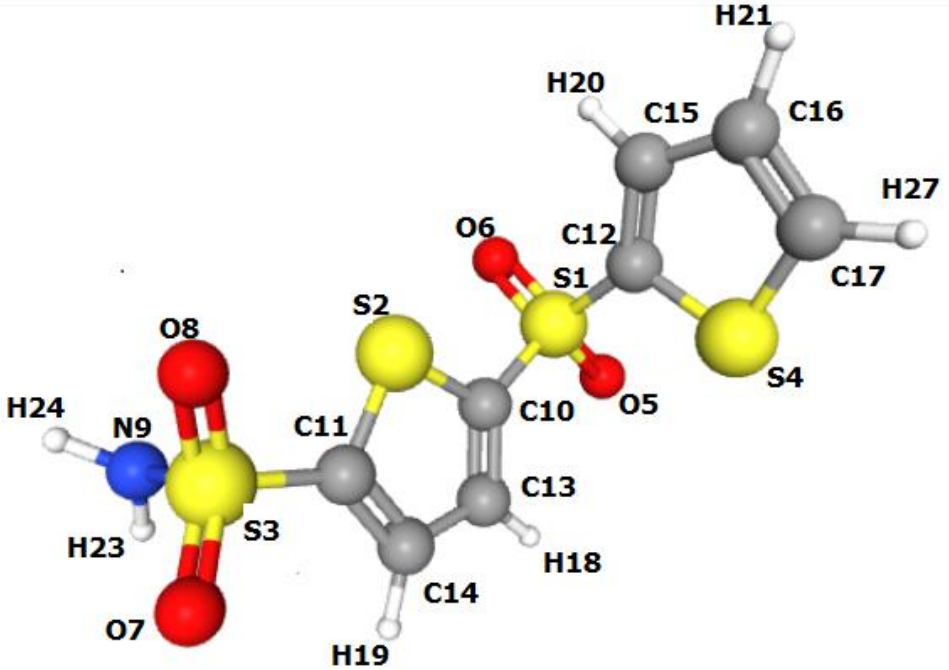


Figure 1. The optimized structure of 5-(thiophene-2-sulfonyl)thiophene-2-sulfonamide.

Table 1. The optimized structure parameters of tittle molecule.

Bond Lengths (Å)	Values	Bond Angles (°)	Values	Dihedral Angles (°)	Values
S1-O5	1.460	O5-S1-O6	122.97	O5-S1-C10-S2	162.65
S1-O6	1.460	O5-S1-C10	106.06	O5-S1-C10-C13	-17.16
S1-C10	1.790	O5-S1-C12	107.86	O6-S1-C10-S2	29.82
S1-C12	1.770	O6-S1-C10	106.96	O6-S1-C10-C13	-149.99
S2-C10	1.730	O6-S1-C12	106.94	C12-S1-C10-S2	-83.44
S2-C11	1.730	C10-S1-C12	104.68	C12-S1-C10-C13	96.75
S3-O7	1.460	C10-S2-C11	89.60	O5-S1-C12-S4	28.90
S3-O8	1.460	O7-S3-O8	122.88	O5-S1-C12-C15	-150.47
S3-N9	1.680	O7-S3-N9	109.43	O6-S1-C12-S4	162.99
S3-C11	1.780	O7-S3-C11	105.93	O6-S1-C12-C15	-16.38
S4-C12	1.740	O8-S3-N9	105.85	C10-S1-C12-S4	-83.73
S4-C17	1.730	O8-S3-C11	108.08	C10-S1-C12-C15	96.90
N9-H23	1.010	N9-S3-C11	102.96	C11-S2-C10-S1	179.95
N9-H24	1.010	C12-S4-C17	90.41	C11-S2-C10-C13	-0.22
C10-C13	1.370	S3-N9-H23	111.93	C10-S2-C11-S3	-179.72
C11-C14	1.370	S3-N9-H24	110.19	C10-S2-C11-C14	0.22
C12-C15	1.370	H23-N9-H24	112.64	O7-S3-N9-H23	11.68
C13-C14	1.420	S1-C10-S2	121.64	O7-S3-N9-H24	-114.49
C13-H18	1.080	S1-C10-C13	125.16	O8-S3-N9-H23	145.99
C14-H19	1.080	S2-C10-C13	113.20	O8-S3-N9-H24	19.82
C15-C16	1.420	S2-C11-S3	121.96	C11-S3-N9-H23	-100.65
C15-H20	1.080	S2-C11-C14	113.23	C11-S3-N9-H24	133.18
C16-C17	1.370	S3-C11-C14	124.81	O7-S3-C11-S2	171.22
C16-H21	1.080	S1-C12-S4	122.3	O7-S3-C11-C14	-8.70
C17-H22	1.080	S1-C12-C15	125.27	O8-S3-C11-S2	37.82

		S4-C12-C15	112.43	O8-S3-C11-C14	-142.10
		C10-C13-C14	111.99	N9-S3-C11-S2	-73.89
		C10-C13-H18	122.90	N9-S3-C11-C14	106.18
		C14-C13-H18	125.11	C17-S4-C12-S1	-179.99
		C11-C14-C13	111.99	C17-S4-C12-C15	-0.55
		C11-C14-H19	122.75	C12-S4-C17-C16	0.60
		C13-C14-H19	125.26	C12-S4-C17-H22	179.58
		C12-C15-C16	112.03	S1-C10-C13-C14	179.99
		C12-C15-H20	122.80	S1-C10-C13-H18	0.77
		C16-C15-H20	125.16	S2-C10-C13-C14	0.16
		C15-C16-C17	112.57	S2-C10-C13-H18	-179.06
		C15-C16-H21	123.97	S2-C11-C14-C13	-0.17
		C17-C16-H21	123.46	S2-C11-C14-H19	-179.74
		S4-C17-C16	112.55	S3-C11-C14-C13	179.76
		S4-C17-H22	119.26	S3-C11-C14-H19	0.20
		C16-C17-H22	128.19	S1-C12-C15-C16	179.79
				S1-C12-C15-H20	0.79
				S4-C12-C15-C16	0.37
				S4-C12-C15-H20	-178.63
				C10-C13-C14-C11	0.00
				C10-C13-C14-H19	179.56
				H18-C13-C14-C11	179.2
				H18-C13-C14-H19	-1.24
				C12-C15-C16-C17	0.08
				C12-C15-C16-H21	-179.54
				H20-C15-C16-C17	179.06
				H20-C15-C16-H21	-0.57
				C15-C16-C17-S4	-0.50

				C15-C16-C17-H22	-179.38
				H21-C16-C17-S4	179.13
				H21-C16-C17-H22	0.25

Frontier molecular orbital (FMO) analysis reveals that the HOMO is delocalized over the thiophene π-system, whereas the LUMO is concentrated around the sulfonyl functional groups (Fig. 2). This spatial separation suggests a moderate tendency for intramolecular charge transfer (ICT), a property often associated with materials exhibiting optoelectronic or photophysical activity. The calculated global reactivity descriptors (Table 2) further support this reactivity profile. The HOMO–LUMO energy gap of 5.018 eV indicates strong kinetic stability, while the electrophilicity index (4.635 eV) and chemical hardness (2.509 eV) point to a balanced electronic character with potential for selective interactions.

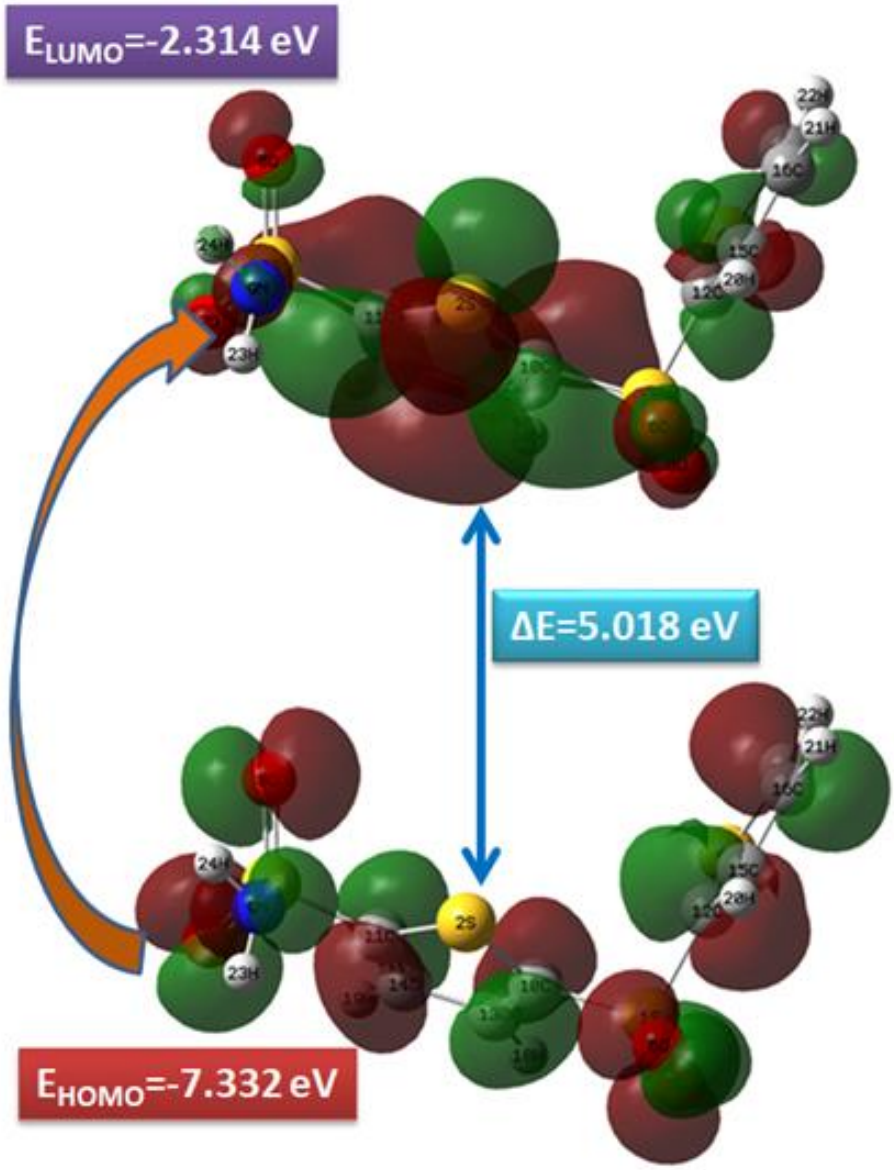


Figure 2. The HOMO-LUMO distributions of the title molecule.

Table 2. The global descriptors of the title molecules.	
Parameters (eV)	molecule
	Vacuum
E_{LUMO} (eV)	-2.314
E_{HOMO} (eV)	-7.332
Energy bandgap $\|E_{HOMO}\text{-}E_{LUMO}\|$	c
Ionization potential ($I = \square E_{HOMO}$)	7.332
Electron affinity ($A = \square E_{LUMO}$)	2.314
Chemical hardness ($\square = (I \square A)/2$)	2.509
Chemical softness ($\square = 1/2\square$)	0.199
Electronegativity ($\chi = (I+A)/2$)	4.823
Chemical potential ($\mu = -(I+A)/2$)	-4.823
Electrophilicity index ($\square = \mu^2/2\square\square$	4.635
Max. Charge transfer index (ΔNmax.)	1.922

Additionally, the Molecular Electrostatic Potential (MEP) surface shown in Fig. 3 highlights electron-rich (nucleophilic) regions around sulfonyl oxygen atoms and electron-deficient (electrophilic) areas near hydrogen atoms. These regions define possible sites for intermolecular interactions and future derivatization. Overall, the theoretical findings suggest that the title molecule possesses a stable, conjugated structure with defined electronic characteristics, making it a promising candidate for further investigation in materials chemistry or bioactive compound design.

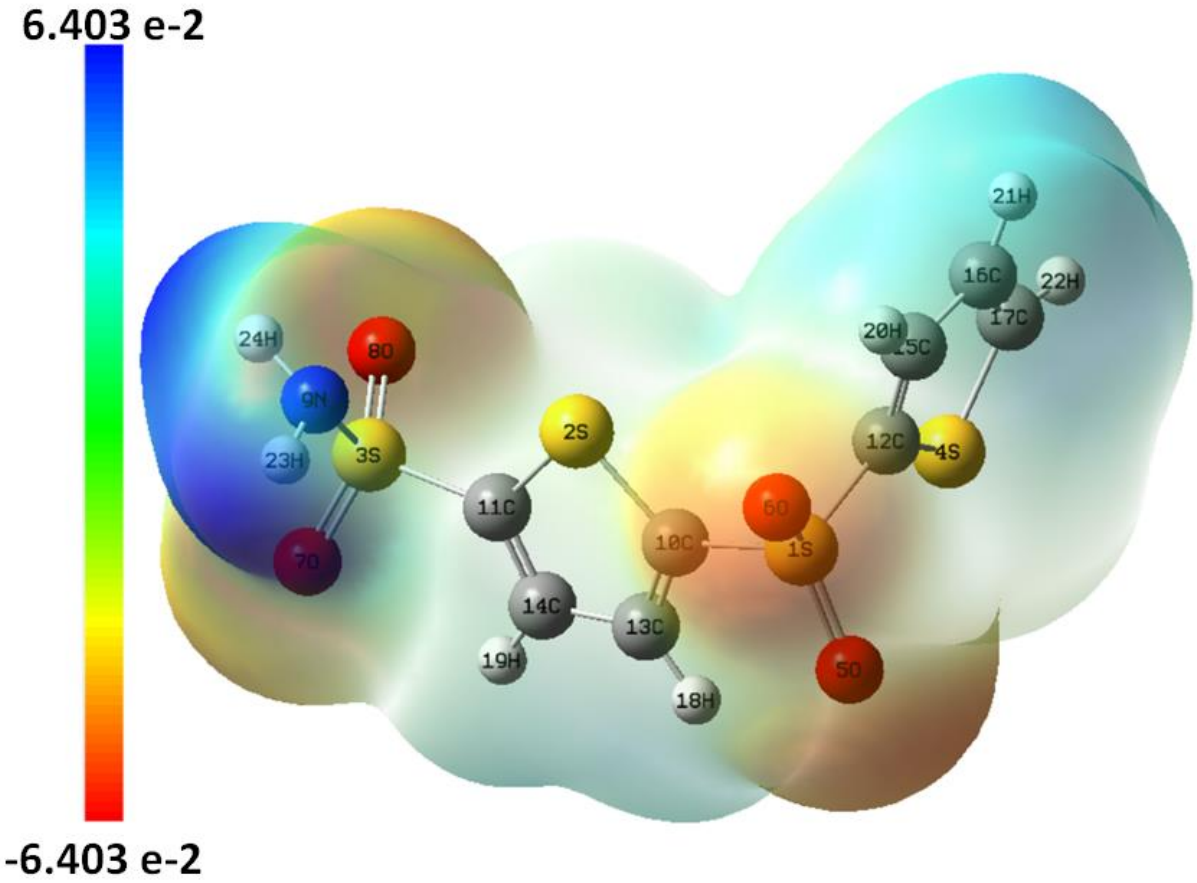


Figure 3. The MEP surface distributions of the title molecule.

Conclusion

In light of the comprehensive quantum chemical analyses performed in this study, the main outcomes regarding the molecular behavior and reactivity of 5-(thiophene-2-sulfonyl)thiophene-2-sulfonamide can be articulated as follows:

- The optimized molecular structure demonstrates a coplanar arrangement of thiophene rings and well-oriented sulfonyl/sulfonamide functionalities, favoring extended π-conjugation and geometric stability—an essential feature for delocalized electronic systems.
- The spatial separation of frontier molecular orbitals, with HOMO residing on the π-system and LUMO on the sulfonyl groups, reflects the molecule's capacity for intramolecular charge transfer (ICT), which is particularly relevant for optoelectronic applications.
- A significant HOMO–LUMO energy gap of 5.018 eV was calculated, indicating high chemical inertness, while the associated reactivity descriptors-such as a moderate electrophilicity index and balanced chemical hardness-suggest selective responsiveness under appropriate chemical conditions.
- The Molecular Electrostatic Potential (MEP) map provides a nuanced picture of electron distribution, unveiling distinct electrophilic and nucleophilic regions. These insights identify the sulfonyl oxygen atoms as primary nucleophilic centers and highlight hydrogen-adjacent areas as potential electrophilic targets.
- Collectively, the findings underscore that this sulfur-rich heterocycle not only exhibits structural rigidity and electronic coherence but also holds promise as a versatile molecular scaffold in the development of functional materials and biologically relevant compounds.

Acknowledgments: The authors especially thank to Prof. Dr. Fatih UCUN from the Suleyman Demirel University for his helpful contribution to Gaussian calculations.

References

[1] N. Ahmed, Z.N. Siddiqui, W.A. Khan, H. Hamid, Catalytic Synthesis and Application of Heterocyclic and Heteroatom Compounds: Recent Advances, Sustainable Green Catalytic Processes (2024) 79-96.

[2] R. Cannalire, S. Pelliccia, L. Sancineto, E. Novellino, G.C. Tron, M. Giustiniano, Visible light photocatalysis in the late-stage functionalization of pharmaceutically relevant compounds, Chemical Society Reviews 50(2) (2021) 766-897.

[3] P. Shafieyoon, E. Mehdipour, Y.S. Mary, Synthesis, characterization and biological investigation of glycine-based sulfonamide derivative and its complex: Vibration assignment, HOMO–LUMO analysis, MEP and molecular docking, Journal of Molecular Structure 1181 (2019) 244-252.

[4] A. Mubarik, N. Rasool, M.A. Hashmi, A. Mansha, M. Zubair, M.R. Shaik, M.A. Sharaf, E.M. Awwad, A. Abdelgawad, Computational study of structural, molecular orbitals, optical and thermodynamic parameters of thiophene sulfonamide derivatives, Crystals 11(2) (2021) 211.

[5] P.K. Murthy, V. Suneetha, S. Armaković, S.J. Armaković, P. Suchetan, L. Giri, R.S. Rao, Synthesis, characterization and computational study of the newly synthetized sulfonamide molecule, Journal of Molecular Structure 1153 (2018) 212-229.

[6] W. Cui, J. Chen, Insight into mineral flotation fundamentals through the DFT method, International Journal of Mining Science and Technology 31(6) (2021) 983-994.

[7] https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/4116214.

[8] M.J. Frisch, G. Trucks, H. Schlegel, G. Scuseria, M. Robb, J. Cheeseman, G. Scalmani, V. Barone, B. Mennucci, G. Petersson, Gaussian 09, Revision D. 01, Gaussian, Inc.: Wallingford, CT (2009).

[9] R. Dennington, T. Keith, J. Millam, GaussView, version 5, Semichem Inc.: Shawnee Mission, KS (2009).

PHOTODEGRATION OF METHYLENE ORANGE VIA CUO BASED NANOSTRUCTURES: A MINI REVİEW

Sultan GÖKTAŞ

Dr., Harran University, Faculty of Science and Arts, Department of Chemistry, Şanlıurfa, Turkey

Abdullah GÖKTAŞ

Prof. Dr., Harran University, Faculty of Science and Arts, Department of Physics, Şanlıurfa, Turkey

ABSTRACT

CuO nanostructures have been widely employed as photocatalysts due to their excellent activity, selectivity, and stability. The catalytic performance of these oxide nanoparticles can be enhanced by tuning their size and shape as well as combining with other materials. Therefore, the scope of the present study was to evaluate and compare the photocatalytic degradation of methylene orange (MO) by various efficient CuO-based nanostructured photocatalysts. The photocatalytic activity of the synthesized CuO nanostructures based photocatalysts was evaluated by degrading methyl orange under (UV/visible) light irradiation. A known concentration of MO solution was mixed with a specific amount of CuO-based photocatalyst and stirred in the dark for 30 minutes to establish adsorption–desorption equilibrium. Generally, in the reviewed studies the MB suspension was then exposed to (UV/visible) light, and aliquots were taken at regular time intervals. The samples were removed after process; the MO concentration was measured using a UV–Vis spectrophotometer at 464 nm. This study demonstrated that the photocatalytic degradation of methyl orange (MO) was significantly enhanced using various nanostructured CuO-based photocatalysts. The improvement in photocatalytic performance is primarily attributed to an increased number of free charge carriers, which facilitate more efficient degradation of MO. This enhancement is mainly due to improved crystallinity and a reduced number of structural defects in the modified CuO nanostructures. These results underscore the strong potential of modified CuO nanostructures for effective photocatalytic applications, particularly in the removal of organic dye pollutants from the environment. So, it was concluded that modification in CuO nanostructures by doping or combining with other materials lead considerable enhancement in photodegradation of MO.

Keywords: CuO; Methylene Orange; Photolysis; Photocatalytic activity.

INTRODUCTION

Water, an essential resource that sustains all forms of life, is increasingly threatened by pollution, posing significant challenges to environmental sustainability and public health. Rapid population growth and industrial expansion have heightened concerns regarding water quality, underscoring the urgent need for ensuring safe and clean water access (Goktas & Goktas et al., 2021). Wastewater, a complex amalgam of organic and inorganic pollutants, presents serious risks to water resources. Among these, organic pollutants are particularly alarming due to their extensive use, environmental persistence, resistance to degradation, and adverse impacts on ecosystems and human health (Zhou et al., 2019; Goktas et al., 2024; Liu et al., 2012). Numerous water treatment technologies including physical, chemical, and biological processes have been developed to mitigate pollution. The selection of an appropriate treatment method depends on the type and concentration of contaminants present. Physical methods, such as filtration, distillation, reverse osmosis, coagulation, flocculation, adsorption, and sedimentation, are employed to remove suspended solids and large particles. Biological treatments utilize microorganisms to metabolize organic contaminants. However, both approaches have limitations, including low efficiency, challenges in recirculating absorbents, difficulty in removing coagulants and flocculants, and the generation of sludge.

Persistent organic pollutants (POPs), characterized by their resistance to biodegradation, pose severe health risks. These compounds have been associated with carcinogenesis, immune system disruption, congenital abnormalities, reproductive issues, and developmental problems in infants and children. The situation is further exacerbated by the widespread use of synthetic organic dyes. These compounds, known for their color-imparting properties in textiles and materials, are notably resistant to heat and detergents, complicating their removal from wastewater (Momeni et al., 2016). This review explores the application of Advanced Oxidation Processes (AOPs) in wastewater treatment, with a focus on the degradation of bio refractory organic

compounds (BROCs). AOPs, especially those involving photocatalysis, have demonstrated high potential in the mineralization of hazardous pollutants and have emerged as a cornerstone of modern water treatment technologies. Research has also turned to the synthesis of nanomaterials particularly via green synthesis routes to enhance both the efficiency and sustainability of AOPs. By synthesizing findings from recent studies, this review evaluates the performance metrics of AOPs and their suitability for addressing the challenges associated with BROCs in aquatic systems.

AOPs operate by generating highly reactive hydroxyl radicals capable of degrading a broad spectrum of organic pollutants with high efficiency (Goktas et al., 2022). These processes offer numerous advantages: rapid reaction rates, broad applicability across water matrices, simultaneous degradation of multiple contaminants, and minimal generation of secondary pollutants. Furthermore, AOPs are considered environmentally benign, as they often avoid the introduction of additional harmful chemicals into the treatment stream. Thus, they represent a promising, adaptable, and sustainable approach to wastewater treatment (Rani et al., 2024).

Metal oxide photocatalysts, particularly copper oxide nanoparticles (CuO NPs), are central to the AOP strategy. These materials utilize light energy to drive redox reactions that decompose pollutants into less harmful byproducts. Copper oxide-based photocatalysis (involving CuO and Cu_2O) is a rapidly advancing field with applications spanning environmental remediation and renewable energy. These materials are studied for several key applications:

1. Photocatalytic water splitting for hydrogen and oxygen generation critical for renewable energy solutions.
2. Degradation of organic pollutants (e.g., dyes, pesticides, pharmaceuticals) in water and air under light exposure.
3. Photocatalytic reduction of CO_2 into value-added chemicals and fuels, supporting carbon capture and utilization efforts.
4. Antimicrobial applications, through the generation of reactive oxygen species (ROS) under illumination.

Despite their potential, copper oxide photocatalysts face several challenges, including limited photocatalytic efficiency, reduced stability under extended illumination, and high synthesis costs. Research efforts are focused on overcoming these limitations through strategies such as nanostructuring to increase surface area and light absorption, doping to tailor electronic properties, and forming composites to enhance catalytic performance. This review has the following objective: to assess the effectiveness of CuO-based photocatalysis in degrading hazardous organic pollutants in wastewater. The review also emphasizes the critical need for continued research to enhance the efficiency, stability, and sustainability of AOPs and photocatalytic technologies in wastewater treatment applications.

CONCEPTUAL FRAMEWORK

Mechanistic Insights into the Photodegradation Process of CuO-Based Photocatalysts

Copper(II) oxide (CuO), a p-type semiconductor with a narrow bandgap (1.2–1.9 eV), has garnered considerable attention in the field of environmental remediation, particularly for its photocatalytic capabilities under visible light irradiation (Pawar & Patil, 2017). The photodegradation mechanism in CuO-based systems represents a complex interplay of photo physical and photochemical processes, which are fundamentally governed by the generation, separation, and migration of photogenerated charge carriers.

At the core of the photodegradation mechanism lies the excitation of electrons from the valence band (V_B) to the conduction band (C_B) upon photon absorption (see Figure 1). Due to CuO's narrow bandgap, this process can be efficiently triggered by visible light, offering a distinct advantage over wide-bandgap materials such as TiO_2, which require UV light (Li et al., 2020).

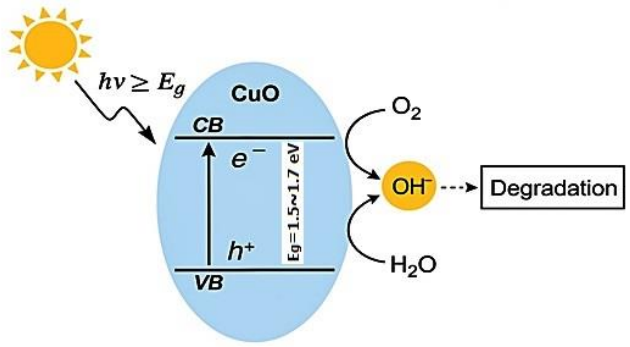


Figure 1: Photocatalytic degradation of CuO nanostructures under the sun light

Once the electron-hole pairs are generated (equation 1), their fate whether they recombine or participate in redox reactions determines the efficiency of the photocatalytic process (Chakhtouna et al., 2021).

The photogenerated holes in the V_B of CuO are strong oxidizing agents, capable of directly oxidizing organic pollutants or interacting with surface-bound water molecules to produce hydroxyl radicals (•OH) as seen in equation 3. These radicals, in turn, initiate the oxidative degradation of complex organic molecules into less harmful or mineralized end-products like CO_2 and H_2O (equation 4). Concurrently, the excited electrons in the CB can reduce molecular oxygen to superoxide radicals ($O_2•^-$) as seen in equation 2, further contributing to the degradation process through additional reactive oxygen species (ROS) generation (Zhang et al., 2019). The possible equations are following:

$$CuO+h\nu \rightarrow e^-_{CB}+h^+_{VB}\,(h\nu \geq E_g) \quad (1)$$

$$e^- + O^2 \rightarrow O_2•^- \quad (2)$$

$$h^+ + H_2O \rightarrow •OH + h^+ \quad (3)$$

$$\text{Pollutant} + •OH/O_2•^- \rightarrow \text{Intermediates} \rightarrow CO_2+H_2O \quad (4)$$

However, a significant challenge in CuO-based photocatalysis is the high recombination rate of charge carriers, which can severely limit overall quantum efficiency. To overcome this, various strategies have been developed, including the synthesis of CuO nanostructures with high surface area, heterojunction formation with other semiconductors (e.g., ZnO, TiO_2), and surface modification using noble metals or carbon-based materials (Goktas & Sahin, 2025). These modifications aim to prolong charge carrier lifetimes, enhance charge separation, and increase the number of active sites available for redox reactions.

Furthermore, the photocatalytic performance of CuO is highly sensitive to its crystallinity, morphology, and defect states. Oxygen vacancies, for example, have been shown to act as electron traps that facilitate charge separation, albeit at the risk of introducing mid-gap states that may also serve as recombination centers (Zhang et al., 2019). Thus, careful control over the synthesis parameters is crucial to optimize the balance between beneficial and detrimental defect concentrations.

In summary, the photodegradation mechanism in CuO photocatalysts is underpinned by a series of photon-induced electron transitions, reactive radical generation, and subsequent organic pollutant breakdown. The efficiency of this process hinges on the fine-tuning of structural, electronic, and surface properties of CuO, as well as its integration into advanced hybrid systems. As the demand for sustainable and cost-effective water purification technologies grows, further exploration of CuO's photocatalytic mechanisms at the molecular level will be pivotal in realizing its full potential.

Strategies for Boosting the Photoactivity of CuO Photocatalysts

Copper(II) oxide (CuO), as a p-type narrow bandgap semiconductor with a direct bandgap of approximately 1.2–1.9 eV, has emerged as a promising photocatalyst for environmental and energy applications due to its low cost, abundance, and strong visible-light absorption (Pawar & Patil, 2024). Despite these advantages, the intrinsic photoactivity of CuO remains suboptimal because of its high rate of photogenerated charge recombination, limited surface area, and instability under prolonged irradiation. Therefore, substantial research efforts have focused on the development of strategies to enhance its photocatalytic performance.

1. Morphological Engineering

Tailoring the morphology of CuO nanostructures is a pivotal approach to improving photoactivity. Nanoscale architectures such as nanorods, nanowires, hollow spheres, and flower-like particles offer enhanced surface-to-volume ratios, which increase active sites for photocatalytic reactions (Kannan et al., 2020). For instance, 1D nanorods facilitate directional charge transport, while porous structures allow improved light harvesting through multiple scattering effects. Hydrothermal synthesis and template-assisted growth have been widely used to achieve such desirable morphologies.

Hydrothermal/solvothermal growth and template-assisted synthesis are widely employed for successful morphological control. Hydrothermal methods allow manipulation of crystal growth kinetics through temperature, pressure, duration, and surface-modifying agents (e.g., CTAB, PVP). Template-assisted approaches (e.g., polymeric microspheres, anodic alumina membranes) enable highly reproducible and well-defined morphologies (Liu et al., 2012).

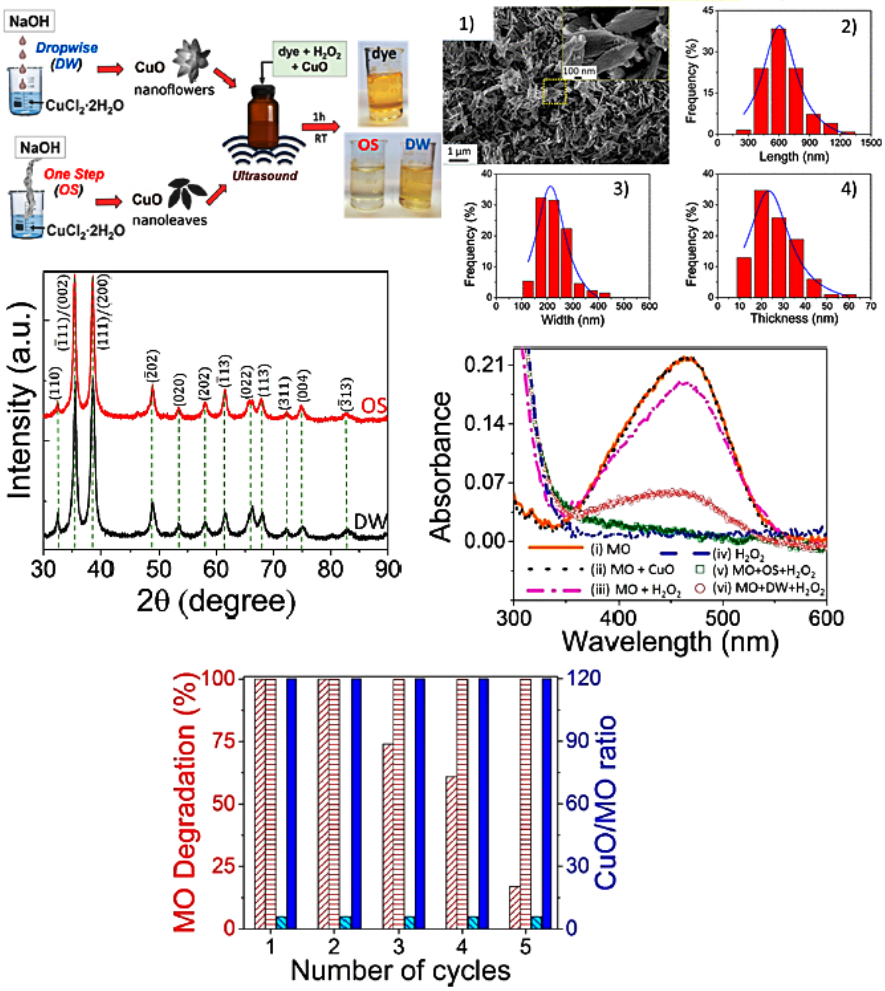


Figure 2: Schematic representation of the dropwise (DW) and one-step (OS) methods for the synthesis of CuO NLs. (a), the SEM and average particle size images (b), the XRD pattern (c), the absorbance spectra of degradaded MO by CuO nanostructures with and without H_2O_2 scavenger (d) the reusability test of the CuO NLs for degradation of MO efficiency. Reproduced with permission (Londoño-Calderón, et al., 2020). Copyright 2020, ACS.

Among the most comprehensive and methodologically innovative recent works, Londoño-Calderón et al. (2020) published a landmark study titled "Cupric Oxide Nano leaves for the Oxidative Degradation of Methyl Orange without Heating or Light". This study presents a simple, low-cost synthesis of high-purity cupric oxide CuO Nano leaves using two precipitation methods dropwise (DW) and one-step (OS) alkali addition without surfactants or post-treatment (see Figure 2). The resulting nano leaves were characterized and tested for catalytic efficiency in the oxidative degradation of methyl orange (MO) using hydrogen peroxide, without the need for light or heating. OS-synthesized nano leaves exhibited superior catalytic performance and recyclability due to their larger size and better dispersibility, achieving complete MO degradation under ambient conditions. The work highlights their potential for efficient, environmentally friendly wastewater treatment applications.

2. Heterojunction Formation

Constructing heterojunctions between CuO and other semiconductors (e.g., TiO_2, ZnO, g-C_3N_4) has proven highly effective in enhancing charge separation (Chakhtouna et al., 2021). Type II and Z-scheme heterojunctions, in particular, enable spatial separation of electrons and holes, thus reducing recombination losses. A several heterojunction photocatalyst were given in Table 1.

Table 1: CuO based heterojunctions for degradation of MO

Photocatalyst	Organic dye	Efficiency (%)-radiation time	Light source	Synthesis way	Ref
ZnO/CuO	MO	98-400 min	Visible light	Wet chemical route and thermal evaporation	Pal et al., 2015
MoS_2–NiO–CuO nanohybrid	MO	95-80 min	500 W Halogen Lamb	hydrothermal process	Dharmalingam et al., 2024
CuO/Al_2O_3	MO	94.2-180 min	250-W Xe discharge lamp	Microwave irradiation	Hossain et al., 2020
CuO/CdS	MO				Alhussain et al., 2020
CuO/TiO2 nanostars	MO	99-480 min	Sun-light	Wet impregnation method.	Pal et al., 2020
CuO/CeO2	MO	86-180min	Microwave	Coprecipitation	Xu et al. 2014

In Z-scheme systems, photogenerated electrons in the conduction band of one semiconductor recombine with holes in the valence band of the other, retaining strong redox potentials on each side, thereby preserving the catalytic efficacy of CuO (Alhussain et al., 2024). This study reports the microwave-assisted synthesis of CuO/Al_2O_3 nanocomposites for the photocatalytic degradation of methyl orange (MO) under visible light. Alumina (Al_2O_3) was initially synthesized at 900, 1000, and 1100°C, with 1000°C identified as optimal for subsequent composite formation with copper oxide (CuO). Characterization confirmed hexagonal α-Al_2O_3 and monoclinic CuO phases, with crystallite sizes increasing with calcination temperature (45.2–56.8 nm for pristine Al_2O_3). Morphological analysis (SEM/TEM) revealed spherical nanoparticles exhibiting increased agglomeration at higher temperatures. Optical studies showed decreasing band gap energies with rising temperature. The CuO/Al_2O_3 nanocomposite demonstrated high photocatalytic efficiency, achieving 94.2% MO degradation within 3 hours under optimal conditions (2.0 g/L catalyst dose, 20 mg/L initial MO concentration, pH 3). Performance decreased with higher MO concentrations due to light shielding but remained effective over five reusability cycles (>70% efficiency). The results highlight the composite's potential as a robust, reusable photocatalyst for wastewater treatment targeting azo dyes.

In another example, CuO/CdS heterojunction was fabricated, where the photocatalytic activity of p-type copper oxide (CuO) was significantly enhanced by constructing a heterojunction with n-type cadmium sulfide (CdS). The CuO/CdS nanocomposite photocatalyst was synthesized via an ultrasound-assisted wet impregnation technique. Comprehensive physicochemical and optical characterizations were conducted using nitrogen physisorption analysis, X-ray diffraction (XRD), X-ray photoelectron spectroscopy (XPS), Raman spectroscopy, transmission electron microscopy (TEM), energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDX) mapping, field-emission scanning electron microscopy (FE-SEM), UV–Visible spectroscopy, and photoluminescence (PL) spectroscopy (Hossain et al., 2020).

The characterization results confirmed the successful formation of a CuO/CdS nanocomposite with enhanced charge carrier separation efficiency, which is critical for improved photocatalytic performance. The photocatalytic degradation activities of pure CuO and the CuO/CdS heterostructure were evaluated under visible light irradiation against various organic dyes, including rhodamine B (RhB), methylene blue (MLB), methyl blue (MB), MO. The CuO/CdS composite exhibited notable degradation efficiencies of approximately 93%, 75%, 83%, and 80% for RhB, MLB, MB, and MO, respectively. The apparent quantum yield (AQY) for RhB degradation under visible light was calculated to be 6.5×10^{-5}.

Stability and recyclability studies demonstrated that the CuO/CdS photocatalyst maintained its activity over four consecutive cycles, indicating good structural and functional durability. To gain insights into the underlying degradation mechanisms, radical scavenger experiments were performed. The results suggested that the conduction band positions of CuO and CdS contribute significantly to the generation of superoxide radicals (O_2^-), which are responsible for dye degradation in the bulk solution. Meanwhile, the valence band of CuO served as the active site for water oxidation.

In conclusion, the integration of CuO with CdS to form a p–n heterojunction presents a promising approach for developing efficient and stable photocatalysts for the degradation of organic pollutants in aqueous environments.

3. Doping with Foreign Elements

The incorporation of foreign elements into the CuO lattice has emerged as a strategic approach to modulate its photocatalytic properties. Doping with transition metals such as silver (Ag), iron (Fe), or non-metal elements like nitrogen (N) and sulfur (S) significantly alters the electronic structure of CuO. These modifications result in the narrowing of the bandgap and the introduction of mid-gap states, which serve as stepping stones for photogenerated charge carriers. Such states facilitate more efficient charge separation and transfer, ultimately boosting photocatalytic efficiency under visible light irradiation (Zhang et al., 2019).

Dopants can also function as electron traps, effectively inhibiting the recombination of electron–hole pairs, which is one of the major limitations in semiconductor photocatalysis. As a result, the light absorption capacity of CuO extends further into the visible region, thereby improving its applicability for solar-driven photocatalytic applications. Nevertheless, it is essential to meticulously optimize the doping concentration. Over doping can lead to the formation of undesirable recombination centers or a deterioration in crystallinity, both of which can diminish photocatalytic performance. Therefore, balancing dopant type and concentration is critical to achieving the desired enhancement in photocatalytic activity. As can be seen in Table 2 some doped CuO photocatalysts in terms of their photocatalytic performance and their parameters which are efficient for the photocatalytic activities. Among them Ni-doped CuO has the best photocatalytic performance.

Table 2: Doped CuO photocatalysts for degradation of MO

Dopant Type	CuO Dosage (mg/L)	MO Concentration (mg/L)	Light Source	Photocatalytic Efficiency (%)	Reaction Time (min)	Reference
Ag	Not specificied	2	Visible	98.5	120	Momeni et al., 2016
Fe and Ag	10 ppm	15/30	Visible	84	90	Thakur et al., 2022
N	5/25	1/14	Visible	80	150	Rani et al., 2024
Tb	75	5	Visible	41	120	Devi et al., 2017
Ni	10	1	Visible	97.5	13	Arun et al., 2018
N-doped graphene and CuO	10	5	Visible	98	35	Zhao et al., 2020

4. Surface Modification with Cocatalysts

Surface functionalization represents a critical strategy to enhance the photocatalytic efficiency of semiconductor materials by modifying their electronic, optical, and interfacial properties. Incorporation of noble metals such as gold (Au), platinum (Pt), and palladium (Pd) onto photocatalyst surfaces has been widely employed to induce localized surface plasmon resonance (LSPR), which not only extends the photo response into the visible light region but also facilitates hot electron injection into the semiconductor conduction band. This process substantially improves the separation and mobility of photoinduced charge carriers, thereby enhancing photocatalytic reactivity (Hasan et al., 2025; Navada et al., 2021).

Similarly, integration of carbon-based nanostructures like graphene, reduced graphene oxide (rGO), or carbon nanotubes (CNTs) serves as efficient electron sinks or conductive scaffolds, which promote rapid interfacial charge migration and suppress recombination of photogenerated electron-hole pairs. Such materials also increase the specific surface area and active sites available for catalytic reactions (Zhao, et al., 2020).

For instance, nano clay-decorated CuO nanostructures have demonstrated superior photocatalytic hydrogen evolution performance under simulated solar light, owing to the high work function and strong electron affinity of nano clay nanoparticles that facilitate efficient electron trapping and transfer (Khan et al., 2020). This synergistic effect between the noble metal and the semiconductor matrix significantly improves photocatalytic reaction rates and durability under operational conditions.

5. Defect Engineering

The deliberate introduction and manipulation of intrinsic point defects, such as oxygen vacancies (V_o) or copper interstitials (Cu_i), constitutes a powerful materials design strategy for precisely tailoring the electronic band structure of functional oxides. These defects introduce localized electronic states within the band gap, effectively altering carrier concentrations, Fermi level positioning, and overall electronic conductivity. Specifically, oxygen vacancies (Vo) act as shallow donors in many transition metal oxides, readily ionizing to contribute electrons to the conduction band. This process significantly enhances n-type conductivity and promotes charge carrier mobility by reducing scattering centers, a phenomenon extensively documented in materials like TiO_2, ZnO, and CeO_2 (Goktas et al., 2022). Concurrently, copper interstitials (Cu_i) can function as either shallow donors or deep traps depending on the host lattice and defect configuration, further enabling fine control over electronic properties, as observed in Cu-doped ZnO and CuO systems (Shah et al., 2020).

Beyond their role in modulating bulk electronic properties, these engineered defects serve as crucial active sites for the adsorption and activation of molecules in catalytic and sensing applications. The under-

coordinated metal atoms adjacent to an oxygen vacancy, or the localized charge states associated with interstitials, create regions of high electron density or specific Lewis acidity/basicity. This facilitates the chemisorption of reactant species (e.g., O_2, H_2O, CO_2) and lowers activation barriers for surface reactions, a principle underpinning defect-mediated catalysis (Lau et al., 2023; Sigh et al., 2020). Several important photocatalyst related with this section were given in the Table 3.

However, a critical balance must be achieved. The concentration, spatial distribution, and charge state of these defects require meticulous optimization. Excessive defect densities can lead to detrimental consequences: (1) The formation of defect clusters or extended planar defects (e.g., shear planes) compromises the long-range crystalline order and mechanical integrity of the material (Li, et al., 2022). (2) High concentrations of vacancies or interstitials can act as recombination centers for charge carriers, counterproductively reducing mobility and photocatalytic efficiency (Goktas & Goktas, 2021). (3) Thermodynamically unstable defects or high defect densities can trigger undesirable phase transformations or material degradation under operational conditions (e.g., elevated temperatures, reactive atmospheres), severely impacting long-term functional stability. Consequently, advanced synthesis and post-processing techniques, including controlled annealing atmospheres, doping strategies, and kinetic trapping, are essential for achieving the precise defect landscape necessary for optimal performance without sacrificing structural robustness or operational lifetime.

Table 3: Surface modified CuO photocatalysts for degradation of MO.

Photocatalyst Type	Catalyst Dosage (mg/L)	Dye Concentration (mg/L)	Photocatalytic Efficiency (%)	Irradiation Time (min)	Light Source	Ref.
CDMA@CuO nanocomposite	10-40	20	99.7	90	UV (50 W halogen lamp)	Hasan et al., 2025
CuO/NC NPs	25	30	95.6	4	UV (50 W halogen lamp)	Khan et al., 2020
CuO- PC extract	20	10 ppm	84.5	180	UV (125 W)	Navada et al., 2021
CuO	5	3	96.5	25	Visible light	Deka et al., 2016

METHODOLOGY

Methodology of the Review

This review was conducted following a structured and systematic approach to identify, analyze, and synthesize relevant literature concerning strategies for enhancing the photoactivity of CuO photocatalysts. The methodology employed was designed to ensure the comprehensiveness, relevance, and academic rigor of the collected data.

Literature Search Strategy

An extensive literature search was performed using reputable scientific databases, including Scopus, Web of Science, Science Direct, and Google Scholar. The search focused on articles published in peer-reviewed journals between 2010 and 2024 to ensure the inclusion of both foundational studies and recent advancements. The following keywords and Boolean combinations were used: CuO photocatalyst and photoactivity

enhancement (i), CuO nanostructure and visible-light photocatalysis heterojunction (ii), doping or defect engineering and CuO (iii), and surface modification and CuO and photodegradation:

Inclusion and Exclusion Criteria

Only articles written in English and published in recognized journals were considered. The inclusion criteria were: Studies reporting synthesis, characterization, or performance evaluation of CuO-based photocatalysts (i), research detailing strategies for enhancing photocatalytic efficiency under visible or solar irradiation (ii), and reviews, original research papers, and high-impact conference proceedings (iii).

Exclusion criteria involved as followed as; Non-peer-reviewed articles (i), Papers focusing exclusively on non-CuO materials (ii), and Studies lacking quantitative or mechanistic insight

Data Extraction and Organization

After removing duplicates and non-relevant results, the selected articles were reviewed in detail. Key data extracted included synthesis methods, structural and optical characterization, photocatalytic performance metrics (e.g., degradation efficiency, kinetic constants), and underlying mechanisms of activity enhancement. The information was then categorized into thematic sections: morphology control, heterojunction design, doping, co-catalyst integration, defect engineering, and light management strategies.

Critical Analysis and Synthesis

Rather than merely summarizing findings, this review critically evaluates the effectiveness, limitations, and interdependencies of each enhancement strategy. Comparative analysis was employed where possible, supported by relevant figures, equations, and reported performance benchmarks to highlight trends and research gaps. This methodology ensures a balanced, in-depth, and evidence-based overview of the current state of research, providing readers with both a conceptual understanding and practical insights into the field of CuO photocatalysis.

CONCLUSION AND DISCUSSION

The comprehensive analysis presented in this review underscores the pivotal role of CuO-based nanostructured photocatalysts in addressing the persistent challenge of organic dye pollution, with MO serving as a model pollutant. The photocatalytic degradation of MO via CuO nanostructures is governed by a complex interplay of light absorption, charge carrier dynamics, and surface reactivity. As established, CuO's narrow bandgap (1.2–1.9 eV) enables efficient visible-light activation, positioning it as a sustainable alternative to UV-dependent catalysts like TiO_2 (Pawar & Patil, 2017; Li et al., 2020). However, intrinsic limitations primarily rapid electron-hole recombination and structural instability necessitate strategic modifications to unlock its full potential.

The efficacy of enhancement strategies is evident across diverse experimental paradigms. Morphological engineering, such as the synthesis of nano leaves via precipitation methods (Londoño-Calderón et al., 2020), amplifies surface area and light-harvesting capacity, achieving complete MO degradation under ambient conditions without auxiliary energy inputs. Similarly, heterojunction formation with semiconductors like CdS or Al_2O_3 creates charge-separation pathways that drastically suppress recombination. The CuO/CdS p–n heterojunction (Hossain et al., 2020) exemplifies this, degrading multiple dyes (93% RhB, 80% MO) by leveraging synergistic electron transfer, while CuO/Al_2O_3 (Alhussain et al., 2024) achieves 94.2% MO degradation with >70% efficiency retention over five cycles. These systems highlight how interfacial engineering extends catalyst lifespans and broadens applicability.

Doping with transition metals (e.g., Ni) or non-metals tailors electronic band structures, introducing mid-gap states that enhance visible-light absorption and charge mobility (Zhang et al., 2019). However, over doping risks generating recombination centers, underscoring the need for precision in dopant concentration. Surface modification with noble metals (e.g., Au, Pt) or carbonaceous materials (e.g., rGO) exploits localized surface plasmon resonance (LSPR) and electron-sink effects to further accelerate redox kinetics (Hasan et al., 2025; Zhao et al., 2020). Meanwhile, defect engineering—particularly controlled oxygen vacancies (V_o) optimizes carrier separation but demands meticulous balancing to avert detrimental recombination or phase instability (Goktas et al., 2022; Li et al., 2022).

Despite these advances, critical challenges persist; (i) Stability and Scalability: Long-term performance under operational conditions (e.g., pH extremes, competing ions) remains underexplored. Sulfide-based heterojunctions (e.g., CuO/CdS) may suffer photocorrosion, limiting durability, (ii) Synthesis Complexity: Many strategies (e.g., Z-scheme heterojunctions, defect control) involve multi-step processes that hinder scalability and cost-effectiveness, (iii) Real-Water Applicability: Most studies use synthetic dye solutions; performance in complex industrial effluents requires validation, (iv) Eco-toxicity: The environmental impact of leached metal ions (e.g., Cd^{2+} from CdS composites) warrants scrutiny.

Future efforts should prioritize green synthesis routes to align with sustainability goals (Goktas et al., 2024), molecular-level mechanistic studies using in situ characterization, and pilot-scale reactor designs for real wastewater treatment. Integrating computational modeling to predict optimal dopant/defect configurations could further accelerate catalyst development.

This review systematically evaluates the photodegradation of methylene orange using CuO-based nanostructures, demonstrating that strategic modifications significantly enhance photocatalytic performance. Key conclusions are:

- **Mechanistic Foundation**: CuO's narrow bandgap facilitates visible-light-driven generation of reactive oxygen species (•OH, $O_2^{\bullet -}$), which degrade MO via radical-mediated pathways. Charge recombination remains a central challenge, necessitating intervention at material design level.
- **Enhancement Strategies**: **Heterojunctions** (e.g., CuO/CdS, CuO/Al_2O_3) achieve up to 94% MO degradation by spatially separating charges
- **Doping** (e.g., Ni-CuO) narrows bandgaps and introduces charge-transfer pathways.
- **Morphological control** (e.g., nano leaves) maximizes active sites and light absorption.
- **Defect engineering** optimizes carrier mobility when oxygen vacancies are judiciously balanced.
- **Performance Metrics**: Modified CuO catalysts degrade MO efficiently (typically >80% under visible light), with recyclability (>5 cycles) confirming practical potential.
- **Sustainability Imperative**: While CuO's abundance and low cost are advantageous, future work must prioritize eco-friendly synthesis, long-term stability, and scalability.

In summary, CuO-based nanostructures represent a versatile and potent platform for photocatalytic wastewater treatment. By rational design of their structural, electronic, and interfacial properties, these materials can drive the efficient mineralization of persistent organic pollutants like MO. Continued innovation in synthesis, characterization, and reactor engineering will be crucial to translate laboratory success into real-world environmental remediation.

REFERENCES

Alhussain, H., Ferjani, H., Oyewo, O. A., Makgato, S., & Onwudiwe, D. C. (2024). Photocatalytic degradation of methyl orange using CuO/Al2O3 nanocomposite obtained by microwave-assisted thermal decomposition route. Inorganic Chemistry Communications, 162, 112272.

Bathla, A., Rather, R. A., Poonia, T., & Pal, B. (2020). Morphology dependent photocatalytic activity of CuO/CuO–TiO2 nanocatalyst for degradation of methyl orange under sunlight. Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 20(5), 3123-3130.

Chakhtouna, H., Benzeid, H., Bouachrine, M., & Hamidi, A. E. (2021). Recent progress on Ag and Cu-based photocatalysts: Photocatalytic applications, mechanism, and toxicity. Journal of Environmental Chemical Engineering, 9(5), 105513.

Deka, P., Hazarika, A., Deka, R. C., & Bharali, P. (2016). Influence of CuO morphology on the enhanced catalytic degradation of methylene blue and methyl orange.

Devi, L. V., Sellaiyan, S., Selvalakshmi, T., Zhang, H. J., Uedono, A., Sivaji, K., & Sankar, S. (2017). Synthesis, defect characterization and photocatalytic degradation efficiency of Tb doped CuO nanoparticles. Advanced Powder Technology, 28(11), 3026-3038.

Göktaş, S., & Şahin, G. (2025). Impact of different Cu sources on the structure, surface morphology, optical and photocatalytic characteristics of sol-gel derived CuO thin films. Türk Doğa ve Fen Dergisi, 14(1), 13-20.

Göktaş, S. (2024). Synergic effects of pH, reaction temperature, and various light sources on the photodegradation of methylene blue without photocatalyst: a relatively high degradation efficiency. Chemistry Africa, 1-13.

Göktaş, S., & Sahin, G. (2023). Methylene blue concentration and pH-induced photocatalytic degradation of methylene blue without photocatalyst under visible light. Int. J. Adv. Nat. Sci. Eng. Res., 7(6), 176-181.

Goktas, S., & Goktas, A. (2021). A comparative study on recent progress in efficient ZnO based nanocomposite and heterojunction photocatalysts: A review. Journal of Alloys and Compounds, 863, 158734.

Goktas, A., Modanlı, S., Tumbul, A., & Kilic, A. (2022). Facile synthesis and characterization of ZnO, ZnO: Co, and ZnO/ZnO: Co nano rod-like homojunction thin films: Role of crystallite/grain size and microstrain in photocatalytic performance. Journal of Alloys and Compounds, 893, 162334.

Goktas, A., Aslan, E., Arslan, F., & Kilic, A. (2022). Characterization of multifunctional solution-processed Sn1-xZnxS nanostructured thin films for photosensitivity and photocatalytic applications. Optical Materials, 133, 112984.

Hasan, I., Bassi, A., & Kalakonda, P. (2025). CuO surface functionalized β-cyclodextrin grafted PMMA hybrid nanocomposite for advance oxidative mineralization of methyl orange. Surfaces and Interfaces, 56, 105456.

Hossain, S. S., Tarek, M., Munusamy, T. D., Karim, K. M. R., Roopan, S. M., Sarkar, S. M., ... & Khan, M. M. R. (2020). Facile synthesis of CuO/CdS heterostructure photocatalyst for the effective degradation of dye under visible light. Environmental Research, 188, 109803.

Kannan, K., Radhika, D., Sadasivuni, K. K., Reddy, K. R., & Raghu, A. V. (2020). Nanostructured metal oxides and its hybrids for photocatalytic and biomedical applications. Advances in Colloid and Interface Science, 281, 102178.

Karthik, K., Suresh, S., & Kaviyarasu, K. (2018). Enhanced visible-light-driven photocatalytic activity of CuO nanostructures for environmental remediation applications. Materials Research Express, 5(10), 105011.

Lau, K., Niemann, F., Abdiaziz, K., Heidelmann, M., Yang, Y., Tong, Y., ... & Barcikowski, S. (2023). Differentiating between acidic and basic surface hydroxyls on metal oxides by fluoride substitution: a case study on blue TiO2 from laser defect engineering. Angewandte Chemie International Edition, 62(12), e202213968.

Liu, J., Jin, J., Deng, Z., Huang, S. Z., Hu, Z. Y., Wang, L., ... & Su, B. L. (2012). Tailoring CuO nanostructures for enhanced photocatalytic property. Journal of colloid and interface science, 384(1), 1-9.

Li, J., Zhang, H., Zhang, Y., & Liu, P. (2020). Surface modification of CuO nanostructures for enhanced visible-light photocatalytic degradation of organic pollutants. Applied Surface Science, 504, 144456.

Li, J., He, M., Yan, J., Liu, J., Zhang, J., & Ma, J. (2022). Room temperature engineering crystal facet of Cu2O for photocatalytic degradation of methyl orange. Nanomaterials, 12(10), 1697.

Londoño-Calderón, C. L., Menchaca-Nal, S., Francois, N. J., Pampillo, L. G., & Froimowicz, P. (2020). Cupric oxide nanoleaves for the oxidative degradation of methyl orange without heating or light. ACS Applied Nano Materials, 3(3), 2987-2996.

Momeni, M. M., Mirhosseini, M., & Mohammadi, N. (2016). Efficient photo catalytic degradation of methyl orange over Ag–CuO nanostructures grown on copper foil under visible light irradiation. Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 27, 6542-6551.

Navada, K.M., G. K, N., R, R. et al. Synthesis, characterization of phyto-functionalized CuO nano photocatalysts for mitigation of textile dyes in wastewater purification, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer evaluation. Appl Nanosci 11, 1313–1338 (2021).

Pawar, A. Y., & Patil, V. B. (2017). Review on CuO nanostructures with their synthesis, characterization and applications in environmental remediation. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 28*(9), 6131–6145.

Pawar, S. M., Patil, S. S., Sonawane, K. D., More, V. B., & Patil, P. S. (2024). Hydrothermally synthesized copper oxide nanoparticles: Rietveld analysis and antimicrobial studies. Surfaces and Interfaces, 51, 104598.

Rani, M., & Shanker, U. (2024). Green biosynthesized N-doped CuO@ Zeolite nanocomposite for the efficient photodegradation of toxic organic pollutants from wastewater. Journal of Alloys and Compounds, 1003, 175670.

Shah, A. A., Bhatti, M. A., Tahira, A., Chandio, A. D., Channa, I. A., Sahito, A. G., ... & Ibupoto, Z. H. (2020). Facile synthesis of copper doped ZnO nanorods for the efficient photo degradation of methylene blue and methyl orange. Ceramics International, 46(8), 9997-10005.

Singh, J., & Soni, R. K. (2020). Controlled synthesis of CuO decorated defect enriched ZnO nanoflakes for improved sunlight-induced photocatalytic degradation of organic pollutants. Applied Surface Science, 521, 146420.

Thakur, N., Kumar, K., Thakur, V. K., Soni, S., Kumar, A., & Samant, S. S. (2022). Antibacterial and photocatalytic activity of undoped and (Ag, Fe) co-doped CuO nanoparticles via microwave-assisted method. Nanofabrication, 7, 1-27.

Zhang, L., Gao, Z., Liu, C., Ren, L., Tu, Z., Liu, R., ... & Cui, L. (2014). N-doped nanoporous graphene decorated three-dimensional CuO nanowire network and its application to photocatalytic degradation of dyes. RSC Advances, 4(88), 47455-47460.

Zhang, L., Wang, W., Yang, X., & Chen, Z. (2019). Defect-engineered CuO for enhanced photocatalytic degradation of dyes under visible light. Chemical Engineering Journal, 378, 122132.

KATMANLI ÜRETİM TEKNOLOJİSİNİN SEKTÖREL UYGULAMALARI VE İNŞAAT ALANINDAKİ POTANSİYELİ

Semahat Merve TOP

Arş. Gör. Karabük Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, ORC-ID: 0000-0002-8400-824X

ÖZET

Katmanlı üretim, dijitalleşme süreci ve Endüstri 4.0'ın etkisiyle geleneksel üretim yöntemlerine alternatif olarak gelişen yenilikçi bir imalat teknolojisidir. 1980'li yıllarda ortaya çıkan bu yöntem, üç boyutlu (3B) model verilerine dayalı olarak malzemenin katman katman biriktirilmesi esasına dayanmakta ve tasarımdan üretime kadar dijital bir üretim süreci sunmaktadır. Başta tıp, havacılık, otomotiv ve uzay sanayii olmak üzere birçok sektörde yaygın biçimde kullanılan katmanlı üretim, son yıllarda inşaat sektöründe de önemli bir dönüşüm aracı haline gelmiştir. Bu çalışmada katmanlı üretim teknolojisinin tarihsel gelişimi, tanımı, sınıflandırması, avantaj ve dezavantajları ile sektörel kullanım alanları kapsamlı biçimde ele alınmaktadır. Özellikle inşaat sektörüne odaklanılarak, 3B yazıcıların yapı üretim süreçlerine sağladığı katkılar ve bu teknolojinin sunduğu yenilikçi potansiyel değerlendirilmektedir. Beton, seramik ve kompozit gibi malzemelerle çalışan sistemlerin hız, maliyet ve iş gücü açısından sağladığı avantajlar analiz edilmiştir. Katmanlı üretimin sürdürülebilir yapı üretimine katkısı, hızlı prototipleme, atık azaltımı ve kaynak verimliliği gibi yönleriyle birlikte değerlendirilmekte; ayrıca kerpiç ve beton temelli malzemelerle düşük gelirli konutlar, afet sonrası acil barınaklar ve geleneksel yöntemlerle üretimi zor olan karmaşık formlu yapılar için sunduğu olanaklar tartışılmaktadır. Bunun yanı sıra, Ay ve Mars gibi başka gezegenlerde yapı üretimi amacıyla kullanım potansiyeline de dikkat çekilmektedir. Bu kapsamda çalışma, katmanlı üretim teknolojisinin inşaat sektörü özelindeki mevcut ve gelecekteki uygulamalarını bütüncül bir bakış açısıyla ele almayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Katmanlı Üretim, 3B Yazıcılar, İnşaat Teknolojileri, Endüstri 4.0

SECTORAL APPLICATIONS OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGY AND ITS POTENTIAL IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY

ABSTRACT

Additive manufacturing is an innovative manufacturing technology that has developed as an alternative to traditional manufacturing methods, with the impact of the digitalisation process and Industry 4.0. This method, which emerged in the 1980s, is based on layer-by-layer material deposition based on three-dimensional (3D) model data and offers a digital production process from design to production. Widely used in many sectors, especially in the medical, aviation, automotive and aerospace industries, additive manufacturing has become a vital transformation tool in the construction industry in recent years. This study discusses the historical development, definition, classification, advantages, disadvantages, and sectoral usage areas of additive manufacturing technology. With a particular focus on the construction industry, the contributions of 3d printers to building production processes and the innovative potential offered by this technology are evaluated. The advantages of systems working with materials such as concrete, ceramics and composites in terms of speed, cost and workforce are analysed. The contribution of additive manufacturing to sustainable building production is evaluated in terms of rapid prototyping, waste reduction and resource efficiency, as well as the possibilities it offers for low-income housing with adobe and concrete-based materials, emergency shelters after disasters, and structures with complex forms that are difficult to produce with traditional methods. It also draws attention to the potential for use in the production of buildings on other planets, such as the Moon and Mars. In this context, the study addresses the current and future applications of additive manufacturing technology in the construction sector from a holistic perspective.

Keywords: Additive Manufacturing, 3D Printers, Construction Technologies, Industry 4.0

1. Giriş

Modern sanayinin gelişimi günümüze kadar duraksamadan devam etmiş ve bu gelişme süreci içerisinde üç büyük devrim gerçekleşmiştir. Halihazırda içinde yer aldığımız çağ ise dördüncü sanayi devrimi olarak adlandırılan 'Endüstri 4.0' çağıdır. Sanayinin dijital dönüşümü olarak nitelendirilen Endüstri 4.0'ın temel hedefi geleneksel endüstriyel süreçlerin bilişim teknolojileriyle bütünleşerek dijitalleşmesi (Kılıç ve Alkan, 2018) yoluyla dijital ortamda robotların, makine ve ekipmanların birbirleriyle bağlantılı olarak çalışabilmesini ve üretimde önemli bir yer tutan enerji ve hammadde kaynaklarının en etkin şekilde kullanılmasını (Doğru, 2018) sağlamak şeklinde özetlenebilir. Günümüz üretim sektörü mühendislik, malzeme, lazer işleme ve yazılım teknolojilerindeki ilerlemeler sayesinde üç boyutlu katı modele dayalı dijital dizaynların seramik, metal ve polimer gibi malzemelerden katmanlı bir şekilde modellerin üretilebildiği bir imalat yöntemiyle tanışmıştır. Bu yöntem; Endüstri 4.0'ın getirdiği yeni teknolojilerden biri de sanal/dijital ortamlarda tasarlanan ürünün, üç boyutlu (3B) olarak çıktısının alınmasını sağlayan katmanlı üretim (KÜ) yöntemidir. KÜ günümüzde çeşitli alanlara özgü ürünlerin hızlı prototiplerinin oluşturulmasına ve/veya sonuç ürünün üretilmesine olanak sağlamıştır (Yalçın ve Ergene 2017). KÜ, 3B model verileri kullanılarak katman üzerine katman eklenmesi ile obje oluşturma yöntemi olarak tanımlanmaktadır (ISO/ASTM 52900, 2015). Bu üretim yöntemi, 1983 tarihinde KÜ teknolojilerinden biri olan ilk 3B yazıcının icat edilmesinden itibaren gelişmeye başlamış ve günümüzde hızlı büyüyen, gelişen ve kompleks ürünler ortaya çıkaran teknolojilerden biri haline gelmiştir. Otomotiv, havacılık ve aero-uzay gibi önemli sanayi sektörleri, kalite ve verimliliği artırmak için bu dijital teknolojiyi benimseyerek radikal süreç değişiklikleri yaşamıştır. İcat edildiği ilk yıllarda hem daha pahalı hem de daha karmaşık bir teknik donanıma sahipken, zamanla günlük yaşamda dahi kullanılabilir bir duruma gelerek ulaşılabilir bir teknoloji konumuna gelmiştir. KÜ aşamalarında çeşitli yazma teknikleri kullanılmaktadır. Endüstrinin neredeyse tüm alanlarında KÜ teknolojisine rastlamak mümkündür. KÜ sektöründe, 2022 yılına kadar yaklaşık olarak 7,3 milyar dolar olan satış büyüklüğünü dört katından daha fazlasına çıkması beklenen hızla gelişen bir sektördür (Çelebi, 2021).

2. Katmanlı Üretim (KÜ) Kavramının Tarihçesi

1980'lerin başlarında başlamış olan KÜ teknolojileri; prototiplerin (hızlı prototipleme ile) yaratılması için geliştirilmesiyle hayatımıza girmiştir. KÜ donanımı ve malzemeleri 1980'li yıllarda geliştirilmeye başlanmıştır. 1981'de Nagoya Endüstriyel Araştırma Enstitüsü'nde Hideo Kodama iki farklı KÜ metodu geliştirmiştir. 1984'te Alain Le Mehaute, Olivier de Witte ve Jean Claude Andre stereolithografi metoduna patent almışlardır. 1984'te 3D Systems'dan Chuck Hull ultraviyole lazer ışınları aracılığıyla fotopolimerleri biçimlendiren bir stereolitografi metodu geliştirdi. İlk ticari plastik KÜ sistemi 1987 yılına dayanıyor. Metal ile KÜ teknolojileri; seçmeli lazer sinterleme, doğrudan lazer sinterleme, seçmeli lazer eritme gibi isimlendirmelerle 1980 ve 1990'lı yıllarda gündeme geldi. İlk ticari metal KÜ sistemi ise 1995 yılında piyasaya sürülmüş; sistem kullanıcıları, parçaların doğrudan imalatı için KÜ kullanmaya başlamıştır. 2000'li yıllarla birlikte birçok farklı malzeme ve yöntemden yararlanan KÜ teknolojileri gelişmeye ve büyümeye devam etmiştir. 21. yüzyılın ilk on yılında bu teknolojinin endüstriyel kullanım alanı genişledi. Bu dönemde KÜ teknolojileri hızlı prototiplerine, kalıp imalatı, özellikli ve sayıca az miktardaki (butik) ürünlerin imalatında yaygın olarak kullanılmaya başladı. Bugünün KÜ sistemleri henüz seri üretim amacıyla tasarlanmamıştır. Diğer yandan proses hızı, malzeme maliyetleri ve proses kontrolü, prototiplendirme için bir sorun oluşturmadı. KÜ'nün, ilerleyen zamanla birlikte çeşitli uygulamalar için parçaların ekonomik, hacimli ve sabit kalitede imal edilebildiğini göstermesi beklenmektedir. KÜ; Endüstri 4.0 çatısını taşıyan teknolojilerden birisi kabul edilmektedir. Bunun nedeni; bir yandan KÜ'in çıkarmalı (eksiltmeli) imalatın yerini almasına ek olarak Internet teknolojileri ile herhangi bir 3B tasarımın dünyadaki herhangi bir KÜ hizmet noktasına iletilerek uzaktan erişim ile orada üretiminin gerçekleşebilmesidir (Banger, 2017). KÜ teknolojilerinin kronolojik gelişimi Tablo 1'de gösterilmektedir (Arcam, 2014; Gebhardt 2011; Sames vd. 2016).

Tablo 1: KÜ Teknolojisinin Kronolojik Gelişimi (Akbaba & Akbulut, 2021)

Yıl	Gelişme
1981	Japonya Nagoya Endüstriyel Araştırma Enstitüsü Hideo Kodlama UV ışığı ile polimerize edilmiş reçineyi kürleyen **ilk hızlı prototipleme** patent başvurusu
1984	Charles Hull SLA teknolojisi kullanılarak **ilk 3 boyutlu yazıcı** geliştirildi.
1986	Charles Hull Stereolithografi yönteminin kullanım hakkını aldı. Charles Hull, 3D Sytems firmasını kurdu ve **ilk ticari 3B yazıcıyı** geliştirdi.
1988	3D Systems tarafından, SLA 250 isimli kullanıma yönelik ilk model tanıtıldı. **SLS ve FDM** teknolojileri bulundu.
1989	Scott ve Lisa Crump Stratasys isimli **3 boyutlu yazıcı firmasını** kurdu.
1991	Helisys firması **ilk 3 boyutlu imalat sistemini sattı**.
1992	Stratasys ilk **FDM** cihazını **sattı.** DTM firması ilk **SLS** sistemini **sattı.**
1993	Solidscape firması mürekkep püskürtmeli bir cihaz üretme amacı ile kuruldu. Massachusetts Institute of Technology (MIT) **2 boyutlu yazıcılardaki mürekkep püskürtme** yöntemini kullanarak 3 boyutlu obje üretimi ile ilgili bir kullanım hakkı aldı. **İlk renkli baskı** alındı.
1995	Z Corparation şirketi MIT'in patentini lisansladı ve **3 boyutlu yazıcı satışına** başladı.
1996	Stratasys "Genisys" modelini piyasaya sürdü. Z Corporation "Z402" modelini piyasaya sürdü 3D Systems "Actua 2100" modelini piyasaya sürdü. **3 boyutlu yazıcı kelimesi ilk defa** kullanılmaya başlandı.
1997	EOS firması stereolithografi firmasını 3D Systems'e sattı.
2007	Açık kaynak kodlu 3 boyutlu yazıcılar (katmanlı imalat tekniklerinin) **Reprap** ismi ile çıktı. Böylece 3 boyutlu yazıcılara ulaşma ve onları geliştirme imkânı arttı. İlk defa **10.000$**'ın altına inen 3 boyutlu bir yazıcı, 3D Systems firması tarafından pazara sunuldu.
2008	Reprap'in ilk versiyonu tamamlandı. Bu yazıcı kendi parçalarının %50 sini üretebiliyordu. Object Geometries firması Connex500 modelini geliştirdi. Bu cihaz aynı anda **farklı malzemeleri** kullanabiliyordu.
2009	FDM teknolojisi patentinin 25 yıllık tek kullanım dönemi bitti. Böylece firmalar yasal sorunla karşılaşmadan **FDM teknolojisini kullanarak 3 boyutlu yazıcı üretimine** başladı. Makerbot ve 3D Systems'in geliştirdiği modeller ile ev tipi 3 boyutlu yazıcıların sayısında artış oldu.
2011	Southampton Üniversitesi'ndeki mühendisler dünyanın **ilk 3B baskılı uçağını** tasarladı.
2012	3 boyutlu yazıcı teknolojisi kullanılarak daha az komplikasyonlu **kişiselleştirilmiş eklem protezi** geliştirildi. Sektör açısından iyi bir büyüme ve sağlamlaşma yılı oldu.
2013	Stratasys, Makerbot şirketini devraldı. **4D üretim tekniği** geliştirildi.
2014	**Uzayda ilk 3 boyutlu yazıcı** kullanıldı. Deneme amaçlı küçük parçalar ve el eşyaları üretildi.
2015	ASA, **uzayda 3B yazıcı ile üretim** yapmaya başladı.
2016	Adidas, 3B yazıcı ile ayakkabı tabanı üreteceğini açıkladı. New Balance, tabanını **3B yazıcı ile ürettiği ayakkabısını** piyasaya sürdü.

3. Katmanlı Üretim (KÜ) Nedir?

KÜ geleneksel eksitmeli (çıkartmalı) imalat yöntemleri yerine, genellikle katmanlar şeklinde düzenlenen 3B modellerin verilerini ürün oluşturmak için malzemeleri birleştiren bir süreçtir. Bu üretim yöntemine; katmanlı (eklemeli) süreçler veya teknikler, katmanlı fabrikasyon, serbest formlu fabrikasyon veya eklemeli katman imalatı da denilmektedir. KÜ'de öne çıkan kavramlardan biri de hızlı prototiplemedir. 3B baskı ve hızlı prototipleme yönteminin etkili kullanımıyla sanayi ve teknolojinin bütünleşmesine 'KÜ' denilmektedir. Kısaca söylendiğinde; katmanlı üreten, bilgisayardaki sanallığı (gözle görünen ve elle dokunulan) fiziksel gerçekle dönüştüren teknolojidir (Banger, 2017).

KÜ, herhangi bir şekle sahip dijital bir modelin üç boyutlu bir katı nesne oluşturma işlemidir. KÜ, hammaddenin birbirini takip ederek üst üste katmanlara dönüştürülmesi ile gerçekleşir (Banger, 2018). KÜ, materyallerin birbirini izleyen katmanlara uygulandığı türden bir süreci kullanır. KÜ, kesme veya frezeleme gibi yöntemlerle malzemenin çıkarılmasına (eksiltilmesine) dayanan geleneksel işleme tekniklerinden ayrılır (Banger, 2017).

KÜ sürecinde dijital üç boyutlu model üçgenlerden oluşan kafes yüzeylere sahip STL (stereolitografi) modeline dönüştürülür. STL; 3B model verilerini düzenlemeye yarayan ve makinelerin fiziksel parçalar üretmesini sağlayan dosya formatıdır. Stereolitografi sözcüğünden üretilen STL kavramı, KÜ sistemlerinde

yaygın kullanılan arayüzdür (ISO/ASTM 52900-15, 2015). STL haricinde VRML SLC / CLI, PLU, AMF, OBJ gibi dosya formatlarında da kullanılabilmektedir (Gebhardt & Hötter, 2016). 3B Model, dijital programlarla katmanlar şeklinde dilimlenmesinin ardından 3B yazıcıya iletilerek zeminden başlayarak katmanlar üst üste gelerek nihai ürüne dönüştürülmektedir (Banger, 2017).



Şekil 1. KÜ Aşamaları

KÜ'de ürün, bilgisayar destekli tasarım (BDT) programı ile çizim, bilgisayarlı tomografi (BT), tersine mühendislik (TM) gibi farklı metotlardan oluşturulan 3B modelden üretilmektedir (Şekil 1). Dijital model ince katmanlara ayrılır ve üretim sistemleri, ürün tamamlanıncaya kadar her katmanın basılması için bu dijital veriyi kullanır ve nihai ürün oluşturulur (Çelik, Karakoç, Çakır, & Duysak, 2013; Giannatsis & Dedoussis, 2009; Özsoy & Duman, 2017).

3.1. Katmanlı Üretim (KÜ) Türleri

KÜ aşamalarında çeşitli yazma teknikleri kullanılmaktadır. Uluslararası Amerikan Test ve Materyalleri Topluluğu (ASTM) ile Uluslararası Standardizasyon Örgütü (ISO)'nün yayınladığı standartta KÜ teknolojileri 7 alt gruba ayrılmaktadır (ISO/ASTM 52900-15, 2015). Bu 7 alt grup; havuz fotopolimerizasyonu (vat photopolymerisation), malzeme püskürtme (material jetting), malzeme ekstrüzyonu (material extrusion), yapıştırıcı püskürtme (binder jetting), toz yataklı birleştirme (powder bed fusion), direkt enerji biriktirme (direct energy deposition), plaka tabakalaştırma (sheet lamination) şeklindedir. Tablo 2'de KÜ çeşitlerinin çalışma prensibi, örnek teknolojileri, dezavantajları, avantajları ve kullanılan malzemeleri verilmektedir.

Tablo 2. KÜ çeşitlerinin özellikleri (Özer, 2020)

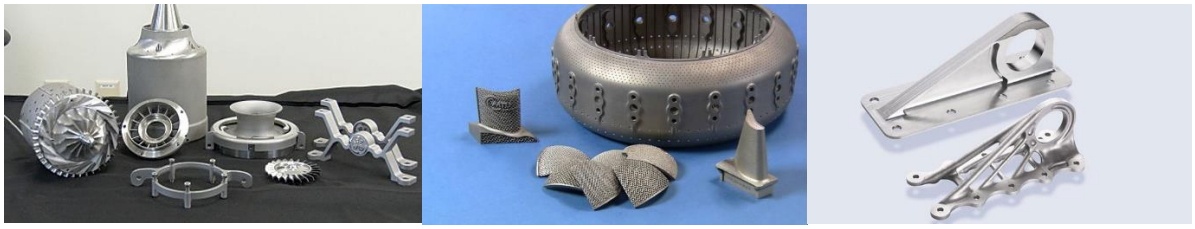
ASTM Kategorisi	Çalışma prensibi	Örnek teknoloji	Dezavantajları	Avantajları	Kullanılan Malzemeler
Yapıştırıcı Püskürtme (Binder Jetting),	Parçacıklar birbirine yapıştırılarak katman katman inşa edilir.	3B mürekkep püskürtme (inkjet) teknolojisi	Sınırlı mekanik özelliklere sahip kırılgan parçalar üretilir, Son işlem gerektirebilir.	Destek/altlık içermez, Tasarım özgürlüğü sağlar, Yüksek baskı hızı vardır, Nispeten düşük maliyetlidir.	Polimerler, Seramikler, Kompozitler, Metaller, Hibrit malzemeler
Direkt Enerji Biriktirme (Direct Energy Deposition)	Odaklanmış ısı enerjisi biriktirme esnasında malzemeleri eritir.	Lazer Biriktirme, Lazer Şekillendirme, Elektron Işını, Plazma Ark Ergitme.	Yüzey kalitesi düşüktür, Metaller/metal tabanlı hibrit malzemelerle sınırlıdır.	Tane yapısının yüksek derecede kontrolü mümkündür, Yüksek kaliteli parçalar üretilebilir.	Metaller, Hibrit malzemeler
Malzeme Ekstrüzyonu (Material Extrusion)	Malzeme, seçici olarak bir nozül veya orifisten (ağız) dışarı itilir.	Ergiyik Yığma Modelleme, Ergiyik Filament Fabrikasyonu, Ergiyik Katman Modelleme.	Basamaklı yüzey oluşturur, Ayrıntılar için uygun değildir.	Yaygın kullanımlıdır, Ucuzdur, Tamamen işlevsel parçalar oluşturabilir.	Polimerler, Kompozitler
Malzeme Püskürtme (Material Jetting)	İnşa malzemesinin damlacıkları biriktirilir.	3B inkjet teknolojisi, Direkt Mürekkep Yazdırma.	Destek malzemesi gereklidir, Fotopolimerler ve termoset reçineler gereklidir.	Yüksek damlacık biriktirme doğruluğu vardır, Düşük atık oluşturur, Çoklu malzeme parçaları üretilebilir, Çok renkli parçalar üretilebilir.	Polimerler, Seramikler, Kompozitler, Hibrit malzemeler, Biyolojik malzemeler
Toz Yataklı Birleştirme (Powder Bed Fusion)	Isı enerjisi, toz yatağındaki inşa malzemesinin küçük bir bölgesini birleştirir.	Elektron Işın Ergitme, Direkt Metal Lazer Sinterleme, Seçici Lazer Sinterleme/Ergitme.	Nispeten yavaştır, Yapısal bütünlük eksikliği vardır, Boyut sınırlamaları mevcuttur, Yüksek güç gereklidir.	Nispeten ucuz bir teknolojidir, Geniş malzeme seçenekleri mevcuttur.	Polimerler, Seramikler, Kompozitler , Metaller, Hibrit malzemeler
Plaka Tabakalaştırma (Sheet Lamination	Malzemelerin sac/folyoları yapıştırılmıştır.	Tabakalı Malzeme Üretimi, Ultrason Birleştirme/Ultrason Eklemeli Üretim.	İşlem sonrası son işlemler gerekebilir, Sınırlı malzeme kullanılabilir.	Hızı yüksektir, Düşük maliyetlidir, Malzeme taşıma kolaylığı vardır.	Polimerler, Seramikler, Metaller, Hibrit malzemeler
Havuz Fotopolimerizasyonu (Vat Photopolymerisation)	Bir havuzdaki sıvı polimer ışıkla sertleştirilir.	SLA, Dijital Işık İşleme.	Sadece fotopolimerlerle sınırlıdır, İnşa işlemi yavaştır, Pahalı bir yöntemdir. Fotopolimerlerin düşük mekanik özellikleri vardır.	Büyük boyutlu parçalar üretilebilir, Mükemmel boyutsal hassasiyet sağlar, Mükemmel yüzey ve detaylar sağlar.	Polimerler, Seramikler

4. Katmanlı Üretimin Kullanım Alanları

KÜ endüstrisi incelendiğinde Uzay ve havacılık, Tıp, Otomotiv, Dişçilik, Askeri donanım, İnşaat, Kişisel araç-gereç, Heykelcilik, Kuyumculuk ve Eğitim disiplinlerinde bu teknolojiyle üretilen ürünlerin kullanıldığı saptanmaktadır. KÜ teknolojilerinin kullanım alanları gün geçtikçe yaygınlaşmakta ve genişlemektedir (Özsoy & Duman, 2017).

4.1. Havacılık Sanayi

Uzay ve havacılık endüstrisinde, iyi mekanik özelliklere sahip küçük miktarlarda, karmaşık geometrili ve hafif parçaların devamlı olarak üretebilmesi en önemli gereksinimlerdendir. Bunlar, katmanlı imalatı havacılık sanayisinde çok önemli bir üretim yöntemi haline getirmektedir. Düşük hacimlere sahip karmaşık havacılık parçaları, yedek parçalar ile özel parçalar, uçak kanatları, hafif yapılar, talep üzerine üretilen (on-demand) parçala, minimal atığa sahip parçalar ve uzay araştırmalarında kullanılacak gerekli yedek parçaların üretilmesinde kullanılır. Kompozit malzemelerle KÜ havacılık sanayisi için önemli bir adım olmuştur. Titanyum, alüminyum, özel çelikler ve nikel süper alaşımlar gibi ileri malzemeler KÜ teknolojileri kullanılarak havacılık sanayisine özel imal edilmiştir. KÜ sektörü son 7 yılda yaklaşık 5,7 kat büyümüştür. Havacılık sanayisinde KÜ teknolojilerin kullanımındaki artışın yaklaşık 1 milyar dolar civarında olması beklenmektedir (Özer, 2020). Şekil 2'de havacılık sanayinde KÜ uygulamaları gösterilmektedir.

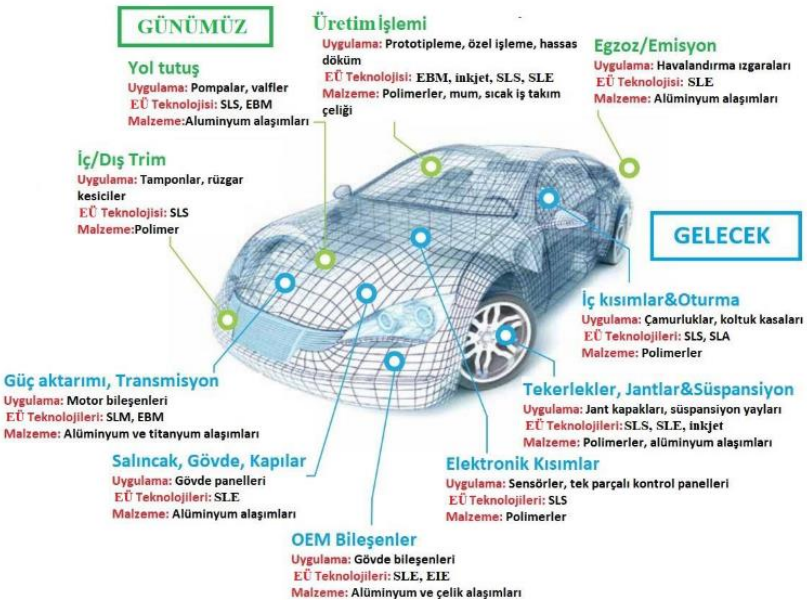


Şekil 2. Havacılık sanayinde KÜ uygulamaları[1]

4.2. Otomotiv Sektörü

KÜ teknolojilerinin özellikle otomotiv sanayide, envanter sistemleri ve geçerli olan tedarik zincirlerine ek olarak parça tasarımında da önemli tesirleri bulunmaktadır. Otomotiv endüstrisinde metal KÜ işlemlerinin kullanılmasıyla, karmaşık şekillere sahip hafif parçalar üretilebilmektir. Otomotiv yapılarının ağırlığı, KÜ ile önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Otomotiv sektöründe yapısal kompozit bileşenler, turboşarj türbinlerinin ve motor vanalarının üretiminde katmanlı imalat kullanılmaktadır.

Prototipleme, KÜ'in otomotiv sektöründe kullanılan alanlarından biridir. 2011'de Kor, Ecologic Urbeemodelini tanıtmıştır. Bu otomobilde; gövdeyi oluşturan tüm parçalar KÜ yöntemiyle imal edilmiştir. Şekil 3, KÜ teknolojilerinin otomotiv saniyedeki şimdiki ve gelecekteki kullanım alanlarını özetlemektedir (Özer, 2020).



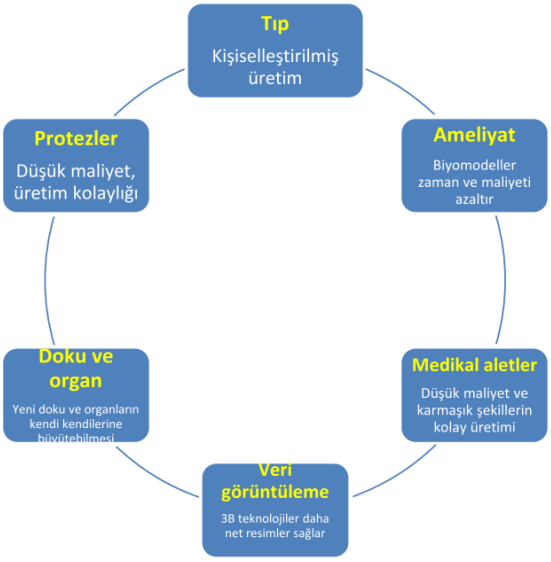
Şekil 3. Otomobilde KÜ uygulamaları (Özer, 2020)

4.3. Sağlık Endüstrisi

KÜ sağlık sektöründe tıbbi cihazların üretiminde önemli yer tutmaktadır. KÜ, tıbbi alet ve cihazlar ile implant üretimi için yenilikçi bir teknolojidir. Bu teknolojiyle, implantların üretim süresi geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında oldukça azaltılabilmektedir. Ayrıca, implantlar, protezler hastaya ve tedaviye özel kişiselleştirillerek üretilebileceği için hastayla daha iyi uyum sağlayarak seri üretilen implantlara göre başarısızlık riskini azaltmaktadır. Diş hekimliği alanında KÜ süreçleri hassas dental kuronlar, implantlar ve köprüler oluşturmak için kullanılmaktadır. Medikal sektörde metal KÜ süreçleri çok hızlı özel bileşenler üretebilmesi sebebiyle kullanılmaktadır. KÜ teknolojisi, ameliyatlarda kullanılan cerrahi aletler üretmek için uygundur. Sağlık hizmetlerinde diğer KÜ teknolojileri ürünlerinden olan implant, protez, cilt, burunlar, yapay uzuvlar için özel kaplamalar, kozmetik kulaklar ve biyonik kulaklardır. Bu teknolojinin farklı üretim şekilleri farklı sıcaklık direncine, gerilme mukavemetine, kopmaya ve kimyasal dirence sahip farklı malzeme sınıfıyla

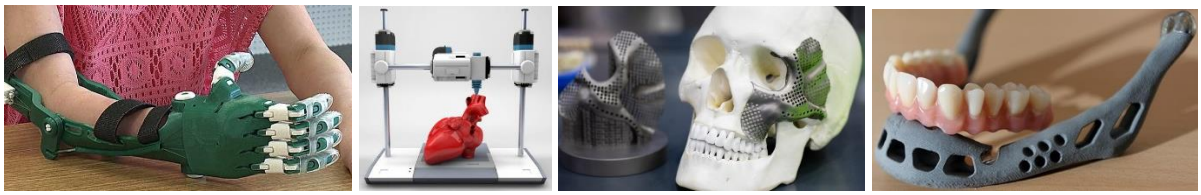
[1] https://d3.harvard.edu/platform-rctom/submission/additive-manufacturing-revolutionizes-aerospace/

uyumludur. Tıbbi cihaz mühendislerinin uygulamalarını malzeme, çözünürlük ve diğer gereksinimlerle eşleştirmesi ve buna göre bir teknoloji seçmesi gerekir. Şekil 4'te KÜ teknolojilerinin sağlık sektörüne sağladığı avantajlar görülmektedir (Özer, 2020).



Şekil 4. KÜ teknolojilerinin sağlık sektörüne sağladığı avantajlar (Özer, 2020).

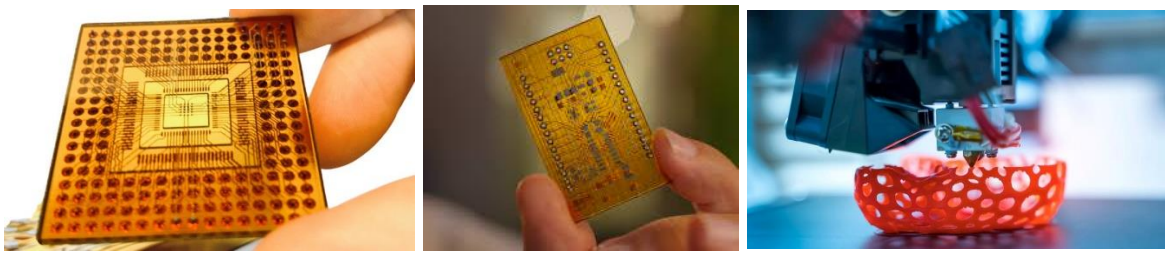
Şekil 5'te KÜ teknolojilerinin sağlık sektöründeki uygulamaları gösterilmektedir.



Şekil 5. KÜ teknolojilerinin sağlık sektöründeki uygulamaları (Akbaba & Akbulut, 2021).

4.4. Nano-üretim Sektörü

Mikro ölçekli eklemeli imalat yeni nano kompozitlerden ürünler üretimi için nano teknoloji ile bütünleşik hale gelmiştir. KÜ işlemlerinde nano malzemelerin kullanılmasının faydası, üretilen ürünlerin malzeme özelliklerini geliştirmektedir. Böylece, daha iyi termal, optik, mekanik ve elektrokimyasal özelliklere sahip ürünler üretilmektedir. Nano ölçekteki KÜ, nano gözeneklerle metal ürünlerin üretiminde çok önemli olup, böylece boşlukların ve gözeneklerin oluşumunu azaltmakta ve yok etmektedir (Özer, 2020). Şekil 6'da KÜ teknolojilerinin nano-üretim sektöründeki uygulamaları gösterilmektedir.



Şekil 6. KÜ teknolojilerinin nano-üretim sektöründeki uygulamaları[2]

[2] https://www.3dnatives.com/nano-dimension-impression-3d-electronique-28042021/

4.5. Enerji Sektörü ve Tedarik Zinciri

"Yeşil" enerji cihazlarından biri olan yakıt hücreleri; düşük emisyon, yüksek güç yoğunluğu, yüksek verimlilik gibi faydalar sağlamaktadır. Otomotiv sistemleri, taşınabilir güç kaynakları ve dağıtılmış güç sistemleri potansiyel uygulamaları arasında bulunmaktadır (Özer, 2020). Rüzgar ve güneş enerjisi gibi yenilenebilir enerji, KÜ tedarik zincirine dahil etme açısından tesisin kapanarak elektrik üretmemesi ekonomik zarara sebep olmaktadır. Yedek parça için uzun süre beklemek veya rüzgar türbinlerinin veya güneş panellerinin tamamen devre dışı kalması, yenilenebilir enerji için ek maliyete sebep olur. Bu nedenle, yerinde parça basmak kritik öneme sahiptir. Şekil 7'de KÜ teknolojilerinin enerji sektöründeki uygulamaları gösterilmektedir.



Şekil 7. KÜ teknolojilerinin enerji sektöründeki uygulamaları (Sanandiya, Vijay, Dimopoulou, Dritsas, & Fernandez, 2018)

4.6. Sanat ve Hobi Uygulamaları

KÜ teknolojileri, mobilya, aydınlatma, dekoratif obje, tekstil ve kuyumculuk sektöründe en karmaşık şekli üretme olanağı sağlayan çok kuvvetli bir araçtır (Özer, 2020). Sanatta KÜ, bir sanatçının zihnindekini üretmesine olanak sağlar. Çoğu zaman, bir sanatçı sanat eserini tam olarak hayal ettiği gibi üretmeye çalıştığında, geleneksel ve manuel üretim süreçleriyle sınırlı olacaktır. KÜ kullanırken, sanatçı artık üretim yönteminin türü ile sınırlı değildir. Şekil 8'de KÜ teknolojilerinin sanat ve hobi uygulamaları gösterilmektedir.



Şekil 8. KÜ teknolojilerinin sanat ve hobi uygulamaları[3]

4.7. Gıda Sektörü

KÜ teknolojileri gıda sektöründe, istenen ürün oluşturulana kadar bir malzemenin art arda katmanlar halinde bir yüzeye bırakılması şeklinde çalışır. Kişiye özel gıda tasarımları, kişiselleştirilmiş gıda tasarımları gibi çeşitli avantajları nedeniyle gıda üretim sektöründe büyük bir popülerlik kazanmıştır. Beslenme, tedarik zincirinin basitleştirilmesi ve çeşitli renk, şekil ve boyutlarda mevcut gıda malzemesinin genişlemiştir. Şekil 9'da KÜ teknolojilerinin gıda sektöründeki uygulamaları gösterilmektedir.

[3] https://www.dotcomwomen.com/beauty/halloween-makeup-inspirations-from-fashion-week-runways/15943/



Şekil 9. KÜ teknolojilerinin gıda sektöründeki uygulamaları[4]

4.8. Eğitim

KÜ teknolojileri daha iyi öğrenmeyi, beceri geliştirmeyi ve konuyla ilgili öğrenci ve öğretmen katılımını artırmayı kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, 3B baskı, sorunları çözmede daha fazla yaratıcılığı ve işbirliğini teşvik eder. Eğitime KÜ; öğrencilere KÜ teknolojisinin nasıl çalıştığı ve gerçek dünya senaryolarındaki uygulamaları hakkında bilgi vererek (örn. endüstriyel süreçleri kolaylaştırmak), eğitim müfredatlarına uygun şekilde dahil edilebilmesi için eğitimcileri 3B baskı hakkında bilgilendirerek, öğrencilerin önemli kavramları anlamalarına yardımcı olacak KÜ ürünlerinin gösterilmesiyle dahil edilebilir.

Ayrıca KÜ teknolojilerinin potansiyellerinin doğru kullanılabilmesi ve uzman kişilerin yetiştirilebilmesi için üniversitelerde eğitime dahil edilmesi gerekmektedir. KÜ eğitimi için üniversitelerde; KÜ süreçleri ve malzeme ilişkileri, malzeme bilimleri ve üretim süreçleri hakkında temel bilgiler, eleştirel düşünme ve problem çözme için profesyonel zeka, KÜ uygulamaları için tasarım yapabilme ve tasarım odaklı düşünebilme, yaratıcılık için ekip oluşturma ve fikir oluşturma tekniklerinin eğitime dahil edilmesi gerekmektedir.[5]

5. İNŞAAT SEKTÖRÜNDE KATMANLI ÜRETİM

KÜ alanında **inşaat sektörü,** etkin kullanım olanakları olan, fakat diğer sektörlere göre büyük ölçekli ürünler ortaya koyduğu için bu teknolojinin nispeten daha az kullanıldığı bir sektör olup en önemli bileşenini ***üç boyutlu baskı (3BB)*** uygulamaları oluşturmaktadır (Yalçın ve Ergene, 2017). Her ne kadar nispeten zor ve kapsamlı bir süreç gerektirse de günümüzde kullanılan yazıcı sistemlerinin ve baskı malzemelerinin geliştirilmesiyle inşaat sektöründe de önemli ilerlemeler kaydedilmiştir (Felek, 2019). İnşaat sektöründe ***otomatikleşme ve dijitalleşme sağlayan bu ilerleme***; inşaat şirketlerinin yaptıkları faaliyetler özelinde verimliliği artırmasına, proje gecikmelerini ve maliyet aşımlarını azaltmasına, karmaşıklığı yönetmesine, güvenliği, kaynak verimliliğini ve kaliteyi artırmasına olanak tanımaktadır (De Soto vd., 2018; Ghaffar vd., 2018). Ayrıca nakliye maliyetlerinde, malzeme için gereken depolama alanlarında, işçilik maliyetlerinde, işçi yaralanmalarında ve ölümlerinde ve malzeme israfında azalma ile birlikte üretkenlikte ve tasarım yaratıcılığında artma, yeni pazarların ve endüstrilerin oluşturulması, daha fazla sürdürülebilirlik ve dayanıklılık, inşaat süresinin kısalması, yeni iş yaratma, hızlı prototip oluşturma gibi geniş perspektifte avantajlarda sağlamaktadır (Aghimien vd., 2020). Bu bahsedilenlere ek olarak, 3B uygulamaları yapı üretimine de farklı bir bakış açısı sunmuş, kullanıcılara özgün ve yaratıcı eserlerin prototiplerini oluşturabilmeleri ve soyut olan düşüncelerini somuta dönüştürebilmeleri için bir araç niteliği teşkil etmiştir (Seelow, 2017).

3BB, hammaddeyi bir toz yatağı üzerine katman katman basarak nesne üretme Endüstri 4.0 teknolojisidir (Akbaba & Akbulut, 2021). 3BB, farklı malzemeleri katmanlayarak üç boyutlu nesneler üretmeyi içerir (ASTM International, 2013). 3BB son yıllarda çarpıcı bir şekilde gelişerek baskıya uygun malzeme karışımları oluşturulmuştur (Agustí-juan ve diğerleri, 2017). Prensip olarak malzeme bazında 3BB işlemi gereksinimi şu şekilde özetlenebilir; 1) kontrol edilebilir ve esnek sertleşme süresi, 2) malzemenin noozledan dökülebilecek şekilde işlenebilirlik ve akışkanlığa sahipken, basıldıktan sonra da üzerine gelen katmanın ağırlığını taşıma kabiliyetine sahip, 3) Malzemenin kendi ağırlığını ve üst üste binen katmanları destekleyebilmesini sağlamak için yüksek erken dayanıma sahip olmalıdır, çünkü baskının ilerlemesiyle alt katmanların yukardaki katmanların yükünü 2-3 saat içinde taşıması gerekecektir. Bu kriterler, amaca uygun özel karışımın oluşturmak için malzeme geliştirme araştırma hedefi olarak belirlenmiştir (Jianchao, Zhang, Faried, & Wengang, 2017).

3BB üretim yönteminin günden güne gelişen teknolojiyle birlikte fark edilebilir ilerleme kaydettiği görülmektedir. İlk ortaya çıktığı zamanlardan günümüze doğru artan kullanım alanı ile mimaride de özgün

[4] https://www.yenicaggazetesi.com.tr/bilim-kurgu-gercek-oldu-yemek-devrimi-880857h.htm
[5] https://www.amchronicle.com/insights/an-introduction-to-additive-manufacturing-education-part-1/

arayışlar içine girilmiştir. İnşaat sektöründe de yaygın olaark kullanılmaktadır (Tablo 3). Ayrıca bu yöntem daha yüksek hız ve doğrulukla (minimum insan kaynaklı hata) kalıpsız inşaata olanak tanımaktadır (Lloret vd., 2015). İnşaatta kalıptan kaçınmak, inşaatın en maliyetli yönlerinden biri olduğu için toplam maliyeti %30-60 oranında azaltabilmektedir (Perrot vd., 2015). Dünya kaynaklarının 1/3'ünü yapı endüstrisinin tükettiği göz önünde bulundurulduğunda, verimlilik ve etkin inşaat stratejileri ile 3BB ile üretim sistemlerinin yapı üretiminde fayda sağlayacağı öngörülmektedir (Özer, 2020). Günümüzde bu üretim sistemi ile bir haftada, hatta bir günde üretilen konutlar üzerinde projeler yapılmaktadır (Archdaily, 2022). Bu kapsamda özellikle modern ürün geliştirmenin anahtarı haline gelen 3BB kullanımı arttıkça, büyük ölçekli üretimlere yönelik araştırmalar, yapı üretimindeki potansiyel uygulamaları ortaya çıkarmaya başlamaktadır (Deeezen, 2022).

Tablo 3. 3BB inşaat sektöründeki kullanımı

		
Apis Cor evi, Rusya, 2016	Ofis yapısı, Dubai, 2016	The BOD, Kopenhag, 2017
		
Bir sergi prototipi, İtalya, 2018	Minimalist bir ev, ABD, 2018	Geo House, İtalya, 2018
		
Yhnova projesi, Fransa, 2018	Lotus House, Çin, 2018	Belediye binası, Dubai, 2019
		
Konut projesi, Meksika, 2020	KampC ev projesi, Belçika, 2020	Prvok, Çek Cumhuriyeti, 2020
		
Yerel malzemeden imal edilen ev projesi, İtalya, 2021	Kitap okuma kabini, Çin, 2021	Beton malzemeli ev (Milestone Project), Hollanda, 2021

 Konut yapısı, Almanya, 2021	 Yaşanabilir heykel yapısı (The House of Dust), Almanya, 2021	 Konut yapısı, Hindistan, 2021
 3dpod Pavilyon, Japonya, 2023	 3BB Otel, Almanya, 2024	 3BB bina, Osaka Expo, 2025

6. Sonuç ve Tartışma

KÜ teknolojisi, tasarım ve üretim süreçlerinde önemli avantajlar sunmaktadır. Bu teknoloji sayesinde tasarımda büyük bir esneklik sağlanmakta ve imalatı zor veya mümkün olmayan karmaşık parçalar hızlı bir şekilde üretilebilmektedir. Tasarımdaki herhangi bir değişiklik, bilgisayar üzerinde sanal 3B modelleme ile kolayca yapılabilir ve ek maliyet gerektirmez. KÜ, üretim sınırlarını aşarak karmaşık geometrilerin ve imalatı zor parçaların üretimini mümkün kılar. Banger (2017) ve Özer (2020) bu teknolojinin sağladığı avantajları şu şekilde sıralamaktadır: hızlı modelleme ve prototipleme imkânı sunar, karmaşık parçaların üretimini kolaylaştırır, tasarım ve üretim süreçlerinde zaman tasarrufu sağlar, ürün iyileştirmesini hızlandırır, tasarım ve üretim süreçlerinin entegrasyonunu sağlar (ki bu da Endüstri 4.0 felsefesine uygundur), üretim için gereken makinelerin sayısını ve ilk yatırımı azaltarak maliyetleri düşürür, modüler yapıları destekler, fonksiyonel ürünlerin geliştirilmesine olanak tanır, KÜ teknolojisi bulut bilişim sistemleriyle entegre olabilir ve her tür ürünün üretilebilmesine olanak sağlar, özel ürünlerin üretimini mümkün kılar, ürünlerin işlevsel optimizasyonunu sağlar, kısa sürede teslimat yapılmasını sağlar, tasarımda geniş serbestlik tanır, kalıp ihtiyacı ortadan kalkar, lojistiği kolaylaştırır ve malzeme sarfiyatını ve atık miktarını azaltır. Ancak, KÜ teknolojisinin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bu dezavantajlar, üretim maliyetlerinin yüksekliği ve kullanılan malzemelerin sınırlı olması gibi zorlukları içermektedir. Ayrıca, KÜ teknolojisi, özel uzmanlık gerektirdiğinden, bu alanda eğitimli iş gücü bulmak zor olabilir. Üretim sonrası iç gerilmeler, iç boşluklar ve yüzey pürüzlülüğü gibi problemler oluşabilir, bu da ek işlemler gerektirebilir ve bu işlemler sonucunda ürünlerin mekanik özellikleri istenilen seviyede olmayabilir. Ayrıca, kullanılan malzemeler genellikle pahalıdır ve bazı polimerler ile radyasyon maddeleri insan sağlığına zarar verebilir. Son olarak, KÜ sistemlerinin yüksek maliyetleri, geniş çapta benimsenmesini engelleyebilir (Popović ve Milijić, 2020). Sonuç olarak, KÜ teknolojisi, inşaat sektöründe önemli bir dönüşüm aracı olarak öne çıkmakta ve sürdürülebilir yapı üretimi, hızlı prototipleme ve atık azaltımı gibi avantajlar sunmaktadır. Ancak, yüksek maliyetler, uzmanlık gereksinimleri ve üretim sonrası oluşabilecek sorunlar gibi dezavantajların çözülmesi, bu teknolojinin daha geniş bir şekilde benimsenmesi için kritik olacaktır.

KAYNAKÇA

Aghimien, D., Aigbavboa, C., Aghimien, L., Thwala, W. D., & Ndlovu, L. (2020). Making a case for 3D printing for housing delivery in South Africa. *International Journal of Housing Markets and Analysis*.

Akbaba, A. İ., & Akbulut, E. (2021). 3 Boyutlu Yazıcılar ve Kullanım Alanları. *ETÜ Sentez İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, (3), 19–46.

Archdaily. (2022). 3D printed homes. Retrieved March 12, 2022, from https://www.archdaily.com/tag/3d-printed-homes

Arcam. (2014). Arcam history. Retrieved September 21, 2017, from http://www.arcam.com/company/about-arcam/history

Banger, G. (2017). *Endüstri 4.0 Ekstra*. Ankara: Dorlion Yayınları.

Banger, G. (2018). *Endüstri 4.0 uygulama ve dönüşüm rehberi*. Ankara: Dorlion Yayınları.

Barnatt, C. (2016). *3D Printing*. Wroclaw, Poland: ExplainingTheFuture.com.

Bhatia, U. (2015). 3D printing technology. *International Journal of Engineering and Technology Research*, 3(2), 327–330.

Çalışkan, C. İ., & Arpacıoğlu, Ü. (2020). Yapı üretiminde eklemeli imalat teknolojilerinin karşılaştırmalı değerlendirmesi. *Uludağ University Journal of the Faculty of Engineering*, 25(2), 1117–1136.

Çelebi, A. (2021). Endüstri 4.0 çerçevesinde katmanlı imalatta sensör uygulamaları. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 5(1), 85–97.

Çelik, H. K., Kunt, G., & Akıncı, İ. (2020). Katmanlı imalat teknolojileri konusunda yapılan uluslararası bilimsel yayınlar için güncel durum incelemesi. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 16(3), 39–51.

Çelik, İ., Karakoç, F., Çakır, M. C., & Duysak, A. (2013). Hızlı prototipleme teknolojileri ve uygulama alanları. *Journal of Science and Technology of Dumlupınar University*, (031), 53–70.

De Soto, B. G., Agustí-Juan, I., Hunhevicz, J., Joss, S., Graser, K., Habert, G., & Adey, B. T. (2018). Productivity of digital fabrication in construction: Cost and time analysis of a robotically built wall. *Automation in Construction*, 92, 297–311.

Deezen. (2022). World's largest 3D printed building completes in Dubai. Retrieved March 12, 2022, from https://www.dezeen.com/2019/12/22/apis-cor-worlds-largest-3d-printed-building-dubai/

Doğru, S. (2018). Endüstri 4.0 ile gelen dijital dönüşüm ve risk altındaki meslekler. *Trend Analizi Dergisi*, Mayıs. Retrieved from https://thinktech.stm.com.tr/uploads/raporlar/pdf/175201817161355_stm_endustri_40.pdf

Felek, S. Ö. (2019). Mimari yapılarda 3 boyutlu yazıcıların kullanımı. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 3(3), 289–296.

Gebhardt, A. (2011). *Understanding additive manufacturing: Rapid prototyping, rapid tooling, rapid manufacturing*. Hanser Publication. https://doi.org/10.3139/9783446431621.fm

Gebhardt, A., & Hötter, J.-S. (2016). *Additive manufacturing: 3D printing for prototyping and manufacturing*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG.

Ghaffar, S. H., Corker, J., & Fan, M. (2018). Additive manufacturing technology and its implementation in construction as an eco-innovative solution. *Automation in Construction*, 93, 1–11.

Giannatsis, J., & Dedoussis, V. (2009). Additive fabrication technologies applied to medicine and health care: A review. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 40(1), 116–127.

Hamidi, F., & Aslani, F. (2019). Additive manufacturing of cementitious composites: Materials, methods, potentials, and challenges. *Construction and Building Materials*, 218, 582–609.

Hornick, J. (2015). *3D Printing Will Rock The World*. South Carolina: Create Space Independent Publishing Platform.

ISO/ASTM 52900. (2015). *Standard terminology for additive manufacturing – General principles – Terminology*. International Organization for Standardization / ASTM International.

Jianchao, Z., Zhang, T., Faried, M., & Wengang, C. (2017). 3D printing cement based ink, and its application within the construction industry. *MATEC Web of Conferences*, 120, 02003.

Khoshnevis, B. (2003). Toward total automation of on-site construction: An integrated approach based on contour crafting. In *Proceedings of ISARC* (pp. 61–66).

Kılıç, S., & Alkan, R. M. (2018). Dördüncü sanayi devrimi Endüstri 4.0: Dünya ve Türkiye değerlendirmeleri. *Girişimcilik İnovasyon ve Pazarlama Araştırmaları Dergisi*, 2(3), 29–49.

Lim, S., Buswell, R. A., Le, T. T., Austin, S. A., Gibb, A. G., & Thorpe, T. (2012). Developments in construction-scale additive manufacturing processes. *Automation in Construction*, 21, 262–268.

Lloret, E., Shahab, A. R., Linus, M., Flatt, R. J., Gramazio, F., Kohler, M., & Langenberg, S. (2015). Complex concrete structures: Merging existing casting techniques with digital fabrication. *Computer-Aided Design*, 60, 40–49.

Ma, G., Wang, L., & Ju, Y. (2018). State-of-the-art of 3D printing technology of cementitious material: An emerging technique for construction. *Science China Technological Sciences*, 61(4), 475–495.

Özer, G. (2020). Eklemeli üretim teknolojileri üzerine bir derleme. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1), 606–621.

Özsoy, K., & Duman, B. (2017). Eklemeli imalat (3 boyutlu baskı) teknolojilerinin eğitimde kullanılabilirliği. *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry*, 1(1), 36–48.

Pan, Y., Zhang, Y., Zhang, D., & Song, Y. (2021). 3D printing in construction: State of the art and applications. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 115(5), 1329–1348.

Perrot, A., Rangeard, D., & Pierre, A. (2016). Structural build-up of cement-based materials used for 3D-printing extrusion techniques. *Materials and Structures*, 49(4), 1213–1220.

Popović, A., & Milijić, A. (2020). Impact of reshoring in Industry 4.0 on economic development in the wake of COVID-19 crisis.

Rael, R., & San Fratello, V. (2011). *Developing concrete polymer building components for 3D printing*.

Sames, W. J., List, F. A., Pannala, S., Dehoff, R. R., & Babu, S. S. (2016). The metallurgy and processing science of metal additive manufacturing. *International Materials Reviews*, 61(5), 315–360.

Sculpteo. (2021). *The state of 3D printing report: 2021*. Retrieved from https://www.sculpteo.com/en/ebooks/state-of-3d-printing-report-2021/

Seelow, A. M. (2017). Models as a medium in architecture. *Preprints*, 2017120071. https://doi.org/10.20944/preprints201712.0071.v1

Schipper, R., Costanzi, C. B., Bos, F., Ahmed, Z., & Wolfs, R. (2017). Double curved concrete printing: Printing on non-planar surfaces. *SPOOL*, 4(2), 17–21.

Singamneni, S., Lv, Y., Hewitt, A., Chalk, R., Thomas, W., & Jordison, D. (2019). Additive manufacturing for the aircraft industry: A review. *Journal of Aeronautics & Aerospace Engineering*, 8(1), 1–13.

Uriondo, A., Miguez, M. E., & Perinpanayagam, S. (2015). The present and future of additive manufacturing in the aerospace sector: A review of important aspects. *Journal of Aerospace Engineering*, 1–16.

Yalçın, B., & Ergene, B. (2017). Endüstride yeni eğilim olan 3D eklemeli imalat yöntemi ve metalurjisi. *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi*, 9(3), 65–88.

Poyraz, Ö., & Kuşhan, M. C. (2018). Havacılık komponentlerinin bakım uygulamalarında katmanlı imalat teknolojilerinin kullanımı. *Mühendis ve Makine*, 59(691), 59–69.

MEASURING THE EFFICIENCY OF COMPANIES IN BIST 30 PARTICIPATION INDEX BY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

Esra BALCI

Dr., Istanbul Sabahattin Zaim University, Faculty of Business and Management Science, Istanbul, Turkiye

ABSTRACT

In today's competitive business environment, measuring and improving efficiency is critical for companies seeking long-term sustainability and market success. Firms must evaluate whether they utilize their financial resources effectively to generate optimal outputs. Companies must take corrective measures to address their weaknesses if inefficiencies are identified. Efficiency enhances productivity and competitive advantage by achieving the highest possible output with the least input. This study assesses the financial efficiency of 14 companies listed in the BIST Participation 30 index between 2019 and 2023. These companies operate in various sectors, including chemicals, petroleum rubber and plastic products, transportation and storage, basic metals, and defense industries. The BIST Participation index includes companies that comply with Islamic finance principles. This study employs Data Envelopment Analysis (DEA), a widely recognized non-parametric methodology designed to evaluate the relative efficiency of decision-making units (DMUs) by considering multiple input and output variables. Three financial indicators were selected as input variables: Total equity, total assets, and total liabilities. The output variables included net profit, return on assets (ROA), and return on equity (ROE). The data for the analysis were obtained from the companies' official financial statements and the Public Disclosure Platform (KAP), a platform managed by the Capital Markets Board of Turkiye (SPK), where companies listed on the Borsa Istanbul (BIST) are required to disclose their financial reports and other relevant information. The results show that five companies were efficient in 2022 and 2023, six were efficient in 2021, only one achieved efficiency in 2020, and five were efficient in 2019. The five most efficient companies were identified as GESAN, ASELS, MAVI, BIMAS, and SASA based on the average efficiency scores over the five years. This analysis provides a comprehensive understanding of firm-level efficiency under Islamic financial principles. It offers investors, managers, and policymakers valuable insights to enhance strategic financial decision-making and competitiveness in the Islamic capital market.

Keywords: BIST Participation, Data Envelopment Analysis, Efficiency, Stock Market, Financial Analysis

INTRODUCTION

Today, with the increasingly competitive environment, the issue of measuring the performance and efficiency of firms has gained importance. The existing competitive environment pushes firms to use their resources optimally. To achieve this, firms need to evaluate their performance within the sector in which they compete and identify the firms that they should take as reference to exist at the efficiency frontier. In performance evaluation studies, it should be determined which units are effective and what actions should be taken by ineffective units to become effective. This task is challenging in systems with many inputs and outputs. Therefore, firms need to conduct comprehensive performance measurements frequently. In addition to many different methods, Data Envelopment Analysis (DEA) is a widely used method for evaluating the performance of companies.

An Islamic Index is an index composed of the stocks of companies operating by Islamic principles. Islamic Indices are selected from the companies listed on the stock exchange that pass the qualitative and quantitative filtering stage and are a subset of the main company table. The purpose of Islamic Indices is to enable Muslim investors to invest in stock markets peacefully and earn interest-free earnings that do not contradict their beliefs.

The companies included in the Participation Index go through a two-stage filtering process similar to other Islamic indices. In the first stage, companies are screened based on their core business activities. Companies whose core business activities include interest-based finance, trade, services, brokerage (including banking, insurance, leasing, factoring and other interest-based activities), alcoholic beverages, gambling and games of chance, pork and similar food, press, broadcasting and advertising, tourism, entertainment, tobacco products,

weapons, gold, silver and foreign currency futures trading are excluded from the list. The remaining companies are filtered according to their financial ratios in the second stage. The financial criteria are as follows:

Total Interest-Bearing Loans / Market Capitalization < 30

Interest Bearing Cash and Securities / Market Capitalization <30

Revenues from Ineligible Sectors Identified in the First Phase / Total Revenues < 5

In Turkiye, five-year data of fourteen firms in the Participation 30 index, which includes firms that comply with the above-mentioned Islamic principles, will be evaluated by Data Envelopment Analysis (DEA) method.

MATERIALS AND METHODS

In performance evaluation studies, it should be determined which units are effective and what actions should be taken by ineffective units to become effective. This task is challenging in systems with many inputs and outputs. Therefore, firms need to conduct comprehensive performance measurements frequently. Among various performance evaluation methods, Data Envelopment Analysis (DEA), developed by Charnes, Cooper, and Rhodes in 1978, is one of the most widely used approaches for assessing the efficiency of companies (Cooper, Seiford, & Tone, 2006)

This study aims to determine the efficiencies of 14 different companies, from chemicals, petroleum rubber and plastic products, transportation and storage, basic metals, and defense sectors, etc., in the BIST Participation 30 index between 2019 and 2023 with Data Envelopment Analysis (DEA) by using Excel Solver. In this study, the efficiency of companies was evaluated using three input and three output variables, which were selected with reference to previous applications of Data Envelopment Analysis (DEA) in the literature. Specifically, the study by Gürbüz and Dumlu (2018), which analyzed the performance of firms listed in the BIST Sustainability Index, served as a basis for variable selection. The input variables used in the analysis are total equity, total assets, and total liabilities. On the other hand, the output variables are net profit, return on assets (ROA), and return on equity (ROE). This structure allows for a comprehensive assessment of financial performance through the DEA framework. Data were collected from the public disclosure platform (KAP) and the company's financial reports.

Table 1: Variables of Inputs and Outputs

Inputs	Outputs
I1: Total Equity	O1: Net Profit
I2: Total Liabilities	O2: Return On Assets (ROA) (Net Profit / Total Assets)
I3: Total Assets	O3: Return On Equity (ROE) (Net Profit/ Total Liabilities)

The number of decision-making units (DMUs) is two times the sum of inputs and outputs (number of DMUs ≥ 2 x (number of inputs + number of outputs) or at least one more than the sum of inputs and outputs (number of DMUs ≥ number of inputs + number of outputs +1) (Charnes, Cooper, & Rhodes, 1978)

FINDINGS AND DISCUSSION

Table 2 summarizes the descriptive statistics of the financial indicators used as inputs and outputs in the analysis of 14 companies listed in the BIST 30 Participation Index. Total Equity, Total Liabilities, and Total Assets are considered as input variables, while Net Profit, Return on Assets (ROA), and Return on Equity (ROE) are used as output variables. The data reveal a high level of variability among the companies, with substantial differences in financial size and performance. For instance, while the average total equity is

approximately 35.55 billion, it ranges from 3.89 billion to 162.22 billion. Similarly, net profit varies significantly, with some firms reporting losses and others achieving profits as high as 47.10 billion. The average ROA and ROE are 0.078 and 0.208, respectively, indicating overall moderate profitability, though values range from negative to relatively high. These variations highlight the diverse financial structures and efficiency levels across the sample, providing a valuable basis for further analysis using methods such as Data Envelopment Analysis (DEA).

Table 2: Summary Descriptive Results of Inputs and Outputs (Average of 2019-2023)

	Total Equity	Total Liabilities	Total Assets	Net Profit	Return On Assets	Return On Equity
Average (Total)	35.549.776	44.572.638	87.583.582	7.960.184	0,078	0,208
Standard deviation	44.945.326	54.465.711	116.725.213	13.231.226	0,060	0,167
Minimum	3.885.032	6.021.800	9.923.117	-1.056.283	-0,009	-0,048
Maximum	162.221.115	217.030.400	463.328.600	47.101.165	0,193	0,483
DMUs	14	14	14	14	14	14

Table 3 presents the annual efficiency scores and overall rankings of 14 companies listed in the BIST 30 Participation Index for 2019–2023, based on Data Envelopment Analysis (DEA). The efficiency scores, expressed as percentages, reflect the relative financial efficiency of each company in utilizing its inputs to generate outputs. The results reveal notable fluctuations in efficiency over the years for many firms. For example, BIMAS demonstrated consistently high efficiency, averaging 75.94% over the five years and ranking fourth overall. GESAN achieved the highest overall efficiency score (92.30%) and ranked first, maintaining full efficiency in the first three years. In contrast, TKFEN had the lowest average efficiency (26.47%) and ranked last (14th), indicating room for significant performance improvement. These findings underscore the differences in operational and financial efficiency among the analyzed firms and highlight the usefulness of DEA in benchmarking company performance over time.

Table 3: Efficiency Score and Ranking of the Companies (2019-2023)

Company	2019	2020	2021	2022	2023	Efficiency (%)	Rank
BIMAS	100,00%	56,88%	88,00%	81,37%	81,37%	75,94%	4
TUPRS.E	67,79%	25,77%	44,00%	100,00%	100,00%	67,51%	8
EREGLE	100,00%	46,82%	100,00%	9,52%	9,52%	67,62%	7
SASA.E	44,52%	72,75%	40,00%	100,00%	100,00%	70,87%	5
PETKM	55,41%	22,19%	100,00%	54,27%	54,27%	56,64%	10
MAVI.E	97,91%	2,36%	100,00%	100,00%	100,00%	80,05%	3
ENERJISA	52,79%	23,81%	57,00%	22,69%	22,69%	51,26%	11
TKFEN	57,02%	0,00%	25,00%	0,00%	0,00%	26,47%	14
ASELS.A	100,00%	83,23%	100,00%	33,65%	33,65%	80,07%	2
VESTEL	33,14%	42,23%	48,00%	100,00%	100,00%	47,23%	12
GESAN	100,00%	100,00%	100,00%	61,48%	61,48%	92,30%	1
KARDEMIR	8,56%	2,43%	100,00%	18,62%	18,62%	33,98%	13
PGSUS.E	100,00%	0,00%	0,00%	100,00%	100,00%	60,00%	9
THYAO.E	100,00%	0,00%	47,63%	100,00%	100,00%	69,53%	6

In 2019, six companies—BIMAS, EREGL, ASELS, GESAN, PGSUS, and THYAO—achieved full efficiency. However, in 2020, GESAN was the only firm to maintain full efficiency, which may be attributed to the adverse economic impacts of the COVID-19 pandemic. In 2021, six companies—EREGL, PETKM, MAVI, ASELS, GESAN, and KARDEMIR—were identified as fully efficient. The year 2022 saw another group of six companies—TUPRS, SASA, MAVI, VESTEL, PGSUS, and THYAO—reach full efficiency. A similar pattern was observed in 2023, with the same six companies maintaining their efficient status. Notably, MAVI, PGSUS, and THYAO distinguished themselves by achieving full efficiency in three of the five years analyzed, indicating relatively consistent performance over the period. These findings underscore both the temporal dynamics of firm-level efficiency and the value of longitudinal efficiency assessment in identifying sustained operational excellence.

CONCLUSION

This study investigates the financial efficiency of 14 companies listed in the BIST 30 Participation Index over the 2019–2023 period, employing the Data Envelopment Analysis (DEA) methodology. The DEA approach, recognized for its ability to evaluate the relative efficiency of decision-making units with multiple inputs and outputs, provided a robust framework for assessing firm-level performance under Islamic financial principles.

The findings reveal significant variations in efficiency across companies and years, reflecting both sectoral dynamics and broader economic conditions. For instance, the year 2020 exhibited a notable decline in efficiency for most firms, likely due to the economic disruptions caused by the COVID-19 pandemic. Only GESAN maintained full efficiency during this period, underscoring its resilience. Across the five-year span,

GESAN emerged as the most efficient company overall, followed by ASELS and MAVI, while TKFEN consistently lagged, indicating areas for strategic improvement.

The results also highlight that certain firms, particularly MAVI, PGSUS, and THYAO, demonstrated consistent efficiency across multiple years, achieving full efficiency in three of the five analyzed years. This consistency suggests strong internal management practices and effective resource utilization, making these companies potential benchmarks for others operating in similar sectors.

The broader implication of the study is the importance of integrating Islamic finance criteria with modern performance evaluation techniques such as DEA. This integration offers a comprehensive framework for investors, managers, and policymakers to assess and enhance financial efficiency while remaining compliant with ethical and religious standards. As the Islamic capital market continues to grow, such evaluations will become increasingly vital in fostering transparency, accountability, and strategic competitiveness among participating firms.

Although many studies measure the efficiency of companies listed in other BIST indices using Data Envelopment Analysis (DEA), no previous study has evaluated the efficiency of the companies listed in the BIST Participation Index using the DEA method. Therefore, this study is an original contribution to the field. Future research could expand the analysis by incorporating additional financial and non-financial variables, exploring cross-country comparisons, or utilizing alternative efficiency measurement techniques. Nevertheless, the current study contributes meaningfully to understanding firm-level efficiency within the scope of Islamic finance and provides actionable insights for stakeholders in the Turkish financial market.

REFERENCES

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). *Measuring the efficiency of decision-making units*. European Journal of Operational Research, 2(6), 429-444.

Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and its Applications.* Springer.

Gürbüz, E., & Dumlu, H. (2018). BİST Sürdürülebilirlik Endeksindeki şirketlerin etkinliklerinin ölçülmesi: Veri zarflama analizi ile bir uygulama. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 590–607.

Yıldız, S.B. 2015. "Katılım 30 Endeksi ile BİST 100 Endeksi'nin Performansının Değerlendirilmesi", *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, Cilt: 52, Sayı: 606.

https://www.kap.org.tr/tr

https://borsaistanbul.com/tr/endeks/1/3/katilim

MİKRO FİNANS YÖNTEMİ OLARAK KARZ-I HASEN: TÜRKİYE'DEKİ MESLEK LİSESİ ÖĞRENCİLERİNE YÖNELİK BİR UYGULAMA

Seyran ÖZCAN

İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İslam İktisadı ve Finansı, Doktora Programı,

ORCID: 0000-0001-8524-5637

ÖZET

Günümüz finans sisteminde kişiler ya da kurumlar finansman ihtiyaçlarını genellikle başta bankalar olmak üzere çeşitli finansal kurumlardan belirli bir maliyet karşılığında temin etmektedirler. Konvansiyonel (yaygın) finans sisteminde genellikle fon kullandırma karşılığında faiz alınmaktadır. Faiz hassasiyeti olan birey ya da kurumlar için de faizsiz finansman yöntemleri mevcuttur. Mikro finans kategorisinde değerlendirilen ve faizsiz bir finansman yöntemi olan Karz-ı Hasen de bu yöntemlerden biridir.

Türkiye'de karz finansmanı henüz kurumsallaşmamıştır. Karz finansmanı daha çok, vakıf ve dernekler gibi bir kaç sivil toplum kuruluşu düzeyinde uygulanmaktadır. Ayrıca Türkiye'de çok az sayıdaki bu kuruluşlardan kimi kendi üyelerine, kimisi de genç yaşta evliliğe teşvik amacıyla belirli bir yaş sınırı koyarak gençlere karz desteği sunmaktadır. Öte yandan Türkiye'de genç işsizlik problemi söz konusudur. Bu durumda bir ekonomide genç işsizlik problemi varken faizsiz de olsa borçla evlilik, rasyonel bir davranış olarak görülmemektedir.

Bu çalışmanın genel amacı, Türkiye'deki genç işsizlik problemine bir çözüm önerisi olarak karz finansmanının daha fazla yaygınlaşmasının ve ekonomiye katkılarının önemine dikkatleri çekmektir. Bu amaçla, genç işsizlerin önemli bir bölümünü oluşturan meslek lisesi mezunlarına, sahip oldukları mesleki bilgi ve becerilerine yönelik mikro girişimlerde bulunmalarını teşvik etmek için mikro finans olan karz finansmanının sağlanabilmesi önerisinde bulunulmuştur. Bunun için, Türkiye'de pazarlama ve perakende alanında mezun öğrenciler ile halen öğrenim gören meslek lisesi öğrencilerinin karz finansmanı kullanarak başlattıkları mikro girişim örneği ele alınmıştır.

Çalışmada mikro girişim örneği, nitel ve nicel araştırma yöntemleri birlikte kullanılarak karma bir araştırma yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Nicel verilerin elde edilmesinde yüz yüze anket yöntemi uygulanmış olup elde dilen veriler SPSS 25 istatistik veri analizi programı ile analiz edilmiştir. Nitel veriler için ise karz kullanan öğrencilere yönelik yarı yapılandırılmış görüşme formu yanında gözlem ve doküman inceleme desenleri kullanılmıştır.

Çalışmanın sonunda pazarlama ve perakende alanında öğrenim görmüş lise öğrencilerinin kendilerine sağlanan karz finansmanı ile başarılı bir mikro girişimde bulundukları görülmüştür. Bu örnekten hareketle, Türkiye'de meslek lisesi öğrencilerine eğitim öğretim süreçleri boyunca kazandıkları mesleki bilgi ve becerilerini gerçek hayata geçirebilecek bir fırsat olarak karz desteği verildiğinde, bunu iş fikrine ve bir girişime dönüştürebilecekleri anlaşılmıştır. Sonuç olarak, faizsiz bir finansman yöntemi olan karzın, gençler için önemli bir finansman desteği olduğu ve mikro girişimler için uygulanabilir olduğu görülmüş olup dolayısıyla buna benzer uygulamalarla yaygınlaştırılması gerektiği, böylece hem genç işsizliğin azaltılabileceği hem de ülke ekonomisine katkılarının olacağı vurgulanmıştır.

Anahtar kelimeler: *Mikro Finans, Faizsiz Finans,* Karz-ı Hasen*, Dijital Pazarlama, Mesleki Eğitim.*

KARZ-I HASEN AS A MICRO FINANCE METHOD: AN APPLICATION FOR VOCATIONAL HIGH SCHOOL STUDENTS IN TURKEY

ABSTRACT

In today's financial system, individuals or institutions generally obtain their financing needs from various financial institutions, primarily banks, for a certain cost. In the conventional (common) financial system, interest is usually received in return for the use of funds. There are also interest-free financing methods for

individuals or institutions that are sensitive to interest. Karz-ı Hasan, which is an interest-free financing method evaluated in the microfinance category, is one of these methods.

In Turkey, Karz financing has not yet been institutionalized. Karz financing is mostly implemented at the level of a few civil society organizations such as foundations and associations. In addition, some of these organizations, which are very few in number in Turkey, provide Karz support to their own members, while others provide Karz support to young people by setting a certain age limit in order to encourage young marriages. On the other hand, there is a youth unemployment problem in Turkey. In this case, when there is a youth unemployment problem in an economy, marrying with debt, even if it is interest-free, is not seen as a rational behavior.

The general purpose of this study is to draw attention to the importance of the widespread use of karz financing as a solution to the youth unemployment problem in Turkey and its contributions to the economy. For this purpose, it is suggested that karz financing, which is microfinance, can be provided to vocational high school graduates, who constitute a significant portion of the young unemployed, in order to encourage them to engage in micro-enterprises regarding their professional knowledge and skills. For this purpose, an example of micro-enterprises initiated by graduate students and current vocational high school students in the field of marketing and retail in Turkey using karz financing is discussed.

In the study, the microenterprise example was examined using a mixed research method using qualitative and quantitative research methods together. In order to obtain quantitative data, a face-to-face survey method was applied and the obtained data was analyzed with SPSS 25 statistical data analysis program. For qualitative data, observation and document review patterns were used along with a semi-structured interview form for students using karz.

At the end of the study, it was observed that high school students who studied marketing and retail successfully established microenterprises with the karz financing provided to them. Based on this example, it was understood that when karz support was given to vocational high school students in Turkey as an opportunity to put the professional knowledge and skills they gained during their education and training processes into real life, they could turn this into a business idea and an enterprise. As a result, it was seen that karz, which is an interest-free financing method, is an important financial support for young people and is applicable for microenterprises, and therefore it was emphasized that it should be widespread with similar applications, thus both reducing youth unemployment and contributing to the country's economy..

Keywords: *Micro Finance, Interest-Free Finance, Karz-ı Hasan, Digital Marketing, Vocational Education.*

FİNANSAL TEKNOLOJİLER VE FİNANSAL KAPSAYICILIK: ERİŞİM EŞİTSİZLİĞİNİ AŞMAYA NE KADAR YAKINIZ?

Fatma YILMAZ[1]

[1] Arş. Gör. İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, İslam Ekonomisi ve Finans Bölümü, https://orcid.org/0000-0002-5096-2043.

ÖZET

Finansal kapsayıcılık, son yıllarda kalkınma politikalarının ve küresel ekonomik eşitsizlikle mücadele stratejilerinin merkezinde yer almaktadır. Bankacılık sistemine erişimi sınırlı olan bireyler ve topluluklar için finansal hizmetlere erişim, sadece ekonomik fırsatlar yaratmakla kalmamakta, aynı zamanda sosyal dışlanmayı azaltan temel bir araç olarak değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, finansal teknolojilerin (FinTech) yükselişi, kapsayıcı finansal sistemlerin inşasında dönüştürücü bir potansiyele sahip olarak görülmektedir.

Bu çalışma, finansal teknolojilerin finansal kapsayıcılığı nasıl etkilediğini teorik bir çerçevede ele almayı amaçlamaktadır. Literatür temelli olarak yürütülecek araştırmada, 2010 yılı sonrasında yayımlanmış güncel akademik çalışmalar, politika raporları ve sektörel veriler taranarak FinTech'in çeşitli biçimleri (mobil ödemeler, dijital bankacılık, blockchain tabanlı uygulamalar, mikrofinans teknolojileri vb.) üzerinden kapsayıcılığa katkısı değerlendirilecektir. Çalışma, dijital teknolojilerin özellikle düşük gelirli bireyler, kırsal topluluklar ve göçmen gruplar gibi geleneksel finansal sistemden dışlanmış kesimler üzerindeki etkilerini ortaya koymayı hedeflemektedir.

Araştırmanın bulguları, dijitalleşmenin tek başına kapsayıcılığı garanti etmediğini; altyapı, dijital okuryazarlık, düzenleyici çerçeve ve güvenlik gibi unsurların da kapsayıcılığın sağlanmasında belirleyici olduğunu ortaya koymayı amaçlamaktadır. Ayrıca, FinTech'in sunduğu olanaklara rağmen bölgesel ve sosyoekonomik eşitsizliklerin dijital finans yoluyla da yeniden üretilebildiği bazı örnek vakalar analiz edilecektir.

Bu çalışma, FinTech'in finansal kapsayıcılıktaki rolüne dair disiplinler arası bir değerlendirme sunarak hem literatürdeki teorik boşlukları işaret etmekte hem de politika yapıcılara ve sektörel aktörlere yönelik yapıcı öneriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Finansal Teknolojiler, Finansal Kapsayıcılık, Dijital Finans, FinTech

FINANCIAL TECHNOLOGY AND INCLUSIVE FINANCE: HOW CLOSE ARE WE TO BRIDGING THE GAP?

ABSTRACT

Financial inclusion has become a critical priority in global development agendas, as access to financial services is no longer seen merely as an economic right but also as a vital mechanism for reducing social exclusion. A large portion of the global population—particularly those in low-income, rural, and marginalized communities—still lacks access to affordable and reliable financial services. In this context, the rise of financial technologies (FinTech) has sparked hope as a transformative force in narrowing this persistent financial gap.

This study aims to investigate the relationship between financial technologies and financial inclusion from a conceptual perspective. Through a comprehensive review of scholarly literature, policy reports, and sectoral data published after 2010, the paper evaluates the contribution of various FinTech applications—such as mobile payments, digital banking, blockchain-based systems, and microfinance technologies—to inclusive finance. While the study is global in scope, special attention will be given to regional disparities and case studies highlighting both progress and continuing barriers.

The findings are expected to reveal that while digital innovations have expanded the reach of financial services, they do not inherently ensure inclusiveness. Issues such as limited digital infrastructure, lack of digital literacy, regulatory gaps, and cybersecurity risks continue to pose significant barriers. Moreover, the study will

highlight cases in which digital financial solutions have inadvertently reinforced existing inequalities rather than resolving them.

By providing an interdisciplinary assessment of FinTech's role in financial inclusion, this paper aims to identify key challenges and opportunities, highlight gaps in the current literature, and offer practical insights for policymakers, financial institutions, and development actors.

Keywords: Financial Technology, Financial Inclusion, FinTech, Digital Finance, Underserved Communities

Giriş

Finansal kapsayıcılık, bireylerin ve işletmelerin uygun fiyatlı ve zamanında finansal ürün ve hizmetlere erişimini ifade eder. Bu kavram, yoksulluğun azaltılması, gelir eşitsizliklerinin giderilmesi ve ekonomik büyümenin desteklenmesi gibi hedeflere ulaşmada kritik bir rol oynamaktadır. Dünya Bankası'nın "*Financial Inclusion and Inclusive Growth: A Review of Recent Empirical Evidence*" raporunda belirtildiği üzere, finansal hizmetlere erişim, özellikle düşük gelirli bireyler ve kadınlar için tüketim düzeylerini artırmakta, riskleri yönetmelerine yardımcı olmakta ve yatırım yapma kapasitelerini geliştirmektedir (Demirgüç-Kunt, Klapper ve Singer, 2017).

Uluslararası Para Fonu (IMF) tarafından 2015 yılında yayımlanan çalışmada da finansal kapsayıcılığın makroekonomik faydaları vurgulanmaktadır (Sahay v.d., 2015). Bu çalışmaya göre, finansal kapsayıcılık ekonomik büyümeyi desteklemekte, ancak finansal derinlik arttıkça bu faydalar azalmaktadır. Ayrıca, finansal kapsayıcılığın ekonomik eşitsizliklerle ilişkili olduğu, ancak bu ilişkinin nispeten zayıf olduğu belirtilmektedir.

Finansal kapsayıcılığın Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH'lar) ile olan ilişkisi de dikkate değerdir. Özellikle SKH 1 (Yoksulluğun Sona Erdirilmesi), SKH 5 (Toplumsal Cinsiyet Eşitliği) ve SKH 8 (İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme) gibi hedeflerin gerçekleştirilmesinde finansal kapsayıcılık önemli bir araç olarak görülmektedir. Finansal hizmetlere erişim, bireylerin ekonomik fırsatlara katılımını artırmakta ve böylece daha kapsayıcı bir ekonomik büyüme sağlamaktadır (Chibba, 2009).

Finansal kapsayıcılığın yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda sosyal bir boyutu da bulunmaktadır. Bireylerin finansal sistemin dışında kalması, sadece gelir elde etme ve varlık edinme gibi ekonomik alanlarda değil, aynı zamanda temel hizmetlere erişim, sosyal yardımlardan yararlanma ve toplumsal hayata katılım gibi sosyal alanlarda da dışlanmalarına neden olabilmektedir. Consultative Group to Assist the Poor (CGAP) (2012) tarafından gerçekleştirilen dört ülke çalışmasına dayanan araştırma, sosyal nakit transfer programlarının finansal kapsayıcılık üzerinde olumlu etkileri olduğunu ortaya koymuştur (Bold, Porteous, ve Rotman, 2012). Çalışmada, sosyal yardımlardan faydalanan bireylerin finansal hizmetlere yönlendirilmesi sayesinde hem ekonomik bağımsızlıklarının hem de sosyal katılımlarının arttığı vurgulanmaktadır.

Bu bağlamda, finansal kapsayıcılık sosyal kapsayıcılığın bir aracı olarak da değerlendirilmekte; bireylerin toplumla bütünleşmelerini sağlayan, haklara ve fırsatlara eşit erişimi destekleyen bir unsur olarak önem kazanmaktadır. Bu durum, finansal hizmetlerin sadece birer ekonomik araç değil, aynı zamanda sosyal adaletin tesisi için de kritik birer yapı taşı olduğunu göstermektedir.

Finansal kapsayıcılığın bir diğer önemli yönü ise yoksulluğun azaltılmasındaki etkisidir. Finansal hizmetlere erişimi olmayan bireyler, yalnızca gelir elde etme fırsatlarından değil, aynı zamanda birikim yapma, kredi kullanma, riskleri yönetme ve üretken yatırımlar gerçekleştirme imkanlarından da yoksun kalmaktadır. Bu durum, yoksulluk döngüsünü besleyen yapısal bir engel oluşturur. Sharma ve Kukreja, finansal kapsayıcılığın Hindistan örneğinde yoksul kesimlerin ekonomik hayata katılımını artırarak gelir düzeylerini yükselttiğini göstermiştir (Sharma ve Kukreja, 2013). Benzer şekilde, Swamy tarafından yapılan bir diğer çalışmada, finansal hizmetlere erişimin, kırsal ve düşük gelirli topluluklarda tüketim seviyelerini ve sosyal güvenlik duygusunu artırdığı vurgulanmaktadır (Swamy, 2014).

Yapılan çok sayıda çalışma, kapsayıcı finansal sistemlerin yoksulluk oranlarını düşürmekle kalmayıp, aynı zamanda ekonomik şoklara karşı dayanıklılığı artırdığını da ortaya koymaktadır (Demirgüç-Kunt vd., 2018; Bruhn ve Love, 2014). Bireylerin güvenli bir şekilde para biriktirebilmesi, küçük kredilere erişebilmesi ve dijital ödeme sistemlerini kullanabilmesi, ekonomik istikrarsızlık anlarında hayatta kalabilmeleri açısından kritik öneme sahiptir. Dolayısıyla finansal kapsayıcılık, yalnızca bireysel kalkınmayı değil, aynı zamanda toplumsal refahı ve makro düzeyde sürdürülebilir kalkınmayı da destekleyen bir araç olarak değerlendirilmektedir.

Finansal kapsayıcılık yalnızca bireylerin gelir elde etmesine ya da yoksulluktan çıkmasına katkı sağlamakla kalmaz; aynı zamanda toplumsal ve ekonomik yapıların istikrarı üzerinde de çok yönlü olumlu etkiler üretir. Andrianaivo ve Kpodar tarafından hazırlanan kapsamlı bir çalışmada, finansal kapsayıcılığın kadınların ekonomik katılımını artırdığı, küçük işletmelerin büyümesine olanak sunduğu ve genel anlamda toplumsal verimliliği yükselttiği vurgulanmaktadır (Andrianaivo ve Kpodar, 2011). Özellikle gelişmekte olan ekonomilerde, finansal hizmetlere erişimin artmasıyla birlikte kayıt dışı sektörlerin daraldığı, bireylerin geleceğe yönelik yatırım yapma eğilimlerinin arttığı ve sosyal güvenlik mekanizmalarının güçlendiği gözlemlenmiştir.

Bunlara ek olarak, Sarma ve Pais, finansal erişimin genişletilmesinin gelir eşitsizliklerini azaltma, sosyal mobiliteyi teşvik etme ve makroekonomik istikrarı destekleme gibi dolaylı etkiler yarattığını ortaya koymaktadır (Sarma ve Pais, 2011). Finansal kapsayıcılık düzeyi yüksek toplumların, yalnızca bireysel refah düzeylerinde değil, aynı zamanda eğitim, sağlık ve iş gücüne katılım gibi diğer kalkınma göstergelerinde de daha güçlü performans sergilediği çeşitli ampirik çalışmalarla ortaya konmuştur. Bu nedenle, kapsayıcı finansal sistemlerin kurulması, yalnızca finans sektörünün dönüşümü değil, aynı zamanda toplumun daha adil, üretken ve dirençli bir yapıya kavuşması açısından da stratejik bir gerekliliktir (Honohan, 2008).

Bu çok yönlü faydalara rağmen, finansal kapsayıcılığın potansiyelinden tam anlamıyla yararlanıldığı söylenemez. Hâlen milyarlarca insan, özellikle düşük gelirli bireyler, kırsal nüfus, kadınlar ve göçmen topluluklar, temel finansal hizmetlere erişimden yoksundur. Bu noktada, dijital teknolojiler ve yenilikçi finansal çözümler içeren finansal teknolojiler (FinTech), geleneksel finansal sistemlerin ulaşamadığı alanlara erişim sağlamada umut verici bir araç olarak öne çıkmaktadır. Ancak bu teknolojik gelişmeler, her durumda otomatik olarak kapsayıcı sonuçlar doğurmamaktadır; altyapı yetersizlikleri, dijital okuryazarlık eksikliği ve düzenleyici boşluklar gibi faktörler, FinTech'in kapsayıcı potansiyelini sınırlandırabilmektedir.

Bu bağlamda, bu çalışma FinTech uygulamalarının finansal kapsayıcılığa olan etkisini kavramsal düzeyde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. 2010 yılından sonra yayımlanmış akademik literatür, politika raporları ve sektörel veriler temelinde yürütülecek bu araştırma; mobil ödeme sistemleri, dijital bankacılık, blokzincir tabanlı çözümler ve mikrofinans teknolojileri gibi yenilikçi araçların erişim eşitsizliğini ne ölçüde azaltabildiğini sorgulayacaktır. Araştırma, küresel ölçekte bir çerçeveye sahip olmakla birlikte, bölgesel farklılıkları ve belirli uygulama örneklerini dikkate alarak daha dengeli bir analiz sunmayı hedeflemektedir. Böylece hem literatürdeki kuramsal boşluklara katkı sunulması hem de politika yapıcılar ve sektör aktörleri için yol gösterici öneriler geliştirilmesi amaçlanmaktadır.

Literatür Taraması

Finansal Okuryazarlık ve Kapsayıcılık İlişkisi

Finansal okuryazarlık, bireylerin finansal ürünleri anlaması, değerlendirmesi ve etkin şekilde kullanması için kritik bir beceridir. Bu becerinin gelişmiş olması, bireylerin finansal hizmetleri yalnızca edinmesini değil, aynı zamanda sürdürülebilir biçimde kullanmasını da sağlar. Literatürde çok sayıda çalışma, finansal okuryazarlık düzeyinin finansal kapsayıcılığı doğrudan etkilediğini ortaya koymuştur. Örneğin Hindistan'da yapılan araştırmalar, okuryazarlık programlarının düşük gelirli grupların finansal araçlara yöneliminde belirleyici olduğunu göstermektedir (Atkinson ve Messy, 2012). Gana'da yürütülen benzer bir çalışmada ise, işletme sahiplerinin finansal okuryazarlık düzeylerinin artmasıyla birlikte krediye erişimlerinde ve firma büyüme oranlarında anlamlı artışlar gözlemlenmiştir. Ayrıca Asya'da yapılan geniş çaplı analizler, finansal okuryazarlık düzeyi yüksek bireylerin sadece banka hesabı sahibi olma olasılığının değil, aynı zamanda dijital finansal ürünleri kullanma eğilimlerinin de daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur (Grohmann, Klühs ve Menkhoff, 2018).

Finansal İnovasyonlar ve Teknolojik Gelişmelerin Finansal Kapsayıcılığa Etkisi

Finansal inovasyonlar, geleneksel finansal sistemlerin erişemediği birey ve topluluklara ulaşma noktasında çığır açan fırsatlar sunmaktadır. Mobil bankacılık, dijital cüzdanlar, blokzincir temelli ödeme sistemleri ve mikrofinans uygulamaları gibi teknolojik çözümler, düşük maliyetli, erişilebilir ve kullanıcı dostu hizmetlerle finansal kapsayıcılığı desteklemektedir (Beck vd., 2016; Bazarbash, 2019). Özellikle mobil teknolojilerin yaygınlaşması, banka şubesi bulunmayan bölgelerde yaşayan bireylerin temel finansal hizmetlere ulaşmasını mümkün kılmıştır. Donou-Adonsou ve Sylwester (2016), mobil telefonların tasarruf davranışı üzerindeki

olumlu etkilerini göstererek, bu teknolojilerin hanehalkı düzeyinde ekonomik güvenliği artırdığını vurgulamıştır.

Afrika'da M-Pesa gibi mobil ödeme sistemleri; Güneydoğu Asya'da dijital bankacılık uygulamaları ve mikro-kredi platformları; Latin Amerika'da blokzincir temelli havale sistemleri, FinTech çözümlerinin bölgesel düzeyde kapsayıcı etkilerini sergileyen başlıca örneklerdendir. Bu tür teknolojiler, bankacılık altyapısı yetersiz ya da banka hesabı olmayan bireyler için alternatif çözümler sunmakta, formel finansal sisteme ilk kez katılımı mümkün kılmaktadır (City of London Corporation, 2022).

Ancak teknolojik inovasyonların sağladığı bu olumlu etkiler, her koşulda kendiliğinden gerçekleşmemektedir. Altyapı eksiklikleri, internet erişiminin sınırlı olması, dijital okuryazarlık düzeyinin düşüklüğü ve regülasyon açıkları, bu teknolojilerin kapsayıcı potansiyelini sınırlayan başlıca faktörler arasında yer almaktadır (Tombini, 2024).

Bölgesel Deneyimler ve Uygulama Örnekleri

FinTech uygulamalarının finansal kapsayıcılığa etkisi, yalnızca kullanılan teknolojilerin niteliğine değil, aynı zamanda uygulandığı coğrafi ve sosyo-ekonomik bağlama da bağlıdır. Bu nedenle bölgesel örnekler, teknolojik çözümlerin kapsayıcılığı ne ölçüde artırabildiğini anlamak açısından önemli birer gösterge sunar. Afrika kıtası, FinTech'in kapsayıcılıktaki dönüştürücü gücünü en açık şekilde gözlemleyebileceğimiz bölgelerden biridir. Özellikle Kenya'daki M-Pesa uygulaması, banka hesabı olmayan milyonlarca insanın finansal sisteme entegre olmasını sağlayarak, finansal hizmetlerin yaygınlaşmasında devrim yaratmıştır (Jack ve Suri, 2014).

Benzer şekilde, Hindistan'da geliştirilen Jan Dhan Yojana dijital finans sistemleriyle entegre edilmiş sosyal yardım programları aracılığıyla milyonlarca bireyin banka hesabına kavuşması sağlanmış ve doğrudan devlet destekleriyle dijital finansal katılım teşvik edilmiştir (Chakrabarti vd., 2024). Güneydoğu Asya bölgesi ise yüksek internet penetrasyonu, genç nüfus ve teknolojiye açık pazar yapısıyla FinTech çözümlerinin yaygınlaştığı bir diğer önemli coğrafyadır. Endonezya, Vietnam ve Filipinler'de geliştirilen mobil bankacılık ve mikrofinans uygulamaları, özellikle kırsal kesimlerde yaşayan bireylerin dijital finansal hizmetlere erişimini artırmıştır (Asian Development Bank, 2021).

Ancak tüm bu uygulamalar, aynı zamanda politik kararlılık, düzenleyici netlik ve altyapı yatırımı gibi dışsal faktörlerin önemine de işaret etmektedir. Örneğin bazı Afrika ülkelerinde FinTech çözümlerinin yaygınlaşmasına rağmen, regülasyon eksikliği ve düşük dijital okuryazarlık düzeyi kapsayıcılığın önünde ciddi bir engel oluşturmaktadır (Ozili, 2021). Bu durum, her FinTech uygulamasının her coğrafyada aynı etkiyi yaratmayacağını; başarılı sonuçların ancak yerel bağlam gözetilerek alınabileceğini göstermektedir.

Eleştirel Yaklaşımlar ve Literatürdeki Boşluklar

Her ne kadar finansal teknolojilerin kapsayıcı finansın gelişiminde umut verici fırsatlar sunduğu yönünde güçlü bir literatür bulunsa da, bu olumlu yaklaşımların yanında giderek artan bir şekilde eleştirel çalışmalar da dikkat çekmektedir. Özellikle Ozili (2021), finansal kapsayıcılıkla ilgili literatürün büyük oranda gelişmeci (pro-developmentalist) bir bakış açısıyla ele alındığını ve bu nedenle birçok yapısal sorunun göz ardı edildiğini ifade etmektedir. Yazar, finansal kapsayıcılıkta sıkça karşılaşılan sorunları şu şekilde sıralamaktadır: hizmetleri kullanan bireylerin çoğunun "pasif kullanıcı" statüsünde kalması, aşırı kapsayıcılığın borç tuzağı gibi yeni riskler yaratması, dışlanan grupların tanımlanmasındaki zorluklar, bankaların gönülsüzlüğü, makro-finansal dengesizlik ve araştırma ortamının eleştirel analizden yoksun olması (Ozili, 2021).

Bunlara ek olarak, bazı çalışmalar FinTech'in kapsayıcılığı artırmak yerine dijital eşitsizlikleri derinleştirebileceğini öne sürmektedir. Özellikle dijital okuryazarlığı düşük bireyler, karmaşık FinTech uygulamaları karşısında dışlanmaya devam etmekte; hatta geleneksel yöntemlere göre daha fazla risk altında kalmaktadır (Gabor & Brooks, 2017). Ayrıca, FinTech sistemlerinin veri odaklı yapısı, mahremiyet, etnik ayrımcılık ve otomatik dışlama gibi etik sorunları da beraberinde getirmektedir.

Literatürde göze çarpan bir diğer boşluk ise, FinTech'in bölgesel etkilerinin sistematik biçimde karşılaştırılmasına dair çalışmaların sınırlı oluşudur. Çoğu çalışma Afrika ve Güney Asya örneklerine yoğunlaşmakta; Avrupa, Orta Doğu ve Latin Amerika gibi bölgelerdeki gelişmeler ya görmezden gelinmekte ya da yüzeysel geçilmektedir. Ayrıca teorik düzlemde FinTech'in kapsayıcılığa katkısını ölçebilecek yeni

kavramsal modeller ve etki analizleri henüz yeterince geliştirilmemiştir. Bu durum, konunun çok yönlü ve bağlama duyarlı biçimde analiz edilmesini zorlaştırmaktadır.

Yöntem

Bu çalışma, finansal teknolojiler ve kapsayıcılık üzerine yayımlanmış akademik yayınlar, politika belgeleri ve sektörel raporlar temelinde yürütülen kavramsal bir araştırmadır. Literatür taraması yöntemiyle elde edilen bulgular sınıflandırılarak FinTech uygulamalarının finansal kapsayıcılığa katkısı nitel olarak değerlendirilmiştir. Veri analizine dayalı bir ampirik yöntem izlenmemiştir; ancak bölgesel örnekler ve vaka çalışmaları ışığında karşılaştırmalı değerlendirmeler yapılmıştır (Web of Science, Scopus, CGAP, IMF Working Papers).

Bulgular ve Tartışma

Finansal teknolojilerin kapsayıcılığa katkısı üzerine yapılan değerlendirmeler, bu araçların potansiyelini ortaya koymakla birlikte, etkilerinin bölgesel, yapısal ve kültürel faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Literatür taramasında yer alan çalışmalar, özellikle mobil bankacılık, dijital cüzdanlar, blokzincir tabanlı uygulamalar ve mikrofinans teknolojileri gibi araçların, daha önce formel finansal sistemin dışında kalan bireyleri sisteme dahil etme konusunda belirli bir başarı sağladığını göstermektedir (Jack & Suri, 2014; Donou-Adonsou & Sylwester, 2016). Bu başarı, özellikle banka şubesi bulunmayan kırsal bölgelerde, düşük işlem maliyetleri ve hızlı erişim avantajı ile öne çıkmaktadır.

Bununla birlikte, teknolojik araçların sunduğu erişim imkanları, her zaman etkin ve sürdürülebilir kullanım anlamına gelmemektedir. Finansal okuryazarlık düzeyinin yetersizliği, kullanıcıların finansal teknolojilere erişse bile bu hizmetleri anlamlı şekilde kullanmalarını engellemekte; bu da hizmete erişim ile hizmetten faydalanma arasında bir kopukluk yaratmaktadır (Grohmann et al., 2018). Ayrıca dijital altyapı yetersizlikleri, veri güvenliği endişeleri ve düzenleyici çerçevenin net olmayışı gibi faktörler, özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde teknolojinin kapsayıcılığı sınırlayan boyutlarını ortaya koymaktadır (BIS, 2021).

Finansal kapsayıcılık konusunda teknolojinin rolünü incelerken dikkat çeken bir diğer husus ise "pasif kullanıcı" meselesidir. Birçok birey, dijital finansal hizmetlere kayıt olmuş olsa da, bunları aktif olarak kullanmamakta ya da yalnızca tek bir işlem türüyle sınırlı kalmaktadır (Ozili, 2021). Bu durum, teknolojik kapsayıcılığın yüzeysel düzeyde kaldığını ve sosyal dışlanmayı tam anlamıyla gideremediğini göstermektedir. Özellikle kadınlar, yaşlı bireyler ve düşük eğitim düzeyine sahip gruplar, teknolojik yeniliklerden teorik olarak faydalanabilecek olsalar da pratikte erişim ve kullanımda ciddi eşitsizlikler yaşamaktadır.

Ayrıca bazı araştırmalar, FinTech çözümlerinin yeni türden eşitsizlikler yarattığını da ortaya koymaktadır. Örneğin yapay zekâ temelli kredi değerlendirme sistemleri, düşük veri geçmişine sahip bireyleri otomatik olarak dışlayabilmekte; algoritmik önyargılar nedeniyle belirli grupların sistematik olarak ayrımcılığa uğraması mümkün hâle gelmektedir (Gabor & Brooks, 2017). Bu durum, finansal kapsayıcılığın dijitalleşme ile birlikte nasıl daha karmaşık bir hale geldiğini ve regülasyonların bu gelişmeye paralel biçimde güncellenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Finansal kapsayıcılık, yalnızca finansal ürünlere erişim değil, bu ürünlerin etkin ve sürdürülebilir kullanımını da içermektedir (Allen vd., 2016). Mobil teknolojiler ve dijital finansal çözümler, geleneksel bankacılığın ulaşamadığı bölgelere hizmet götürmüş; özellikle Afrika ve Asya'daki FinTech çözümleri önemli başarılar elde etmiştir (Mothobi ve Grzybowski, 2017). Ancak dijitalleşme tek başına bir çözüm değildir. Altyapı eksiklikleri, güvenlik riskleri, regülasyon açıkları ve dijital okuryazarlık yetersizliği bu teknolojilerin sınırlayıcı yönlerini ortaya koymaktadır (Zins ve Weill, 2016; Sahay vd., 2015). Bazı FinTech uygulamaları ise yeni eşitsizlik biçimleri üretmiş ya da mevcut yapıları güçlendirmiştir (Ozili, 2021).

Sonuç olarak, FinTech çözümleri finansal kapsayıcılıkta güçlü araçlar sunmakta; ancak bu araçların başarısı, yalnızca teknolojik altyapıya değil, aynı zamanda sosyal, kurumsal ve kültürel koşullara da bağlıdır. Teknolojinin sunduğu erişim imkanlarını gerçek bir kapsayıcılığa dönüştürebilmek için çok katmanlı bir stratejiye ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç ve Değerlendirme

Bu çalışma, finansal teknolojilerin (FinTech) finansal kapsayıcılığa olan etkisini kavramsal düzlemde inceleyerek, dijital araçların kapsayıcı finansal sistemlerin inşasındaki rolünü çok boyutlu bir perspektiften ele almıştır. Literatür taraması sonucunda ulaşılan bulgular, FinTech uygulamalarının özellikle banka hesabı olmayan bireylerin sisteme dahil edilmesinde önemli katkılar sağladığını ortaya koymaktadır. Mobil bankacılık, dijital cüzdanlar ve blokzincir temelli çözümler, geleneksel bankacılığın ulaşamadığı alanlarda düşük maliyetli ve hızlı finansal hizmetler sunarak erişimi artırmaktadır.

Ancak bu teknolojilerin sunduğu potansiyelin kapsayıcılık hedefine ulaşabilmesi, yalnızca teknik imkanlara değil; aynı zamanda dijital okuryazarlık, regülasyon, veri güvenliği, sosyo-kültürel uyum ve ekonomik eşitsizlikler gibi bir dizi yapısal faktöre bağlıdır. FinTech çözümleri çoğu zaman "erişim" sorununu çözse de "etkin kullanım" ve "eşit faydalanma" hedeflerine ulaşmada sınırlı kalabilmektedir. Ayrıca algoritmik ayrımcılık, veri yoksunluğu ve pasif kullanıcı sorunu gibi dijitalleşmeye özgü yeni eşitsizlik dinamikleri de ortaya çıkmaktadır.

Bu bağlamda hem akademik hem de pratik düzeyde şu öneriler geliştirilmiştir:

1. Politika yapıcılar, FinTech uygulamalarını düzenlerken dijital kapsayıcılığın yanı sıra veri güvenliği, kullanıcı hakları ve etik ilkelere öncelik vermelidir.
2. Finansal kurumlar, ürün tasarımlarını dijital okuryazarlık düzeyi düşük kullanıcılar için sadeleştirmeli ve kullanıcı dostu çözümler geliştirmelidir.
3. Dijital altyapıya yatırım, kapsayıcılığın artırılmasında kilit rol oynar; özellikle kırsal alanlarda internet erişiminin yaygınlaştırılması gereklidir.
4. Akademik araştırmalar, bölgesel karşılaştırmalı analizler, cinsiyet ve yaş gibi demografik değişkenlere dayalı etki değerlendirmeleri ve algoritmik sistemlerin adalet boyutuna daha fazla odaklanmalıdır.

Sonuç olarak, FinTech'in kapsayıcı potansiyeli büyüktür; ancak bu potansiyelin gerçeğe dönüşebilmesi, teknolojik ilerlemelerin ötesinde sistematik, bütüncül ve adil yaklaşımlar gerektirmektedir.

Kaynakça

Allen, F., Demirguc-Kunt, A., Klapper, L., & Peria, M. S. M. (2016). The foundations of financial inclusion: Understanding ownership and use of formal accounts. *Journal of Financial Intermediation*, 27, 1–30.

Andrianaivo, M. ve Kpodar, K. (2011). *ICT, Financial Inclusion, and Growth Evidence from African Countries.* IMF Working Papers. 11. 10.5089/9781455227068.001.

Asian Development Bank (2021). *Toward Green and Inclusive Recovery*.

Atkinson, A. ve Messy, F. (2012) *Measuring Financial Literacy: Results of the OECD/International Network on Financial Education (INFE) Pilot Study*. OECD Working Papers on Finance, Insurance and Private Pensions, No. 15, OECD Publishing. http://www.oecd-ilibrary.org/finance-and-investment/measuring-financial-literacy_5k9csfs90fr4-en

Bazarbash, M. (2019). *Fintech in Financial Inclusion: Machine Learning Applications in Assessing Credit Risk*. IMF Working Paper No. 19/109.

Beck, T., Tao, C., Chen. L. Ve Frank, M. (2016). Financial Innovation: The bright and the dark sights. *Journal of Banking and Finance*, 72, 28-51. https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2016.06.012.

Bold, C., Porteous, D. ve Rotman, S. (2012). *Social Cash Transfers and Financial Inclusion: Evidence from Four Countries*. CGAP Report No: 77. February. https://www.cgap.org/sites/default/files/Focus-Note-Social-Cash-Transfers-and-Financial-Inclusion-Evidence-from-Four-Countries-Feb-2012.pdf

Bruhn, M. and Love, I. (2014*),* The Real Impact of Improved Access to Finance: Evidence from Mexico. *The Journal of Finance*, 69: 1347-1376. https://doi.org/10.1111/jofi.12091

Chakrabarti, S., Chakrabarti, S., Bhandari, A. K., Saha, D. ve Mazumder, R. (2024). *Perspectives in Finance and Digital Transformations in Business*, Routledge, India.

Chibba, M. (2009). Financial Inclusion, Poverty Reduction and the Millennium Development Goals. *European Journal of Development Research* Vol. 21/2, 213–230.

City of London Corporation. (2022). *Powering the FinTech revolution*. https://www.cityoflondon.gov.uk/supporting-businesses/economic-research/research-publications/powering-the-fintech-revolution

Demirgüç-Kunt, A., Klapper, L. Ve Singer, D. (2017). *Financial inclusion and inclusive growth: a review of recent empirical evidence.* Policy Research working paper no. WPS 8040 Washington, D.C.: World Bank Group. http://documents.worldbank.org/curated/en/403611493134249446

Demirgüç-Kunt, A., Klapper, L., Singer, D., Bushra ANSARİ, S., & Hess, J. (2018). *The Global Findex Database 2017: Measuring Financial Inclusion and the Fintech Revolution*. World Bank. DOI: 10.1596/978-1-4648-1259-0.

Donou-Adonsou, F. ve Sylwester, K. (2016). Financial development and poverty reduction in developing countries: New evidence from banks and microfinance institutions. *Review of Development Finance*. 6(1), 89-90. 10.1016/j.rdf.2016.06.002.

Gabor, D. ve Brooks, S. (2017). The digital revolution in financial inclusion: international development in the fintech era. *New Political Economy, Taylor & Francis Journals,* 22(4), 423-436. DOI: 10.1080/13563467.2017.1259298

Grohmann, A., Klühs, T., & Menkhoff, L. (2018). Does financial literacy improve financial inclusion? Cross country evidence. *World Development*, 111, 84-96.

Honohan, P. (2008). Cross-country variation in household access to financial services. *Journal of Banking & Finance*, 32(11), 2493-2500.

Jack, W. ve Suri, T. (2014). Risk Sharing and Transactions Costs: Evidence from Kenya's Mobile Money Revolution. *American Economic Review* 104 (1): 183–223. DOI: 10.1257/aer.104.1.183

Mothobi, O., ve Grzybowski, L. (2017). Infrastructure deficiencies and adoption of mobile money in Sub-Saharan Africa. *Information Economics and Policy*, 40, 71–79.

Ozili, P. K. (2021). Financial inclusion research around the world: A review. *Taylor & Francis Journals*, 50(4), 457–479.

Sahay, R., Cihak, M., N'Diaye, M., Barajas, A., Mitra, S., Kyobe, A., Mooi, Y. N. Ve Yousefi, S. R. (2015). (2015). *Financial Inclusion: Can It Meet Multiple Macroeconomic Goals?* IMF Staff Discussion Note SDN/15/17.

Sarma, M. ve Pais, J. (2011). Financial Inclusion and Development. *Journal of International Development*, 23(5): 613-628. https://doi.org/10.1002/jid.1698

Sharma, A., & Kukreja, S. (2013). An Analytical Study: Relevance of Financial Inclusion for Developing Nations. *International Journal of Engineering and Science*, 2, 15-20. https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2755643

Swamy, V. (2014). Financial Inclusion, Gender Dimension, and Economic Impact on Poor Households. *World Development*, 56(C), pages 1-15. 10.1016/j.worlddev.2013.10.019.

Tombini, A. (2024). *Promoting financial inclusion through technological innovation in the Americas*. Bank for International Settlements. https://www.bis.org/speeches/sp241021.pdf

Zins, A., ve Weill, L. (2016). The determinants of financial inclusion in Africa. *Review of Development Finance*, 6(1), 46–57.

İMAR UYGULAMALARINDAN ELDE EDİLEN RESMİ KURUM PARSELLERİNİN MÜLKİYET PROBLEMLERİ

Hasan ÇAĞLA

Dr., Emekli; 0000-0002-4876-534X

Tayfun ÇAY

Prof.Dr., Konya Teknik Üniversitesi; 0000-0002-4661-5583

ÖZET

4.7.2019 Tarih Ve 7181 Sayılı Tapu Kanunu ve Bazı kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun dan önce 3194 sayılı İmar Kanunu uygulamalarında resmi kurum parselleri (Sosyal Tesis, Okul Alanı, sağlık Tesisi v.s) düzenlemeye giren kadastro parsellerinden hisseleri oranında karşılanmaktaydı. Bu durum 7181 sayılı imar kanunu değişikliği ile resmi kurum parsellerinin tamamının Düzenleme ortaklık payından karşılanması max Düzenleme Ortaklık Payı %45 olması ile 4.7.2019 tarihinden itibaren mülkiyet problemi olmaktan çıkmıştır.

Ancak, 3194 sayılı İmar Kanunu'nun yürürlüğe girdiği 1985 tarihinden 2019 tarihine kadar yapılan uygulamalarda resmi kurum parselleri kadastro parsellerinden hisseleri oranında kesildiğinden çok hisseli, (13-217 gibi) resmi kurum parsellerinin oluştuğu ve tescil edildiği görülmektedir. Zaman içinde bu parsellerin çok hisseli olması nedeniyle kamulaştırılamadığı, resmi kurum binalarının yapılmadığı, yatırıma dönüştürülmediği, görülmektedir.

Bu çalışmada seçilen Konya-Meram-Karahüyük Mah. M.203 nolu uygulama sahasındaki resmi kurum atıl şekilde durumda bulunan, hiçbir şekilde yatırıma dönüşmeyen parsellerinin mülkiyet problemleri incelenmiştir. İlgili idarelerin uygulama sonucu oluşan Resmi Kurum parselleri ile ilgili hiçbir işlem yapmaması nedeniyle söz konusu parsellerdeki şahıs hisselerinin mülkiyet kullanımın kısıtlı kalması, resmi kurum parsellerinde kamulaştırmasız el atma davaları açılmaya başladığı görülmektedir. Bu da ülke ekonomisine yargılamadan kaynaklanan zaman kaybı ve mali yükler getirmektedir. Kamu hizmetlerinin zamanında ve yerinde görülebilmesi için çok hisseli resmi kurum parsellerinin ilgili idareler tarafından kamulaştırmasız el atma davası açmak yerine, kamulaştırma bağış veya takas işlemlerinin tamamlanması yerinde olacağı kanaatine ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: İmar uygulaması, imar mevzuatı, düzenleme ortaklık payı, resmi kurum payı

OWNERSHIP PROBLEMS OF PUBLIC INSTITUTION PLOT OWNERSHIP OBTAINED FROM DEVELOPMENT APPLICATIONS

ABSTRACT

Before the Law No. 7181 on Amendments to the Land Registry Law and Certain Laws dated 4.7.2019, in the Zoning Law No. 3194 applications, official institution parcels (Social Facility, School Area, Health Facility etc.) were covered in proportion to their shares from the cadastral parcels included in the regulation. This situation has ceased to be an ownership problem as of 4.7.2019, with the amendment to the Zoning Law No. 7181, all official institution parcels are covered from the Regulation Participation Share with a maximum Regulation Partnership Share of 45%. However, since the Zoning Law No. 3194 came into force in 1985 until 2019, official institution parcels were cut from the cadastral parcels in proportion to their shares, it is seen that official institution parcels with multiple shares (for example, 13-217) were formed and registered. It is seen that over time, these parcels could not be expropriated due to their multiple shares, official institution buildings were not built, and they were not converted into investments.

In this study, the ownership problems of the idle official institution parcels in the selected Konya-Meram-Karahüyük Mah. M.203 application area were examined. It is observed that since the relevant administrations did not take any action regarding the Official Institution parcels formed as a result of the application, the ownership use of the individual shares in the said parcels remained limited, and non-expropriatory seizure lawsuits began to be filed in official institution parcels. This also brings loss of time and financial burdens to the country's economy due to litigation. It was concluded that instead of filing a non-expropriatory seizure

lawsuit by the relevant administrations for multi-share official institution parcels, it would be appropriate to complete the expropriation donation or exchange transactions in order for public services to be provided on time and in place.

Keywords: Zoning application, zoning legislation, regulation participation share, official institution share

1.Giriş

3194 Sayılı İmar Kanunu'na göre, arazi ve arsa düzenlemesinin iki önemli tali amacı bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, umumi hizmet alanlarının, düzenleme ortaklık payı **(DOP)** vasıtasıyla bedelsiz olarak kamunun tasarrufuna geçmesidir (Yaran,1987). Bu sayede, arazi ve arsa düzenlemesi yapılan alanlarda kamu hizmetlerinin görülmesi için gerekli olan yol, yeşil alan, park gibi alanlar bedelsiz olarak kamu idarelerinin tasarrufuna geçmekte ve kamu idareleri, çok ciddi bir kamulaştırma külfetinden kurtulmaktadırlar. Parselasyon işlemlerinin ikinci tali amacı, resmi hizmet alanlarına ayrılan imar parsellerinin oluşturulmasıdır. Resmi hizmet alanlarına ayrılan imar parsellerinin oluşturulması amacıyla yapılan uygulamaya, kamu tesisleri alanına tahsis (uygulamadaki adıyla kamu ortaklık payı-**KOP**) adı verilmektedir. Bu uygulamada, düzenlemeye giren her parselin malikinden, belirli oranlarda resmi hizmet alanlarına tahsis yapılmaktadır (Şimşek, 2024). Resmi hizmet alanlarına tahsis edilen alanlar kamulaştırılana veya bağış yapılana kadar malikler adına yazılmaktadır.

Arazi ve arsa düzenlemesi işlemleri sırasında alınan kamu ortaklık payının temel amacı; düzenleme alanında ihtiyaç duyulan kamu hizmetlerinin karşılanmasına ve düzenleme sınırı içinde parselleri bulunan tüm maliklerin katılımını sağlamak, bu yolla düzenleme sahasındaki kamu hizmetlerine dönük altyapıyı oluşturmaktır.

3194 sayılı İmar Kanunu'nun 18.maddesinde Arazi ve Arsa Düzenlemelerinin nasıl yapılacağına ilişkin temel açıklamalar bulunmaktadır.

4.7.2019 Tarih Ve 7181 Sayılı Tapu Kanunu ve Bazı kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun' dan önce 3194 sayılı İmar Kanunu uygulamalarında resmi kurum parselleri (Sosyal Tesis, Okul Alanı, sağlık Tesisi v.s) düzenlemeye giren kadastro parsellerinden hisseleri oranında karşılanmaktaydı. Bu durum 7181 sayılı imar kanunu değişikliği ile resmi kurum parsellerinin tamamının Düzenleme ortaklık payından karşılanması max Düzenleme Ortaklık Payı %45 olması ile 4.7.2019 tarihinden itibaren mülkiyet problemi olmaktan çıkmıştır. Ancak, 3194 sayılı İmar Kanunu'nun yürürlüğe girdiği 1985 tarihinden 2019 tarihine kadar yapılan uygulamalarda resmi kurum parselleri kadastro parsellerinden hisseleri oranında kesildiğinden çok hisseli, resmi kurum parsellerinin oluştuğu ve tescil edildiği görülmektedir. 2019 yılına kadar olan süreçte;

1985 yılında yürürlüğe giren 3194 sayılı İmar Kanun'u ile düzenleme ortaklık payından karşılanacak yerler arasına "ibadet yeri" ve "karakol yeri" alanları da eklenmiştir. İmar planlarındaki yol, park vb. kamusal alanlar için düzenleme ortaklık payı %25 alındığında (1985 tarihinden önceki uygulamalarda) dahi yeterli gelmediği değerlendirilirken, buna ilaveten karakol yeri ve ibadet yerinin de düzenleme ortalık payından karşılanarak oluşturulduğunda DOP oranının %25 olması yeterli olmayacağından %35' e çıkarılması ihtiyacı doğmuştur ve düzenleme ortaklık payı üst sınırının %35' e yükseltilmesi kararına varılmıştır (R.G., Sayı:18749) . Aynı zamanda 3194 sayılı Kanun ile düzenleme ortaklık payı kapsamına alınmış olan ancak uygulama sırasında düzenleme ortaklık payının alınmasının olanaklı olmadığı durumlarda, eksik kalan miktarın kamulaştırma yolu ile bedele dönüştürülmesi ilkesi getirilmiştir (Çay ve S.Kandemir, 2022). Düzenleme ortaklık payları, düzenlemeye tabi tutulan yerlerin ihtiyacı olan Milli Eğitim Bakanlığına bağlı ilk ve ortaöğretim kurumları, yol, meydan, park, otopark, çocuk bahçesi, yeşil saha, ibadet yeri ve karakol gibi umumi hizmetlerden ve bu hizmetlerle ilgili tesislerden başka maksatlarla kullanılamayacağı açıklanmıştır.

(Değişik fıkra:4/7/2019-7181/9 md.) Bu madde hükümlerine göre, herhangi bir parselden bir defadan fazla düzenleme ortaklık payı alınmaması esastır. Ancak, her türlü imar planı kararı ile yapılaşma koşulunda ve nüfusta artış olması hâlinde, artış olan parsellerden, uygulama sonucunda oluşan değerinin önceki değerinden az olmaması kaydıyla, daha önceki imar uygulamalarında yapılan terk veya kesintiler dikkate alınmak suretiyle ilk uygulamadaki düzenleme ortaklık payı oranını % 45'e kadar tamamlamak üzere ilave düzenleme ortaklık payı kesintisi yapılabilir. Bu kanunla birlikte Düzenleme Ortaklık Payı (DOP) oranı yüzde 35 iken önce yüzde 40'a daha sonra 2019 yılında yapılan değişiklik ile yüzde 45'e çıkarılmıştır.

,

2.Kamu Ortaklık Payı (KOP) ve KOP Kesintisinin Açıklanması

İmar Kanunu'na göre her ne kadar kamulaştırma ve ifraz tevhid işlemleri ile imar uygulamaları kısmen uygulanmaya çalışılsa da en önemli ve yaygın uygulama aracı arazi ve arsa düzenlemesi (parselasyon) işlemleridir. Arazi ve arsa düzenlemesinin temel amacı, sağlıklı kentleşme için, kadastro parsellerini inşaat yapılabilecek imar parseli haline getirmektir. Bu husus Anayasa'nın 57. maddesinde yer alan *"Devlet, şehirlerin özelliklerini ve çevre şartlarını gözeten bir planlama çerçevesinde, konut ihtiyacını karşılayacak tedbirleri alır, ayrıca toplu konut teşebbüslerini destekler."* hükmü ile doğrudan ilgilidir. Dolayısıyla arazi ve arsa düzenlemesi işlemlerindeki temel amaç uygulama imar planı yapılan alanın gelişim ve ihtiyaç durumu dikkate alınarak üzere yeterli miktarda arsayı, konut yapımına hazır hale getirmektir (Şimşek, 2024).

Arazi ve arsa düzenlemeleri sırasında alınan kamu ortaklık payının temel amacı; düzenleme sahasında imar planında öngörülen kamu hizmetlerinin karşılanmasına düzenleme sınırı içindeki bütün kadastro parsellerinin katılımını sağlamak, bu yolla imar planında öngörülen resmi kurum alanlarının altyapısını oluşturmaktır. Bu uygulama, (mülga) 6785 sayılı İmar Kanunu ve bu Kanun'a dayanılarak çıkarılan yönetmeliklerle kurgulanan sistemin ortaya çıkardığı sıkıntıları aşmak amacıyla benimsenmiştir (Başlar, 2011). 6785 sayılı Kanun dönemindeki uygulamada resmi hizmet alanlarına ayrılan parsellere tahsis edilen taşınmazların, ilgili idare tarafından kamulaştırılması ya da malikleri tarafından bağışlanması gerekmekteydi.

İmar planlarında kamusal alana isabet eden kadastro parsellerinin malikleri kamulaştırma yapılmaması durumunda mağdur olmaktaydı. Bu durum bazı parsel sahiplerini avantajlı, bazı parsel sahiplerine de dezavantajlı hale getirmesinden dolayı, sosyal adalet ilkelerine uygun düşmediği gerekçesiyle eleştirilmekteydi. Üstelik tek bir kişinin taşınmazı imar planında kamu hizmet alanında kalırsa, bu taşınmaz ilgili kamu idaresi tarafından kamulaştırılacak, ancak kamu alanları fazla değerli olmadığı için taşınmaz maliki imarın getirdiği değer artışından yeterince yararlanamayacaktır.

Bütün bu gerekçelerle 3194 sayılı Kanun döneminde yeni bir yöntem benimsenmiştir. Bu yeni uygulamaya göre, Resmi Kurum Alanları, düzenlemeye giren tüm parsel maliklerinin taşınmazları oranında hisselendirilerek oluşturulurmaktadır. Dolayısıyla burada KOP uygulamasının iki temel amacının olduğunu söylemek mümkündür. Bunlardan birincisi, imar planına göre resmi hizmet alanlarına rastlayan taşınmazlarda meydana gelen değer artışının, özel mülkiyete tahsis edilen imar parsellerinde meydana gelen değer artışına göre sınırlı kalmasının, kişileri mağdur etmesini önlemektir(Başlar, 2011). İkinci amaç ise bu taşınmazların uzun süre kamulaştırılmaması durumunda malikin zarara uğramasını engellemektir (Şimşek 2024).

Resmi kurum alanlarına (Kamu tesisleri) tahsis uygulamasının kanun düzeyinde bir dayanağı bulunmamaktadır. Özellikle 3194 sayılı İmar Kanunu'nda kamu tesisleri alanları için kadastro parsellerinden kesinti yapılabileceğine dair bir ifade bulunmamaktadır. Yasal bir dayanağın bulunmaması ise, kanun ile öngörülmeyen kamu ortaklık payının, Anayasa'nın 124. maddesi nedeniyle yönetmelikle düzenlenemeyeceği ve bu nedenle Anayasa aykırı olduğu eleştirilerine neden olmaktadır (Köktürk ve Köktürk, 2007). Ancak bu konu bugüne kadar dava konusu edilmemiştir.

KOP uygulamasının tek dayanağı 3194 sayılı İmar Kanunu'nun 18 inci Maddesi Uyarınca Yapılacak Arazi ve Arsa Düzenlemesi İle İlgili Esaslar Hakkında Yönetmeliğin 12. maddesidir. Bu maddeye göre; düzenleme sahasında bulunan okul, hastane, kreş, belediye hizmet veya diğer resmi tesis alanı gibi umumi tesislere ayrılan alanların parselleri, düzenlemeye giren parsellerin alanları oranında pay verilmek suretiyle hisselendirilir (Şimşek 2024).

Açıklamalardan görüldüğü üzere 18.madde uygulamalarında resmi kurum alanlarının KOP'tan karşılanması öngörülmektedir. Ancak imar mevzuatı, resmi tesis alanının tanımını yapmamıştır. Sadece Planlı Alanlar Tip İmar Yönetmeliği'nde resmi bina "genel, katma ve özel bütçeli idarelerle, il özel idaresi ve belediyeye veya bu kurumlarca sermayesinin yarısından fazlası karşılanan kurumlara, kanunla veya kanunun verdiği yetki ile kurulmuş kamu tüzel kişilerine ait bina ve tesisler" olarak tanımlanmıştır. Bu tanımdan yaralanarak resmi tesis alanlarının, 5018 sayılı Kamu Mali Yönetimi ve Kontrol Kanunu'nda sayılan kamu idareleri ile bu kurumlarca sermayesinin yarısından fazlası karşılanan kurumlara, kanunla veya kanunun verdiği yetki ile kurulmuş kamu tüzel kişilerine ait bina ve tesislerin yer alması öngörülen alanlar olduğunu söyleyebiliriz (Şimşek, 2024).

Düzenleme sahasında bulunan okul, hastane, kreş, belediye hizmet veya diğer resmi tesis alanı gibi umumi tesislere ayrılan alanların parselleri, düzenlemeye giren kadastro parsellerin alanları oranında pay verilmek suretiyle hislendirilir.

- KOP Hesabı ;
- KT= Toplam kamu tesisleri alanı
- İA = Toplam imar adaları alanı
- KOP = KT / İA (1)

KOP oranı, kamu ortaklık payından karşılanması gereken kamu alanlarının toplam yüzölçümü, yine düzenlemeye giren kadastral parsel toplamına bölünerek hesaplanır. Örneğin düzenlemeye giren parsellerin (katılım kütlesi) toplam yüzölçümünün 100.000 m², kamu alanlarının toplam yüzölçümünün 5.000 m² olduğu bir parselasyonda KOP oranı %5 olarak hesaplanır.

KOP olarak ayrılan bu hisseler, dağıtım ve parselasyon işlemi neticesinde hisseleri oranında taşınmaz malikleri adına tescil edilir. Bu parsellerde yer alan hisseler, ilgili kamu idaresi tarafından kamulaştırılması beklenmektedir. Her ne kadar 3194 sayılı İmar Kanunu'nun 18 inci Maddesi Uyarınca Yapılacak Arazi ve Arsa Düzenlemesi İle İlgili Esaslar Hakkında Yönetmeliğin 12. maddesinde kamulaştırmadan açıkça bahsedilmese de KOP'tan oluşan alanların ancak kamulaştırma ile elde edilebileceği kabul edilmektedir (Şimşek, 2024). Ancak uygulamada sadece ihtiyaç halinde kamu tüzel kişilikleri tarafından kamulaştırma yoluna gidilmekte, imar planında ayrılan ve uygulama ile tescil edilen diğer kamu tesis parselleri herhangi bir işlem yapılmadan yıllarca (10-20 yıl gibi) bekletilmektedir. Bu çalışmanın temel konusunu, yıllarca kamulaştırılmayan bu resmi kurum parsellerinin hukuki durumu oluşturmaktadır.

3. Uygulama

Uygulama sahası olarak; Türkiye- Konya İli- Meram İlçesi- Karahüyük mahallesi M203 nolu düzenleme sahası alınmıştır (Resim 1).



Resim 1: Türkiye- Konya İli- Meram İlçesi- Karahüyük Mahallesi M203 nolu düzenleme sahası

Uygulama sahasının DOP ve KOP hesabı bilgileri Tablo 1.'de verilmiştir.

M203 nolu düzenleme sahasının KOP parselleri ise Resim 2'de verilmiştir.

Tablo 1: M203 nolu düzenleme sahasının DOP ve KOP hesabı

MERAM BELEDİYESİ M.203 NOLU DÜZENLEME SAHASI
D.O.P.O. ve K.O.P.O. HESAP KILIŞESİ

Düz. Giren Kadastro ve Eski İmar Parsellerin Alanları Toplamı [A] =	1841766.00	m2
D.O.P. Alınmayacak Kadastro Parsellerinin Alanları Toplamı .[B] =	43677.00	m2
İmar Adalarının Alanları Toplamı .....[C] =	1362626.00	m2
Resmi Kurum Alanları Toplamı .....[E] =	46207.00	m2
Bağışlar Toplamı .....[F] =		m2
Önceden Yapılan Terkler Toplamı .....[G] =	15917.00	m2
* Düz. Sınır Alanı .....[H]=	1952508.00	m2
* Yoldan İhdaslar.....D = H- [A+G]=	94825.00	m2
* Konya İdare Mahkemesinin 11.12.1998 Tarih ve Esas No: 1997/1366 sayılı kararına istinaden kapanan kadastro yollarının umumi hizmetler alanlarına tahsis edilen miktar.....[I]=	94825.00	m2

$$D.O.P.O. = \frac{(A+D+G)-C-I}{A+D+G-B-I} = \frac{495\,057}{1\,814\,006} = \%\ 0.27291$$

$$K.O.P.O. = \frac{E}{A+D+G-B-I} = \frac{46\,207}{1\,814\,006} = \%\ 0.02547$$



Resim 2: M203 nolu düzenleme sahasında KOP parsellerinin dağılımı

Tablo 2: Düzenleme sahasındaki KOP parsellerinin genel durumu

Sıra No	Ada No	Parsel No	Cinsi	Tapu Alanı (m2)	Tescil Tarihi	Tescil Tarihi Malik Sayısı	Güncel Malik Sayıs	Dava Açılan Kişi Sayısı	Dava Açılan Hisse Alanı	Dava Oranı Şahıs Bazında	Dava Oranı Hisse Bazında
1	23570	1	Okul Alanı	10129	14.11.2000	217	667	267	5004	0.40	0.49
2	23681	1	Okul Alanı	8221	14.11.2000	159	175	12	628	0.07	0.08
3	23643	2	Okul Alanı	10825	14.11.2000	29	278	138	4514	0.50	0.42
4	23557	1	Sosyal Tesis Alanı	4251	14.11.2000	126	155	86	2008	0.55	0.47
5	23645	2	Sağlık Alanı	3764	14.11.2000	13	83	47	2636	0.57	0.70
6	23656	2	Belediye Hizmet Alanı	3999	14.11.2000	53	65	21	1300	0.32	0.33
7	23551	1	Sağlık Alanı	1756	14.11.2000	59	116	44	464	0.38	0.26
8	23603	1	Kültürel Tesis Alanı	3262	14.11.2000	65	141	89	1277	0.63	0.39
				46207		721	1680	704	17831	0.42	0.39

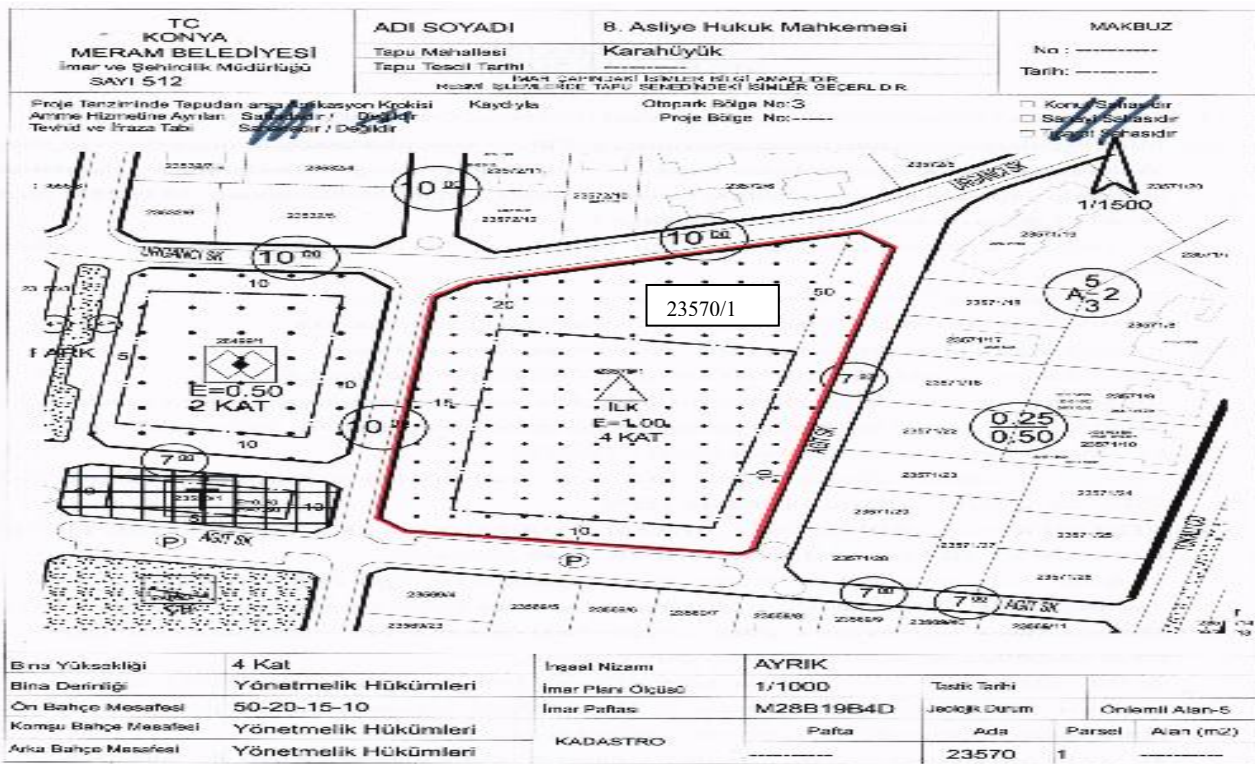
7181 Kanun ile Değişiklik ile KOP parselleri DOP'tan karşılanmaya başlanmıştır.

(Değişik fıkra:4/7/2019-7181/9 md.) Düzenleme ortaklık payları, düzenlemeye tabi tutulan yerler ile bölgenin ihtiyacı olan yol, meydan, park, otopark, çocuk bahçesi, yeşil saha, ibadet yeri ve karakol, Milli Eğitim Bakanlığına bağlı öğretime yönelik eğitim tesis alanları, Sağlık Bakanlığına bağlı sağlık tesis alanları, pazar yeri, semt spor alanı, toplu taşıma istasyonları ve durakları, otoyol hariç erişme kontrolünün uygulandığı yol, su yolu, resmî kurum alanı, mezarlık alanı, belediye hizmet alanı, sosyal ve kültürel tesis alanı, özel tesis yapılmasına konu olmayan ağaçlandırılacak alan, rekreasyonalanı olarak ayrılan parseller ve mesire alanları gibi umumi hizmet alanlarından oluşur ve bu hizmetlerle ilgili tesislerden başka maksatlarla kullanılamaz.

Düzenlemeye tabi tutulan alan içerisinde bulunan taşkın kontrol tesisi alanlarının, bu fıkrada belirtilen kullanımlar için düzenleme ortaklık payı düşülmesini müteakip kalan Hazine mülkiyetindeki alanlardan karşılanması esastır. Ancak taşkın kontrol tesisi için yeterli alanın ayrılamaması durumunda, düzenleme ortaklık payının ikinci fıkrada belirtilen oranı aşmaması şartıyla, düzenlemeye tabi diğer arazi ve arsaların yüz ölçümlerinden bu fıkradaki kullanımlar için öncelikle düzenleme ortaklık payı ayrıldıktan sonra ikinci fıkrada belirtilen orana kadar taşkın kontrol tesisi için de ayrıca pay ayrılır. Kapanan imar ve kadastro yollarının öncelikle düzenleme ortaklık payına ayrılan toplam alandan düşülmesi esastır.

Örnek KOP Parseli 23570 ada 1 parsel:

23570 ada 1 nolu parsel İmar planında ilkokul alanı olarak tahsis edilmiştir (Resim 3.a,b,c,4). Bu parsel 14.10.2000 yılında okul alanı olarak tescil edilmiştir (Tablo 3). Geçen yaklaşık 25 yıl içerisinde hiçbir yatırıma uğramadan boş ve atıl şekilde kalmıştır. Oysaki tescil işlemi tamamlandıktan sonra ilgili kurum tarafından 5 Yıl içerinde kamulaştırma veya bağış yolu ile mülkiyet problemimin çözülmesi gerekirdi.



Resim 3.a : 23570 ada 1 nolu parselin (Okul Alanı) imar çapı



Resim 3.b : 23570 ada 1 nolu parselin (Okul Alanı) imar çapı



Resim 3.c: 23570/1 nolu parselin fiili durumu

Tablo 3: 23570/1 nolu parselin Tescil bilgileri

Tapu Kaydı (Aktif Malikler için Detaylı - ŞBİ var)

TAPU KAYIT BİLGİSİ

Zemin Tipi:	AnaTasinmaz	Ada/Parsel:	23570/1
Taşınmaz Kimlik No:	6278717	AT Yüzölçüm(m2):	10129.00
İl/İlçe:	KONYA/MERAM	Bağımsız Bölüm Nitelik:	
Kurum Adı:	Meram	Bağımsız Bölüm Brüt YüzÖlçümü:	
Mahalle/Köy Adı:	KARAHÜYÜK Köyü	Bağımsız Bölüm Net YüzÖlçümü:	
Mevkii:	-	Blok/Kat/Giriş/BBNo:	
Cilt/Sayfa No:	25/3793	Arsa Pay/Payda:	
Kayıt Durum:	Aktif	Ana Taşınmaz Nitelik:	OKUL ALANI

TAŞINMAZA AİT ŞERH BEYAN İRTİFAK BİLGİLERİ

Ş/B/İ	Açıklama	Malik/Lehtar	Tesis Kurum Ta Yevmiye
Beyan	Diğer (Konusu: VERGİ İLİŞİĞİ KESİLMİŞTİR.) Tarih: - Sayı: -(Şablon: Diğer)	(SN:8199628) ANKARA VERASET VE HARÇLAR VERGİ DAİRESİ	Meram - 14-10-2020 15:3 29506

İlgi : Konya 8. Asliye Hukuk Mahkemesi Hakimliği 19.02.2024 tarihli ve 62741013/(2024/44)/6004 sayılı yazısı.

Dava konusu Konya İli, Meram İlçesi, Karahüyük Mahallesi, 23570 Ada, 1 parsel sayılı taşınmazın 17/02/2024 dava tarihi itibariyle,

23570 ada 1 nolu parsel İmar kanununun 18. maddesi ile oluşmuş, M.203 nolu saha. DOP. oranı %27291 ve KOPO oranı ise %0.02547 dir.

Dava konusu Konya İli, Meram İlçesi, Karahüyük Mahallesi, 23570 Ada, 1 Parsel, 10.12.1996 tarihi itibari ile imar parselidir.

Dava konusu Konya İli, Meram İlçesi, Karahüyük Mahallesi, 23570 Ada, 1 Parsel, imar planı içerisinde kalmaktadır.

Dava konusu Konya İli, Meram İlçesi, Karahüyük Mahallesi, 23570 Ada, 1 Parsel, imar parseli olup bölgesindeki taşınmazlarda uygulanan DOP Oranı %27291 ve KOP oranı ise %0.02547 dir.

Dava konusu Konya İli, Meram İlçesi, Karahüyük Mahallesi, 23570 Ada, 1 Parsel ve çevresinde ilk

Resim 4: İlgili Belediyenin 23570/1 nolu parsel hakkındaki bilgilendirme yazısı

23570/1 nolu parsel ilgili idareler tarafından kamulaştırılmadığı için, malikleri tarafından Kamulaştırmasız El Atma davası açılmış, mahkeme kararı ile taşınmazın kamulaştırılıp maliklerine bedelin ödenmesine karar verilmiştir. Kamulaştırılmasına karar verilen diğer parsellerin listesi Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: M203 nolu düzenleme sahasında dava yoluyla kamulaştırma kararı verilen parseller

ADA	PARS	HİSSE	BİRİM TL	B. HAKEI	DURUM	ÖDEME	TARİH
23570	1	145	1842.48	267160	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	71	1842.48	130816	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	94	1842.48	173193	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	4	1842.48	7370	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	41	1842.48	75542	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	1.2	1842.48	2211	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	0.2	1842.48	369	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	0.2	1842.48	369	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	56	1842.48	103179	03.04.2025 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	14	1842.48	25794	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	14	1842.48	25794	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	14	1842.48	25794	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	28	1842.48	51589	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	96	1842.48	176878	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	167	1842.48	307694	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	14	1842.48	25794	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024
23570	1	24	1842.48	44220	07.02.2024 KARAR	YAPILDI	17.12.2024

4. TARTIŞMA

Bir beldede modern şehirleşmenin gereği tabii ki kamu gücüyle yapılan planlama, uygulama ve yatırım ile gücü ile oluşmaktadır. İmar Kanunu'nun 18.madde uygulaması yerel yönetimlerin modern ve sağlıklı kentleşmenin kurulmasında en önemli uygulama araçlarından biridir.

2019 yılına kadar beldenin ihtiyacı olan yeşil, yol, park, karakol, cami yeri sosyal donatılar DOP'dan karşılanmakta, sağlık tesisi, okul alanı, resmi kurum gibi yerler KOP'dan karşılanmaktaydı. Burada en önemli nokta KOP'dan karşılanan resmi kurum, sağlık alanı, okul yeri, belediye hizmet alanı gibi sosyal donatılar yeterli bir şekilde ve zamanında amacına uygun hale getirilmemektedir. Kurumlar gerek ödenek yetersizliği gerekse planlamada bizim dışımızda yapılan uygulama gerekçesi ile taşınmazı elde edinim sürecine girememektedirler.

KOP parsellerinde miras yolu ile zamanla hissedar sayısı artmakta kurumların muhatap olacağı kişi sayısı artmaktadır. Bölgenin en güzel yerindeki KOP parselleri yıllarca atıl bir şekilde kalmakta, ekonomik değeri göz ardı edilmektedir.

2019 yılında KOP kapsamında karşılanacak parsellerin tamamının DOP karşılanması bazı problemlerde yeniden gündeme getirmiştir.

İşin diğer bir boyutu, M203 düzenleme sahasında yapılan imar planının 18.madde uygulaması, değişik sebeplerden dolayı 7181 sayılı kanunun yürürlüğe girdikten sonra yapılsaydı, bu bölgede DOP kesintisi yaklaşık yüzde 28 civarında olduğu için yüzde 2.5'lik KOP kesinti toplamı yeni mevzuata göre yüzde 45'den küçük olduğu için tamamen DOP kesintisinden karşılanacak olması ayrı bir haksızlık konusu olacaktır.

İmar planları hazırlanırken, planlama yetkisinde bulunan kurumlar ihtiyacı dışında bir planlamaya giderek nasıl olsa KOP kapsamında çıktığı için, daha serbest ve fazladan resmi kurum göstererek DOP max %45 çıkacak şekilde bir planlamaya geçmiş durumdadırlar. Bölgenin ihtiyacı olmadan ileriye dönük rantsal amaçlı belediye hizmet alanı, resmi kurum yeri gibi yeni yerler ihdas etme eğiliminde olmaktadırlar. Uygulayıcılar, kamu gücünü kullanarak özel mülk sahiplerinin mülkiyet hakkına zarar vermiş olmaktadırlar. Bu tür KOP parsellerinde mahkeme süreçleri çok uzun sürmekte olup, zaman ve değer kaybı malikler tarafından sürekli şikayet konusu olmaktadır.

Örnek düzenleme sahamızda olduğu gibi 2000 yılında uygulaması yapılan M203 nolu düzenleme sahasında 46207 m^2 lik alan, eski mevzuata göre kesinti yapılarak atıl bir şekilde bırakılmış, hiçbir yatırıma dönük işlemde bulunulmamış, vatandaşın mülkiyetine KOP kapsamında hukuksuz bir şekilde el atma durumu ortaya çıkmıştır. Oysa bu taşınmazları 5 yıl içerisinde Kamulaştırma veya takas yolu ile Kamunun eline geçmesi gerekmektedir.

46207 m^2 lik KOP parselininin güncel değeri (o bölgede arsa m^2 fiyatları 7000 TL kabul edilirse) 300 Milyon TL civarındadır (1 Dolar=40 TL). Bu rakamlara göre vatandaşın 300 milyon TL değerindeki taşınmazı atıl durumda beklemektedir.

Zaman geçtikçe kaynaklarımızın heba edilmesi göz göre yapılırken, herkes kaynak yok, biz böyle bir yeri (okul alanı, sağlık tesisi, sosyal tesis) talep etmedik diyerek sorumluluğu başkalarına yüklemektedirler. Problemin diğer bir boyutu M203 düzenleme sahasında yapılan imar planının 18.madde uygulaması, farklı sebeplerden dolayı 7181 sayılı kanunun yürürlüğe girdikten sonra yapılsaydı, bu bölgede DOP kesintisi yaklaşık yüzde 28 civarında olduğu için, yüzde 2.5'lik KOP kesinti toplamı (yeni mevzuata göre yüzde 45'den küçük olduğu için) tamamen DOP kesintisinden karşılanacak olması ayrı bir haksızlık konusu olacaktır. Ülkemizin kalkınması kaynaklarımızın bir plan dahilinde en rantabıl şekilde kullanılması ile olacağı göz ardı edilmemelidir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

2019 yılı öncesinde, 3194 sayılı İmar Kanunu uygulaması ile KOP adı altında kesinti yapılarak malikler tarafından hisselendirilen alanlar, kamu kurumları için önemli bir problem oluşturmaktadır. M203 nolu uygulama sahasında yaklaşık 80.000 m^2 KOP parseli fiili olarak boş ve amacına uygun kullanılmamaktır.

Uygulamanın yapıldığı 2000 tarihinde sağ olan malikler zaman ile vefat edince, buradaki hisseler 2. veya 3.kuşak varislere kalmakta taşınmazlardaki hisselik oranı sürekli artmaktadır. Kamu kurumların bütçe yetersizliği veya şuan ki duruma göre bizim halihazırda böyle bir parsele ihtiyacımız yok düşüncesi, vatandaşı yasal hakkını kullanarak mahkemelerde kamulaştırmasız el atma davalarıyla işi çözme noktasına götürmekte, bu da zaten yoğun bir yük altında olan yargının iş gücünü artırmaktadır.

Kentin alt ve üst yapısını planlamak ve uygulamak ile sorumlu kurumların başta ilgili belediyelerin bu problemi çözmek ve hakkaniyetli bir şekilde sonuçlandırması beklenmektedir.

Bir belde imar planı yapılırken, yoğunluk, emsal gibi verilerin yanında DOP'dan kesilecek alanların oluşmasında maliklere sorumluluk yüklemek, talep de bulunmak problemi çözüme kavuşturmamaktadır. Bu tür kamusal alanların çözülmesi ve sonuca kavuşturulması, ilgili kurumları öncelikli ve birinci görevi olmalıdır.

5. KAYNAKLAR

Başlar, Y. (2011) "Kamu Tesis Arsaları Üzerinde İmar Planı Uygulamaları ve Karşılaşılan Sorunlar" İstanbul Barosu Dergisi, Cilt: 85, Sayı: 2, Yıl: 2011

Çay, T. ve S.Kandemir E., (2022). Türkiye'de imar uygulama mevzuatındaki gelişim süreci, Geomatik Dergisi, 2022, 7(1);26-40.

Köktürk, E. ve Köktürk, E. (2007) "Arsa Düzenlemelerinin Hukuksal Dayanağı", Türkiye Barolar Birliği Dergisi, Yıl: 2007, Sayı: 70

Resmi Gazete, (1985). İmar Kanunu, 09.05.1985 Tarihli R.G.:18749, Kabul Tarihi: 03.05.1985, Kanun No: 3194, Erişim adresi: https://www.mevzuat.gov.tr/ Erişim tarihi: 16 Haziran 2025

Resmi Gazete, (2003). İmar Kanunu ile İmar ve Gecekondu Mevzuatına Aykırı Yapılara Uygulanacak Bazı İşlemler ve 6785 Sayılı İmar Kanununun Bir Maddesinin Değiştirilmesi Hakkında Kanunda Değişiklik Yapılmasına İlişkin Kanun, 17.12.2003 Tarihli R.G.:25319, Kabul Tarihi: 03.12.2003, Kanun No: 5006, Erişim adresi: https://www.mevzuat.gov.tr/ Erişim tarihi: 18 Haziran 2025

Resmi Gazete, (2019). Tapu Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, 10.07.2019 Tarihli R.G.: 30827, Kabul Tarihi: 04.07.2019, Kanun No: 7181, Erişim adresi: https://www.mevzuat.gov.tr/ Erişim tarihi: 20 Haziran 2020

Resmi Gazete, (2020). Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun, 20.02.2020 Tarihli R.G.: 31045, Kabul Tarihi: 14.02.2020 Kanun No: 7221, Erişim adresi: https://www.mevzuat.gov.tr/ Erişim tarihi: 20 Haziran 2025

URL 1: https://gayrimenkulmevzuati.com/kop/; Şimşek, S.(2024). KOP Nedir? KOP kesintisi Nedir?

Yaran, Y. (1987) Arazi ve Arsa Düzenlemesi, Türkiye 1. Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 1987,s:269.

FAKE NEWS CLASSIFICATION WITH MICRO-LEVEL SENTIMENT AND ATTRIBUTE-BASED SUBSET ANALYSIS: AN EXPLAINABLE APPROACH SUPPORTED BY T-SNE, DBSCAN AND SHAP ALGORITHM

Cemal YÜKSEL

Arş.Gör. Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri
ORCID NO: 0000-0003-2722-5114

ABSTRACT

The rapid proliferation of fake news in digital media necessitates classification approaches that are not only highly accurate but also have transparent decision mechanisms. In this study, we propose a novel natural language processing (NLP) process that integrates micro-level sentiment and attribute-oriented features, exploratory analysis and model explainability steps to classify online news content as “fake” and “real”. The dataset consists of 44,898 news articles, 43% of which are labeled as fake and 57% as real.

After data preprocessing, the sentiment of the texts, including emojis, was determined by CardiffNLP's RoBERTa-based sentiment analysis model, and textual attribute measures were extracted via TextBlob. These features, combined with TF-IDF (1-2 gram) vectors, were used in both exploratory analysis and classification processes. The high-dimensional vector representations were reduced to two dimensions with the t-SNE algorithm and sub-clustering was performed with DBSCAN to identify sensational language patterns (“breaking news”, “exclusive report”, etc.) that are especially concentrated in fake news.

In the classification process, a total of 19 different classical machine learning algorithms (Logistic Regression, SVM, Random Forest, LightGBM, XGBoost, CatBoost, MLP, etc.) were evaluated and each model was tested with 5-fold cross-validation (k-fold) method. The Random Forest model showed the highest performance with 99.7% accuracy and an F1 score of 0.994. In addition, SHAP (SHapley Additive exPlanations) method was applied to understand the decision mechanism of the model; the n-gram attributes with the most significant effect and the emotion/attribute contributions were visualized both globally and locally.

The results show that a fake news detection system can be built that not only provides highly accurate predictions but also has interpretable decision processes. In this respect, the study significantly differs from the traditional approaches in the literature by integrating sentiment-attribute-based microstructures with clustering techniques and proposes a new framework for explainable and auditable media analysis.

Keywords: Fake News Classification, Micro Sentiment Attribute Analysis, t-SNE Dimensionality Reduction, DBSCAN Clustering, Model Explainability with SHAP

THE ERA OF DECISION-MAKING SYSTEMS: ACTION-ORIENTED ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS IN THE CONTEXT OF MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS

Cemal YÜKSEL

Arş.Gör., Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri
ORCID NO: 0000-0003-2722-5114

ABSTRACT

The evolution of artificial intelligence technologies has shifted from systems that merely predict and classify to autonomous artificial intelligence agents capable of making independent decisions and performing multi-step tasks. This transformation is defined in the literature as "Action-Oriented Artificial Intelligence" (Agentic AI) and brings with it a revolutionary paradigm shift in management processes. Particularly in the discipline of Management Information Systems (MIS), such systems are reshaping managerial decision-making processes in critical areas such as supply chain optimization, customer relationship management (CRM), cybersecurity, risk management, and process automation.

This study systematically examines the application areas of action-oriented artificial intelligence in the context of MIS and evaluates the contribution of technology to operational outputs through case studies. In addition, it discusses how these systems enable cognitive empowerment in organizational decision-making processes and what ethical/responsibility issues they raise.

The theoretical framework of the study is based on the literature on decision support systems, autonomous information systems, and explainable artificial intelligence. The findings show that agentic AI models integrated with data-driven management systems have high potential in terms of accelerating decision processes, reducing error rates, and optimizing human-machine collaboration. In conclusion, this study aims to redefine the role of agentic AI in strategic digital transformation models for both public and private sector organizations.

Keywords: Agentic Artificial Intelligence, Management Information Systems, Autonomous Decision Support Systems, Organizational Digital Transformation

BELEDİYE KOOPERATİF İLİŞKİSİ BAĞLAMINDA HATAY'DA KADIN GİRİŞİMİ KOOPERATİFLERİ ÜZERİNE NİTEL BİR ÇALIŞMA

Halil İbrahim ÇELEBİ

Dr. Öğr. Üyesi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Kırıkhan Meslek Yüksek Okulu, Orcıd Id: https://orcid.org/ 0000-0001-9248-7423

İbrahim ARISAL

Dr. Öğr. Üyesi Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Kırıkhan Meslek Yüksek Okulu, Orcıd Id: https://orcid.org/0000-0002-9194-5784

ÖZET

Kadın girişimi kooperatifleri, kadınların ekonomik hayata katılımının arttırılması, üretim faaliyetlerinde bulunmalarının desteklenmesi ve sosyal dayanışmayı güçlendirmek amacıyla kurulan yapılar olarak Türkiye'de son yıllarda artan bir öneme sahiptir. Söz konusu kooperatifler, kadınların kendi emeklerini değerlendirebilecekleri, yerel üretime katkı sunabilecekleri ve dayanışma temelinde örgütlenebilecekleri bir model olmaları açısından önemli örgütlenme modelleri olarak ön plana çıkmaktadırlar.

Kadın girişimi kooperatifleri ile belediyeler arasında geliştirilecek iş birlikleri, kooperatiflerin sürdürülebilirliği ve etkinliği açısından oldukça önemlidir. Bu anlamda belediyeler, kooperatiflerin kuruluş sürecinden arazi ve mekan tahsisine, çok boyutlu eğitim hizmetlerinden, satış ve pazarlama süreçlerinin desteklenmesi şeklinde önemli katkılar sunmaktadırlar. Hatay gibi çok kültürlü ve sosyo-ekonomik açıdan çeşitlilik gösteren kentlerde, kadın kooperatifleri, kadınların ekonomik ve sosyal hayatta güçlenmesi ve de toplumsal eşitsizliklerin azaltılması açısından önemli rol oynamaktadırlar

Bu çalışma, belediye ve kadın girişimi kooperatifleri arasındaki ilişkiyi nitel analiz perspektifi ile ele alarak, Hatay ili özelinde kadın kooperatiflerinin yapısını, işleyişini, belediyelerle ilişki düzeyini ve karşılaştıkları sorunları incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, kadınların kooperatifler aracılığıyla ekonomik ve sosyal hayata katılım biçimleri, belediyelerin bu süreçteki destekleyici veya yönlendirici rolleri ve iş birliği düzeyleri derinlemesine mülakat yöntemi kullanılarak analiz edilecektir. Nitel araştırma yöntemi kapsamında yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla elde edilen veriler, betimsel analiz tekniğiyle değerlendirilecektir.

Çalışmada son olarak, belediye-kooperatif iş birliğinin etkinliği, sürdürülebilirliği üzerinde durarak, elde edilecek veriler doğrultusunda, kadınların ekonomik hayata katılımını destekleyen yapısal fırsatlar, karşılaşılan zorluklar ve yerel yönetimlerin destek mekanizmaları analiz edilecektir. Çalışmada ayrıca, Hatay örneği üzerinden geliştirilecek öneriler ile hem kadın kooperatiflerinin sürdürülebilirliğine hem de yerel kalkınma politikalarının daha kapsayıcı hale gelmesine katkı sağlanması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hatay Kadın Girişimi Kooperatifleri, Belediye-Kooperatif İşbirliği, Kadın Girişimciliği, Yerel Yönetimler

A QUALİTATİVE STUDY ON WOMEN'S ENTREPRENEURSHİP COOPERATİVES İN HATAY İN THE CONTEXT OF MUNİCİPALİTY–COOPERATİVE RELATİONS

ABSTRACT

Women's initiative cooperatives have gained increasing significance in Turkey in recent years, as structures established to enhance women's participation in economic life, support their engagement in productive activities, and strengthen social solidarity. These cooperatives stand out as important organizational models that enable women to utilize their labor, contribute to local production, and organize based on solidarity.

Collaborations between women's initiative cooperatives and municipalities are of great importance for the sustainability and effectiveness of these cooperatives. In this context, municipalities play a vital role by providing support in various areas such as the establishment processes of cooperatives, allocation of land and premises, multi-dimensional training services, and assistance in sales and marketing activities. In culturally diverse and socioeconomically varied cities like Hatay, women's cooperatives play a significant role in empowering women both economically and socially, as well as in reducing social inequalities.

This study aims to examine the structure, functioning, relationship with municipalities, and challenges faced by women's cooperatives in Hatay through a qualitative analysis perspective, focusing on the relationship between municipalities and women's initiative cooperatives. The study will analyze the forms of women's participation in economic and social life through cooperatives, the supportive or guiding roles of municipalities in this process, and the level of cooperation, using in-depth interview methods. Data obtained through semi-structured interviews as part of the qualitative research methodology will be evaluated using descriptive analysis techniques.

Ultimately, the study will focus on the effectiveness and sustainability of municipality–cooperative collaboration. Based on the data collected, the research will analyze structural opportunities supporting women's economic participation, the challenges encountered, and the support mechanisms provided by local administrations. Additionally, through recommendations developed based on the Hatay case, the study aims to contribute to the sustainability of women's cooperatives and to the inclusiveness of local development policies.

Keywords: Hatay Women's Initiative Cooperatives, Municipality-Cooperative Collaboration, Women's Entrepreneurship, Local Government

YEREL KOOPERATİF ÜRÜNLERİNE YÖNELİK TÜKETİCİ ALGISI VE DAVRANIŞLARI: HATAY ÖRNEĞİNDE NİTEL BİR DEĞERLENDİRME

İbrahim ARISAL

Dr. Öğr. Üyesi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Kırıkhan Meslek Yüksek Okulu,

Orcıd Id: https://orcid.org/0000-0002-9194-5784

Halil İbrahim ÇELEBİ

Dr. Öğr. Üyesi Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Kırıkhan Meslek Yüksek Okulu,

Orcıd Id: https://orcid.org/ 0000-0001-9248-7423

ÖZET

Günümüzde tüketicilerin marka tercihleri, sadece ürün kalitesi ya da fiyatıyla sınırlı kalmamakta; üretim biçimi, etik değerler, yerel kalkınmaya katkı ve güven algısı gibi unsurlar da önemli rol oynamaktadır. Kooperatif markaları, topluluk temelli üretim anlayışı, şeffaflık ilkesi ve yerel ekonomiye katkıları ile bu anlamda tüketiciler nezdinde farklı bir konumda değerlendirilmektedir. Bu çalışmanın amacı, Hatay ilinde yaşayan tüketicilerin yerel kooperatif markalı ürünlere yönelik algılarını, kalite ve güven temelli yaklaşımlarını, satın alma kararlarını şekillendiren faktörleri nitel bir perspektiften ortaya koymaktır.

Bu araştırma, nitel bir yöntemle yapılandırılmış olup, **yarı yapılandırılmış bireysel derinlemesine görüşmeler** yoluyla veri toplanacaktır. Çalışma kapsamında, Hatay ilinde kooperatif markalı ürünleri tanıyan ve/veya kullanan bireylerden oluşan **10 katılımcı ile görüşme** yapılması planlanmaktadır. Katılımcıların seçimi, amaçlı örnekleme yöntemiyle gerçekleştirilecektir. Görüşmeler, tüketicilerin kooperatif markalarla ilgili bilgi düzeyleri, kalite ve güven algıları, satın alma eğilimleri ve beklentileri gibi temalara odaklanacaktır. Görüşme verileri, **tematik analiz** yöntemiyle çözümlenecektir. Araştırmanın bu aşamasında veri toplama süreci henüz gerçekleştirilmemiştir. Ancak elde edilmesi planlanan nitel bulgular sayesinde, kooperatif markalı ürünlerin tüketici zihnindeki konumu, satın alma kararlarını etkileyen temel motivasyonlar, karşılaşılan engeller ve geliştirilmesi gereken alanlara dair önemli çıkarımlar yapılması beklenmektedir. Özellikle kooperatiflerin kalite, güven, fiyat ve toplumsal katkı algısı çerçevesinde tüketiciyle kurduğu ilişkinin, stratejik pazarlama ve marka konumlandırma açısından ne ölçüde etkili olduğu analiz edilecektir.

Bu çalışma, kooperatif markalarının tüketici algısındaki yerini derinlemesine analiz ederek, hem akademik literatüre katkı sağlamayı hem de yerel kooperatifler için uygulanabilir öneriler sunmayı hedeflemektedir. Araştırmadan elde edilecek sonuçlar, özellikle kooperatif yöneticileri ve politika yapıcılar açısından, tüketici odaklı stratejiler geliştirme konusunda yol gösterici nitelikte olacaktır. Çalışma tamamlandığında, kooperatif markalarının daha güçlü bir marka algısı inşa edebilmesi için tüketici beklentilerine dayalı öneriler geliştirilecektir.

Anahtar Kelimeler: Kooperatif Markaları, Tüketici Algısı, Satın Alma Davranışı, Yerel Ürünler, Nitel Araştırma, Hatay

CONSUMER PERCEPTIONS AND BEHAVIORS TOWARD LOCAL COOPERATIVE PRODUCTS: A QUALITATIVE EVALUATION IN THE CASE OF HATAY

ABSTRACT

Today, consumer brand preferences are not limited solely to product quality or price; factors such as production methods, ethical values, contributions to local development, and perceptions of trust also play significant roles. Cooperative brands are perceived differently by consumers due to their community-based production approach, principles of transparency, and contributions to the local economy. The aim of this study is to reveal,

from a qualitative perspective, the perceptions of consumers living in Hatay towards local cooperative-branded products, their approaches based on quality and trust, and the factors that shape their purchasing decisions.

This research is structured using a qualitative method, with data to be collected through semi-structured in-depth individual interviews. Within the scope of the study, interviews are planned with 10 participants residing in Hatay who are familiar with and/or have used cooperative-branded products. Participants will be selected through purposive sampling. The interviews will focus on themes such as consumers' level of knowledge about cooperative brands, their perceptions of quality and trust, their purchasing tendencies, and their expectations. The interview data will be analyzed using thematic analysis.

At this stage of the research, data collection has not yet been conducted. However, it is anticipated that the qualitative findings to be obtained will provide important insights into the positioning of cooperative-branded products in the minds of consumers, the key motivations influencing purchasing decisions, the obstacles encountered, and areas requiring improvement. In particular, the effectiveness of the relationship established between cooperatives and consumers—within the framework of perceptions of quality, trust, price, and social contribution—will be analyzed from the perspective of strategic marketing and brand positioning.

By thoroughly analyzing the position of cooperative brands in consumer perception, this study aims to contribute to the academic literature and provide practical recommendations for local cooperatives. The results of the study are expected to serve as a guide for cooperative managers and policymakers in developing consumer-oriented strategies. Upon completion, the research will offer recommendations based on consumer expectations to help cooperative brands build a stronger brand image.

Keywords: Cooperative Brands, Consumer Perception, Purchasing Behavior, Local Products, Qualitative Research, Hatay

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDA EPİGENETİK ETKİLER: TEHDİT Mİ, FIRSAT MI?

Adnan AYDIN[1]

[1]Doç. Dr. Adnan AYDIN, Iğdır Üniversitesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Iğdır/TÜRKİYE,

Orcid ID: https://orcid.org/0000-0002-8284-3751

Ramazan GÜRBÜZ[2]

[2]Doç. Dr. Ramazan GÜRBÜZ, Iğdır Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır/TÜRKİYE,

Orcid ID: https://orcid.org/0000-0003-3558-9823

ÖZET

Tarımın karşılaşmış olduğu küresel zorluklar; iklim değişikliği, toprak verimliliğinin azalması, pest ve hastalık baskısının artması; sürdürülebilir üretim sistemlerinin geliştirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Bu bağlamda ürün verimliliğinin artırılması için yapılan modern ıslah teknikleri de yetersiz kalabilmektedir. Fakat son yıllarda bilim insanları arasında epigenetik konusunun ön plana çıkması ve araştırıcıların bu mekanizmayı anlamaya yönelik çalışmalar yapması bitki ıslahında epigenetik yaklaşımlar kullanılmasına teşvik etmiştir. Epigenetik etkiler, bitkilerin çevresel streslere karşı yanıtlarını DNA baz dizisinde herhangi bir değişik olmaksızın gen ifadesinin değişikliği veya gen fonksiyonlarında düzenleyebilme potansiyeline sahiptir. Epigenetik mekanizmalar genelde üç başlık altında incelenmektedir. Bunlar; DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve küçük RNA'lardır. Bu mekanizmalardan faydalanılarak bitkilerin abiyotik (kuraklık, tuzluluk ve sıcaklık vb.) ve biyotik (bakteri, fungus, virüs, nematod vb.) stres koşullarına toleranslı yeni çeşitlerin geliştirmesi çok kritik rol oynamaktadır.

Bu çalışmada, DNA dizilimine bağlı olmayan epigenetik etkilerin sürdürülebilir tarımda ne şekilde kullanılabileceği, buna bağlı olarak potansiyel risk ve faydaları ile birlikte değerlendirilmiştir. Modern bitki ıslahına tabi genetik mühendisliği ve yeni teknolojilerin kullanımı ile mikrobiyal etkileşimler bağlamında epigenetik uygulamaların geleceği tartışılmıştır. Ayrıca yapılan çalışmalarda uygulamaların etik açıdan yaklaşımı ve ekolojik koşullarda doğabilecek sorunlar üzerinde de gerekli tartışmalar yapılmıştır.

Sonuç olarak, DNA dizilimine bağlı olmayan epigenetik teknolojiler tarımın sürdürülebilir dönüşümünde büyük bir fırsat olarak değerlendirilebilirler. Fakat bu teknolojilerin etkin ve güvenli bir şekilde kullanılabilmesi için kapsamlı bilimsel değerlendirmeler ve düzenleyici çerçevelerin oluşturulması büyük önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Epigenetik, Sürdürülebilir Tarım, DNA Metilasyonu, Bitki Stresi, Tarımsal Biyoteknoloji

EPIGENETIC EFFECT IN SUSTAINABLE AGRICULTURE: THREAT OR OPPORTUNITY?

ABSTRACT

The global challenges faced by agriculture; climate change, decreasing soil fertility, increasing pest and disease pressure have made it imperative to develop sustainable production systems. In this context, modern breeding techniques to increase crop productivity may also be insufficient. However, the prominence of epigenetics among scientists in recent years and researchers' efforts to understand this mechanism have encouraged the use of epigenetic approaches in plant breeding. Epigenetic effects have the potential to regulate plant responses to environmental stresses through changes in gene expression or gene function without any change in the DNA base sequence. Epigenetic mechanisms are generally analyzed under three headings. These are DNA methylation, histone modifications and small RNAs. These mechanisms play a critical role in the development of new varieties that are tolerant to abiotic (drought, salinity and temperature, etc.) and biotic (bacteria, fungi, viruses, nematodes, etc.) stress conditions.

In this study, we evaluated how epigenetic effects, which are not dependent on DNA sequence, can be used in sustainable agriculture, together with the potential risks and benefits associated with them. The future of epigenetic applications in the context of microbial interactions with the use of genetic engineering and new

technologies subject to modern plant breeding is discussed. In addition, necessary discussions were made on the ethical approach of the applications and the problems that may arise in ecological conditions.

In conclusion, epigenetic technologies that do not depend on DNA sequence can be considered as a great opportunity for sustainable transformation of agriculture. However, comprehensive scientific evaluations and regulatory frameworks are essential for the effective and safe use of these technologies.

Keywords: Epigenetics, Sustainable Agriculture, DNA Methylation, Plant Stress, Agricultural Biotechnology

1. GİRİŞ

Tarım sektörü, günümüzde insanlık tarihinin en karmaşık küresel krizlerinden biriyle karşı karşıya gelmiştir. Ani iklim değişiklikleri, toprakların bilinçsiz kullanılarak verimliliğinin azalması, zararlı organizmaların çeşitlenmesi ve pestisit baskılarının artması, dünya genelinde gıda güvenliğini tehdit eden başlıca unsurlar arasında yer almaktadır. Buna ek olarak artan dünya nüfusu, sınırlı doğal kaynakların daha etkin ve sürdürülebilir biçimde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Geleneksel tarımsal uygulamalar ve klasik ıslah yöntemleri, bu çok boyutlu zorluklara yanıt vermekte yetersiz kalmakta; daha esnek, çevre dostu ve yenilikçi yaklaşımların benimsenmesi gerekliliği doğurmaktadır (Kakoulidou vd. 2021)

Bu noktada epigenetik mekanizmaların tarımsal biyoteknolojiye entegrasyonu, sürdürülebilir tarım anlayışında devrimsel bir değişim potansiyeli taşımaktadır. Epigenetik, genetik materyalde herhangi bir değişiklik olmaksızın gen ifadesinin çevresel faktörlere bağlı olarak düzenlenmesini sağlayan mekanizmaları inceleyen bir bilim dalıdır (Povolotsky vd. 2024). Bu mekanizmalar sayesinde bitkiler, abiyotik ve biyotik stres koşullarına adaptasyon gösterebilmekte; hatta bazı epigenetik etkiler sonraki nesillere aktarılabilmektedir.

Son yıllarda epigenetik çalışmalarda yaşanan bilimsel ilerlemeler, bu alandaki teorik bilgi birikiminin uygulamalara dönüşmesini hızlandırmış ve modern bitki ıslahında yeni bir perspektif sunmuştur. Bu bağlamda, DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve küçük RNA'lar gibi epigenetik düzenleyicilerin, bitkilerin stres toleransının artırılmasında ve verimliliğin geliştirilmesinde kritik roller üstlendiği gösterilmiştir (Vijayaraghavalu, 2022).

Bu çalışmada, epigenetik mekanizmaların sürdürülebilir tarım sistemlerinde nasıl kullanılabileceği, uygulama alanları, potansiyel fayda ve riskleri ile birlikte ele alınmakta; bu çerçevede etik ve ekolojik değerlendirmelere de yer verilmektedir.

2. EPİGENETİK MEKANİZMALAR: TEMEL KAVRAMLAR

Epigenetik, genetik bilginin düzenlenmesi ve kontrol edilmesine ilişkin moleküler mekanizmaları kapsayan bir bilim dalıdır. Bu mekanizmalar, organizmanın DNA dizilimini değiştirmeden gen ekspresyonunu modüle etmesini sağlar (Povolotsky vd. 2024). Bitkilerde bu süreçler, çevresel sinyallere yanıt üretmede ve stres koşullarına adaptasyonda hayati rol oynar. Epigenetik değişiklikler, hücre bölünmesiyle birlikte kalıcı hale gelebilir ve hatta bazı durumlarda nesiller arası aktarım gösterebilir (Kumar, 2019). Bu yönüyle epigenetik, klasik genetik anlayışın ötesine geçerek çevresel sinyallerin kalıtsal bilgiye dönüştürülmesini mümkün kılar.

2.1. DNA Metilasyonu

DNA metilasyonu, epigenetik düzenlemenin en yaygın ve en iyi karakterize edilmiş formlarından biridir. Genellikle sitozin (C) bazının 5. karbonuna bir metil grubunun ($–CH_3$) eklenmesiyle gerçekleşir (Yousefi vd. 2022) Bu modifikasyon, genellikle gen promotör bölgelerinde meydana geldiğinde genin ifadesinin baskılanmasına yol açar. Bitkilerde DNA metilasyonu, CG, CHG ve CHH (H = A, T veya C) dizilimlerinde görülebilir ve bu özelliğiyle hayvanlardan farklılık gösterir.

DNA metilasyonu, bitkilerin çevresel stres koşullarına verdiği tepkilerin düzenlenmesinde önemli rol oynar. Örneğin, kuraklık, tuzluluk veya aşırı sıcaklık gibi abiyotik stres faktörleri altında bazı genlerin metilasyon paternleri değişmekte ve bu değişiklikler bitkinin adaptif yanıt üretmesini sağlamaktadır (Kumar ve Mohapatra, 2021).

2.2. Histon Modifikasyonları

Histon proteinleri, DNA'nın nükleozom yapısı içinde organize edilmesinde görev alır. DNA'nın histonlara sıkı ya da gevşek bağlanma durumu, ilgili gen bölgelerinin erişilebilirliğini ve dolayısıyla transkripsiyonel aktivitesini belirler. Histon proteinlerinin N-terminal kuyruklarına asetil, metil, fosfat gibi kimyasal grupların eklenmesi ya da çıkarılması, kromatin yapısını dinamik şekilde değiştirerek gen ifadesini düzenler (Peterson ve Laniel, 2004).

Özellikle histon asetilasyonu, kromatin yapısını gevşeterek transkripsiyonun kolaylaşmasını sağlarken; histon metilasyonu, konuma ve tipe bağlı olarak hem aktivasyon hem de baskılayıcı etki gösterebilir. Bu modifikasyonlar, stresle ilişkili genlerin açılıp kapanmasında belirleyici bir rol oynamaktadır (Karlić vd. 2010)..

2.3. Küçük RNA'lar

Epigenetik regülasyonun bir diğer bileşeni ise küçük RNA'lar (sRNA'lar) olarak adlandırılan, genellikle 20–24 nükleotid uzunluğundaki kısa nükleik asit dizileridir. Bitkilerde en yaygın olarak görülen türleri mikrosat RNA (miRNA) ve kısa interferans RNA (siRNA)'lardır. Bu moleküller, gen ifadesini post-transkripsiyonel düzeyde düzenleyerek hedef mRNA'ların yıkımını sağlar ya da translasyonlarını durdurur (Zhao vd. 2020).

Küçük RNA'lar aynı zamanda DNA metilasyonunun yönlendirilmesinde de rol oynar. Bu yolla, stres koşullarında bitkilerin genetik cevabını hassas şekilde düzenlerler. Özellikle bitki patojenlerine karşı savunma yanıtlarında, miRNA'ların aktivitesinde artış gözlenmiştir.

3. EPİGENETİK VE BİTKİ STRESİ

Bitkiler, çevresel koşullara doğrudan maruz kalan canlılar olduklarından, hayatta kalmak için çeşitli stres faktörlerine karşı etkili adaptasyon mekanizmaları geliştirmek zorundadırlar. Kuraklık, aşırı sıcaklık, tuzluluk gibi **abiyotik stresler**in yanı sıra, fungus, bakteri, virüs ve nematod kaynaklı **biyotik stresler** de bitkilerin büyümesini, gelişmesini ve verimliliğini olumsuz yönde etkileyebilir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, bu stres faktörlerine karşı geliştirilen savunma yanıtlarının yalnızca genetik temelli olmadığını, epigenetik düzenlemelerin de bu süreçte merkezi bir rol üstlendiğini ortaya koymuştur (Boyko ve Kovalchuk, 2008).

3.1. Abiyotik Streslere Epigenetik Yanıt

Kuraklık, tuzluluk ve sıcaklık stresi, bitki hücrelerinde su dengesini bozan ve metabolik süreçleri sekteye uğratan başlıca abiyotik streslerdir. Epigenetik mekanizmalar, bu streslerin etkisiyle gen ekspresyon profillerinde meydana gelen değişiklikleri düzenleyerek bitkinin adaptasyon kapasitesini artırır. Örneğin, kuraklık koşullarında bazı stres toleransı ile ilişkili genlerin promotör bölgelerinde DNA metilasyonunun azalması, bu genlerin aktif hale gelmesini ve kuraklığa dirençli fenotiplerin gelişmesini sağlayabilir (Sahu vd. 2013).

Ayrıca, histon modifikasyonlarının da kuraklık ve tuzluluk gibi stres koşullarında savunma genlerini aktive ettiği ve stres toleransını artırdığı gösterilmiştir. Histon asetiltransferaz (HAT) ve histon deasetilaz (HDAC) enzimlerinin aktivitesinde gözlenen değişiklikler, bu süreçte kritik rol oynar.

3.2. Biyotik Streslere Epigenetik Tepki

Bitkiler, patojen saldırılarına karşı hızlı ve etkili bir bağışıklık yanıtı oluşturmak zorundadır. Bu bağlamda, epigenetik mekanizmalar, savunma genlerinin hızlıca aktive edilmesini veya baskılanmasını sağlayarak patojenlerin etkisini azaltır. Örneğin, *Arabidopsis thaliana* gibi model bitkilerde, fungal patojen saldırısına karşı bazı savunma genlerinin promotör bölgelerinde metilasyonun azaldığı ve bunun sonucunda bu genlerin ifade düzeylerinin arttığı gösterilmiştir (Harris vd. 2023).

Ayrıca küçük RNA'lar, bitki-patojen etkileşiminde önemli düzenleyicilerdir. Belirli miRNA'lar, patojen tanıma reseptörlerini veya sinyal yolaklarında görevli transkripsiyon faktörlerini hedef alarak savunma yanıtını şekillendirebilir.

3.3. Epigenetik Stres Hafızası ve Transjenerasyonel Kalıtım

Epigenetik düzenlemelerin dikkat çekici özelliklerinden biri, stres sonrası kalıcılığını sürdürebilmesi ve hatta sonraki nesillere aktarılabilmesidir. Bu duruma "epigenetik stres hafızası" adı verilir. Bu mekanizma sayesinde bitkiler, daha önce maruz kaldıkları streslere karşı daha hızlı ve etkili bir yanıt oluşturabilirler. Örneğin, kuraklığa maruz kalan bir bitkiden elde edilen tohumların, sonraki nesillerde aynı kuraklık koşullarına daha toleranslı hale gelmesi epigenetik hafıza ile açıklanabilir (Hemenway ve Gehring, 2023).

Bu durum, yalnızca bireysel adaptasyon açısından değil; aynı zamanda epigenetik varyasyonun ıslah programlarında kullanılabilirliği açısından da büyük önem taşımaktadır. Kalıtsal epigenetik varyantlar, klasik seleksiyon yaklaşımlarına entegre edilerek stres toleransı yüksek yeni bitki çeşitlerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

4. EPİGENETİK UYGULAMALARIN TARIMSAL BİYOTEKNOLOJİDEKİ YERİ

Epigenetik mekanizmalar, yalnızca temel biyolojik süreçlerin anlaşılmasında değil; aynı zamanda tarımsal biyoteknoloji uygulamalarında da dönüştürücü bir potansiyel sunmaktadır. Genetik mühendisliği, CRISPR/Cas9 gibi gen düzenleme sistemleri ve mikrobiyal etkileşimlere dayalı yeni yaklaşımlar, epigenetik bilgilerin yönlendirmesiyle daha hassas ve sürdürülebilir uygulamalara kapı aralamaktadır.

4.1. Genetik Mühendisliği ile Entegrasyon

Modern genetik mühendisliği, doğrudan DNA dizisini değiştirerek bitki özelliklerini iyileştirme amacı taşır. Ancak bazı durumlarda genetik değişiklik yapmak etik, hukuki ve çevresel tartışmalara neden olabilir. Bu noktada epigenetik düzenleme, gen dizisini değiştirmeksizin gen ifadesini kontrol altına alma yeteneğiyle öne çıkar. CRISPR/Cas teknolojisinin epigenetik varyantları, "CRISPR-dCas9" gibi sistemler aracılığıyla DNA metilasyonunu hedefleyerek gen ekspresyonunu düzenleyebilir (Rahman ve Tollefsbol, 2021). Bu yöntemle, herhangi bir kalıcı mutasyon yaratmadan, gen aktivitesinin geçici ya da kalıcı olarak değiştirilmesi mümkündür.

Ayrıca, hedefe yönelik epigenetik modifikasyonlarla genlerin çevresel streslere verdiği yanıtlar optimize edilebilir. Örneğin, sıcaklığa duyarlı bir genin promotör bölgesinde epigenetik bir düzenleme yapılarak bu genin daha yüksek sıcaklıklarda aktif hale gelmesi sağlanabilir. Böylece ıslah programları yalnızca DNA dizilimi üzerine değil, epigenetik hafıza üzerine de inşa edilebilir.

4.2. Mikrobiyal Etkileşimler ve Epigenetik

Bitkilerin rizosfer (kök çevresi) mikroorganizmalarıyla olan etkileşimleri, büyüme ve stres toleransı üzerinde önemli etkilere sahiptir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, bazı faydalı mikroorganizmaların bitki epigenomunu etkileyebileceğini ve stres genlerinin epigenetik regülasyonunu tetikleyebileceğini göstermektedir (Alam vd. 2017). Örneğin, belirli *Pseudomonas* türlerinin bitkilerde DNA metilasyonunu değiştirdiği ve bunun sonucunda stres toleransını artırdığı bildirilmiştir.

Bu tür etkileşimler, epigenetik modifikasyonların yalnızca bitkinin iç mekanizmalarına değil, aynı zamanda mikrobiyal faktörlere bağlı olarak da şekillenebileceğini ortaya koyar. Bu durum, epigenetik ve mikrobiyal biyoteknolojinin birlikte kullanıldığı "mikrobiyal epigenetik" gibi yeni bir uygulama alanının doğmasına zemin hazırlamaktadır.

4.3. Yeni Çeşit Geliştirmede Epigenetik Potansiyel

Epigenetik varyasyonlar, klasik genetik seleksiyonla göz ardı edilebilecek ancak fenotipik çeşitliliği etkileyen önemli faktörlerdir. Islah programlarında yalnızca DNA dizilimine değil, epigenetik işaretlere de odaklanmak; stres toleransı, verimlilik, kalite gibi özelliklerin geliştirilmesinde yeni bir boyut kazandırabilir.

Özellikle "epi-ıslah" (epi-breeding) olarak adlandırılan yeni ıslah stratejileri, hedeflenen epigenetik modifikasyonların seçilerek kalıtsal hale getirilmesini amaçlamaktadır (Baraskar vd. 2024). Bu yaklaşım, transgenik olmadan istenilen özelliklerin kazandırılmasını sağlayabilir. Böylece hem kamuoyu hassasiyetleri hem de regülasyon açısından daha kabul edilebilir yeni ürünler elde edilebilir.

5. ETİK, EKOLOJİK VE REGÜLASYONEL BOYUTLAR

Epigenetik teknolojilerin tarımda kullanımı, bilimsel ilerlemenin sağladığı umut verici fırsatların yanı sıra bazı etik, ekolojik ve hukuki kaygıları da beraberinde getirmektedir. Gen ifadesini DNA dizilimini değiştirmeden düzenleyen bu yaklaşımlar, geleneksel genetik mühendisliğine göre daha yumuşak müdahaleler olarak değerlendirilse de, uygulama alanlarının genişlemesiyle birlikte çeşitli sorular gündeme gelmiştir. Bu nedenle, epigenetik uygulamaların sadece bilimsel yönleriyle değil, aynı zamanda toplumsal kabul, çevresel sürdürülebilirlik ve mevzuat uyumluluğu açısından da kapsamlı şekilde ele alınması gerekmektedir (Chiapperino, 2018).

5.1. Etik Tartışmalar

Epigenetik düzenleme teknolojilerinin canlı organizmalar üzerinde kullanımı, özellikle kalıtsal etkiler yaratma potansiyeli nedeniyle etik açıdan dikkatli bir değerlendirmeyi zorunlu kılmaktadır. DNA dizilimi değişmemiş olsa bile, gen ifadesindeki değişikliklerin gelecek nesillere aktarılması, organizmanın doğal evrimsel sürecine dış müdahale olarak yorumlanabilir. Bu durum, “doğallık” ilkesine bağlı etik görüşlerde sorgulamalara neden olmaktadır.

Ayrıca epigenetik müdahalelerin patentlenebilirliği, biyolojik materyallerin ticarileştirilmesi ve bu teknolojilerin küçük çiftçiler üzerindeki etkileri gibi sosyal adaletle ilgili sorunlar da gündemdedir. Küçük ölçekli üreticilerin bu teknolojilere erişiminin sınırlı olması, tarımda teknolojiye dayalı yeni bir eşitsizlik alanı doğurabilir.

5.2. Ekosistem Üzerindeki Etkiler

Epigenetik olarak düzenlenmiş bitkilerin doğaya salınması, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem dengesi açısından bazı riskler barındırabilir. Gen ifadesi değişmiş bir bitki türü, doğal popülasyonlarla rekabet üstünlüğü kazanabilir, polinatör davranışlarını değiştirebilir veya toprak mikrobiyomunu etkileyebilir. Özellikle epigenetik değişikliklerin doğal varyasyonla karışarak uzun vadede kontrolsüz yayılması, öngörülemeyen sonuçlara neden olabilir (Dupras vd. 2022).

Buna rağmen, epigenetik müdahalelerin klasik transgenik uygulamalara göre daha çevre dostu olduğu ve türler arası gen geçişi gibi riskleri içermediği yönünde olumlu görüşler de bulunmaktadır. Ancak, bu yaklaşımın güvenilirliği ancak uzun dönemli ekotoksikolojik çalışmalarla ortaya konabilir.

5.3. Yasal Düzenlemeler ve Güvenlik Protokolleri

Epigenetik teknolojilerin regülasyonu, geleneksel GDO düzenlemelerinden farklı bir yaklaşım gerektirir. Çünkü bu uygulamalar genetik materyali doğrudan değiştirmemekte, ancak kalıtsal gen ifadesi farklılıklarına neden olabilmektedir. Mevcut yasal çerçevelerin büyük çoğunluğu DNA sekans değişikliği temelli olduğu için epigenetik ürünlerin nasıl sınıflandırılacağı konusunda netlik bulunmamaktadır.

Bazı ülkelerde epigenetik olarak modifiye edilmiş organizmalar, transgenik organizmalarla aynı yasal prosedürlere tabi tutulurken, diğerlerinde bu ürünler “doğal varyasyon” kapsamında değerlendirilmekte ve regülasyon dışında bırakılabilmektedir (Dupras vd. 2022).. Bu durum, uluslararası ticaret ve tüketici güveni açısından tutarsızlıklar yaratabilir. Dolayısıyla epigenetik teknolojiler için özel bir yasal çerçevenin geliştirilmesi, hem bilimsel gelişmeleri destekleyecek hem de güvenli kullanımı sağlayacaktır.

6. SONUÇ VE GELECEK PERSPEKTİFLER

Tarım sektörü, iklim değişikliği, toprak erozyonu, su kıtlığı, artan pest baskısı ve gıda güvenliği gibi birbirine bağlı çoklu krizlerle karşı karşıyadır. Bu zorlukların üstesinden gelmek, yalnızca üretim verimliliğini artırmayı değil; aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği ve ekosistem dengesini de gözeten yenilikçi çözümler geliştirmeyi gerektirmektedir. Epigenetik mekanizmalar, bu bağlamda hem temel biyolojik anlayışımıza katkı sunmakta hem de tarımsal üretimin geleceğine yön verecek uygulamalara zemin hazırlamaktadır.

DNA diziliminde kalıcı değişiklik yaratmadan gen ifadesini düzenleme kapasitesine sahip olan epigenetik müdahaleler, hem abiyotik hem de biyotik stres koşullarına karşı daha dayanıklı bitki çeşitlerinin geliştirilmesine imkân tanımaktadır. Stres hafızası, transjenerasyonel kalıtım ve çevreye duyarlı gen regülasyonu gibi epigenetik özellikler, klasik ıslah yaklaşımlarının ötesine geçerek sürdürülebilir tarım sistemlerinin kurulmasında yeni bir paradigma sunmaktadır.

Ancak bu potansiyelin etkin ve güvenli biçimde kullanılabilmesi için bazı temel gereklilikler bulunmaktadır:

- **Temel araştırmaların derinleştirilmesi:** Epigenetik düzenlemelerin genetik arka planı, işleyiş mekanizmaları ve kalıtımsal etkileri hâlen tam anlamıyla anlaşılmamıştır. Bu nedenle, disiplinler arası araştırmalara yatırım yapılması elzemdir.
- **Etik ve toplumsal yönetişim:** Toplumun epigenetik uygulamalara olan yaklaşımı, şeffaf iletişim, etik ilkeler ve sosyal adalet çerçevesinde ele alınmalıdır.
- **Yasal çerçevelerin yeniden tanımlanması:** Mevcut GDO düzenlemeleri, epigenetik müdahaleleri tam olarak kapsayamamaktadır. Bu nedenle, bilimsel temelli, esnek ve uluslararası uyumlu bir regülasyon altyapısı oluşturulmalıdır.
- **Tarım politikalarının güncellenmesi:** Epigenetik teknolojilerin yaygınlaştırılması, kamu destekli pilot uygulamalar, eğitim programları ve teknoloji transferi yoluyla teşvik edilmelidir.

Sonuç olarak, epigenetik teknolojiler, sadece bitki genetiği alanında değil, aynı zamanda sürdürülebilir tarım stratejilerinde de dönüşümsel bir rol oynamaya adaydır. Bilimsel gelişmelerin dikkatli, etik ve sürdürülebilir biçimde yönlendirilmesi koşuluyla, bu teknolojiler gelecek nesiller için daha dirençli, üretken ve çevre dostu tarım sistemlerinin temelini oluşturabilir.

7. KAYNAKLAR

Alam, R., Abdolmaleky, H. M., & Zhou, J. R. (2017). Microbiome, inflammation, epigenetic alterations, and mental diseases. American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics, 174(6), 651-660.

Baraskar, S., Chetukuri, A., Kumar, V. C. S., & Mangrauthia, S. (2024). Epigenome editing: a novel perspective towards ensuring global food security. The Nucleus, 1-12.

Boyko, A., & Kovalchuk, I. (2008). Epigenetic control of plant stress response. Environmental and molecular mutagenesis, 49(1), 61-72.

Chiapperino, L. (2018). Epigenetics: ethics, politics, biosociality. British medical bulletin, 128(1), 49-60.

Dupras, C., Knoppers, T., Palmour, N., Beauchamp, E., Liosi, S., Siebert, R., ... & Joly, Y. (2022). Researcher perspectives on ethics considerations in epigenetics: an international survey. Clinical Epigenetics, 14(1), 110.

Harris, C. J., Amtmann, A., & Ton, J. (2023). Epigenetic processes in plant stress priming: open questions and new approaches. Current Opinion in Plant Biology, 75, 102432.

Hemenway, E. A., & Gehring, M. (2023). Epigenetic regulation during plant development and the capacity for epigenetic memor

Kakoulidou, I., Avramidou, E. V., Baránek, M., Brunel-Muguet, S., Farrona, S., Johannes, F., ... & Maury, S. (2021). Epigenetics for crop improvement in times of global change. Biology, 10(8), 766.

Karlić, R., Chung, H. R., Lasserre, J., Vlahoviček, K., & Vingron, M. (2010). Histone modification levels are predictive for gene expression. Proceedings of the National Academy of Sciences, 107(7), 2926-2931.

Kumar, S. (2019). Epigenetics and epigenomics for crop improvement: current opinion. Adv. Biotechnol. Microbiol, 14, 555879.

Kumar, S., & Mohapatra, T. (2021). Dynamics of DNA methylation and its functions in plant growth and development. Frontiers in Plant Science, 12, 596236.

Peterson, C. L., & Laniel, M. A. (2004). Histones and histone modifications. Current Biology, 14(14), R546-R551.

Povolotsky, T. L., Barazany, H. L., Shacham, Y., & Kolodkin-Gal, I. (2024). Bacterial epigenetics and its implication for agriculture, probiotics development, and biotechnology design. Biotechnology Advances, 108414.

Rahman, M. M., & Tollefsbol, T. O. (2021). Targeting cancer epigenetics with CRISPR-dCAS9: Principles and prospects. Methods, 187, 77-91.

Sahu, P. P., Pandey, G., Sharma, N., Puranik, S., Muthamilarasan, M., & Prasad, M. (2013). Epigenetic mechanisms of plant stress responses and adaptation. Plant cell reports, 32, 1151-1159.

Vijayaraghavalu, S. (2022). Advances in Epigenetics for Crop Improvement and Sustainable Agriculture. Plant Genomics for Sustainable Agriculture, 351.

Yousefi, P. D., Suderman, M., Langdon, R., Whitehurst, O., Davey Smith, G., & Relton, C. L. (2022). DNA methylation-based predictors of health: applications and statistical considerations. Nature Reviews Genetics, 23(6), 369-383.

Zhao, L. Y., Song, J., Liu, Y., Song, C. X., & Yi, C. (2020). Mapping the epigenetic modifications of DNA and RNA. Protein & cell, 11(11), 792-808.

BULUT TABANLI BİLİŞİM SİSTEMLERİ KULLANILARAK YARI-KURAK BÖLGELERDE TOPRAK EROZYONU RİSKİNİN MEKÂNSAL ANALİZİ: SİİRT İLİ, TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Miraç KILIÇ[1]

[1]Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Malatya

Orcid ID: 0000-0001-8026-5540/0545 593 1703

Hikmet GÜNAL[2]

[2]Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa

Orcid ID: 0000-0002-4648-2645/0542 356 6005

Mesut BUDAK[3]

[3]Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Siirt.

Orcid ID: 0000-0001-5715-1246/0532 643 9271

ÖZET

Toprak erozyonu, küresel ölçekte tarımsal üretkenliği tehdit eden ve doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimini sekteye uğratan en kritik çevresel sorunlardan biridir. Özellikle ekonomik yapısı büyük ölçüde tarıma dayalı ve gelişmekte olan ülkelerde, erozyonun mekânsal olarak modellenmesi ve risk zonlarının belirlenmesi, etkili toprak koruma ve arazi yönetimi stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Geleneksel yöntemlerle yürütülen erozyon çalışmaları; yüksek zaman ve iş gücü gereksinimi, sınırlı mekânsal kapsama alanı ve düşük operasyonel verimlilik gibi kısıtlar nedeniyle günümüz çevresel karar destek sistemleri için yetersiz kalmaktadır. Bu çalışma, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Siirt ili sınırları içerisinde, bulut tabanlı Google Earth Engine (GEE) platformu kullanılarak Revize Edilmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE) modelinin uygulanmasını ve erozyon riskinin yüksek çözünürlüklü mekânsal değerlendirmesini amaçlamaktadır. RUSLE modeline ait beş parametre; yağış erozivitesi (R), toprak erodibilitesi (K), topografik faktör (LS), bitki örtüsü ve arazi yönetimi (C) ve arazi koruma uygulamaları (P) faktörleri GEE üzerinden hesaplanmıştır. R faktörü, 2001-2021 yılları arasında CHIRPS günlük yağış verilerinden; K faktörü, SoilGrids250m veri seti üzerinden kil, silt, kum ve organik madde içeriklerinden; LS faktörü, SRTM dijital yükseklik modelinden türetilen eğim verilerinden; C faktörü, Sentinel-2 uydu görüntülerinden hesaplanan Normalleştirilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI) değerlerinden; P faktörü ise eğime dayalı sınıflandırma yöntemiyle belirlenmiştir. Analiz sonuçları, çalışma sahasında yıllık ortalama toprak kaybının 0 ila 666.2 ton/ha/yıl arasında değiştiğini göstermiştir. Alanın %41.78'i çok düşük, %15.30'u düşük, %29.75'i orta, %11.55'i şiddetli, %1.59'u çok şiddetli ve %0.02'si aşırı şiddetli düzeyde erozyon riski altında sınıflandırılmıştır. R faktörü değerleri 253.11-406.75 MJ·mm/ha·h·yıl, K faktörü 0.11-0.37, LS faktörü 0.03-23.4, C faktörü NDVI ile ters orantılı olarak değişmekte, P faktörü ise 0.10-0.33 aralığında seyretmektedir. Bu bulgular, bölgedeki erozyon dinamiklerinin topografya ve arazi kullanım pratiklerine duyarlılığını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, bu çalışma; coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama teknolojilerinin entegrasyonu ile geliştirilen bulut tabanlı yaklaşımın, geleneksel yöntemlere kıyasla daha hızlı, maliyet etkin ve güvenilir çıktılar ürettiğini göstermektedir. Elde edilen yüksek çözünürlüklü erozyon risk haritaları, yalnızca Siirt ili için değil, benzer topo-klimatik özelliklere sahip havzalarda da toprak koruma planlamalarına bilimsel temel sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Toprak erozyonu, RUSLE, Google Earth Engine, uzaktan algılama, CHIRPS, NDVI, Siirt

SPATIAL ANALYSIS OF SOIL EROSION RISK IN SEMI-ARID REGIONS USING CLOUD-BASED COMPUTING SYSTEMS: A CASE STUDY OF SIIRT PROVINCE, TURKIYE

ABSTRACT

Soil erosion is one of the most critical environmental problems threatening agricultural productivity and undermining the sustainable management of natural resources on a global scale. Particularly in developing countries with economies heavily reliant on agriculture, spatial modeling of erosion risk is essential for the formulation of effective soil conservation and land management strategies. Traditional erosion assessment methods are often limited by high labor and time requirements, restricted spatial coverage, and low operational efficiency, rendering them insufficient for contemporary environmental decision-support systems. This study aims to spatially evaluate and map soil erosion risk within the boundaries of Siirt Province in Southeastern Turkey using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) model implemented on the cloud-based Google Earth Engine (GEE) platform. The five RUSLE parameters, rainfall erosivity (R), soil erodibility (K), topographic factor (LS), cover-management factor (C), and support practices factor (P), were computed through remote sensing and geospatial datasets integrated within GEE. Specifically, the R factor was derived from CHIRPS daily rainfall data (2001–2021), the K factor from SoilGrids250m data based on clay, silt, sand, and organic matter content, the LS factor from slope data extracted from the SRTM digital elevation model, the C factor from Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) values calculated using Sentinel-2 imagery, and the P factor was estimated based on slope classification. Results indicate that annual soil loss in the study area ranges from 0 to 666.2 tons/ha/year. Approximately 41.78% of the area is classified under very low erosion risk, 15.30% as low, 29.75% as moderate, 11.55% as high, 1.59% as very high, and 0.02% as catastrophic. The R factor varied between 253.11 and 406.75 MJ·mm/ha·h·year, the K factor ranged from 0.11 to 0.37, LS from 0.03 to 23.4, while the C factor was inversely correlated with NDVI, and the P factor varied from 0.10 to 0.33. These results reveal a strong sensitivity of erosion dynamics to topography and land management practices. In conclusion, this study demonstrates that the integration of GIS and remote sensing technologies via a cloud-based approach offers rapid, cost-effective, and reliable outputs compared to traditional methods. The high-resolution erosion risk maps produced herein provide a scientifically robust basis not only for Siirt Province but also for informing soil conservation planning in other catchments with similar topo-climatic characteristics across Southeastern Anatolia.

Keywords: Soil erosion, RUSLE, Google Earth Engine, remote sensing, CHIRPS, NDVI, Siirt

1.Giriş

Toprak erozyonu, dünya genelinde tarımsal üretkenliği tehdit eden ve çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik öneme sahip olan en ciddi çevresel sorunlardan biridir. Toprak, karasal organizmaların yaşamsal besin kaynağı olarak hizmet eden, bitki büyümesi için gerekli nemi tutan, çeşitli ve zengin biyolojik toplulukları barındıran ve besin döngüsünü sürdürerek habitat ve biyoçeşitliliği koruyan gevşek bir materyal olarak Dünya yüzeyini kaplamaktadır (Wang ve ark., 2024). Ancak, toprak erozyonu ciddi arazi bozulmasına yol açarak çevresel tehlikelerden biri haline gelmiştir (Kılıç & Günal, 2025). Erozyon süreci, dış kuvvetlerin etkisiyle toprak ve diğer yüzey materyallerinin yer değiştirmesi olarak tanımlanmakta ve hidrolojik erozyon, rüzgar erozyonu ve donma-çözülme erozyonu olmak üzere kategorilere ayrılmaktadır (Wang ve ark., 2024). Bu süreç, arazi verimliliğinin azalması, nehir, göl ve rezervuarların sedimentasyonu, su kirliliği, ekolojik dengenin bozulması ve arazi kaynaklarının tükenmesi gibi sonuçlar doğurarak sürdürülebilir çevresel gelişimi tehdit etmektedir. Özellikle gelişmekte olan ve başlıca gelir kaynağı tarıma bağımlı ülkelerde, toprak erozyonunun mekânsal tahmini kontrol planları geliştirmek açısından hayati önem taşımaktadır (Anton ve ark., 2024).

Toprak erozyonu tahmininde en yaygın kullanılan ampirik modellerden biri olan Revize Edilmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE), 1965 yılında Wischmeier ve Smith tarafından geliştirilen Evrensel Toprak Kaybı Denklemi'nin (USLE) geliştirilmiş versiyonudur (Ganasri & Ramesh, 2016). RUSLE modeli, yağış ve buna bağlı yüzey akışının neden olduğu toprak erozyonu oranlarını tahmin etmek için dünya çapında resmi kurumlar tarafından yaygın olarak kullanılan bir erozyon tahmin teknolojisidir (United States Department of Agriculture, 2010). Model, beş temel faktörü (R: yağış erozivitesi, K: toprak erodibilitesi, LS: eğim uzunluğu ve dikliği, C: bitki örtüsü ve yönetim, P: koruma uygulamaları) kullanarak uzun dönemli ortalama yıllık toprak kaybını tahmin eden ampirik tabanlı bir modelleme yaklaşımıdır (Thapa, 2020). RUSLE'nin en önemli avantajlarından biri arazi kullanımından bağımsız olması ve tarım arazileri, bozulmuş orman arazileri, mera arazileri, inşaat sahaları, maden arazileri, ıslah edilmiş araziler, askeri eğitim alanları, çöp depolama sahaları ve yağış ile buna bağlı yüzey akışının toprak erozyonuna neden olduğu diğer arazilerde kullanılabilmesidir. USDA Tarımsal Araştırma Servisi (ARS) tarafından sürekli olarak geliştirilen ve güncellenen bu model, 50 yılı aşkın deneyimi modern erozyon ve bilgisayar bilimiyle birleştirerek günümüzde mevcut en iyi pratik erozyon tahmin teknolojisi olarak kabul edilmektedir (United States Department of Agriculture, 2010).

Geleneksel toprak erozyonu çalışma yöntemleri zaman alıcı, emek yoğun ve coğrafi ile ölçek faktörleri tarafından sınırlıdır. Bu bağlamda, uzaktan algılama teknolojisi coğrafi bilgi edinimi ve mekânsal analizde hızlı gelişimi ile dikkat çekici başarılar elde etmiş, yüksek düzeyde entegre bir tespit yöntemi olarak öne çıkmıştır (Wang ve ark., 2024). Uzaktan algılama teknolojisi, hızlı bilgi edinme, çeşitli yöntemler, az sınırlayıcı faktör, kısa döngüler ve geniş veri kapsamı gibi çok sayıda avantaj sunmaktadır (Abdulraheem ve ark., 2023). Bu teknoloji, erozyon özelliklerini, bölgelerini ve sonuçlarını tespit etme imkanı sağlarken, toprak erozyonu modelleri için girdi verileri sunarak toprak erozyonu araştırmalarında kapsamlı ve derinlemesine bir perspektif sunmaktadır (Ji ve ark., 2024). Google Earth Engine (GEE), bu bağlamda devrim niteliğinde bir bulut tabanlı platform olarak karşımıza çıkmaktadır. GEE, bilim insanları, araştırmacılar ve geliştiricilerin Dünya yüzeyindeki değişiklikleri tespit etmek, eğilimleri haritalamak ve farklılıkları ölçmek için kullandıkları güçlü bir araçtır (Gorelick ve ark., 2017). Platform, geniş bir uydu ve çevresel veri yelpazesine erişim sağlarken, kullanıcıların kendi veri setlerini de dahil etmelerine olanak tanımaktadır. GEE'nin jeomekânsal veri işlemeyi basitleştiren yapısı, çevresel izleme uygulamalarında önemli bir rol oynamaktadır (Bowlby ve ark., 2024).

Google Earth Engine ile RUSLE modelinin entegrasyonu, toprak erozyonu değerlendirmesinde yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Bu entegre yaklaşım, RUSLE modelinin beş faktörünün (R, K, LS, C, P) hesaplanmasında çeşitli uzaktan algılama veri kaynaklarından yararlanmaktadır. Örneğin, R faktörü CHIRPS (Climate Hazards Group Infra-Red Precipitation with Station) verilerinden yıllık yağış verileri kullanılarak, K faktörü Open Land Map'ten USDA toprak tekstürü sınıflandırmaları kullanılarak, LS faktörü dijital yükseklik modellerinden eğim verileri kullanılarak, C faktörü Sentinel-2 verilerinden NDVI ve arazi örtüsü değişimleri kullanılarak ve P faktörü MODIS verilerinden arazi örtüsü türleri ve eğim koşulları kullanılarak hesaplanabilmektedir (Sud ve ark., 2024). Bu yaklaşım, geleneksel yöntemlere kıyasla maliyet etkin, zaman tasarruflu ve geniş ölçekli analizlere imkan tanıyan bir çözüm sunmaktadır (Nigussie ve ark., 2025). Ayrıca, GEE'nin bulut tabanlı hesaplama gücü, büyük veri setlerinin işlenmesinde ve karmaşık analizlerin gerçekleştirilmesinde önemli avantajlar sağlamaktadır (Kılıç, 2024). Bu entegre metodoloji, toprak erozyonu ve sediment verimi değerlendirmesinde yüksek doğruluk ve güvenilirlik sunarak, sürdürülebilir arazi yönetimi uygulamaları ve çevresel koruma çabalarına katkıda bulunma potansiyeline sahiptir (Nigussie ve ark., 2025).

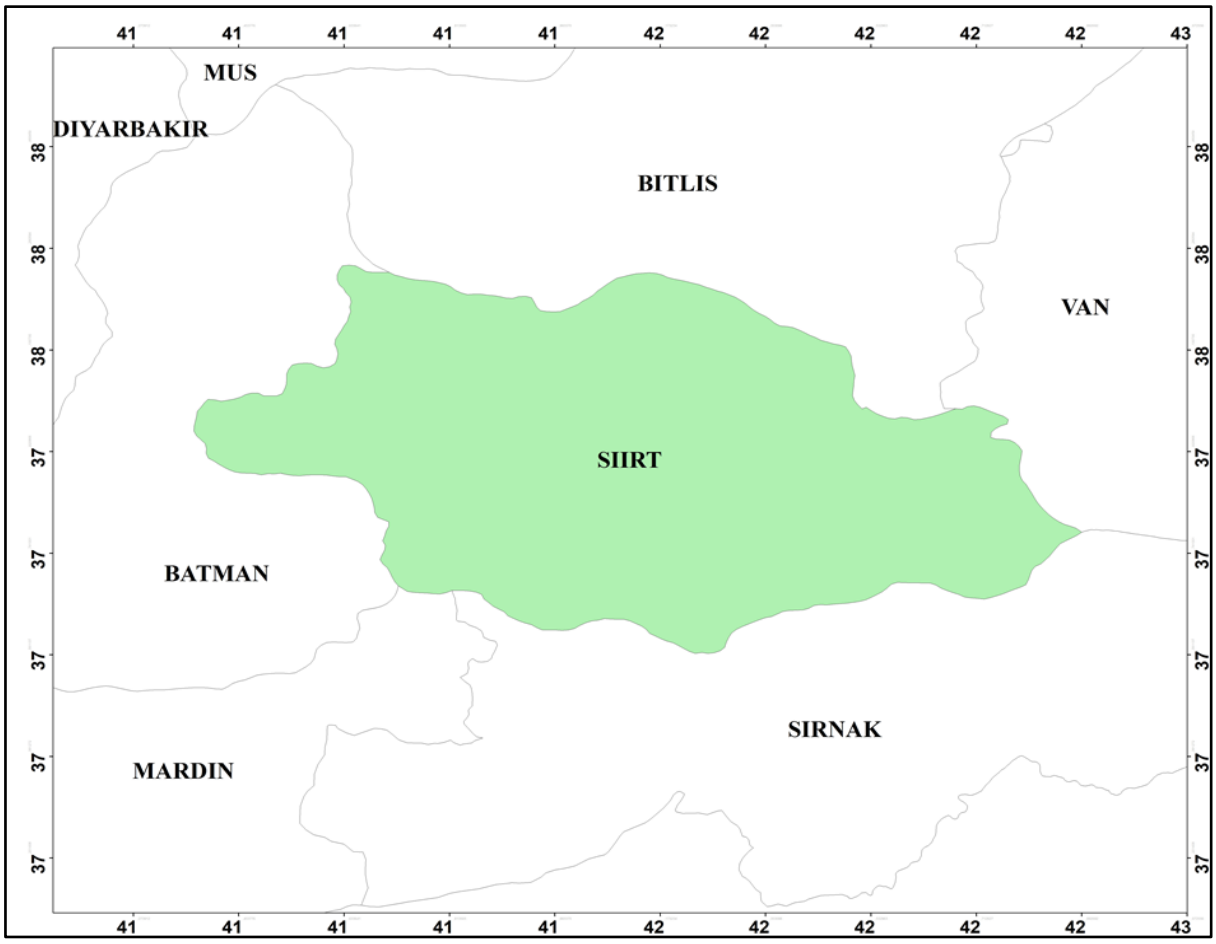
Bu çalışmanın temel amacı, Siirt ili sınırları içerisinde Google Earth Engine (GEE) bulut tabanlı platformu kullanarak Revize Edilmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE) modelini uygulayarak toprak erozyonu riskini mekânsal olarak değerlendirmek ve haritalamaktır. Çalışma kapsamında, 2001-2021 yılları arasındaki CHIRPS günlük yağış verileri kullanılarak yağış erozivitesi (R) faktörü, SoilGrids250m veri setinden elde edilen kil, silt, kum ve organik madde içerikleri kullanılarak toprak erodibilitesi (K) faktörü, SRTM dijital yükseklik modelinden türetilen eğim verileri kullanılarak topografik (LS) faktörü, Copernicus Arazi Örtüsü verisi kullanılarak bitki örtüsü ve yönetim (C) faktörü ve eğim değerlerine dayalı olarak koruma uygulamaları (P) faktörü hesaplanarak bölgenin yıllık toprak kaybı miktarı (ton/ha/yıl) belirlenmiştir. Ayrıca, 2020 yaz dönemine ait Sentinel-2 uydu görüntülerinden elde edilen Normalleştirilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI) değerleri kullanılarak bölgenin bitki örtüsü durumu analiz edilmiştir. Çalışmanın hedefleri arasında, toprak erozyonu şiddetini beş farklı sınıfa (hafif, orta, yüksek, çok yüksek, şiddetli) ayırarak bölgenin erozyon risk haritasını oluşturmak, her erozyon sınıfının alansal dağılımını belirlemek, bölgenin toplam yıllık toprak kaybı miktarını tahmin etmek ve elde edilen sonuçları CBS ortamında görselleştirerek karar vericilere sürdürülebilir arazi yönetimi planlaması için bilimsel veri sağlamak yer almaktadır. Bu entegre yaklaşım, geleneksel arazi tabanlı ölçüm yöntemlerine kıyasla daha hızlı, maliyet etkin ve geniş ölçekli analiz imkanı sunarak, bölgesel toprak koruma stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlamayı amaçlamaktadır.

2.Materyal ve Metot

2.1.Çalışma Alanı

Bu çalışma, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Siirt ili sınırları içerisinde gerçekleştirilmiştir. Siirt ili, 37°55' - 38°30' kuzey enlemleri ile 41°30' - 42°30' doğu boylamları arasında konumlanmış olup, toplam yüzölçümü yaklaşık olarak 5600 km²'dir (Şekil 1). İl, doğuda Van, batıda Batman ve Diyarbakır, kuzeyde Bitlis ve güneyde Şırnak illeri ile çevrilidir. Siirt ili, Dicle Nehri havzası içerisinde yer almakta olup, bölgenin topografik yapısı oldukça engebeli ve dağlık karakterdedir. İlin yükseltisi deniz seviyesinden 500 ile 2.500 metre arasında değişmektedir. Bölge, yarı kurak iklim özelliklerine sahip olup, yıllık ortalama yağış miktarı 400-700 mm arasında değişmektedir. Bu iklimsel ve topografik özellikler, bölgeyi toprak erozyonu açısından riskli bir alan haline getirmektedir. Çalışma alanının jeolojik yapısı ağırlıklı olarak

Paleozoik ve Mesozoik yaşlı kayaçlardan oluşmaktadır. Bölgede yaygın olarak kireçtaşı, dolomit, şeyl ve kumtaşı formasyonları bulunmaktadır. Toprak tipleri açısından ise bölgede ağırlıklı olarak kahverengi topraklar, kırmızı kahverengi topraklar ve alüvyal topraklar görülmektedir. Bu toprak tiplerinin erozyona karşı duyarlılıkları farklılık göstermekte olup, özellikle eğimli arazilerde bulunan kahverengi topraklar yüksek erozyon riski taşımaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanının konumu

2.2.RUSLE Modeli Teorik Temeli

Revize Edilmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE), orijinal Evrensel Toprak Kaybı Denklemi'nin (USLE) geliştirilmiş versiyonu olarak 1997 yılında Renard ve arkadaşları tarafından sunulmuştur (Renard ve ark., 1997). RUSLE modeli, yağmur damlası etkisi ve yüzey akışı kaynaklı toprak erozyonunu tahmin etmek için kullanılan ampirik bir modeldir. Model, beş temel faktörün çarpımı şeklinde ifade edilir:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Bu denklemde A; birim alandaki ortalama yıllık toprak kaybını (ton ha^{-1} $yıl^{-1}$) temsil ederken, R; yağış erozivite faktörü (MJ mm ha^{-1} h^{-1} $yıl^{-1}$), K; toprak erodiblite faktörü (ton ha h ha^{-1} MJ^{-1} mm^{-1}), LS; topografik faktör (boyutsuz), C; bitki örtüsü yönetim faktörü (boyutsuz) ve P; koruma uygulamaları faktörünü (boyutsuz) ifade etmektedir (Renard ve ark., 1997).

2.3.Google Earth Engine Platformu

Google Earth Engine (GEE), Google tarafından geliştirilen bulut tabanlı bir jeomekânsal analiz platformudur (Gorelick ve ark., 2017). Platform, petabayt ölçeğinde uydu görüntüleri ve jeomekânsal veri setlerine erişim imkânı sunmakta olup, büyük ölçekli çevresel analizler için güçlü hesaplama altyapısı sağlamaktadır. GEE'nin temel avantajları arasında veri depolama ve işleme maliyetlerinin düşük olması, paralel işleme kapasitesi ve çok sayıda hazır algoritmanın bulunması yer almaktadır.

Bu çalışmada GEE platformunun seçilmesinin temel nedenleri şunlardır: Birincisi, RUSLE modelinin gerektirdiği tüm veri setlerinin (iklim, toprak, topografya, bitki örtüsü) platform üzerinde mevcut olması; ikincisi, büyük ölçekli hesaplamaların hızlı ve verimli şekilde gerçekleştirilebilmesi; üçüncüsü ise sonuçların görselleştirilmesi ve paylaşılması açısından sağladığı kolaylıklardır.

2.4.Veri Kaynakları ve Ön İşleme

2.4.1. İklim Verileri

Yağış erozivite faktörünün (R) hesaplanması için Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station (CHIRPS) veri seti kullanılmıştır (Funk ve ark., 2015). CHIRPS, 1981-günümüz dönemini kapsayan, 0.05° (yaklaşık 5.5 km) mekânsal çözünürlüğe sahip günlük yağış verilerini içermektedir. Bu veri seti, uydu tabanlı yağış tahminleri ile yer istasyonu gözlemlerinin birleştirilmesi yoluyla üretilmekte olup, özellikle veri kıtlığı yaşanan bölgeler için güvenilir yağış bilgisi sağlamaktadır.

Çalışmada 2000-2023 dönemine ait 24 yıllık CHIRPS verileri kullanılmıştır. Veriler, GEE platformu üzerinden "UCSB-CHG/CHIRPS/DAILY" koleksiyonundan elde edilmiş ve çalışma alanı sınırları ile kırpılmıştır. Günlük yağış verilerinden aylık ve yıllık toplamlar hesaplanarak R faktörü hesaplamalarında kullanılmıştır.

2.4.2.Toprak Verileri

Toprak erodibilite faktörünün (K) hesaplanması için OpenLandMap projesinin sağladığı toprak özellik haritaları kullanılmıştır (Hengl ve ark., 2017). Bu veri seti, 250 metre mekânsal çözünürlükte kum, silt, kil yüzdeleri ve organik karbon içeriği bilgilerini içermektedir. Veriler, makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak küresel ölçekte harmonize edilmiş toprak profil veritabanından türetilmiştir.

Çalışmada kullanılan toprak parametreleri şunlardır: 0-30 cm derinlikteki kum yüzdesi, silt yüzdesi, kil yüzdesi ve organik karbon içeriği. Bu parametreler, RUSLE K faktörü hesaplama formülünde doğrudan kullanılmıştır.

2.4.3.Topografik Veriler

Topografik faktörün (LS) hesaplanması için Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) dijital yükseklik modeli kullanılmıştır (Farr ve ark., 2007). SRTM verileri, 30 metre mekânsal çözünürlüğe sahip olup, GEE platformunda "USGS/SRTMGL1_003" koleksiyonu olarak erişilebilmektedir. Bu veri seti, 2000 yılında Space Shuttle Endeavour tarafından gerçekleştirilen radar görüntüleme misyonu sonucunda elde edilmiştir.

SRTM verilerinden eğim (slope) ve eğim yönü (aspect) haritaları türetilmiştir. Eğim hesaplaması için GEE'nin ee.Terrain.slope() fonksiyonu kullanılmış ve sonuçlar derece cinsinden elde edilmiştir. Akış yönü ve akış birikimi analizleri için ise ee.Terrain.flowDirection() ve ee.Terrain.flowAccumulation() fonksiyonları kullanılmıştır.

2.4.4.Bitki Örtüsü Verileri

Bitki örtüsü yönetim faktörünün (C) hesaplanması için Sentinel-2 uydu görüntülerinden türetilen Normalleştirilmiş Fark Bitki İndeksi (NDVI) verileri kullanılmıştır (Drusch ve ark., 2012). Sentinel-2, Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından işletilen çok spektral uydu sistemi olup, 10-60 metre mekânsal çözünürlükte görüntüler sağlamaktadır. Çalışmada 2020-2023 dönemine ait bulut örtüsü %10'dan az olan Sentinel-2 Level-2A görüntüleri kullanılmıştır. NDVI hesaplaması için kızılötesi (B8) ve kırmızı (B4) bantlar kullanılmış ve aşağıdaki formül uygulanmıştır:

NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)

Yıllık ortalama NDVI değerleri hesaplanmış ve C faktörü türetiminde kullanılmıştır. Ayrıca, MODIS Land Cover Type (MCD12Q1) veri seti de arazi kullanım sınıflandırması için destekleyici veri olarak kullanılmıştır (Friedl & Sulla-Menashe, 2015).

2.5.RUSLE Parametrelerinin Hesaplanması

2.5.1.R Faktörü (Yağış Erozivitesi) Hesaplaması

Yağış erozivite faktörü, yağışın toprak parçacıklarını koparma ve taşıma kapasitesini ifade etmektedir. Türkiye koşulları için modifiye edilmiş Fournier İndeksi kullanılarak hesaplanmıştır (Gürtekin & Gökçe, 2021). Bu yöntem, özellikle günlük yağış şiddeti verilerinin bulunmadığı durumlarda güvenilir sonuçlar vermektedir.

Modifiye Fournier İndeksi aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır:

$MFI = \Sigma(Pi^2/P)$

Burada Pi aylık yağış miktarını (mm), P ise yıllık toplam yağış miktarını (mm) temsil etmektedir. R faktörü değeri ise aşağıdaki regresyon denklemi ile elde edilmiştir:

$R = 0.7397 \times MFI^{1.847}$

Bu denklem, Türkiye'nin farklı iklim bölgelerinde yapılan kalibrasyonlar sonucunda geliştirilmiş olup, bölgesel koşullara uygun sonuçlar vermektedir (Koirala ve ark., 2019).

2.5.2.K Faktörü (Toprak Erodiblitesi) Hesaplaması

Toprak erodibilite faktörü, toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak erozyona karşı gösterdiği direnci ifade etmektedir. Hesaplama için RUSLE'nin önerdiği nomograf denklemi kullanılmıştır (Wischmeier, W. H., and Smith, 1987):

$K = [2.1\times10^{-4}\times(12\text{-}OM)\times M^{1.14} + 3.25\times(s^{-2}) + 2.5\times(p^{-3})]/100$

Bu denklemde; OM: Organik madde yüzdesi (%), M: (Silt + Çok ince kum) × (100 - Kil), s: Toprak strüktür kodu (1-4 arası), p: Geçirgenlik kodu (1-6 arası). Organik madde yüzdesi, organik karbon içeriğinin 1.724 ile çarpılması yoluyla elde edilmiştir. Toprak yapısı ve geçirgenlik kodları, toprak tekstür sınıflarına göre literatürden alınan standart değerler kullanılarak atanmıştır (Panditharathne ve ark., 2019).

2.5.3.LS Faktörü (Topografik Faktör) Hesaplaması

Topografik faktör, eğim uzunluğu (L) ve eğim dikliği (S) faktörlerinin çarpımı olarak hesaplanmıştır. L faktörü için aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$L = (\lambda/22.13)^m$

Burada λ eğim uzunluğunu (m), m ise eğim bağımlı üs değerini temsil etmektedir. Üs değeri (m) aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır:

$m = \beta/(1+\beta)$

$\beta = (\sin\theta/0.0896) / [3.0\times(\sin\theta)^{0.8} + 0.56]$

S faktörü için eğim açısına bağlı olarak farklı formüller kullanılmıştır:

Eğim < 9° için: $S = 10.8\times\sin\theta + 0.03$ Eğim ≥ 9° için: $S = 16.8\times\sin\theta - 0.50$

Eğim uzunluğu hesaplaması için akış birikimi analizi kullanılmış ve her piksel için yukarı havza alanından eğim uzunluğu türetilmiştir (Schmidt ve ark., 2019).

2.5.4.C Faktörü (Bitki Örtüsü Yönetim Faktörü) Hesaplaması

Bitki örtüsü yönetim faktörü, NDVI değerlerinden türetilmiştir. Türkiye koşulları için kalibre edilmiş aşağıdaki formül kullanılmıştır (Durigon ve ark., 2014):

$C = \exp(-\alpha \times NDVI/(\beta - NDVI))$

Burada $\alpha = 2$ ve $\beta = 1$ değerleri Türkiye'deki çalışmalar için optimize edilmiş parametrelerdir. NDVI değerleri -1 ile +1 arasında değişmekte olup, yüksek NDVI değerleri (yoğun bitki örtüsü) düşük C faktörü değerlerine karşılık gelmektedir. Alternatif olarak, arazi kullanım sınıflarına dayalı C faktörü değerleri de hesaplanmış ve NDVI tabanlı sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Arazi kullanım sınıfları için kullanılan C faktörü değerleri

şunlardır: Orman alanları: 0.001-0.01, Çayır ve mera: 0.01-0.10, Tarım alanları: 0.08-0.50, Çıplak toprak: 1.0 ve Yerleşim alanları: 0.0.

2.5.5.P Faktörü (Koruma Uygulamaları Faktörü) Hesaplaması

Koruma uygulamaları faktörü, arazi kullanım türleri ve eğim koşullarına bağlı olarak hesaplanmıştır. Türkiye'deki geleneksel tarım uygulamaları ve arazi yönetim pratikleri dikkate alınarak aşağıdaki değerler kullanılmıştır (Karas ve ark., 2015; Panagos, Borrelli, ve ark., 2015):

- Orman alanları: P = 1.0 (doğal koruma)
- Tarım alanları (eğim 0-7%): P = 0.55
- Tarım alanları (eğim 7-12%): P = 0.60
- Tarım alanları (eğim 12-18%): P = 0.80
- Tarım alanları (eğim >18%): P = 0.90
- Mera alanları: P = 1.0
- Yerleşim alanları: P = 0.0

Bu değerler, bölgedeki kontur sürümü, teraslar ve diğer koruma uygulamalarının yaygınlığı dikkate alınarak belirlenmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

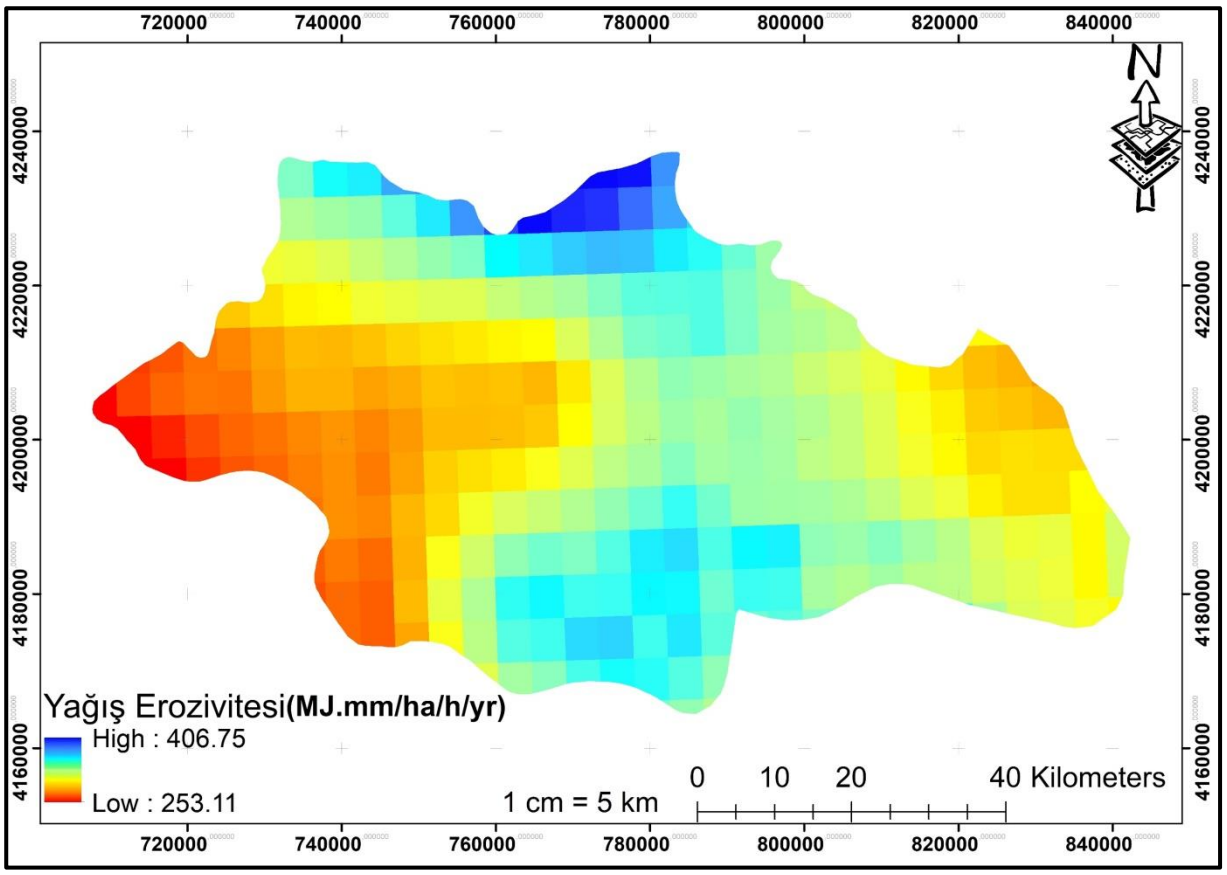
3.1. RUSLE Faktörleri

3.1.1.Yağış Akışı Erozyon Faktörü (R)

Çalışma alanına ait Siirt İli Yağış Erozivitesi (R) dağılım haritası faktörünün mekânsal dağılımı incelendiğinde (Şekil 2), R değerleri 253.11 ile 406.75 MJ·mm/ha/h/yıl arasında değişim göstermektedir. Bölge genelinde ortalama R değeri 330 ± 15 MJ·mm/ha/h/yıl olarak hesaplanmıştır. Harita üzerinde en yüksek eroziyabilite değerleri (380–406 MJ·mm/ha/h/yıl) batı kesiminde yoğunlaşırken, en düşük değerler (253–280 MJ·mm/ha/h/yıl) doğu ve güneydoğu sınırlarında gözlenmiştir. Orta bant olarak tanımlanabilecek 300–350 MJ·mm/ha/h/yıl değerleri ise yükseltili plato alanlarında ve kıyı çizgisi ile dağ etekleri arasında geniş bir alana yayılmaktadır. Bu dağılım, yağış niceliği ve yoğunluğu ile topografik özelliklerin (yükseklik ve eğim) ortak etkisini ortaya koymaktadır.

Siirt ili için elde edilen 253.11-406.75 MJ·mm/ha/h/yıl R faktörü değer aralığı, literatürdeki benzer iklim ve topografik özelliklere sahip bölgelerle karşılaştırıldığında anlamlı sonuçlar vermektedir. Bu değerler, Dicle-Fırat Havzası'nın genel karakteristikleri ile uyumludur ve bölgenin kuzeydoğu kesiminde beklenen orta-yüksek erozivite seviyelerini yansıtmaktadır (Khajavıgodellou ve ark., 2025). Avrupa geneli için hesaplanan 722 $MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1} \cdot yıl^{-1}$ ortalama değerle karşılaştırıldığında, Siirt ili değerleri bu ortalamanın altında kalmaktadır (Panagos, Ballabio, ve ark., 2015). Bu durum, Siirt ilinin yarı kurak iklim karakteristikleri ve Avrupa'nın daha nemli bölgelerine kıyasla düşük yağış miktarları ile açıklanabilir. Ancak, Akdeniz bölgesi özelinde değerlendirildiğinde, Siirt ili değerleri bölgesel normlar içerisinde yer almaktadır.

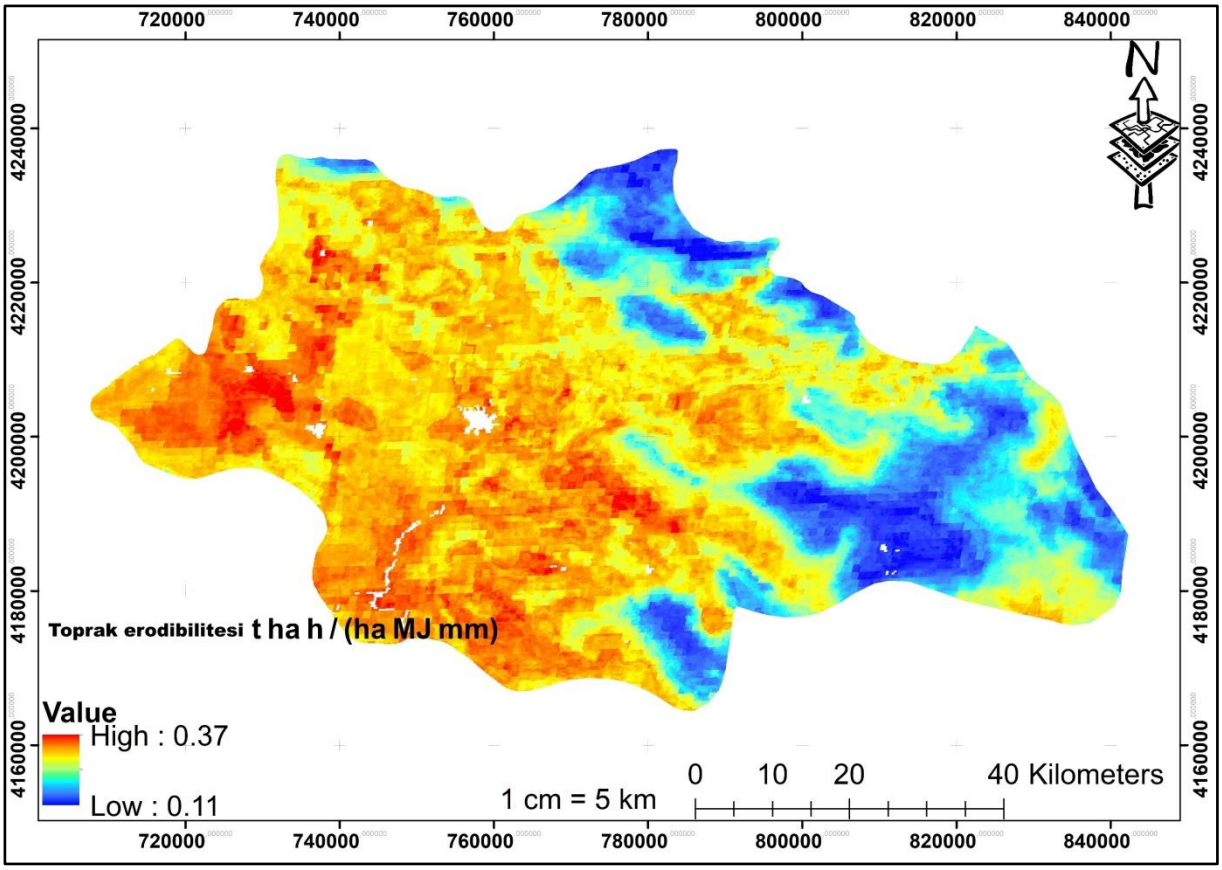
Siirt ilinde gözlenen mekânsal dağılım deseni, batı kesiminde yüksek (380-406 MJ·mm/ha/h/yıl), doğu ve güneydoğu sınırlarında düşük (253-280 MJ·mm/ha/h/yıl) değerlerin varlığı, literatürdeki benzer çalışmalarla uyumlu bir pattern sergilemektedir. Bu dağılım, topografik etkilerin ve yerel iklim koşullarının R faktörü üzerindeki belirleyici rolünü göstermektedir. Bu mekânsal dağılım deseni, Dicle-Fırat Havzası'nda gözlenen kuzeydoğu-güneybatı gradyenti ile de uyumludur. Siirt ili, Dicle-Fırat Havzası'nın önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Khajavıgodellou ve ark. (2025), 770.000 km²'lik Dicle-Fırat Havzası'nda R faktörü değerlerinin 13-166 $MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1} \cdot yıl^{-1}$ arasında değiştiğini bildirmiştir. Ayrıca, havza genelinde kuzeydoğu-güneybatı yönünde azalan bir gradyent tespit etmişlerdir. Güney kurak bölgelerde 13 $MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1}$ gibi düşük değerler gözlenirken, kuzey dağlık bölgelerde 166 $MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1}$'e varan yüksek değerler kaydedilmiştir. Bu bağlamda, Siirt ili Dicle-Fırat Havzası'nın kuzeydoğu kesiminde yer aldığı için, bölgesel gradyente göre orta-yüksek erozivite değerleri beklenmektedir. İlin dağlık topografyası ve Akdeniz iklim rejiminin etkisi altında bulunması, yüksek erozivite potansiyelini desteklemektedir.



Şekil 2. Siirt İli Yağış Erozivitesi Dağılım Haritası

3.1.2.K Faktörü

Araştırma bulgularınıza göre, çalışma alanınızdaki K faktörü değerleri 0.11 ile 0.37 t ha h / (ha MJ mm) arasında değişmektedir (Şekil 3). En yüksek K faktörü değerleri (0.37'ye yakın, kırmızı/turuncu alanlar) haritanın batı ve güneybatı bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Bu durum, bu alanlarda toprağın erozyona karşı daha duyarlı olduğunu göstermektedir. En düşük K faktörü değerleri (0.11'e yakın, mavi alanlar) ise haritanın doğu ve kuzeydoğu kısımlarında gözlenmektedir. Bu bölgelerdeki toprakların erozyona karşı daha dirençli olduğu anlaşılmaktadır. Çalışma alanınızda elde edilen K faktörü aralığı, farklı coğrafi bölgelerde yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında belirli farklılıklar göstermektedir. Martínez-Murillo ve diğerlerinin (2020) güney İspanya'daki Akdeniz dağlık bölgelerinde yaptığı çalışmada, Río Grande (GR) havzasında K faktörü 0.00 ile 0.80, Benamargosa (BE) havzasında ise 0.02 ile 0.92 arasında değişirken, ortalama değerler GR için 0.38, BE için 0.51 olarak bulunmuştur. Araştırmamızda, elde ettiğimiz aralık, bu Akdeniz havzalarındaki değerlere yakın seyretmekte olup, özellikle GR havzasının minimum değerine göre daha yüksek bir minimuma, BE havzasının ortalama değerine göre ise daha düşük bir maksimuma sahiptir (Martínez-Murillo ve ark., 2020). Tian ve ark. (2024), Çin genelinde yaptığı kapsamlı çalışmada, K faktörü değerleri 0.0006 ile 0.0987 arasında değişmiş ve ortalama 0.0331 olarak rapor edilmiştir. Bu bağlamda, araştırma alanımızın K faktörü değerleri (0.11-0.37), Çin genelindeki ortalama değerlerden önemli ölçüde daha yüksektir. Bu durum, Akdeniz iklim koşulları ve bölgenizin kendine özgü jeomorfolojik yapısından kaynaklanıyor olabilir; zira Akdeniz bölgelerindeki dağlık arazilerde toprakların dayanıklılığı azalmakta ve iklim değişikliği bağlamında toprak bozunmasının kritik bir çevresel sorun haline geldiği bildirilmektedir (Mataix-Solera ve ark., 2024).

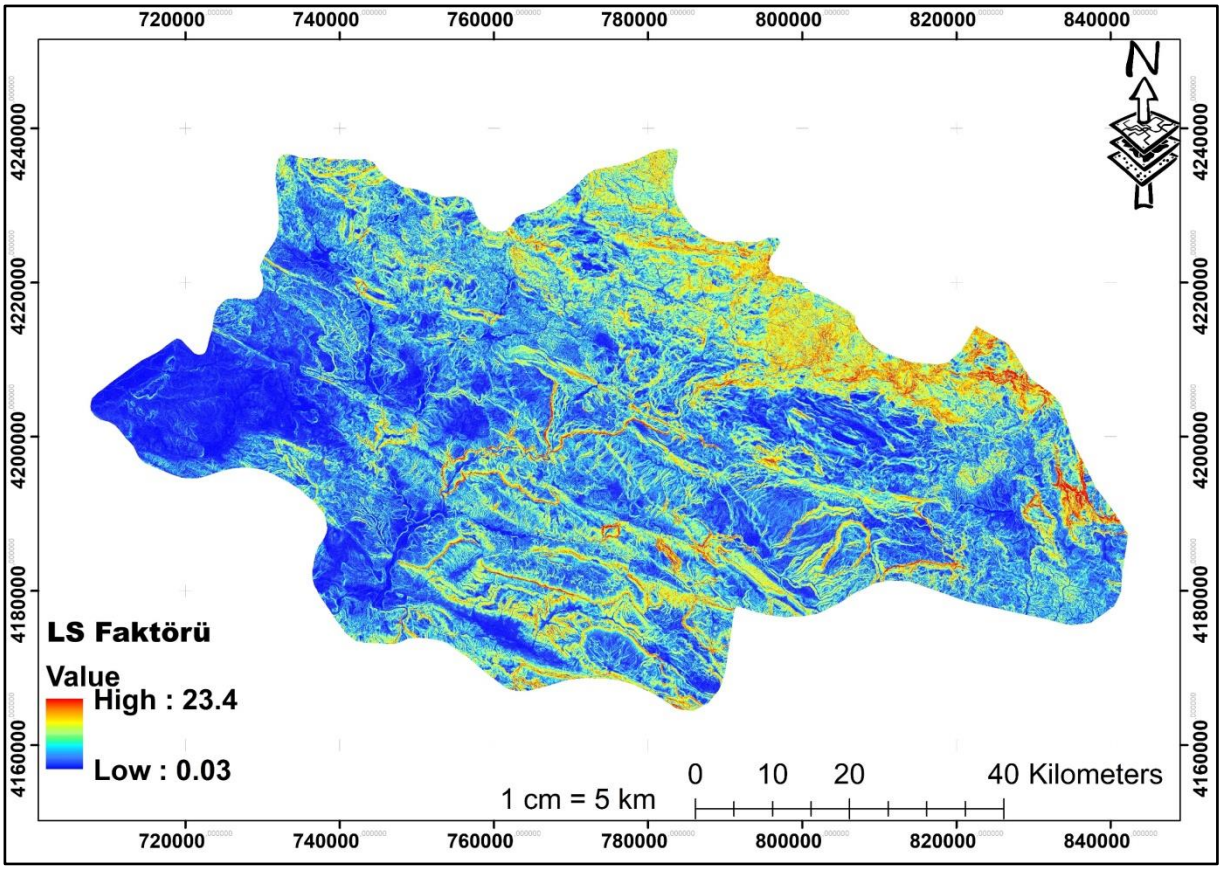


Şekil 3. K Faktör Haritası

3.1.3.LS Faktörü

Toprak erodibilitesi çalışmalarında temel bir faktör olan LS faktörü, RUSLE modelinin önemli bir bileşenidir. LS faktörü, eğim uzunluğu (L) ve eğim derecesi (S) faktörlerinin birleşimi olup, topografik özelliklerin toprak erozyon süreçleri üzerindeki etkisini tanımlar (Lu ve ark., 2020). Araştırma bulgularımıza göre, çalışma alanımızdaki LS faktörü değerleri 0.03 ile 23.4 arasında değişmektedir (Şekil 4). LS faktörü haritasının mekânsal dağılımı incelendiğinde ise en yüksek LS faktörü değerleri (23.4'e yakın, kırmızı/turuncu alanlar) haritanın orta ve doğu bölgelerinde yoğunlaşmaktadır. Bu durum, bu alanlarda topografik faktörlerin erozyona karşı duyarlılığı önemli ölçüde artırdığını göstermektedir. En düşük LS faktörü değerleri (0.03'e yakın, mavi alanlar) ise haritanın batı kısımlarında gözlenmektedir. Bu bölgelerdeki toprakların eğim uzunluğu ve eğim derecesi açısından erozyona karşı daha dirençli olduğu anlaşılmaktadır.

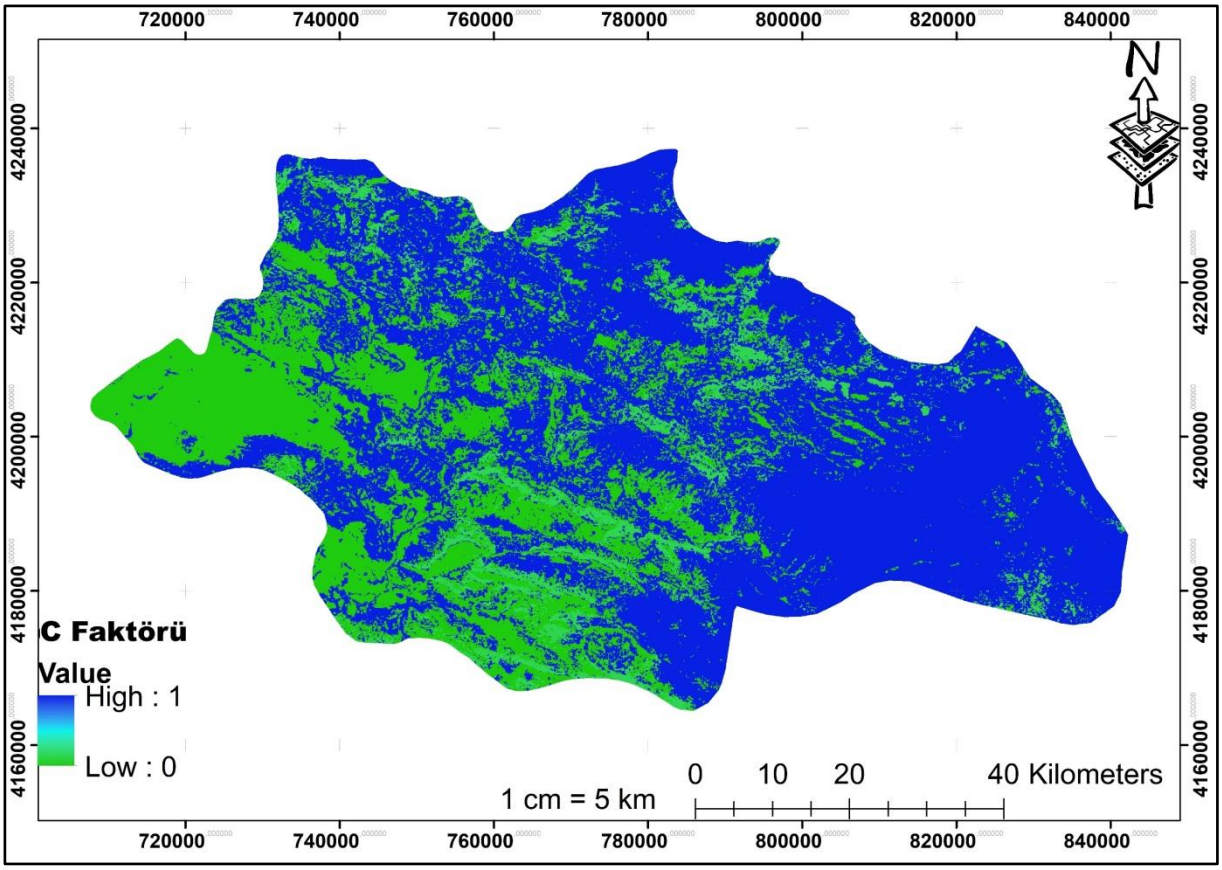
Çalışma alanımızda elde edilen LS faktörü aralığı (0.03-23.4), çeşitli coğrafi bölgelerde yapılan diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında farklılıklar ve benzerlikler göstermektedir. Al-hasn ve ark. (2024), Suriye'deki Al-Sanaoubar Nehri havzasında yaptığı çalışmada LS değerleri 0 ile 8.83 arasında değişmiştir. Araştırmamızda ise (23.4) bu havzadaki değerlerden önemli ölçüde daha yüksektir. Ancak, Suriye kıyı bölgesinin tamamı için LS değerlerinin 0 ile 51 arasında değiştiği de belirtilmiştir. Demir ve ark. (2022), Türkiye'deki Çapakçur havzasında yaptığı araştırmada LS değerleri 0 ile 107.238 arasında bulunmuştur. Araştırma alanımızda LS maksimum değer, Çapakçur havzasındaki maksimum değerden daha düşüktür. Samarinas ve ark. (2024), kuzey Yunanistan'daki Imathia Bölgesel Birimi'nin tarım alanlarında yaptığı çalışmada LS faktörü 0.08 ile 1 arasında değişmiştir. Bulgularımız, bu çalışmadaki değerlerden kayda değer ölçüde daha yüksektir, bu da çalışma alanınızın daha engebeli bir topografyaya sahip olduğunu düşündürmektedir. Nitekim, düz topografyaya sahip bölgelerde LS faktörü düşük değerlerde seyretmekte, nehir kenarlarında ve yüksek rakımlı bölgelerde ise önemli ölçüde artmaktadır. Weslati & Serbaji (2024), Cezayir-Tunus sınırındaki Mellegue havzasında LS değerlerinin 0 ile 525 arasında değiştiğini bulmuştur. Sifi ve ark. (2024), Tunus'taki Wadi El Ghareg havzasında yaptığı çalışmada, baskın LS faktörü sınıfının 0 ila 2 arasında olduğu ve toplam alanın %77'sini kapsadığı belirtilmiştir. Ancak, LS faktörü 8'den yüksek olan alanların toplam havzanın %15.44'ünü oluşturduğu ve erozyona karşı özellikle hassas olduğu vurgulanmıştır. Araştırma alanımızda ise maksimum LS değerimiz bu "yüksek hassasiyetli" sınıflarla uyumlu olabilir.



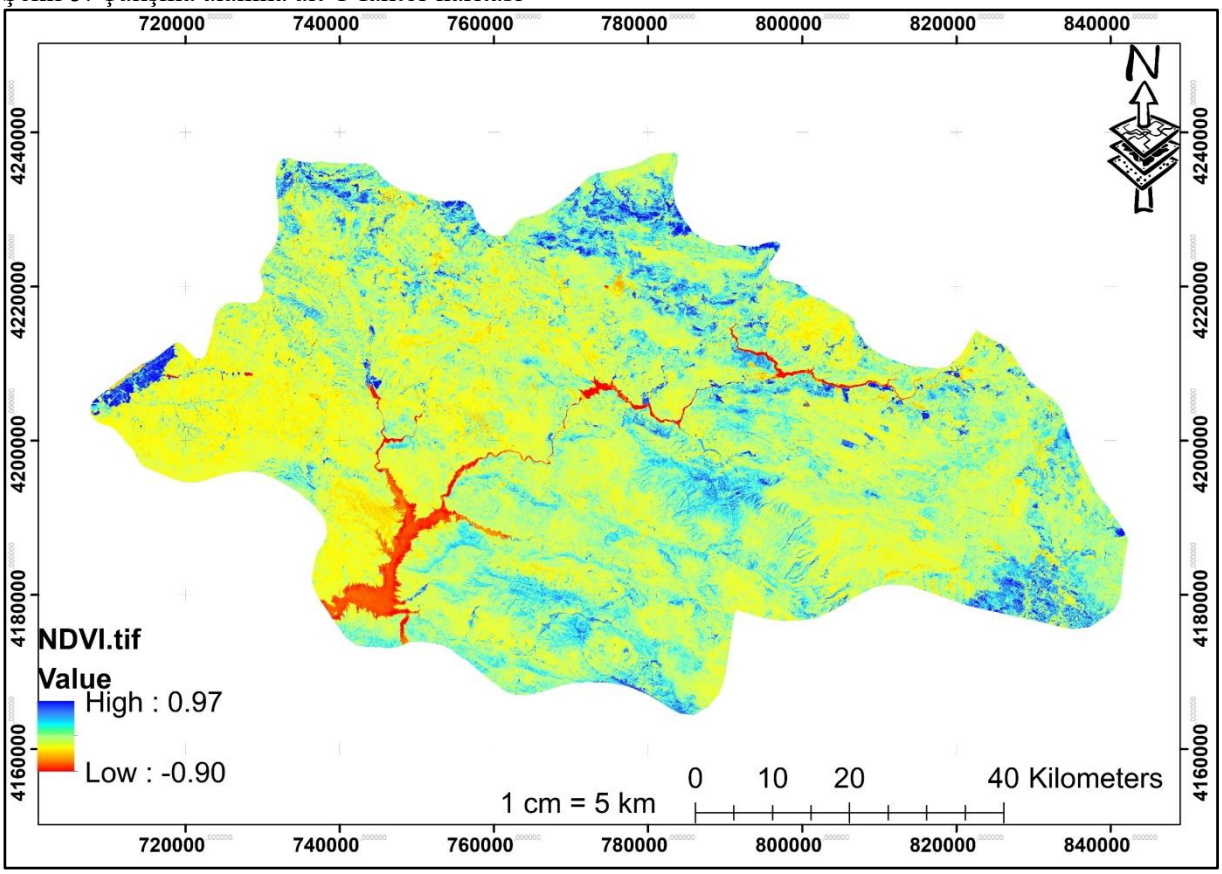
Şekil 4. LS Faktör Haritası

3.1.4.C Faktörü

Revize Edilmiş Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (RUSLE) modelindeki örtü-yönetim faktörü (C-faktörü), bitki örtüsünün ve yönetim uygulamalarının toprak erozyonu üzerindeki koruyucu etkisini belirleyen kritik bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada elde edilen bulgular, bitki örtüsü yoğunluğunu temsil eden NDVI ile C-faktörü arasında güçlü ve ters bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 5 ve 6). NDVI değerleri yüksek olan alanlarda (yoğun bitki örtüsü) C-faktörü değerleri düşerken, çıplak ya da seyrek bitki örtüsüne sahip bölgelerde C-faktörü değerleri belirgin şekilde yükselmektedir. Bu sonuçlar, daha önceki çalışmalarla tutarlı olup (Jamshidi ve ark., 2012), bitki örtüsü miktarının ve kalıntı yönetimi uygulamalarının erozyon riskini azaltmadaki önemini vurgulamaktadır. Özellikle farklı arazi kullanım türlerinde ve bitki fenolojisindeki uzamsal-zamansal değişkenliklerin C-faktörünü etkilediği görülmüştür (Yan ve ark., 2020). Ayrıca, geleneksel sabit değer atama yöntemlerinin, heterojen alanlarda C-faktörü tahminlerini aşırı ya da eksik değerlendirebileceği belirlenmiş, bu nedenle uzaktan algılama teknikleriyle elde edilen NDVI tabanlı dinamik yaklaşımların daha hassas sonuçlar sağladığı vurgulanmıştır (Pinson & AuBuchon, 2023). Ancak NDVI yönteminin de yönetim uygulamalarının etkilerini tam olarak yansıtamadığı belirtilmiş, yarı kurak alanlar gibi karmaşık yüzeylere sahip bölgelerde daha özelleştirilmiş denklemlerin (örneğin Mahgoub ve ark. (2024) tarafından önerilen CSA denklemi gibi) kullanılmasının tahmin doğruluğunu artırdığı ifade edilmiştir.



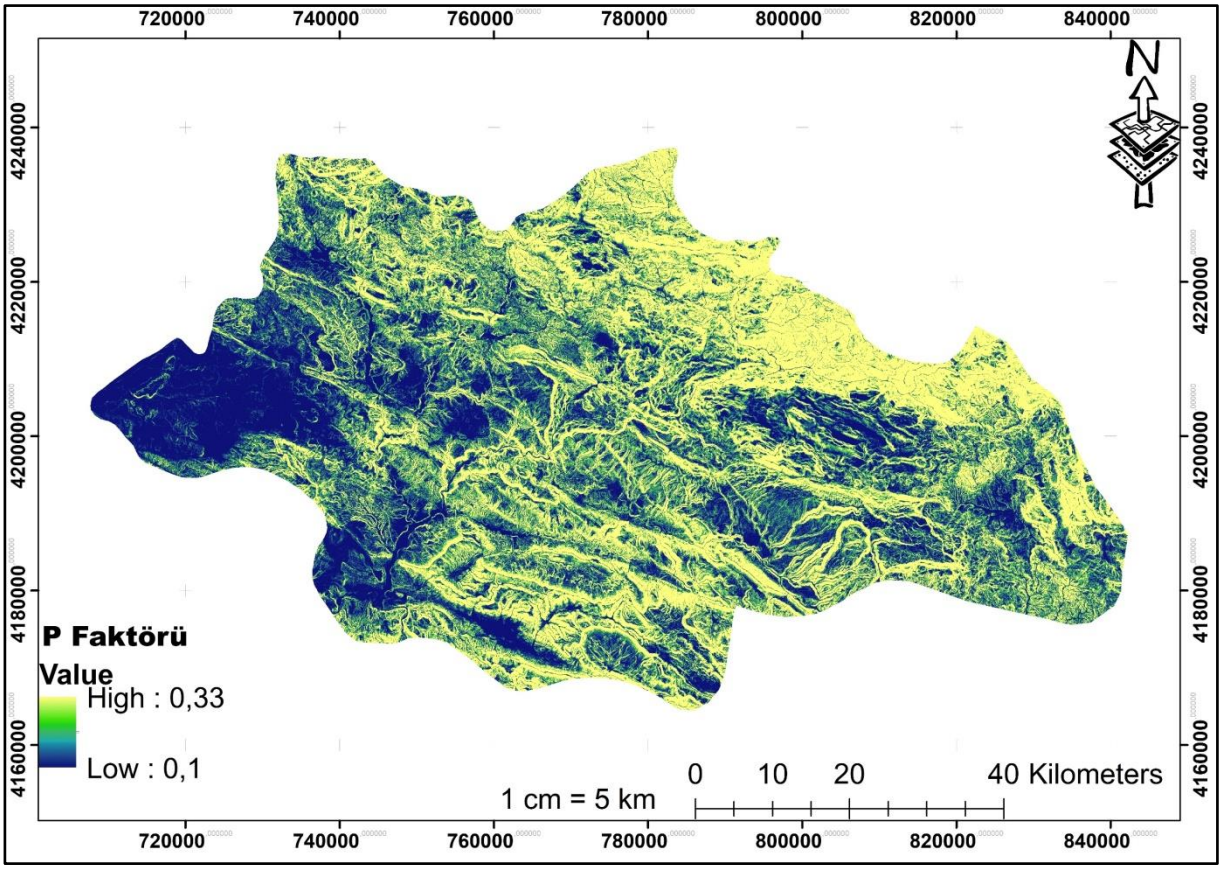
Şekil 5. Çalışma alanına ait C faktör haritası



Şekil 6. Çalışma alanına ait NDVI haritası.

3.1.5.P Faktörü

Bu çalışmada elde edilen P faktörü değerleri 0.10 ile 0.33 arasında değişim göstermektedir (Şekil 7). Çalışma alanının büyük bir kısmında P faktörü değerleri 0.15-0.25 aralığında yoğunlaşmakta olup, bu değerler mevcut literatürle uyumlu sonuçlar sunmaktadır (Panagos, Borrelli, ve ark., 2015). Sunulan çalışmada elde edilen daha düşük P faktörü değerleri, çalışma alanında uygulanan toprak ve su koruma önlemlerinin etkinliğini göstermektedir. Özellikle 0.10-0.15 aralığındaki düşük P faktörü değerleri, P. Tian ve ark. (2021), tarafından bildirilen koruma önlemleri olan çayırlar ($P < 0.23$) ve biyolojik önlemler olan orman arazileri ($P < 0.28$) ile benzer karakteristikler sergilemektedir. Coğrafi dağılım açısından, en düşük P faktörü değerleri çalışma alanının batı ve güneybatı kesimlerinde gözlenirken, en yüksek değerler doğu ve kuzeydoğu bölgelerinde tespit edilmiştir. P faktörü değerlerinin mekansal değişkenliği, bu etkileşimlerin bölgesel farklılıklarını yansıtmaktadır. Özellikle düşük P faktörü değerlerinin (0.10-0.15) gözlendiği alanlarda, yoğun bitki örtüsü ve etkili drenaj sistemlerinin varlığı, Panagos ve ark. (2015) tarafından belirtilen çim kenarları (%57) ve taş duvarların (%38) erozyon riski azaltmasındaki rolüyle tutarlılık göstermektedir.



Şekil 7. P Faktörü haritası

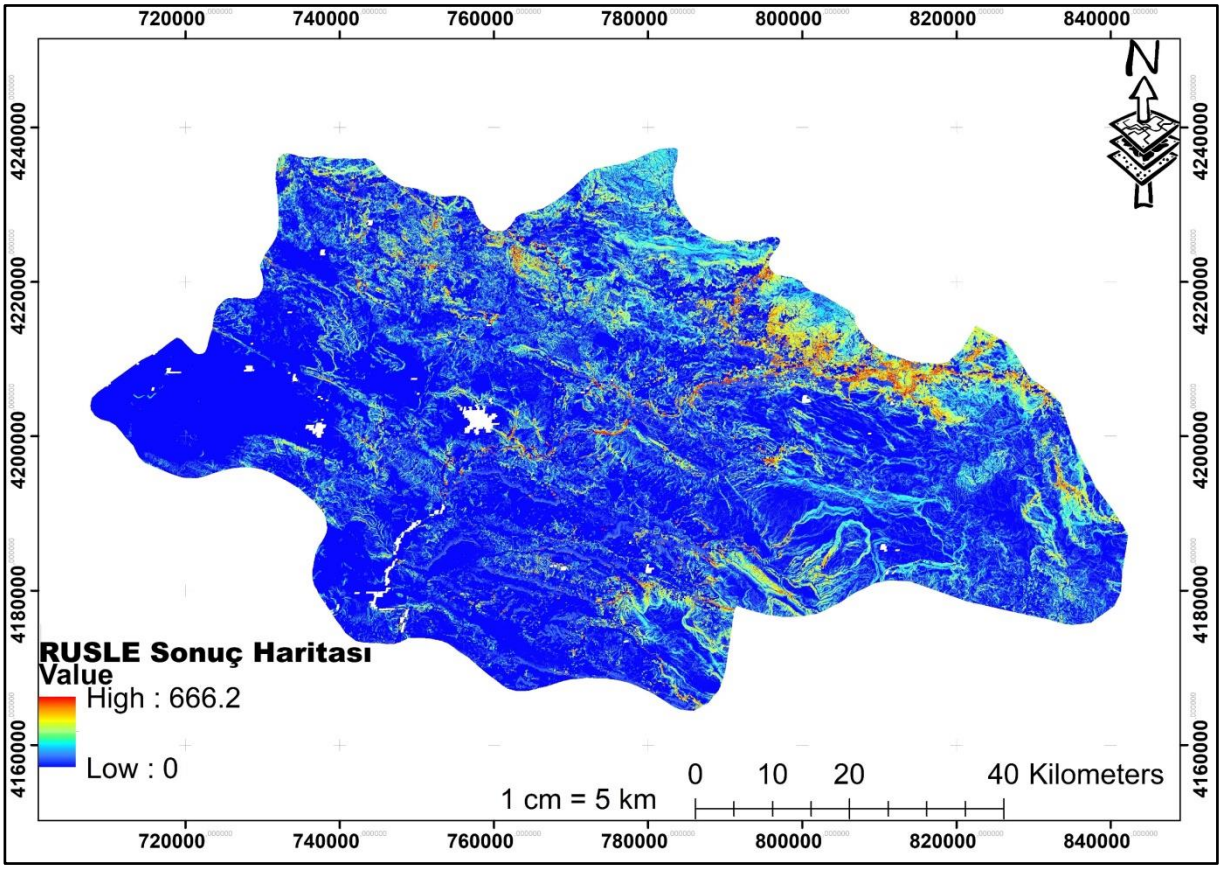
3.2. Toprak Kaybı Tahmini

Sunulan araştırmada, incelenen bölgedeki yıllık toprak kaybı miktarının 0 ila 666.2 ton/hektar/yıl arasında değiştiğini ortaya koymuştur (Şekil 8). Toprak kaybı şiddeti, altı farklı kategoriye ayrılarak Şekil 9'da değerlendirilmiştir. Bulgulara göre, çalışma alanının önemli bir kısmı (%41.78) çok düşük toprak kaybı riski altındadır (0-5 ton/hektar/yıl) (Tablo 1). Bunu %29.75 ile orta şiddette (12-50 ton/hektar/yıl) ve %15.30 ile düşük şiddette (5-12 ton/hektar/yıl) toprak kaybı riski taşıyan alanlar takip etmektedir (Tablo 1). Öte yandan, bölgenin %11.55'i şiddetli, %1.59'u çok şiddetli ve %0.02'si aşırı şiddetli erozyon riski altındadır. Bu dağılım, genel olarak düşük ve orta riskli alanların baskın olduğunu gösterirken, daha küçük ancak kritik derecede yüksek riskli bölgelerin varlığına işaret etmektedir.

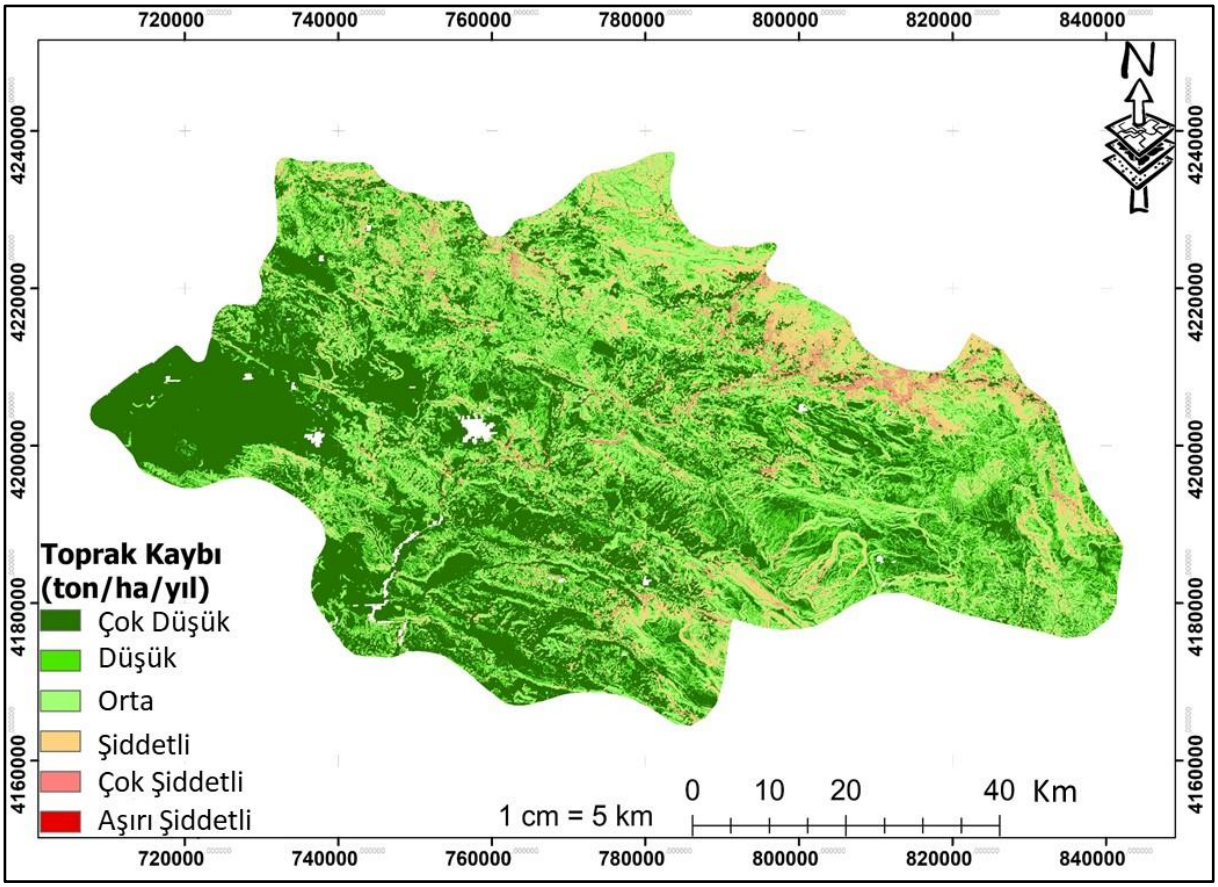
Literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırıldığında, bu bulgular farklı coğrafi bölgelerdeki erozyon dinamikleri hakkında önemli perspektifler sunmaktadır. Örneğin, İran'daki Simakan havzasında yapılan bir çalışma, yıllık toprak kaybının büyük çoğunluğunun (%73,64) çok düşük (%0-10 ton/hektar/yıl) kategorisinde olduğunu belirtirken, şiddetli erozyon bölgelerinin ise %1,25'lik bir alanı kapladığını rapor etmiştir (Ostovari

ve ark., 2017). Suriye'nin kıyı havzasında ise ortalama yıllık toprak kaybı 2000-2009 dönemi için 21.35 ton/hektar/yıl ve 2010-2018 dönemi için 22.47 ton/hektar/yıl olarak tahmin edilmiştir. Bu bölgede, alanın yaklaşık yarısı (%48.8 ila %49.6) kabul edilebilir erozyon sınıfında yer alırken, aşırı erozyon sınıfı (%27 ila %27.9) da önemli bir paya sahiptir (Alsafadi ve ark., 2024). Bu durum, sunulan çalışmanın "çok düşük" ve "orta" sınıflandırmalarının, bölgesel tolerans sınırları ve sınıflandırma yöntemleri dikkate alındığında farklılık gösterebileceğini göstermektedir. OECD tarafından kabul edilen eşik değerlere göre, tarım arazilerinde 11 ton/hektar/yıl üzerindeki toprak kaybı şiddetli erozyon olarak kabul edilirken (Samarinas ve ark., 2024), Akdeniz ortamında tarımsal ve ekonomik sürdürülebilirlik için kabul edilebilir toprak kaybı tolerans limitleri 10 ila 12 ton/hektar/yıl olarak belirlenmiştir (Al-hasn ve ark., 2024; Trabucchi ve ark., 2012). Mevcut çalışmanın şiddetli, çok şiddetli ve katastrofik sınıfları bu eşiğin oldukça üzerindeki değerlere tekabül etmektedir.

Bakırçay Havzası'nda yapılan bir başka çalışma, yıllık toprak kaybının 0-191 ton/hektar/yıl arasında değiştiğini ve %1'lik bir alanın 50 ton/hektar/yıl üzerinde toprak kaybı yaşadığını belirtmiştir. Bu çalışmada da alanın büyük çoğunluğu (%77) en az riskli kategoriye (%0-0.05 ton/hektar/yıl) girmiştir (Danacıoğlu ve Tağıl, 2017). Cezayir-Tunus sınırındaki Mellegue Havzası'nda ise toprak kaybı 2002'de ortalama 1.58 ton/hektar/yıl iken 2018'de 1.78 ton/hektar/yıla yükselmiş, yüksek erozyon oranına sahip alanlar (30 ton/hektar/yıl'dan fazla) 2002'de toplam alanın %0.6'sından 2018'de %1.3'üne çıkmıştır (Weslati ve Serbaji, 2024). Türkiye'deki Çapakçur havzasında ise yıllık toprak kaybı 96.916,20 ton/yıl olarak tahmin edilmiştir (Demir ve ark., 2022). Ordu ilinde yapılan son çalışmalar ise ortalama toprak kaybı oranını 12,58 ton/hektar/yıl olarak tahmin ederken, bazı bölgelerde 200 ton/hektar/yılı aşan çok yüksek kayıpların tespit edildiğini belirtmektedir (Alebachew ve ark., 2025). Bu karşılaştırmalar, mevcut çalışma alanının, farklı bölgelerdeki erozyon şiddeti skalasında yer yer yüksek değerlere sahip olmakla birlikte, büyük bir bölümünde daha düşük erozyon oranlarına sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, şiddetli ve katastrofik kategorilerdeki alanlar, yüzey alanı olarak küçük olsalar da, sürdürülebilir arazi yönetimi açısından acil müdahale gerektiren kritik noktalar olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 8. RUSLE model sonucu elde edilen tahmini yıllık toprak kaybı (ton/ha/yr) haritası



Şekil 7. Çalışma alanına ait yıllık toprak kaybı.

Tablo 1. Toprak kaybı ve şiddet seviyesi

Toprak Kaybı (ton/ha/yıl)	Sınıf	Alan(ha)	Alan (km²)	Payı (%)
0–5	Çok Düşük	233.977,32	2.339,77	41,78
5–12	Düşük	85.693,59	856,94	15,3
12–50	Orta	166.635,09	1.666,35	29,75
50–100	Şiddetli	64.695,87	646,96	11,55
100–200	Çok Şiddetli	8.926,65	89,27	1,59
>200	Aşırı Şiddetli	110,25	1,10	0.02

4. Sonuç

Bu çalışma, Google Earth Engine bulut tabanlı platformu ile RUSLE modelinin entegrasyonu yoluyla Siirt ili genelinde toprak erozyonu riskinin mekânsal değerlendirmesini başarıyla gerçekleştirmiştir. Araştırma sonuçları, çalışma alanında yıllık toprak kaybının 0-666.2 ton/ha/yıl arasında değiştiğini ve bölgenin %41.78'inin çok düşük erozyon riski altında bulunduğunu ortaya koymuştur. R faktörü değerlerinin 253.11-406.75 MJ·mm/ha/h/yıl arasında değişmesi, bölgenin yarı kurak iklim koşullarını yansıtırken, K faktörü değerlerinin (0.11-0.37) batı ve güneybatı kesimlerde yoğunlaşması bu alanlardaki toprakların erozyona karşı daha duyarlı olduğunu göstermiştir. LS faktöründe gözlenen yüksek değerler (0.03-23.4) özellikle orta ve doğu

bölgelerde topografik faktörlerin erozyon riski üzerindeki belirleyici etkisini vurgulamıştır. NDVI tabanlı C faktörü hesaplaması, bitki örtüsü yoğunluğunun toprak koruma üzerindeki kritik rolünü kanıtlarken, P faktöründeki düşük değerler (0.10-0.33) mevcut koruma uygulamalarının etkinliğine işaret etmiştir. Çalışmanın temel sınırlılığı, arazi tolerans limitlerinin bilinmemesi ve RUSLE modelinin mevsimsel değişimleri tam olarak yansıtamamasıdır. Gelecek araştırmaların yüksek çözünürlüklü uzaktan algılama verilerini kullanarak dinamik erozyon süreçlerini daha detaylı incelemesi ve sosyo-ekonomik faktörlerin etkilerini değerlendirmesi önerilmektedir. Bu entegre metodoloji, geleneksel yöntemlere kıyasla hızlı, maliyet etkin ve güvenilir sonuçlar sunarak, Güneydoğu Anadolu'nun benzer ekolojik koşullara sahip diğer havzalarında toprak koruma stratejilerinin geliştirilmesi için bilimsel bir referans teşkil etmektedir.

Kaynaklar

Abdulraheem, M. I., Zhang, W., Li, S., Moshayedi, A. J., Farooque, A. A., & Hu, J. (2023). Advancement of Remote Sensing for Soil Measurements and Applications: A Comprehensive Review. *Sustainability*, *15*(21), 15444. https://doi.org/10.3390/su152115444

Al-hasn, R., Alghamaz, F., Dikkeh, M., & Idriss, Y. (2024). Water soil erosion modeling with RUSLE, GIS & remote sensing: A case study of the AL-Sanaoubar River basin (Syria). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. https://doi.org/10.1016/j.jssas.2024.05.004

Alebachew, E. D., Abiye, W., Dengiz, O., & Turan, İ. D. (2025). Soil erosion estimation and risk assessment based on RUSLE in Google Earth Engine (GEE) in Turkiye. *Annals of GIS*, *31*(1), 123–141. https://doi.org/10.1080/19475683.2025.2452262

Alsafadi, K., Bi, S., Abdo, H. G., Al Sayah, M. J., Ratonyi, T., Harsanyi, E., & Mohammed, S. (2024). Spatial–temporal dynamic impact of changes in rainfall erosivity and vegetation coverage on soil erosion in the Eastern Mediterranean. *Environmental Science and Pollution Research*, *31*(28), 40511–40529. https://doi.org/10.1007/s11356-022-24012-6

Anton, C. E., Zamfirache, A., Albu, R.-G., Suciu, T., Sofian, S. M., & Ghiță-Pîrnuță, O.-A. (2024). Sustainable Entrepreneurship: Romanian Entrepreneurs' Funding Sources in the Present-Day Context of Sustainability. *Sustainability*, *16*(2), 654. https://doi.org/10.3390/su16020654

Bowlby, H. D., Dicken, M. L., Towner, A. V., Rogers, T., Waries, S., & Kock, A. (2024). Ecological conclusions remain unchanged for white sharks in South Africa: A reply to Gennari ve ark. 2024. *Ecological Indicators*, *165*, 112160. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112160

Danacıoğlu, Ş., & Tağıl, Ş. (2017). Bakırçay Havzası'nda Rusle Modeli Kullanarak Erozyon Riskinin Değerlendirmesi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *20*(37), 1–18. https://doi.org/10.31795/baunsobed.645168

Demir, Y., Meral, A., & Doğan Demir, A. (2022). Estimation of Soil Losses in Çapakcur Watershed (Bingol, Turkey) Using RUSLE Method and Comparison of Predicted Soil Losses with Sediment Yield. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, *25*(Ek Sayı 2), 523–537. https://doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.1059631

Drusch, M., Del Bello, U., Carlier, S., Colin, O., Fernandez, V., Gascon, F., Hoersch, B., Isola, C., Laberinti, P., Martimort, P., Meygret, A., Spoto, F., Sy, O., Marchese, F., & Bargellini, P. (2012). Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services. *Remote Sensing of Environment*, *120*, 25–36. https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.11.026

Durigon, V. L., Carvalho, D. F., Antunes, M. A. H., Oliveira, P. T. S., & Fernandes, M. M. (2014). NDVI time series for monitoring RUSLE cover management factor in a tropical watershed. *International Journal of Remote Sensing*, *35*(2), 441–453. https://doi.org/10.1080/01431161.2013.871081

Farr, T. G., Rosen, P. A., Caro, E., Crippen, R., Duren, R., Hensley, S., Kobrick, M., Paller, M., Rodriguez, E., Roth, L., Seal, D., Shaffer, S., Shimada, J., Umland, J., Werner, M., Oskin, M., Burbank, D., & Alsdorf, D. (2007). The Shuttle Radar Topography Mission. *Reviews of Geophysics*, *45*(2). https://doi.org/10.1029/2005RG000183

Friedl, M., & Sulla-Menashe, D. (2015). MCD12Q1 MODIS/Terra+ aqua land cover type yearly L3 global 500m SIN grid V006 [data set]. *NASA EOSDIS Land Processes DAAC*, *10*, 200.

https://lpdaac.usgs.gov/products/mcd12q1v006/

Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A., & Michaelsen, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, *2*(1), 150066. https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66

Ganasri, B. P., & Ramesh, H. (2016). Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS - A case study of Nethravathi Basin. *Geoscience Frontiers*, *7*(6), 953–961. https://doi.org/10.1016/j.gsf.2015.10.007

Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, *202*, 18–27. https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031

Gürtekin, E., & Gökçe, O. (2021). Estimation of erosion risk of Harebakayiş sub-watershed, Elazig, Turkey, using GIS based RUSLE model. *Environmental Challenges*, *5*. https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100315

Hengl, T., Mendes de Jesus, J., Heuvelink, G. B. M., Ruiperez Gonzalez, M., Kilibarda, M., Blagotić, A., Shangguan, W., Wright, M. N., Geng, X., Bauer-Marschallinger, B., Guevara, M. A., Vargas, R., MacMillan, R. A., Batjes, N. H., Leenaars, J. G. B., Ribeiro, E., Wheeler, I., Mantel, S., & Kempen, B. (2017). SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning. *PLOS ONE*, *12*(2), e0169748. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169748

Jamshidi, R., Dragovich, D., & Webb, A. A. (2012). Native forest C factor determination using satellite imagery in four sub-catchments. In *Revisiting Experimental Catchment Studies in Forest Hydrology (Proceedings of a Workshop held during the XXV IUGG General Assembly in Melbourne, June–July 2011)* (Vol. 353, pp. 64–73). IAHS Press. https://www.researchgate.net/publication/234800453

Ji, C., Cao, Y., Li, X., Pei, X., Sun, B., Yang, X., & Zhou, W. (2024). A review of the satellite remote sensing techniques for assessment of runoff and sediment in soil erosion. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, *72*(2), 252–267. https://doi.org/10.2478/johh-2024-0009

Karas, E., Karaş, E., & Oğuz, İ. (2015). a New Approach To Determine Land Use Planning and Soil Conservation Measures Based on Soil Erosion Classification. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, *10*(2), 145–158. https://www.researchgate.net/publication/295582607

Khajavıgodellou, Y., Keya, D. R., Adin, E., & Moore, N. (2025). *Spatial Distribution of Rainfall Erosivity in the Tigris-Euphrates Basin: Development and Validation of a Regional Model for Hydrological Applications*. https://doi.org/10.2139/ssrn.5272635

Kılıç, M. (2024). Malatya Havzasındaki Su Dengesi Dinamiklerininuzaktan Algılama Ve Google Earth Engınekullanılarak Değerlendirilmesi. In *Sürdürülebilir Tarım Ve Çevre İçin Teknolojik Değişim* (pp. 187–202). IKSAD Publications. https://doi.org/10.5281/zenodo.14505442

Kılıç, M., & Günal, H. (2025). Efficiency of Land Degradation Neutrality Assessment Indicators of United Nation to Identify Land Degradation in a Semi-Arid Environment. *Environmental Quality Management*, *34*(3). https://doi.org/10.1002/tqem.70024

Koirala, P., Thakuri, S., Joshi, S., & Chauhan, R. (2019). Estimation of Soil Erosion in Nepal using a RUSLE modeling and geospatial tool. *Geosciences (Switzerland)*, *9*(4). https://doi.org/10.3390/geosciences9040147

Lu, S., Liu, B., Hu, Y., Fu, S., Cao, Q., Shi, Y., & Huang, T. (2020). Soil erosion topographic factor (LS): Accuracy calculated from different data sources. *Catena*, *187*. https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104334

Mahgoub, M., Elalfy, E., Soussa, H., & Abdelmonem, Y. (2024). Relation between the soil erosion cover management factor and vegetation index in semi-arid basins. *Environmental Earth Sciences*, *83*(10), 337. https://doi.org/10.1007/s12665-024-11593-3

Martínez-Murillo, J. F., Remond, R., & Ruiz-Sinoga, J. D. (2020). Validation of RUSLE K factor using aggregate stability in contrasted mediterranean eco-geomorphological landscapes (southern Spain). *Environmental Research*, *183*, 109160. https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109160

Mataix-Solera, J., Jiménez-Morillo, N. T., Úbeda, X., & Vieira, D. (2024). Editorial: Fire and Soils in a Changing World. *Spanish Journal of Soil Science*, *14*. https://doi.org/10.3389/sjss.2024.13811

Nigussie, A. B., Ayeled, G. T., Endalew, A., Miheretu, B. A., Amognehegn, A. E., Adamu, A. Y., & Karuppannan, S. (2025). Integrating Google Earth Engine and GIS for RUSLE-based soil erosion and sediment yield assessment in Borkena Watershed, Ethiopia. *Journal of Sedimentary Environments*. https://doi.org/10.1007/s43217-025-00218-9

Ostovari, Y., Ghorbani-Dashtaki, S., Bahrami, H.-A., Naderi, M., & Dematte, J. A. M. (2017). Soil loss estimation using RUSLE model, GIS and remote sensing techniques: A case study from the Dembecha Watershed, Northwestern Ethiopia. *Geoderma Regional*, *11*, 28–36. https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2017.06.003

Panagos, P., Ballabio, C., Borrelli, P., Meusburger, K., Klik, A., Rousseva, S., Tadić, M. P., Michaelides, S., Hrabalíková, M., Olsen, P., Aalto, J., Lakatos, M., Rymszewicz, A., Dumitrescu, A., Beguería, S., & Alewell, C. (2015). Rainfall erosivity in Europe. *Science of the Total Environment*, *511*, 801–814. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.01.008

Panagos, P., Borrelli, P., Meusburger, K., van der Zanden, E. H., Poesen, J., & Alewell, C. (2015). Modelling the effect of support practices (P-factor) on the reduction of soil erosion by water at European scale. *Environmental Science and Policy*, *51*, 23–34. https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.03.012

Panditharathne, D. L. D., Abeysingha, N. S., Nirmanee, K. G. S., & Mallawatantri, A. (2019). Application of revised universal soil loss equation (Rusle) model to assess soil erosion in "kalu Ganga" River Basin in Sri Lanka. *Applied and Environmental Soil Science*, *2019*. https://doi.org/10.1155/2019/4037379

Pinson, A. O., & AuBuchon, J. S. (2023). A new method for calculating C factor when projecting future soil loss using the Revised Universal soil loss equation (RUSLE) in semi-arid environments. *Catena*, *226*. https://doi.org/10.1016/j.catena.2023.107067

Renard, K., Foster, G., Weesies, G., McCool, D., & Yoder, D. (1997). Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). *Agricultural Handbook No. 703*, 404. http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/64080530/RUSLE/AH_703.pdf

Samarinas, N., Tsakiridis, N., Kalopesa, E., & Zalidis, G. (2024). Soil Loss Estimation by Water Erosion in Agricultural Areas Introducing Artificial Intelligence Geospatial Layers into the RUSLE Model. *Land*, *13*(2), 174. https://doi.org/10.3390/land13020174

Schmidt, S., Tresch, S., & Meusburger, K. (2019). Modification of the RUSLE slope length and steepness factor (LS-factor) based on rainfall experiments at steep alpine grasslands. *MethodsX*, *6*, 219–229. https://doi.org/10.1016/j.mex.2019.01.004

Sifi, S., Aydi, A., Bouamrane, A., Zaghdoudi, S., & Gasmi, M. (2024). Appraisal of soil erosion risk in northeastern Tunisia using geospatial data and integrated approach of RUSLE model and GIS. *Journal of Earth System Science*, *133*(2). https://doi.org/10.1007/s12040-024-02283-6

Sud, A., Sajan, B., Kanga, S., Singh, S. K., Singh, S., Durin, B., Kumar, P., Meraj, G., Sahariah, D., Debnath, J., & Chand, K. (2024). Integrating RUSLE Model with Cloud-Based Geospatial Analysis: A Google Earth Engine Approach for Soil Erosion Assessment in the Satluj Watershed. *Water*, *16*(8), 1073. https://doi.org/10.3390/w16081073

Thapa, P. (2020). Spatial estimation of soil erosion using RUSLE modeling: a case study of Dolakha district, Nepal. *Environmental Systems Research*, *9*(1). https://doi.org/10.1186/s40068-020-00177-2

Tian, P., Zhu, Z., Yue, Q., He, Y., Zhang, Z., Hao, F., Guo, W., Chen, L., & Liu, M. (2021). Soil erosion assessment by RUSLE with improved P factor and its validation: Case study on mountainous and hilly areas of Hubei Province, China. *International Soil and Water Conservation Research*, *9*(3), 433–444. https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2021.04.007

Tian, Z., Zhao, Y., Cao, L., Zhao, Y., & Liang, Y. (2024). Assessing the declining trend in soil erodibility across China: A comparison of conventional and digital K-factor maps. *International Soil and Water Conservation Research*. https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2024.05.005

Trabucchi, M., Puente, C., Comin, F. A., Olague, G., & Smith, S. V. (2012). Mapping erosion risk at the basin scale in a Mediterranean environment with opencast coal mines to target restoration actions. *Regional Environmental Change*, *12*(4), 675–687. https://doi.org/10.1007/s10113-012-0278-5

United States Department of Agriculture. (2010). Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) - Welcome to RUSLE 1 and RUSLE 2. *Agricultural Research Service*, 1. http://www.ars.usda.gov/Research/docs.htm?docid=5971

Wang, J., Yang, J., Li, Z., Ke, L., Li, Q., Fan, J., & Wang, X. (2024). Research on Soil Erosion Based on Remote Sensing Technology: A Review. *Agriculture*, *15*(1), 18. https://doi.org/10.3390/agriculture15010018

Weslati, O., & Serbaji, M.-M. (2024). Spatial assessment of soil erosion by water using RUSLE model, remote sensing and GIS: a case study of Mellegue Watershed, Algeria–Tunisia. *Environmental Monitoring and Assessment*, *196*(1), 14. https://doi.org/10.1007/s10661-023-12163-z

Wischmeier, W. H., and Smith, D. D. (1987). Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. *U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No.537*, *26*(12), 7034–7044.

Yan, H., Wang, L., Wang, T. W., Wang, Z., & Shi, Z. H. (2020). A synthesized approach for estimating the C-factor of RUSLE for a mixed-landscape watershed: A case study in the Gongshui watershed, southern China. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *301*. https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107009

THE IMPORTANCE OF PEA BREEDING AND CLASSICAL BREEDING METHODS APPLICABLE TO PEA

Duygu USKUTOĞLU[1*]

[*1] Res. Assist. Dr., Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Agriculture Faculty, Field Crops Department, Kahramanmaraş, Türkiye, 0000-0003-0763-3487

ABSTRACT

Turkey possesses rich genetic diversity in many cultivated plants, and one of these is pea. Various studies have been conducted both domestically and internationally on pea genetic resources originating from Turkey. It is of great importance to evaluate these genetic resources in terms of agronomic and quality traits through different studies and to utilize them in breeding programs. Collections of genetic material reveal the broad genetic diversity present in plant species and provide an important genetic base for plants with traits that can enhance crop production worldwide. Our country possesses great richness in terms of pea genetic resources. It is highly important to thoroughly investigate these genetic resources for their adaptability to different ecological conditions as well as their agronomic and quality traits, and to rapidly incorporate the obtained materials into pea breeding programs. This is crucial for developing new varieties of Turkish origin that are suitable for different ecological regions. Pea breeding is of critical importance not only for increasing productivity but also for making plants more resistant to diseases and pests and for imparting qualities suitable for various uses. Breeding efforts make it possible to develop varieties that meet human needs by altering the genetic structure of plants, while characteristics such as high yield, ideal size, and color are particularly prominent in fresh pea production. Pea breeding is essentially a process aimed at improving the genetic structure of the pea plant to develop varieties that are more productive, of higher quality, resistant to diseases, and suitable for different uses. Breeding efforts carried out using conventional breeding methods play an important role in achieving these goals. In this study, the importance of breeding peas, which hold a significant place in human and animal nutrition, according to the demands of producers and consumers has been evaluated, and the conventional breeding methods that can be applied to peas have been explained.

Keywords: pea, breeding, breeding methods, yield.

BEZELYE'DE ISLAHIN ÖNEMİ VE BEZELYE'YE UYGULANABİLECEK KLASİK ISLAH METOTLARI

ÖZET

Türkiye, birçok kültür bitkisi açısından zengin bir genetik çeşitliliğe sahiptir ve bu bitkilerden biri de bezelyedir. Türkiye kökenli bezelye gen kaynakları üzerinde hem yurt içinde hem de yurt dışında çeşitli araştırmalar yapılmış olup bu gen kaynaklarının farklı çalışmalarla agronomik ve kalite özellikleri bakımından değerlendirilmesi ve ıslah programlarında kullanılması büyük önem taşımaktadır. Genetik materyal koleksiyonları, bitki türlerinin sahip olduğu geniş genetik çeşitliliği ortaya koymakta ve dünya genelinde bitki üretimini artırabilecek özelliklere sahip bitkiler için önemli bir genetik taban oluşturmaktadır. Ülkemiz, bezelye gen kaynakları açısından büyük bir zenginliğe sahiptir. Bu gen kaynaklarının farklı ekolojik koşullara uyum yeteneklerinin yanı sıra agronomik ve kalite özellikleri bakımından detaylı olarak araştırılması ve elde edilen materyallerin hızlı bir şekilde bezelye ıslah programlarına dahil edilmesi, Türkiye kökenli ve farklı ekolojik bölgelere uygun yeni çeşitlerin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bezelye ıslahı, verimliliği artırmanın yanı sıra bitkileri hastalıklara ve zararlılara karşı daha dirençli hale getirmek ve çeşitli kullanım alanlarına uygun nitelikler kazandırmak için kritik bir öneme sahiptir. Islah çalışmaları, bitkilerin genetik yapısını değiştirerek insan gereksinimlerini karşılayan çeşitlerin ortaya çıkmasını mümkün kılmakla birlikte özellikle taze bezelye üretiminde yüksek verim, ideal boyut ve renk gibi özellikler ön plana çıkmaktadır. Bezelyede ıslah, temel olarak bezelye bitkisinin genetik yapısını iyileştirerek, daha verimli,

kaliteli, hastalıklara dayanıklı ve farklı kullanım amaçlarına uygun çeşitler geliştirmeyi amaçlayan bir süreçtir ve klasik ıslah metotları ile gerçekleştirilen ıslah çalışmaları bu hedeflere ulaşmada önemli bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yer tutan bezelyenin, üretici ve tüketicilerin istekleri doğrultusunda ıslah edilmesinin önemi değerlendirilmiş ve bezelyeye uygulanabilecek klasik ıslah metotları açıklanmıştır.

Anahtar Kelimeler: bezelye, ıslah, ıslah metotları, verim.

1. INTRODUCTION

The primary center of origin for peas (*Pisum sativum L.*) encompasses a vast geographical area, including the Eastern Mediterranean, Iran, the Caucasus, Afghanistan, and Tibet. The secondary center of origin extends to Southwest Arabia, Ethiopia, and North Africa. Both wild ancestors and cultivated forms of peas can be observed, particularly in the Near East region where its center of origin is located (Tulbek et al, 2024).

Pea (*Pisum sativum L.*) holds significant importance in both human and animal nutrition due to its high protein content (20-30%) and rich mineral composition. This plant has the ability to fix atmospheric nitrogen into the soil through the symbiotic *Rhizobium leguminosarum* bacteria living in its roots, thereby contributing 5 to 15 kg of nitrogen per decare to the soil. Furthermore, when sown in mixtures with cereals, it can be used as a suitable forage crop for producing high-quality hay or silage (Tayeh et al, 2015).

Peas are a highly flexible plant in terms of climate and soil requirements. This characteristic allows them to be cultivated across wide ecological areas globally and in almost every region of Turkey. Although it is a temperate climate plant, it exhibits optimal development particularly in regions with cool climate conditions and loamy-sandy soils (Warkentin, 2015).

Pea yield is significantly influenced by ecological factors. A study by Geisler (1983) indicated that atmospheric temperature plays a more decisive role than soil moisture in pea productivity. To achieve high hay and grain yields in pea cultivation, it is crucial to select varieties suitable for the plant's vegetation period (Önder and Ceyhan, 2001) and determine the appropriate sowing time to ensure technical and physiological maturity. Low temperatures, high relative humidity, and short periods of sunshine can delay the plant's technical maturity, leading to reduced yields.

The primary goal of science and technology in agriculture is to boost the yield and quality of cultivated crops. From a plant breeding perspective, the most critical factors influencing yield and quality are a plant's genetic makeup and environmental conditions. If a plant's genetic potential is insufficient for yield and quality, it's impossible to achieve desired improvements, no matter how favorable the environmental conditions are. Therefore, breeding efforts focus on discovering high-yielding, high-quality genotypes that can adapt to environmental conditions, or on addressing the shortcomings of existing varieties (Rubiales, 2021).

Breeders have spearheaded the development of hundreds of thousands of new varieties to date. They've done this by utilizing genetic variations found in nature or by employing the breeding methods they've developed. To meet the healthy nutritional needs of a rapidly growing global population and to provide raw materials for agricultural industries, it has become crucial to develop new varieties with superior agronomic traits and high yield potential(Tulbec et al, 2024.) The ongoing quest to obtain more and higher-quality products per unit area continues to underscore the increasing importance of plant breeding and new cultivation techniques today.

Success in variety development is directly linked to having a wide range of genetic variation and making the right selections from that variation. Today, hybridization is one of the most important methods breeders use to create new variations (Ali et al, 1994). However, due to limiting factors like time, labor, and cost, breeders can only perform a limited number of hybridizations. This situation makes focusing on selecting the right parent plants crucial to shorten development cycles and reduce costs. When breeders can pre-determine the genetic structures of the parents and the inheritance patterns of the traits they're studying, the success rate of their breeding programs significantly increases (Chen et al,2006).

In peas (*Pisum sativum L.*), breeding efforts are incredibly important for meeting the rising food demand and ensuring agricultural sustainability. The primary aim of classical breeding methods is to enhance the plant's genetic potential, thereby improving agronomic traits such as yield, quality, and resistance to diseases and pests (Hellens et al, 2010).

These methods typically involve selection and hybridization techniques. Selection relies on identifying and multiplying superior individuals from existing populations, while hybridization aims to create new genetic combinations by crossing different genotypes. The ultimate goal is to develop new pea varieties that are more resilient to environmental stressors, have higher nutritional value, and produce greater yields per unit area (Iqbal et al,2006). This study highlights the importance of pea breeding and examines the classical breeding methods applicable to peas.

2. IMPORTANCE OF PEA BREEDİNG

Plant breeding is defined as the science and art of modifying and improving the genetic composition of plant species and varieties. It leverages genetic and cytogenetic principles to meet the expectations of both producers and consumers for economically valuable plants. The primary goal of breeding efforts is to develop new, high-yielding, high-quality varieties that are adaptable to specific regional climate and soil conditions, and resistant to diseases, pests, and adverse environmental factors like winter and drought (Rafalski,2010). These improved varieties are then made available to producers.

2.1. Factors for Success in Pea Breeding

Success in pea (*Pisum sativum L.*) breeding hinges on several key factors.First and foremost, access to a broad and diverse genetic variation pool is crucial. This variation provides the necessary genetic material for breeders to select individuals with desired traits (Iqbal et al,2006). Without sufficient variation, developing new, high-yielding, and high-quality varieties that adapt to environmental conditions becomes quite challenging.

Secondly, the ability to perform accurate and effective selection within this genetic variation plays a critical role (Kosev, 2015). Utilizing classical breeding techniques, in addition to phenotypic observations, can accelerate and improve the accuracy of the breeding process, allowing for the distinction of superior genotypes from others (Parihar et al, 2022).

Finally, a detailed analysis of environmental factors such as the climate, soil conditions, and disease and pest pressures of the target region, and aiming for varieties that can adapt to these factors, directly impacts success (Ahmad et al, 215). The breeder's goal is not only to develop varieties with high genetic potential but also those that are resistant to the specific conditions in which they will be grown. In this context, traits like resistance to winter, drought, diseases, and pests are as important as yield and quality. Considering these factors as a whole ensures lasting and sustainable success in pea breeding (Welch and Graham, 2004).

2.2. Objectives of Pea Breeding

The primary objectives of pea (*Pisum sativum L.*) breeding are to enhance the plant's agronomic performance, nutritional value, and resistance to environmental stress factors, thereby meeting the needs of both producers and consumers (Burstin et al,2007). The main goals in this regard include:

2.2.1. High Yield Potential

One of the most important objectives in pea breeding is to increase the yield of grain or green biomass per unit area. This involves developing varieties with high genetic potential that produce more pods, contain more seeds per pod, and have heavier seeds. High yield directly impacts a farmer's profitability (Burstin et al, 2015).

2.2.2. Improvement of Product Quality

Quality varies depending on the intended use. For fresh consumption or the canning industry, desirable traits include higher sugar content, uniform seed size, and specific color and texture characteristics. In animal feed, a high protein content and digestibility are prioritized. Given the importance of peas in human nutrition, increasing their protein, mineral, and vitamin content is also a key breeding objective (Polesi, 2011).

2.2.3. Resistance to Diseases and Pests

Pea plants are susceptible to various fungal diseases (such as powdery mildew, rust, anthracnose) and bacterial diseases, as well as insect pests (like pea aphids and corn earworms). These pathogens and pests can cause significant losses in yield and quality. Therefore, developing varieties with genetic resistance to major diseases and pests reduces the need for chemical control, lowers production costs, and promotes environmentally friendly agriculture (Rafelski, 2010).

2.2.4. Tolerance to Environmental Stress Factors

Pea production is negatively affected by abiotic stress factors such as drought, extreme heat, cold, or frost. Developing varieties tolerant to adverse climate and soil conditions contributes to the expansion of cultivation areas and the creation of a more resilient agricultural system against the negative impacts of climate change. Especially in the breeding of winter pea varieties, resistance to winter and cold has become a critical objective (Tayeh et al,2015).

2.2.5. Suitability for Agricultural Mechanization

Mechanization is crucial in modern agricultural practices. In this context, developing varieties that are suitable for machine harvesting, are lodging-resistant, mature uniformly, and are easy to harvest reduces labor costs and minimizes harvest losses. Breeding efforts conducted with these objectives support the sustainable production of peas at both national and global levels, making significant contributions to food security (Rubiales, 2021).

3. CLASSICAL BREEDING METHODS APPLICABLE TO PEAS

To determine the classical breeding methods applicable to peas, we first need to thoroughly understand the flower structure and pollination biology of the pea plant.

3.1. Pea Flower Structure

The flower structure of pea (*Pisum sativum L.*) exhibits a distinctive morphology known as papilionaceous (butterfly-like), typical of the Fabaceae family. This structure includes significant adaptations concerning pollination biology and generally promotes self-pollination(Wang and Daun, 2004).

A pea flower is hermaphroditic, meaning it contains both male and female reproductive organs. It has five fused sepals that form a structure called the calyx. The five petals also have a prominent papilionaceous appearance:

- The standard (or banner) is the largest and outermost petal. It typically stands upright, giving the flower its characteristic look.
- The wings are two lateral petals located beneath the standard. They generally resemble wings in their structure.
- The keel is a boat-shaped structure formed by the fusion of the two innermost petals. This structure protects the male and female reproductive organs from external factors and plays a crucial role in pollination (Tubek et al, 2024).

The male reproductive organs consist of ten stamens. Nine of these stamens are fused by their filaments to form a tube (stamen tube), while one remains free. This arrangement is known as a diadelphous arrangement. At the tip of each stamen are anthers, which carry pollen (Warkentin, 2015).

The female reproductive organ consists of a single carpel, comprising three main parts: the ovary, style, and stigma. The ovary may be embedded in or slightly elevated from the receptacle and contains the ovules (seed primordia). The style is a slender structure extending from the ovary, and its tip has a hairy stigma where pollen grains adhere (Chen et al,2006).

3.2. Pea Pollination Biology

The pollination biology of pea (*Pisum sativum L.*) exhibits highly specific characteristics due to its papilionaceous flower structure and strong tendency towards self-pollination (autogamy). This makes peas easily usable in breeding programs and genetic research (Hellens et al,2010).

Pea flowers undergo pollination and fertilization either before they fully open or when they are only partially open. This feature minimizes the likelihood of external pollen contamination, ensuring a high degree of genetic purity (Garg et al, 2018).

When the flower is in the bud stage or very early opening stages, the anthers on the male organs (stamens) mature and release their pollen. This pollen falls onto the stigma of the same flower's female organ. The diadelphous (9+1) arrangement of the stamens and the keel structure enclosing the internal organs facilitate close contact between the pollen and the stigma (Burstin et al, 2015). The tube formed by the fusion of the filaments of the nine stamens tightly encircles the female organ, supporting the direct transfer of pollen to the stigma.

Pollen grains that land on the stigma germinate under suitable conditions and form a pollen tube. This pollen tube extends downwards from the stigma, proceeds along the style, and reaches the ovary (Bagheri et al,2023).The pollen tube enters the ovules inside the ovary, carrying the male gametes to the embryo sac of the ovule. In the embryo sac, one male gamete fuses with the egg cell of the ovule to form the zygote. This event is called true fertilization and gives rise to the embryo of the new plant. The other male gamete fuses with the central cell in the embryo sac to form the endosperm. The endosperm is a tissue that stores nutrients for the developing embryo. This simultaneous occurrence of two separate fertilization events is known as double fertilization and is a characteristic feature of flowering plants (Bharoth et al, 2021).

3.3. Breeding Methods

Since peas are a self-pollinating plant, the breeding methods applied to self-pollinating crops are used for their improvement. These methods are briefly discussed below:

3.3.1. Introduction Breeding

Introduction breeding is one of the oldest and most fundamental plant breeding methods. It's based on the principle of bringing plant lines, varieties, or genetic materials that are not cultivated in a specific region but are known to possess superior traits elsewhere, into a new region. Their adaptation processes are then studied. This process aims to identify genotypes with the potential to adapt to new ecological conditions and subsequently use them directly or as parents in further breeding programs (Aryamanesh et al,2012).

3.3.2. Selection Breeding

Selection breeding is one of the most fundamental and widely used methods in plant breeding. It's defined as the process of choosing and multiplying individuals with desired traits (phenotypic or genotypic) from an existing plant population, thereby improving the genetic average of the population over time. This method aims to develop new varieties by utilizing natural variations and to manage the variations that arise after other breeding efforts, such as hybridization (Ali et al, 2007).

3.3.3. Hybridization Breeding

Hybridization breeding is a fundamental and widely used method in plant breeding. It aims to create individuals with new genetic combinations by controlled crossing of two or more genetically distinct parent plants. This method allows for the consolidation of desired different traits into a single genotype, offering the potential to overcome the weaknesses of existing varieties and to develop new varieties with superior characteristics (Rubiales, 2021).

3.3.4. Mutation Breeding

Mutation breeding is a plant breeding method that aims to develop new varieties with desired traits by utilizing mutations, which are spontaneous or artificially induced changes in the plant's genetic material (DNA). This method provides a powerful tool for creating genetic diversity in situations where natural variation is insufficient or a desired gene cannot be found (Bharath et al, 2021).

3.3.5. Polyploidy Breeding

Polyploidy breeding is a plant breeding method that aims to develop new varieties by utilizing the condition where a plant's cells have more than two sets of chromosomes. Polyploid individuals, such as tetraploids (4n) or hexaploids (6n), are obtained by multiplying the chromosome sets of normally diploid (2n) plants (Kosev,2015). This condition typically leads to morphological, physiological, and genetic changes in the plant, offering a new source of variation for breeding.

4. CONCLUSION

Peas are a vital source in both human nutrition and animal feed due to their high content of protein, carbohydrates, minerals (iron, phosphorus, zinc), and vitamins (A, C, K, folate). The importance of legumes like peas is growing, especially with the increasing popularity of plant-based diets. Developing new, more productive, and nutritionally rich varieties plays a crucial role in meeting the food demands of a growing global population and ensuring diversity in food supply.

Peas have the remarkable ability to fix free atmospheric nitrogen into the soil through their symbiotic relationship with *Rhizobium leguminosarum* bacteria in their roots. This process adds 5-15 kg of nitrogen per decare to the soil. This feature not only reduces production costs by lessening the need for chemical nitrogen fertilizers but also minimizes the environmental pollution that fertilizers can cause. Incorporating peas into crop rotation systems enhances soil fertility, improves soil structure, and generally supports the health of the agricultural ecosystem.

Developing new varieties and breeding efforts in peas (*Pisum sativum L.*) hold strategic importance for meeting both current and future agricultural and food security needs. The breeding of this plant offers multifaceted benefits, directly contributing to sustainable agricultural systems and healthy nutrition.

5.REFERENCES

Ahmad, S., Kaur, S., Lamb-Palmer, N. D., Lefsrud, M., & Singh, J. (2015). Genetic diversity and population structure of Pisum sativum accessions for marker-trait association of lipid content. *The Crop Journal*, *3*(3), 238-245.

Ali, S. M., Sharma, B., & Ambrose, M. J. (1994). Current status and future strategy in breeding pea to improve resistance to biotic and abiotic stresses. *Expanding the Production and Use of Cool Season Food Legumes: A global perspective of peristent constraints and of opportunities and strategies for further increasing the productivity and use of pea, lentil, faba bean, chickpea and grasspea in different farming systems*, 540-558.

Ali, Z., Qureshi, A. S., Ali, W., Gulzar, H., Nisar, M., & Ghafoor, A. (2007). Evaluation of genetic diversity present in pea (Pisum sativum L.) germplasm based on morphological traits, resistance to powdery mildew and molecular characteristics. *Pak. J. Bot*, *39*(7), 2739-2747.

Aryamanesh, N., Byrne, O., Hardie, D. C., Khan, T., Siddique, K. H. M., & Yan, G. (2012). Large-scale density-based screening for pea weevil resistance in advanced backcross lines derived from cultivated field pea (Pisum sativum) and Pisum fulvum. *Crop and Pasture Science*, *63*(7), 612-618.

Bagheri, M., Santos, C. S., Rubiales, D., & Vasconcelos, M. W. (2023). Challenges in pea breeding for tolerance to drought: Status and prospects. *Annals of Applied Biology*, *183*(2), 108-120..

Bharath, P., Gahir, S., & Raghavendra, A. S. (2021). Abscisic acid-induced stomatal closure: An important component of plant defense against abiotic and biotic stress. *Frontiers in Plant Science*, *12*, 615114.

Burstin, J., Marget, P., Huart, M., Moessner, A., Mangin, B., Duchene, C., ... & Duc, G. (2007). Developmental genes have pleiotropic effects on plant morphology and source capacity, eventually impacting on seed protein content and productivity in pea. *Plant physiology*, *144*(2), 768-781.

Burstin, J., Salloignon, P., Chabert-Martinello, M., Magnin-Robert, J. B., Siol, M., Jacquin, F., ... & Duc, G. (2015). Genetic diversity and trait genomic prediction in a pea diversity panel. *BMC genomics*, *16*, 1-17

Chen, C., Miller, P., Muehlbauer, F., Neill, K., Wichman, D., & McPhee, K. (2006). Winter pea and lentil response to seeding date and micro-and macro-environments. *Agronomy Journal*, *98*(6), 1655-1663.

Garg M, Sharma N, Sharma S, Kapoor P, Kumar A, Chunduri V et al., Biofortified crops generated by breeding, agronomy, and transgenic approaches are improving lives of millions of people around the world. Front Nutr 5:12 (2018)

Hellens, R. P., Moreau, C., Lin-Wang, K., Schwinn, K. E., Thomson, S. J., Fiers, M. W., ... & Ellis, T. N. (2010). Identification of Mendel's white flower character. *PloS one*, *5*(10), e13230.

Iqbal A, Khalil IA, Ateeq N and Khan MS, Nutritional quality of important food legumes. Food Chem 97:331–335 (2006).

Kosev, V. (2015). Genetic analysis on some yield traits of pea (Pisum sativum L.) crosses. *Journal of BioScience & Biotechnology*, *4*(2).

Parihar, A. K., Yadav, R., Lamichaney, A., Mishra, R. K., Chandra, A., Gupta, D. S., ... & Dixit, G. P. (2022). Field pea breeding. In *Fundamentals of field crop breeding* (pp. 1237-1321). Singapore: Springer Nature Singapore.

Polesi LF, Composition and characterization of pea and chickpea starches. Braz J Food Technol 14:74–81 (2011).

Rafalski, J. A. (2010). Association genetics in crop improvement. *Current opinion in plant biology*, *13*(2), 174-180.

Rubiales, D. (2021). Recent advances in pea breading.

Tayeh, N., Aubert, G., Pilet-Nayel, M. L., Lejeune-Hénaut, I., Warkentin, T. D., & Burstin, J. (2015). Genomic tools in pea breeding programs: status and perspectives. *Frontiers in plant science*, *6*, 1037.

Tulbek, M. C., Wang, Y. L., & Hounjet, M. (2024). Pea—A sustainable vegetable protein crop. In *Sustainable protein sources* (pp. 143-162). Academic Press.

Wang N and Daun JK, Effect of variety and crude protein content on nutrients and certain antinutrients in field peas (Pisum sativum). J Sci Food Agric 84:1021–1029 (2004).

Warkentin, T. D., Smýkal, P., Coyne, C. J., Weeden, N., Domoney, C., Bing, D. J., ... & Ellis, T. H. N. (2015). Pea. *Grain legumes*, 37-83.

Welch RM and Graham RD, Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective. J Exp Bot 55:353–364 (2004).

YABANCI OT BİLİMİNDE YENİ UFUKLAR: TAHMİNE DAYALI MODELLEME VE UYGULAMALARI

Ramazan GÜRBÜZ[1]

[1]Doç. Dr. Ramazan GÜRBÜZ, Iğdır Üniversitesi, Bitki Koruma Bölümü, Iğdır/TÜRKİYE,

Orcid ID: https://orcid.org/0000-0003-3558-9823

Adnan AYDIN[2]

[2]Doç. Dr. Adnan AYDIN, Iğdır Üniversitesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Iğdır/TÜRKİYE,

Orcid ID: https://orcid.org/0000-0002-8284-3751

ÖZET

Yabancı ot yönetimi geleneksel olarak pratik saha deneyimlerine, yerinde değerlendirme ve standartlaştırılmış yabancı ot kontrol yöntemlerine dayanmaktadır. Ancak, herbisitlere dirençli yabancı ot popülasyonlarının artışı, iklim değişkenliğinin giderek şiddetlenmesi ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına duyulan küresel ihtiyaç, reaktif stratejilerin yetersizliklerini açıkça ortaya koymuştur. Ayrıca, çıkış sonrası kontrol önlemlerinin etkisizliği bu durumu daha da karmaşık hale getirmektedir. Buna karşılık, yabancı ot bilimi disiplini önemli bir dönüşüm sürecindedir: hassasiyet, öngörü ve veri entegrasyonuna dayalı yeni bir yaklaşıma yönelmektedir. Bu bağlamda, tahmine dayalı modelleme, söz konusu paradigma değişiminin temel araçlarından biri olarak öne çıkmakta ve daha hedefe yönelik, verimli ve çevre dostu yabancı ot kontrol stratejilerinin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu derleme, mekanik simülasyon modelleri, istatistiksel regresyonlar ve ileri düzey makine öğrenimi algoritmaları gibi çeşitli tahmin modellerinin temel ilkelerini, yöntemlerini ve pratik uygulamalarını incelemektedir. Söz konusu modeller; yabancı ot çıkış zamanlaması, büyüme dinamikleri, kültür bitkisi-yabancı ot rekabeti ve herbisit etkinliği gibi biyolojik ve ekolojik süreçleri öngörebilmek amacıyla meteorolojik veriler, toprak özellikleri, ürün fenolojisi ve geçmiş yabancı ot gözlemleri gibi çok boyutlu veri kümelerinden yararlanmaktadır. Farklı tarımsal ekolojik bölgelerden elde edilen örnek çalışmaları, bu modellerin herbisit uygulama zamanlamasını optimize etme, kimyasal girdilere olan bağımlılığı azaltma, karar alma süreçlerinde doğruluğu artırma ve nihayetinde ürün verimliliğini iyileştirme konularında sağladığı avantajları ortaya koymaktadır. Ayrıca bu çalışma, tahmin modellerinin dijital tarım platformlarına ve karar destek sistemlerine entegrasyonunun, teknolojinin yaygın biçimde benimsenmesi ve ölçeklenebilirliği açısından kritik bir rol oynadığını vurgulamaktadır. Veri uyumu, modelin farklı koşullara aktarılabilirliği ve kullanıcı dostu arayüzlerin eksikliği gibi bazı mevcut sınırlamalara rağmen, tahmine dayalı modelleme, yabancı ot yönetiminde reaktif müdahalelerden ziyade, proaktif ve kanıta dayalı çözümleri esas alan yeni bir dönemin öncüsüdür.

Anahtar kelimeler: Öngörerek modelleme, Yabancı ot çıkışı, Karar destek sistemleri, Makine öğrenimi, Sürdürülebilir yabancı ot kontrolü

FROM EXPERIENCE TO EVIDENCE: PREDICTIVE MODELING IN WEED MANAGEMENT

ABSTRACT

Weed management has traditionally been based on practical field experience, in situ assessment and standardized weed control methods. However, the increasing populations of herbicide-resistant weeds, the increasing intensity of climate variability and the global need for sustainable agricultural practices have clearly highlighted the inadequacies of reactive strategies. Furthermore, the ineffectiveness of post-emergence control measures further complicates the situation. In response, the discipline of weed science is undergoing a significant transformation: it is moving towards a new approach based on precision, prediction and data integration. In this context, predictive modeling stands out as one of the key tools of this paradigm shift, enabling the development of more targeted, efficient and environmentally friendly weed control strategies. This review examines the basic principles, methods and practical applications of various predictive models, such as mechanistic simulation models, statistical regressions and advanced machine learning algorithms. The models are: It utilizes multidimensional datasets such as meteorological data, soil properties, crop phenology, and historical weed observations to predict biological and ecological processes such as weed emergence timing, growth dynamics, crop-weed competition, and herbicide efficacy. Case studies from different agro-ecological zones demonstrate the advantages of these models in optimizing herbicide application timing, reducing dependency on chemical inputs, increasing accuracy in decision-making processes, and ultimately improving crop productivity. Furthermore, this study emphasizes that the integration of predictive models into digital agriculture platforms and decision support systems plays a critical role in the widespread adoption and scalability of the technology. Despite some current limitations such as data compatibility, model transferability to different conditions, and lack of user-friendly interfaces, predictive modeling is the pioneer of a new era that focuses on proactive and evidence-based solutions rather than reactive interventions in weed management.

Keywords: Predictive modeling, weed emergence, decision support systems, machine learning, sustainable weed control

1.Giriş

Yabancı ot yönetimi tarihsel olarak ampirik bilgiye, rutin saha gözlemlerine ve standartlaştırılmış herbisit tabanlı kontrol uygulamalarına dayanmaktadır. Bu geleneksel yaklaşımlar pratik olsa da, genellikle bölgeye özgü koşullara uyum sağlayamamakta ve bu da yetersiz yabancı ot kontrolü ve artan olumsuz çevresel etki ile sonuçlanmaktadır (Monteiro, Santos, 2022). Özellikle, takvim tabanlı herbisit uygulamaları ve genelleştirilmiş öneriler, tarımsal ekosistemlerin artan karmaşıklığını etkili bir şekilde yönetememiştir. Herbisite dirençli yabancı ot popülasyonlarının artışı, geleneksel stratejilerin sınırlamalarını daha da ortaya çıkarmıştır (Heap, 2025). Bu dayanıklık sorunu gün geçtikçe artarak karşımıza çıkmaktadır Halihazırda Dünya genelinde 273 yabancı ot türü (156 dikotiledon ve 117 monokotiledon) herbisitlere karşı dayanıklılık geliştirmiş durumdadır. Yabancı otlar, bilinen 31 herbisit etki mekinizmasından 21'ine ve 168 farklı herbisite karşı direnç geliştirmiştir. 75 ülkede 102 üründe herbisite dirençli yabancı otlar bildirilmiştir (Heap, 2025). Buna karşılık, yabancı ot bilimi reaktif önlemlerden proaktif, veri odaklı çerçevelere doğru bir paradigma değişimine yönelmektedir. Bu değişim, ekolojik modelleme, makine öğrenimi ve hassas tarımdaki ilerlemelerden yararlanan tahmini modellemenin entegrasyonuyla desteklenmektedir (Islam ve Monjardino, 2025; Esposito ve ark., 2021; Dadashzadeh ve ark., 2020). Bu modeller, yabancı ot çıkışı, büyüme dinamikleri ve çeşitli çevresel senaryolar altında ürün-yabancı ot rekabeti gibi biyolojik süreçleri simüle ederek bilinçli karar almayı kolaylaştırmaktadır.

Çağdaş tarım sistemleri, çevresel ayak izlerini en aza indirirken küresel gıda taleplerini karşılamak için artan bir baskıyla karşı karşıyadır. Yabancı ot yönetimi, doğrudan ürün verimliliğini, toprak sağlığını ve pestisit kullanımını etkilediği için bu sürdürülebilirlik denkleminde kritik bir bileşendir (Liebman ve ark., 2016). Genellikle kimyasal kontrole büyük ölçüde bağlı olan geleneksel yöntemler, ekolojik ve sağlıkla ilgili sonuçları açısından giderek daha fazla incelenmektedir. Bunun yanıda, iklim değişkenliği ve aşırı hava olayları, statik kontrol programlarının güvenilirliğini daha da zayıflatmaktadır. Bu zorluklarla başa çıkmak için yabancı ot bilimi, yalnızca etkili değil aynı zamanda ekolojik olarak dayanıklı ve ekonomik olarak uygulanabilir olan kanıta dayalı müdahalelere doğru geçiş yapmalıdır. Tahmini modelleme, yabancı ot davranışını öngörerek, kontrol zamanlamasını optimize ederek ve entegre yabancı ot yönetimi stratejilerini destekleyerek bu hedefe ulaşmada önemli bir araç olarak ortaya çıkmaktadır (Merfield, 2023). Bu tür

yaklaşımlar, sürdürülebilir yoğunlaştırma ve tarımsal ekolojik inovasyonun daha geniş hedefleriyle uyumludur.

Bu derlemenin amacı, yabancı ot bilimindeki tahmini modellemenin mevcut durumunu ortaya koymak, kavramsal temellerini, metodolojilerini, girdi değişkenlerini ve pratik uygulamalarını vurgulamaktır. Özellikle, mekanistik, istatistiksel ve makine öğrenimi tabanlı yaklaşımlar dahil olmak üzere, yabancı ot yönetiminde kullanılan çeşitli tahmin modellerini incelemek; model oluşturma ve performansında çevresel ve tarımsal verilerin rolünü tartışmak; bu modellerin farklı tarımsal ekolojik bağlamlarda yararlılığını gösteren vaka çalışmalarını analiz etmek; model aktarılabilirliği, veri sınırlamaları ve kullanıcı arayüzü engelleri gibi zorlukları belirlemek; dijital tarım platformlarına ve karar destek sistemlerine gelecekteki araştırmalar ve pratik entegrasyon için önerilerde bulunmaktır.

2. Tahmini Modellemenin Kavramsal Temelleri

Tahmini modelleme, mevcut veya geçmiş verilere dayalı olarak sonuçları tahmin etmek için matematiksel, istatistiksel veya hesaplamalı tekniklerin kullanımını ifade etmektedir. (Biecek ve Burzykowski, 2021). Yabancı ot bilimi bağlamında, tahmini modeller yabancı ot çıkışı, büyüme aşamaları ve değişen çevre koşulları altında herbisit etkinliği gibi biyolojik olayları tahmin etmeyi amaçlamaktadır (Marschner ve ark., 2024). Bu modeller meteorolojik değişkenler, toprak özellikleri ve ürün fenolojisi dahil olmak üzere çeşitli veri kümeleri kullanılarak oluşturulur ve genellikle karmaşık etkileşimleri simüle etmek için ekolojik bilgiyi entegre etmektedir.

Tahmini modelleme yaklaşımları genel olarak üç gruba ayrılmaktadır. Bunlar: süreç tabanlı anlayışa dayanan mekanik modeller (Maestrini ve ark., 2022), regresyon veya korelasyon analizleri kullanan deneysel/istatistiksel modeller (Alireza ve Aritz, 2023) ve açık programlama olmadan büyük veri kümelerinden desenler öğrenen makine öğrenimi modelleri (Chinta, 2021) olarak sıralanabilmektedir. Tahmini modellemenin gücü, geçmiş gözlemlerden genelleme yapma ve belirsizlik altında gerçek zamanlı karar almaya rehberlik etme becerisinde yatmaktadır. Tahmini modellemenin temel ilkeleri arasında veri kalitesi, model yorumlanabilirliği, doğrulama ve çeşitli tarımsal ekolojik sistemlere aktarılabilirlik yer almaktadır. Model performansı genellikle model türüne ve çıktısına bağlı olarak kök ortalama kare hatası (RMSE), belirleme katsayısı (R^2) ve sınıflandırma doğruluğu gibi ölçütler kullanılarak değerlendirilebilmektedir.

Geleneksel yabancı ot yönetimi, genellikle bir sorunun tanımlanmasının ardından kontrol kararlarının alındığı reaktif bir paradigma çerçevesinde yürütülmektedir. Bu süreç, çoğunlukla görsel keşif ya da çıkış sonrası semptomların gözlemlenmesine dayanmaktadır. Her ne kadar pratik bir yaklaşım sunsa da, söz konusu yöntemin insan algısına olan bağımlılığı, uygulamada yaşanan gecikmeler ve kimyasal kontrol yöntemlerine aşırı düzeyde dayanılması gibi sınırlılıkları bulunmaktadır. Buna karşılık, tahmine dayalı modelleme aracılığıyla etkinleştirilen proaktif paradigma, tepkiye dayalı uygulamalardan ziyade öngörüye dayalı stratejileri ön plana çıkarmaktadır. Bu bağlamda, yabancı ot gelişim evrelerine ilişkin modellenmiş tahminlere dayalı olarak kontrol önlemlerinin—örneğin çıkış öncesi herbisit uygulamaları ya da mekanik müdahaleler—zamanında uygulanması mümkün kılınmaktadır. Ayrıca, ürün rekabeti, örtü bitkileri ve toprak işleme zamanlaması gibi tarımsal uygulamalara ilişkin bilgilerin entegrasyonu sayesinde, daha bütüncül ve sürdürülebilir stratejilerin geliştirilmesine olanak sağlanmakta; bu da entegre yabancı ot yönetimi (IWM) çerçevelerine katkıda bulunmaktadır. Üstelik, proaktif yabancı ot yönetimi, özellikle yüksek değerli ya da organik tarım sistemlerinde, yabancı ot türleri üzerinde oluşabilecek direnç baskısını azaltma ve çevresel etkileri en aza indirme potansiyeliyle, ekolojik ilkelere daha uyumlu bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir.

Tahmini modellemenin hassas tarım (PA) teknolojileriyle birleştirilmesi, modern yetiştiricilikte karar alma ortamını dönüştürmüştür. Hassas tarım, kaynak kullanımını optimize etmek ve çevresel etkiyi en aza indirmek için GPS kılavuzlu makineler, uzaktan algılama, değişken oranlı aplikatörler ve insansız hava araçları (İHA) gibi teknolojiler kullanılarak ürünlerin sahaya özgü yönetimini içermektedir (Júnior ve ark., 2024). PA araçlarıyla entegre edildiğinde, tahmini modeller dinamik, veri odaklıyabancı otkontrol stratejilerine olanak tanmaktadır. Örneğin, modeller, tahmin edilen yabancı ot çıkış desenlerine dayalı değişken oranlı herbisit uygulama haritalarına rehberlik edebilir veya tahmin edilen yabancı ot sıcak noktalarına dayalı keşif bölgelerine öncelik verebilmektedir. Bu yaklaşım yalnızca daha fazla verimlilik ve maliyet etkinliğini desteklemekle kalmaz, aynı zamanda çevredeki kimyasal yükleri de azaltmakta; sürdürülebilir yoğunlaştırmanın temel hedeflerini oluşturmaktadır.

Ek olarak, tahmine dayalı modellemeyi bünyesinde barındıran dijital platformlar ve karar destek sistemleri (DSS) popülerlik kazanmaktadır. Bu sistemler, kullanıcı dostu arayüzler aracılığıyla çiftçilere eyleme geçirilebilir öneriler sunmak için gerçek zamanlı çevresel girdileri, ürün takvimlerini ve model çıktılarını birleştirir. Ancak, yaygın benimseme hala veri sistemlerinin sınırlı birlikte çalışabilirliği, kullanıcı eğitim ihtiyaçları ve değişen tarımsal iklim koşulları altında model kalibrasyonu gibi zorluklarla karşı karşıyadır.

3. Yabancı Ot Biliminde Tahmini Model Türleri

Yabancı ot bilimindeki tahmini modeller, yabancı ot davranışını simüle etmek ve çeşitli çevresel ve yönetim koşulları altında karar alma süreçlerini yönlendirmek için temel araçlardır. Bu modeller, biyolojik ilkelere dayanan mekanik yaklaşımlardan istatistiksel regresyonlar ve makine öğrenme teknikleri gibi veri odaklı algoritmalara kadar karmaşıklık ve teorik temeller açısından çeşitlilik göstermektedir. Her türün, yabancı ot yönetim stratejilerinde uygulanabilirliğini etkileyen farklı güçlü ve zayıf yönleri bulunmaktadır.

Mekanik modeller (süreç tabanlı veya deterministik modeller olarak da adlandırılır) yerleşik bilimsel ilkelere dayanan önceden tanımlanmış matematiksel denklemler aracılığıyla biyolojik ve ekolojik süreçleri simüle etmektedir. Bu modeller, sıcaklık, toprak nemi, fotoperiyot ve diğer biyofiziksel parametreler gibi değişkenleri dahil ederek yabancı ot çıkışını, büyümesini ve rekabetini yöneten fizyolojik ve çevresel faktörleri kopyalamayı amaçlamaktadır. Örneğin, SIMPLE (SIMulation of PLant Emergence) modeli, tohum yatağı koşullarına, termal zamana ve toprak özelliklerine dayalı olarak yabancı ot çıkışını tahmin etmek için yaygın olarak uygulanmıştır. Benzer şekilde, FLORSYS modeli, çok türlü yabancı ot dinamiklerinin ve bunların ekim sistemleri ve çeşitli yönetim stratejileriyle etkileşimlerinin simülasyonunu sağlar. Mekanik modeller, araştırmacıların iklim veya tarımsal uygulamalardaki varsayımsal değişiklikler altında "ya şöyle olsaydı" sorularını keşfetmelerini sağladığı için senaryo analizi için özellikle yararlıdır. Karmaşık sistem davranışlarını yakalamadaki güçlerine rağmen, bu modeller genellikle çiftçiler ve tarım danışmanları gibi son kullanıcılar tarafından daha geniş bir şekilde benimsenmesi için zorluklar oluşturabilen, sahaya özgü veriler kullanılarak kapsamlı parametrelendirme ve kalibrasyon gerektirmektedir.

İstatistiksel modeller, yabancı otla ilgili sonuçlar ile sıcaklık, yağış, ekim tarihi ve toprak işleme gibi açıklayıcı değişkenler arasında ampirik ilişkiler kurmak için tarihsel veri kümelerini kullanır. Bu modeller genellikle doğrusal veya doğrusal olmayan regresyon, genelleştirilmiş doğrusal modeller (GLM'ler) veya lojistik regresyon yaklaşımları kullanılarak oluşturulur. Yabancı ot biliminde en yaygın olarak benimsenen istatistiksel yaklaşımlardan biri, büyüyen derece günleri (GDD'ler) kullanarak yabancı ot çıkışını tahmin eden termal zaman modellemesidir (Royo-Esnal ve ark., 2020). İstatistiksel modeller genellikle mekanik modellerden daha erişilebilir ve hesaplama açısından daha verimli olsa da, genellikle karmaşık ekolojik etkileşimleri hesaba katmak için gereken açıklayıcı güçten yoksundurlar. Ek olarak, model geliştirmede kullanılan çevresel koşulların ötesine ekstrapole edildiğinde doğrulukları düşebilmektedir. Makine öğrenimi (ML) ve yapay zeka (AI) yaklaşımları, yabancı ot bilimi için tahmini modellemedeki en son gelişmeleri temsil eder. Bu yöntemler, açıkça programlanmış kurallardan ziyade büyük veri kümelerine ve algoritmik eğitime dayanır. ML modelleri (rastgele ormanlar, destek vektör makineleri (SVM) ve yapay sinir ağları (ANN) gibi) yabancı ot çıkışını, tür tanımlamasını ve herbisit direnci risklerini tahmin etmede yüksek doğruluk göstermiştir (Albert ve Singhal, 2024). Örneğin, uzaktan algılama verileri ve İHA görüntüleri üzerinde eğitilen ML modelleri, gerçek zamanlı olarak ürün ve yabancı ot türleri arasında ayrım yapmak için kullanılmış ve bölgeye özgü herbisit uygulamaları ve robotik yabancı ot kontrolü sağlanmıştır. Derin öğrenme modelleri, özellikle evrişimli sinir ağları (CNN'ler), yüksek mekansal ve spektral çözünürlükle yabancı ot tespitini otomatikleştirmede de umut vadetmektedir (Muchhadiya ve ark., 2024).

Tahmini doğruluklarına rağmen, ML ve AI modelleri genellikle "kara kutu" sınırlamalarından muzdariptir ve bu da iç karar alma süreçlerini belirsiz hale getirir. Dahası, eğitim ve doğrulama için büyük etiketli veri kümelerine ihtiyaç duyarlar ve bu, tarımsal bağlamlarda her zaman mevcut olmayabilir. Bununla birlikte, hassas tarım araçları ve bulut tabanlı karar destek sistemleriyle entegrasyonları, yabancı ot biliminde dönüştürücü bir değişime işaret etmektedir.

4. Model Geliştirme İçin Girdi Değişkenleri

Yabancı ot yönetimindeki tahmini modellerin güvenilirliği ve doğruluğu büyük ölçüde girdi değişkenlerinin kalitesine, çözünürlüğüne ve bağlamsal alakalılığına bağlıdır (Bagavathiannan ve ark., 2020). Bu girdiler,

yabancı ot dinamiklerini etkileyen çevresel, agronomik ve biyolojik koşulları yakalar. Model geliştirme için kritik girdi verileri arasında meteorolojik ve iklim verileri, toprak ve ürünle ilgili parametreler ve tarihsel saha gözlemleriyle birleştirilmiş yabancı ot biyolojisi yer almaktadır.

Meteorolojik veriler, yabancı ot çıkışını, büyümesini ve rekabetçi etkileşimlerini tahmin etmek için temel girdiler olarak hizmet eder. Hava sıcaklığı, yağış, güneş radyasyonu ve bağıl nem gibi değişkenler, hem ürünlerdeki hem de yabancı otlardaki fizyolojik süreçleri doğrudan etkiler. Örneğin sıcaklık ve toprak nemi, tohum çimlenmesi ve fide çıkışını modellemek için özellikle hayati önem taşır ve genellikle büyüme derecesi günleri (GDD) veya hidrotermal zaman modelleri aracılığıyla dahil edilmektedir. Bunula birlikte, iklim verileri iklim değişikliği koşulları altında uzun vadeli senaryo modellemesini kolaylaştırır, çünkü sıcaklık rejimlerindeki ve yağış düzenlerindeki değişimler hem yerel hem de istilacı ot türlerinin dağılımını ve fenolojisini değiştirebilmektedir. Hava istasyonlarından veya uzaktan algılama platformlarından gelen gerçek zamanlı meteorolojik verilerin entegre edilmesi, karar destek sistemlerinin zamansal çözünürlüğünü artırırken, uydudan türetilen iklim değişkenlerinin mekansal doğruluğu, daha büyük coğrafi ölçeklerde model genelleştirilebilirliğini artırmaktadır (Anwar ve ark., 2021).

Doku, sıcaklık, nem içeriği, hacim yoğunluğu ve organik madde içeriği gibi toprak özellikleri, tohum-toprak etkileşimlerini ve ardından gelen yabancı ot çıkışını önemli ölçüde etkiler. Toprağın termal ve hidrolik özellikleri, tohum emme oranını ve ortaya çıkan fidelerin karşılaştığı mekanik direnci belirler; bunlar özellikle mekanik ve yarı mekanik modellerde önemli olan faktörlerdir. Ekim tarihleri, gölgelik kapanması ve büyüme aşamaları dahil olmak üzere ürün fenolojisi, ışık kesintisini, allelopatiyi ve besin alım dinamiklerini etkileyerek ot-ürün rekabetinde de kritik bir rol oynar. Bu ürün değişkenlerinin doğru modellenmesi, özellikle APSIM veya DSSAT gibi ürün modelleri yabancı otlara özgü modellerle birleştirildiğinde, hem ürün hem de yabancı ot büyüme modellerini birleştiren simülasyonlara olanak tanır. Dahası, toprak işleme operasyonları, ekim derinliği, sıra aralığı ve ürün rotasyonu geçmişi mikroçevre koşullarını değiştirir ve tahmini modelleme çerçevelerinde açıklayıcı değişkenler olarak hizmet etmektedir (Feleke ve ark., 2021).

Uyku hali, tohum ömrü, çıkış derinliği dağılımı ve büyüme oranları gibi özellikler de dahil olmak üzere yabancı ot biyolojisi, türlere özgü modelleri kalibre etmek için temel parametreler sağlar. Bu özellikler, ortaya çıkan yabancı ot popülasyonlarının zamanlamasını, yoğunluğunu ve mekansal düzenlemesini belirler. Genellikle toprak işleme uygulamaları tarafından şekillendirilen topraktaki yabancı ot tohumlarının dikey dağılımı, çıkışı tahmin etmek için özellikle önemlidir. Uzun vadeli yabancı ot araştırmaları, herbisit deneme kayıtları ve uzaktan algılama verileri de dahil olmak üzere tarihsel saha gözlemleri, model parametrelendirmesi ve doğrulaması için ampirik temeller sunar. Bu kayıtlar, yabancı ot popülasyonlarındaki mekansal ve zamansal kalıpları belirlemeye yardımcı olur ve bölgeye özgü yönetim stratejileri geliştirmede etkilidir. Tarihsel yabancı ot dağılım haritalarının ve tür oluşumu verilerinin dahil edilmesi, mekansal olarak açık tahminleri mümkün kılarak tahmin modellerine sağlamlık katar. Dahası, yabancı ot direnç mekanizmaları ve değişen tarımsal baskılar altında adaptasyon stratejilerine ilişkin bilginin dahil edilmesi, gelişmiş tahmin sistemlerini güçlendirir ve yabancı ot popülasyonlarındaki evrimsel tepkileri tahmin etme çabalarını destekler.

5. Biyolojik ve Ekolojik Yabancı Ot Süreçlerinin Modellenmesi

Yabancı ot biliminde öngörücü modelleme, temel olarak çeşitli tarımsal ekolojik koşullar altında biyolojik ve ekolojik yabancı ot süreçlerinin zamanlamasını ve büyüklüğünü simüle etmekle ilgilidir (Bagavathiannan ve ark., 2020). Bu süreçlerin (özellikle yabancı ot çıkışı, büyüme dinamikleri, ürün-yabancı ot rekabeti ve herbisit etkinliği) doğru bir şekilde temsil edilmesi, etkili, bölgeye özgü yabancı ot yönetim stratejileri geliştirmek için esastır. Aşağıdaki alt bölümler, bu temel süreçlerin nasıl modellendiğini ve tarımsal sistemlerde karar vermeyi desteklemek için nasıl kullanıldığını araştırmaktadır.

Yabancı ot çıkışı, yönetim zamanlamasını ve etkinliğini etkileyen en kritik faktörlerden biridir. Hidrotermal zamana (HTT), toprak sıcaklığına ve nem dinamiklerine dayalı olarak yabancı ot çıkışını tahmin etmek için çok sayıda model geliştirilmiştir. Örneğin SIMPLE modeli, agregat boyutu, sıcaklık ve nem dahil olmak üzere mikro bölgeye özgü toprak koşullarına yanıt olarak bireysel tohum çıkışını simüle etmektedir (Travlos ve ark., 2020). Büyüme derecesi günlerine (GDD) dayalı termal zaman modelleri de özellikle Abutilon theophrasti ve Setaria viridis (Masin ve ark., 2005; Forcella ve ark., 2000) gibi yaygın türler bağlamında yaygın olarak uygulanmıştır. Bu modeller, zirve çıkış dönemlerinin erken tanımlanmasını ve zamanında çıkış öncesi ve sonrası herbisit uygulamalarının planlanmasını sağlar. Ancak güvenilirlikleri, tohum uykuda kalma durumu

ve toprak heterojenliğinden etkilenebilen ortamlar arasında sabit tohum davranışı varsayımıyla sınırlıdır (Klupczyńska ve Pawłowski, 2021).

Yabancı otlar ortaya çıktığında, büyüme dinamikleri ve mahsullerle etkileşimleri verim kaybının ve yönetim aciliyetinin temel belirleyicileri haline gelir. FLORSYS gibi mekanik modeller, kanopi yüksekliği, yaprak alanı indeksi (LAI), kök derinliği ve kaynak alımı gibi faktörleri dahil ederek çok türlü etkileşimleri simüle etmektedir (Colbach ve ark., 2021). Bu modeller, yabancı ot türleri arasındaki ve otlar ile mahsuller arasındaki rekabetçi hiyerarşileri anlamakta faydalıdır.

Büyüme modelleri ayrıca biyokütle birikim oranlarını ve rekabet yeteneklerini etkileyen kuraklık veya gölgeleme gibi çevresel stres faktörlerini de entegre edebilmektedir. Örneğin, ışık kesintisi ve radyasyon kullanım verimliliğini (RUE) dikkate alan modellerin farklı yabancı ot yoğunlukları altında biyokütle üretimini doğru bir şekilde tahmin ettiği gösterilmiştir (Govindaraj ve ark., 2023). Bu bilgi, yabancı ot varlığının ekonomik eşiğini değerlendirmek ve mekanik veya kimyasal kontrol kararlarına rehberlik etmek için kullanılabilmektedir.

Tank karışımlarındaki herbisitler arasındaki etkileşimler doğası gereği karmaşıktır ve bitki fizyolojik tepkilerinin ve çevresel değişkenliğin çok faktörlü doğası nedeniyle genellikle basit tahminlere meydan okur. Bu etkileşimler, her biri yabancı ot kontrol etkinliği ve direnç evrimi için farklı çıkarımlara sahip olan katkısal, sinerjik veya antagonistik etkiler olarak ortaya çıkabilmektedir. Özellikle, bu tür etkileşimlerin sonuçları tekdüze değildir; Bunlar, hedef bitki türü, uygulama anındaki yabancı otun gelişim aşaması, herbisit dozajı ve sıcaklık, nem ve ışık yoğunluğu gibi hakim çevre koşulları da dahil olmak üzere bir dizi değişkene büyük ölçüde bağlıdır. Ek olarak, söz konusu herbisitlerin fizikokimyasal ve fizyolojik özellikleri (çözünürlük, uçuculuk, translokasyon kapasitesi ve etki şekli gibi) bu karışımların dinamiklerini daha da karmaşık hale getirir.

Açıklayıcı bir örnek, glufosinat ve clethodim arasındaki etkileşimdir; burada deneysel çalışmalar, antagonistik etkilerin doza bağlı ve türe özgü olduğunu göstermiştir. Belirli kombinasyonlarda, azaltılmış etkinlik gözlemlenmiştir ve bu, optimize edilmemiş karışım stratejileriyle ilişkili riskleri vurgulamaktadır. Bu tür etkileşimler, mekanik anlayışın önemini ve herbisit davranışını sahayla ilgili koşullar altında simüle edebilen öngörücü modelleme araçlarına olan ihtiyacı vurgular. Bu modeller yalnızca aktif bileşenlerin kimyasal uyumluluğunu değil, aynı zamanda uygulamanın gerçekleştiği biyolojik ve ekolojik bağlamı da hesaba katmalıdır. Bu tür bütünleştirici yaklaşımlar olmadan, herbisit karışımlarının kullanımı, istemeden de olsa yabancı ot kontrolünün yetersiz kalmasına ve yabancı ot popülasyonlarında direncin evriminin hızlanmasına neden olabilmektedir (Barbieri ve ark., 2022).

6. Pratik Uygulamalar ve Vaka Çalışmaları

Öngörücü modelleme teorik araştırmanın ötesine geçmiştir ve artık pratik çiftçilik sistemlerinde aktif olarak kullanılmaktadır (Kwaghtyo ve Eke 2023; Sharma ve ark., 2022). Biyolojik tahmini çevresel, agronomik ve teknolojik girdilerle birleştirerek, bu modeller bölgeye özgü, zamanında ve kaynak açısından verimli yabancı ot kontrol stratejilerine olanak tanır. Öngörücü modellemenin en önemli faydalarından biri, herbisit uygulaması için en etkili zamanlamayı belirlemedeki rolüdür. Çiftçiler, yabancı ot türlerinin ne zaman ortaya çıkacağını tahmin ederek, herbisitleri önceden uygulayabilmekte, etkinliği artırabilmekte ve ürün hasarını en aza indirebilmektedir. Büyüme derecesi günlerine dayalı modeller veya toprak koşullarını ve toprak işleme sistemlerini simüle eden modeller, ortaya çıkma modellerini tahmin etmek ve herbisit programlarını iyileştirmek için başarıyla kullanılmıştır. Sonuç olarak, gereksiz tekrarlanan uygulamalardan kaçınılabilir ve bu da zamanın ve kaynakların daha verimli kullanılmasına yol açmaktadır (Islam ve Monjardino, 2025). Tahmini modellerin bir diğer önemli katkısı, kimyasal girdileri ve ilişkili çevresel etkileri azaltma yetenekleridir. Hassas ve değişken oranlı herbisit uygulamalarını destekleyerek, modeller belirli yabancı ot istilasına uğramış bölgeleri hedeflemeye, kimyasal kullanımını azaltmaya ve hedef dışı organizmalara verilen zararı azaltmaya yardımcı olur. Bu, özellikle insansız hava araçlarının (İHA'lar) ve makine öğreniminin yabancı ot alanlarını tespit etmek için kullanıldığı ve seçici tedaviye olanak tanıyan sistemlerde belirgindir. Bu tür yaklaşımlar, etkili yabancı ot kontrolünü korurken sürdürülebilir uygulamaları desteklemektedir (Roslim ve ark., 2021; Mohidem ve ark., 2021).

Tahmini modeller, özellikle dijital karar destek sistemlerine entegre edildiğinde karar alma süreçlerinde de kritik bir rol oynar. Çeşitli bölgelerde kullanılan bu sistemler, çiftçilerin uygun yabancı ot kontrol stratejilerini seçmelerine, optimum tedavi sürelerini belirlemelerine ve kaynakları verimli bir şekilde tahsis etmelerine

yardımcı olur. Bazı ülkelerde, karar araçları, maliyet ve etkinliği dengeleyen yönetim seçenekleri önermek için yabancı ot popülasyon dinamiklerini ekonomik eşiklerle birleştirerek daha yüksek üretkenlik ve karlılığa yol açar.

Dünyanın farklı yerlerinden gerçek dünya örnekleri, tahminsel modellemenin geniş uygulanabilirliğini göstermektedir. Güney Avrupa'da, çeşitli sulama ve toprak işleme koşulları altında domates tarlalarında yabancı ot çıkışını tahmin etmek için modeller kullanılmış ve herbisit zamanlaması ve iş gücü planlamasına yardımcı olmuştur. Avustralya'da, simülasyon araçları, önemli yabancı ot türlerinde herbisit direncini yönetmek için uzun vadeli stratejilerin değerlendirilmesine yardımcı olmuş ve herbisit rotasyonuna ilişkin önerileri etkilemiştir. Asya'da, pirinç tarlalarındaki yabancı ot türlerini belirlemek için yapay zeka uygulamaları geliştirilmekte ve bu da potansiyel olarak robotik yabancı ot kontrolünü mümkün kılmaktadır (Marschner ve ark., 2024). Bu uygulamalar bir arada, öngörücü modellemenin çeşitli ürünler ve ortamlar arasında nasıl uyarlanabileceğini göstererek, sürdürülebilir yabancı ot yönetiminde güçlü bir araç olarak değerini pekiştirmektedir.

7. Zorluklar ve Sınırlamalar

Yabancı ot biliminde tahmini modellemenin kullanımının artmasına rağmen, birkaç zorluk daha geniş çapta benimsenmesini ve uzun vadeli etkinliğini sınırlamaya devam etmektedir. Bu zorluklar teknik sınırlamalardan, veriyle ilgili sorunlardan ve bu araçların çeşitli tarımsal ortamlarda erişilebilirliğini, kullanılabilirliğini ve güvenilirliğini etkileyen pratik engellerden kaynaklanmaktadır. Bu sorunları tanımak ve ele almak, tahmini modellerin gerçek dünya çiftçilik uygulamalarına başarılı bir şekilde entegre edilmesini sağlamak için çok önemlidir (Al-Badri ve ark., 2022).

En büyük engellerden biri girdi verilerinin kullanılabilirliği ve kalitesidir. Tahmini modeller, yabancı ot biyolojisi, toprak özellikleri, ürün gelişimi ve uzun vadeli hava desenleri hakkında ayrıntılı, yüksek çözünürlüklü bilgilere dayanır. Ancak birçok bölgede, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, bu tür veriler genellikle eksik, tutarsız veya tamamen kullanılamaz durumdadır. Uzaktan algılama teknolojileri çevresel verilere erişimi genişletmiş olsa da, sınırlı zamansal çözünürlük, bulut örtüsü ve spektral gürültü gibi zorluklar yabancı ot tespitinin doğruluğunu azaltabilmektedir. Ek olarak, otomatik sistemlerin yokluğunda çiftlik içi verileri manuel olarak toplamak emek yoğun ve hataya açık olmaya devam etmektedir (Kwaghtyo ve Eke 2023).

Bir diğer önemli sınırlama, tahmini modellerin farklı coğrafi alanlar veya ekim sistemleri arasında aktarılmasındaki zorluktur. Çoğu model belirli çevre koşulları altında geliştirilir ve kalibre edilir, bu da farklı iklimlere, topraklara veya çiftçilik uygulamalarına sahip bölgelere uygulandığında daha az doğru hale getirir. Örneğin, tekdüze yabancı ot çimlenme desenleri varsayan sıcaklık tabanlı modeller, uykuda kalma veya tohum davranışındaki yerel değişiklikleri hesaba katmayabilir ve bu da güvenilir olmayan önerilere yol açabilir. Dikkatli bir uyarlama ve kalibrasyon olmadan, bu tür modeller yanıltıcı sonuçlar üretebilmektedir.

Tahmini modelleme araçlarının pratik olarak benimsenmesi, kullanılabilirlik engelleri tarafından da engellenmektedir. Mevcut birçok platform, teknik eğitim olmadan çiftçilerin erişemeyeceği yazılım, programlama dilleri veya coğrafi veri işleme konusunda uzmanlaşmış bilgi gerektirir. Mobil cihazlar, yerel diller ve bölgeye özgü çiftçilik koşulları için sınırlı destek, bu araçların sahadaki pratikliğini daha da azaltır. Dijital araçlar mevcut olsa bile, bunların kullanımıyla ilişkili algılanan maliyetler (örneğin, dron edinme, yazılım lisansları için ödeme yapma veya veri analitiği öğrenme) özellikle küçük ölçekli üreticiler veya kaynakları sınırlı kullanıcılar arasında kullanımı caydırabilmektedir.

Son olarak, model tahminlerinin doğruluğunu ve şeffaflığını sağlamak önemli bir zorluk olmaya devam etmektedir. Bazı gelişmiş makine öğrenimi modelleri yüksek doğruluk sunarken, genellikle tahminlerin nasıl yapıldığına dair çok az içgörü sağlayan kara kutular olarak çalışırlar. Bu yorumlanabilirlik eksikliği, kullanıcılar arasındaki güveni azaltabilir. Ayrıca, model girdilerindeki içsel belirsizlikler (örneğin, hava verilerindeki değişiklikler veya toprak özelliklerindeki mekansal farklılıklar) tahminlerde bileşik hatalara yol açabilmektedir. Güvenilirliği sağlamak için modellerin farklı yıllar, konumlar ve ekim sistemleri genelinde kapsamlı bir şekilde doğrulanması gerekir, ancak bu her zaman modelleme çalışmalarında standart uygulama değildir. Bu tür bir doğrulama olmadan, en gelişmiş modeller bile atipik veya aşırı koşullar altında zayıf performans gösterebilmektedir (Araújo ve ark., 2023).

Genel olarak, öngörücü modelleme yabancı ot yönetimi için büyük bir umut vaat etse de, bu teknik, pratik ve bağlamsal sınırlamaların ele alınması, çeşitli tarımsal sistemlerde potansiyelinin tam olarak gerçekleştirilmesi için önemli olmaktadır.

8. Gelecekteki Yönler ve Araştırma İhtiyaçları

Tarım, iklim değişkenliği, herbisit direnci, işgücü kıtlığı ve sürdürülebilirliğe yönelik artan talepler gibi büyüyen zorluklarla karşılaşmaya devam ederken, öngörücü modelleme alakalı ve etkili kalmak için evrimleşmelidir. Gelecekteki çabalar yalnızca modellerin bilimsel doğruluğunu artırmaya değil, aynı zamanda erişilebilirliğini, uyarlanabilirliğini ve çeşitli çiftçilik sistemlerine entegrasyonunu iyileştirmeye odaklanmalıdır. Geliştirme için önemli bir yön, çeşitli mahsuller, iklimler ve bölgeler arasında güvenilir bir şekilde işlev görebilen daha genelleştirilebilir ve esnek modelleme çerçeveleri oluşturmaktır. Bu, tutarlı ve ölçeklenebilir bir çekirdeği korurken yerelleştirilmiş kalibrasyona izin veren modüler yapılara sahip modeller tasarlamayı gerektirir. Böyle bir yaklaşım, model geliştirmedeki yedekliliği azaltmaya ve daha geniş tarımsal modelleme sistemleri ve dijital platformlarla sorunsuz entegrasyonu desteklemeye yardımcı olacaktır. Veri giriş formatlarını standartlaştırmak ve çiftlik yönetim araçlarıyla uyumluluğu teşvik etmek öngörücü modellerin faydasını ve birlikte çalışabilirliğini daha da artırabilmektedir.

Bir diğer öncelik ise disiplinler arası iş birliğini teşvik etmektir. Yabancı ot dinamiklerinin karmaşıklığı ve öngörücü araçların karmaşıklığı, agronomistler, veri bilimcileri, mühendisler, ekolojistler ve yazılım geliştiricileri arasında ortak çabalar gerektirir. Örneğin, makine öğrenimi ve yapay zekanın yabancı ot modellemesine entegrasyonu hem büyük, yüksek kaliteli veri kümeleri hem de algoritma geliştirme ve doğrulama konusunda uzmanlık gerektirir. Verilere, koda ve model belgelerine açık erişimi destekleyen işbirlikçi platformlar, inovasyonu hızlandırabilir ve model tasarımı ve performansında şeffaflığı sağlayabilir. Öngörücü modellerin daha geniş çapta benimsenmesi, özellikle kaynak sınırlı bölgelerde araçların son kullanıcılar için daha erişilebilir hale getirilmesine de bağlıdır. Açık kaynaklı platformlar, maliyet engellerini düşürerek ve yerel özelleştirmeyi mümkün kılarak umut verici bir çözüm sunar (Agbeyangi ve Suleman, 2024). Bu araçlar, veri kümelerini, modelleme algoritmalarını ve kullanıcı arayüzlerini gerçek dünya çiftçilik koşullarında dağıtılması daha kolay paketler halinde birleştirebilir. Kamu kurumlarından fon, altyapı ve eğitim şeklinde destek, bu yenilikleri teşvik etmede hayati bir rol oynayabilmektedir.

Politika desteği ve kullanıcı eğitimi de gelecekteki ilerlemenin temel bileşenleridir. Politika yapıcılar, finansal teşvikler, düzenleyici çerçeveler veya sürdürülebilir uygulamaları ödüllendiren çevre programları aracılığıyla öngörücü modellerin kullanımını teşvik edebilmektedir. Aynı zamanda, eğitim ve öğretime yapılan yatırımlar, çiftçilerin ve tarım danışmanlarının model çıktılarını güvenle kullanabilmelerini ve yorumlayabilmelerini sağlayacaktır. Yerel olarak uyarlanmış eğitim materyalleri, saha gösterileri ve destek ağları gibi kaynaklar, kullanıcı katılımını ve model etkinliğini artırabilmektedir.

Son olarak, çiftçilerin modelleme sürecine dahil edilmesi, alaka düzeyini ve güveni büyük ölçüde iyileştirebilir. Son kullanıcıları model geliştirme, test etme ve iyileştirme sürecine dahil eden katılımcı yaklaşımlar, araçların pratik deneyime ve yerel koşullara dayanmasını sağlar. Bu, yalnızca benimsenmeyi güçlendirmekle kalmaz, aynı zamanda teknolojik yeniliği gerçek dünya tarımsal ihtiyaçlarıyla uyumlu hale getirmeye de yardımcı olur. İleride, sağlam bilim, kapsayıcı tasarım ve destekleyici politikanın birleşimi, sürdürülebilir yabancı ot yönetiminde öngörücü modellemenin tüm potansiyelini ortaya çıkarmak için kritik öneme sahip olacaktır.

9. Sonuç

Yabancı ot bilimi, deneyim odaklı, reaktif kontrol önlemlerinden proaktif, veriye dayalı ve bölgeye özgü stratejilere doğru dönüşümsel bir değişim geçirmektedir. Tahmini modelleme, çeşitli çevresel ve yönetim koşulları altındayabancı otçıkışını, büyümesini, rekabetini ve herbisit etkinliğini simüle etme yetenekleri sunarak bu geçişi mümkün kılan önemli bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Mekanik, istatistiksel ve makine öğrenimi tabanlı modellerin her biri, basit karar kurallarından dijital tarım platformlarıyla entegre edilmiş karmaşık, dinamik simülasyonlara kadar uzanan benzersiz güçler ve uygulamalar sunar. İklimsel değişkenler, toprak özellikleri, ürün fenolojisi veyabancı otbiyolojisi gibi yüksek kaliteli girdi verileriyle desteklendiğinde, bu modelleryabancı otkontrol müdahalelerinin zamanlamasını, hedeflemesini ve sürdürülebilirliğini iyileştirerek karar vermeyi geliştirmektedir. Ancak, tahmini modellemenin yaygın olarak benimsenmesi, veri

kıtlığı, model aktarılabilirliği, kullanılabilirlik engelleri ve algoritmik çıktılara güven gibi önemli zorluklarla karşı karşıyadır. Bu sınırlamaların ele alınması disiplinler arası araştırma, katılımcı geliştirme, açık erişim platformları ve eğitim ve politika teşvikleri aracılığıyla güçlü kurumsal destek gerektirmektedir. Geleceğe bakıldığında, öngörücü modellemenin akıllı çiftçilik teknolojileri, karar destek sistemleri ve gerçek zamanlı geri bildirim araçlarıyla bütünleştirilmesi, yabancı ot yönetimini daha dayanıklı, verimli ve çevresel açıdan sorumlu hale getirir. Tarımsal alanlar daha karmaşık ve dinamik hale geldikçe, öngörücü modelleme sürdürülebilir gıda sistemlerinin sağlanmasında, girdilerin optimize edilmesinde ve biyolojik çeşitliliğin korunmasında merkezi bir rol oynayacaktır.

KAYNAKLAR

Agbeyangi, A., & Suleman, H. (2024, November). Advances and Challenges in Low-Resource-Environment Software Systems: A Survey. In *Informatics* (Vol. 11, No. 4, p. 90). MDPI.

Al-Badri, A. H., Ismail, N. A., Al-Dulaimi, K., Salman, G. A., Khan, A. R., Al-Sabaawi, A., & Salam, M. S. H. (2022). Classification of weed using machine learning techniques: a review—challenges, current and future potential techniques. *Journal of Plant Diseases and Protection*, *129*(4), 745-768.

Albert, J. T., & Singhal, J. K. (2024). Artificial Intelligence and Machine Learning in Pest and Weed Management for Sustainable Agriculture. *International Journal of Sciences and Innovation Engineering*, *1*(2), 19-28.

Alireza, T. A. A. B., & Aritz, R. E. (2023). Modelling seedling emergence of Amaranthus retroflexus affected by soil depth. *Spanish Journal of Agricultural Research*, *21*(2), e1001-e1001.

Anwar, M. P., Islam, A. M., Yeasmin, S., Rashid, M. H., Juraimi, A. S., Ahmed, S., & Shrestha, A. (2021). Weeds and their responses to management efforts in a changing climate. *Agronomy*, *11*(10), 1921.

Araújo, S. O., Peres, R. S., Ramalho, J. C., Lidon, F., & Barata, J. (2023). Machine learning applications in agriculture: current trends, challenges, and future perspectives. *Agronomy*, *13*(12), 2976.

Bagavathiannan, M. V., Beckie, H. J., Chantre, G. R., Gonzalez-Andujar, J. L., Leon, R. G., Neve, P., ... & Acker, R. V. (2020). Simulation models on the ecology and management of arable weeds: structure, quantitative insights, and applications. *Agronomy*, *10*(10), 1611.

Barbieri, G. F., Young, B. G., Dayan, F. E., Streibig, J. C., Takano, H. K., Merotto Jr, A., & Avila, L. A. (2022). Herbicide mixtures: interactions and modeling. *Advances in Weed Science*, *40*(spe 1), e020220051.

Biecek, P., & Burzykowski, T. (2021). *Explanatory model analysis: explore, explain, and examine predictive models*. Chapman and Hall/CRC.

Chinta, S. (2021). Integrating Machine Learning Algorithms in Big Data Analytics: A Framework for Enhancing Predictive Insights.

Colbach, N., Colas, F., Cordeau, S., Maillot, T., Queyrel, W., Villerd, J., & Moreau, D. (2021). The FLORSYS crop-weed canopy model, a tool to investigate and promote agroecological weed management. *Field Crops Research*, *261*, 108006.

Dadashzadeh, M., Abbaspour-Gilandeh, Y., Mesri-Gundoshmian, T., Sabzi, S., Hernández-Hernández, J. L., Hernández-Hernández, M., & Arribas, J. I. (2020). Weed classification for site-specific weed management using an automated stereo computer-vision machine-learning system in rice fields. *Plants*, *9*(5), 559.

Esposito, M., Crimaldi, M., Cirillo, V., Sarghini, F., & Maggio, A. (2021). Drone and sensor technology for sustainable weed management: A review. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, *8*, 1-11.

Feleke, H. G., Savage, M. J., & Tesfaye, K. (2021). Calibration and validation of APSIM–Maize, DSSAT CERES–Maize and AquaCrop models for Ethiopian tropical environments. *South African Journal of Plant and Soil*, *38*(1), 36-51.

Govindaraj, T., Maragatham, N., Ramanathan, S. P., Geethalakshmi, V., & Kalarani, M. K. (2023). Light interception and radiation use efficiency (RUE) in maize (Zea mays. L) intercropping with greengram (Vigna radiata L.). *Journal of Applied and Natural Science*, *15*(3), 1044.

Heap, I. (2025) The International Herbicide-Resistant Weed Database. Online. Thursday, June 26, 2025 . Available www.weedscience.org

Islam, M. M., & Monjardino, M. (2025). The importance of developing an integrated data-driven modelling platform for herbicide resistance research: A review. *Heliyon*, *11*(4).

Júnior, M. R. B., de Almeida Moreira, B. R., dos Santos Carreira, V., de Brito Filho, A. L., Trentin, C., de Souza, F. L. P., ... & Shiratsuchi, L. S. (2024). Precision agriculture in the United States: A comprehensive meta-review inspiring further research, innovation, and adoption. *Computers and Electronics in Agriculture*, *221*, 108993.

Klupczyńska, E. A., & Pawłowski, T. A. (2021). Regulation of seed dormancy and germination mechanisms in a changing environment. *International journal of molecular sciences*, *22*(3), 1357.

Kwaghtyo, D. K., & Eke, C. I. (2023). Smart farming prediction models for precision agriculture: a comprehensive survey. *Artificial Intelligence Review*, *56*(6), 5729-5772.

Liebman, M., Baraibar, B., Buckley, Y., Childs, D., Christensen, S., Cousens, R., ... & Riemens, M. (2016). Ecologically sustainable weed management: how do we get from proof-of-concept to adoption?. *Ecological applications*, *26*(5), 1352-1369.

Maestrini, B., Mimić, G., van Oort, P. A., Jindo, K., Brdar, S., Athanasiadis, I. N., & van Evert, F. K. (2022). Mixing process-based and data-driven approaches in yield prediction. *European Journal of Agronomy*, *139*, 126569.

Marschner, C. A., Colucci, I., Stup, R. S., Westbrook, A. S., Brunharo, C. A., DiTommaso, A., & Mesgaran, M. B. (2024). Modeling weed seedling emergence for time-specific weed management: a systematic review. *Weed Science*, 1-44.

Merfield, C. N. (2023). Integrated weed management in organic farming. In *Organic farming* (pp. 31-109). Woodhead publishing.

Mohidem, N. A., Che'Ya, N. N., Juraimi, A. S., Fazlil Ilahi, W. F., Mohd Roslim, M. H., Sulaiman, N., ... & Mohd Noor, N. (2021). How can unmanned aerial vehicles be used for detecting weeds in agricultural fields?. *Agriculture*, *11*(10), 1004.

Monteiro, A., & Santos, S. (2022). Sustainable approach to weed management: The role of precision weed management. *Agronomy*, *12*(1), 118.

Muchhadiya, R. M., Kumawat, P. D., Gohil, B. S., & Sakarvadia, H. L. (2024). Precision weed management using artificial intelligence tools and techniques for sustainable agriculture. Agriculture & Food e-Newsletter, 6(1).

Roslim, M. H. M., Juraimi, A. S., Che'Ya, N. N., Sulaiman, N., Manaf, M. N. H. A., Ramli, Z., & Motmainna, M. (2021). Using remote sensing and an unmanned aerial system for weed management in agricultural crops: A review. *Agronomy*, *11*(9), 1809.

Royo-Esnal, A., Torra, J., & Chantre, G. R. (2020). Weed emergence models. Decision support systems for weed management, 85-116.

Sharma, K., Sharma, C., Sharma, S., & Asenso, E. (2022). Broadening the research pathways in smart agriculture: predictive analysis using semiautomatic information modeling. *Journal of Sensors*, *2022*(1), 5442865.

Travlos, I., Gazoulis, I., Kanatas, P., Tsekoura, A., Zannopoulos, S., & Papastylianou, P. (2020). Key factors affecting weed seeds' germination, weed emergence, and their possible role for the efficacy of false seedbed technique as weed management practice. *Frontiers in Agronomy*, *2*, 1.

TARIMDA YENİ BİR PERSPEKTİF: EPİGENETİK YAKLAŞIMLAR İLE KALİTE VE VERİM ARTIŞI VE GDO UYGULAMALARIYLA KARŞILAŞTIRMALI BİR DEĞERLENDİRME

İbrahim YILDIZHAN[1]

[1] İbrahim YILDIZHAN, Iğdır Üniversitesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Iğdır/TÜRKİYE,

Orcid ID: 0009-0009-6611-088X

Abdurrahim ÇETİN[2]

[2] Abdurrahim ÇETİN, Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi / Moleküler Biyoloji Ve Genetik, Bingöl/TÜRKİYE, Orcid ID: 0000-0003-2021-8472

Barış EREN[3]

[3] Dr. Barış EREN, Iğdır Üniversitesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Iğdır/TÜRKİYE,

Orcid ID: 0000-0002-3852-6476

ÖZET

Gıda güvenliğini tehdit eden iklim değişikliği, su kıtlığı, toprak bozulması, çevresel stres faktörleri ve hızla artan dünya nüfusu gibi unsurlar, tarımsal üretimin verim ve kalite yönünden artırılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda, geleneksel bitki ıslah yöntemlerinin sınırlarının ötesine geçerek yeni biyoteknolojik stratejilerin geliştirilmesi kritik önem kazanmıştır. Son yıllarda epigenetik düzenlemeler, genetik dizilimi değiştirmeden gen ekspresyonunun kontrolünü sağlayarak bitki ıslahında sürdürülebilir ve çevre dostu bir alternatif olarak dikkat çekmektedir. Özellikle DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve küçük RNA molekülleri gibi epigenetik mekanizmalar, bitkilerin abiyotik (kuraklık, sıcaklık, tuzluluk) ve biyotik (hastalık, zararlı) streslere karşı toleransını artırmakta; bu sayede ürün verimi ve kalite parametrelerinde (tat, aroma, besin içeriği, raf ömrü gibi) önemli iyileşmeler sağlamaktadır. Bu çalışma, epigenetik uygulamaların tarımsal üretimde kalite ve verim artışı sağlama potansiyelini kapsamlı şekilde ele almakta ve bu yaklaşımları genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) teknolojileri ile karşılaştırmalı olarak değerlendirmektedir. GDO yöntemleri doğrudan DNA diziliminde değişiklik yaparken, epigenetik yaklaşımlar bitkinin doğal genetik yapısına müdahale etmeden fenotipik özelliklerde değişim yaratmaktadır. Bulgular, epigenetik düzenlemelerin çevresel etkiler açısından daha sınırlı, adaptasyon süreçlerine daha uyumlu ve özellikle tüketici kabulü bakımından daha avantajlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, epigenetik değişimlerin bazı durumlarda nesiller arası kalıcılık gösterebilmesi, bu tekniklerin tarımsal sürdürülebilirlik açısından stratejik bir potansiyel sunduğunu ortaya koymaktadır. Gelecekte epigenetik temelli bitki ıslahı yaklaşımlarının daha fazla geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, küresel gıda güvenliği hedefleri için kritik bir rol oynayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Epigenetik, Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO), Kalite, Verim

A NEW PERSPECTİVE İN AGRİCULTURE: ENHANCİNG QUALİTY AND YİELD THROUGH EPİGENETİC APPROACHES — A COMPARATİVE EVALUATİON WİTH GMO APPLİCATİONS

ABSTRACT

Climate change, water scarcity, soil degradation, environmental stress factors, and the rapidly growing global population increasingly threaten food security and necessitate improvements in both yield and quality in agricultural production. In this context, it has become critically important to develop new biotechnological strategies that go beyond the limitations of traditional plant breeding methods. In recent years, epigenetic modifications have emerged as a sustainable and environmentally friendly alternative in plant improvement, enabling the regulation of gene expression without altering the underlying DNA sequence. Epigenetic mechanisms such as DNA methylation, histone modifications, and small RNAs have been shown to enhance plant tolerance to abiotic (drought, heat, salinity) and biotic (pathogens, pests) stresses. These mechanisms contribute significantly to improvements in yield and quality parameters, including taste, aroma, nutritional content, and shelf life. This study provides a comprehensive assessment of the potential of epigenetic

applications to enhance yield and quality in agricultural production, and offers a comparative evaluation with genetically modified organism (GMO) technologies. While GMOs introduce direct alterations in the DNA sequence, epigenetic approaches achieve phenotypic changes without modifying the plant's inherent genetic structure. Findings suggest that epigenetic interventions offer advantages in terms of reduced environmental impact, improved compatibility with adaptive processes, and greater consumer acceptance. Furthermore, the potential heritability of certain epigenetic modifications across generations indicates a strategic value for these techniques in achieving agricultural sustainability. The continued development and broader adoption of epigenetics-based plant breeding approaches are likely to play a pivotal role in securing global food systems in the near future.

Key Words: Epigenetics, Genetically Modified Organisms (GMO), Quality, Yield

GİRİŞ

Küresel iklim değişikliği, artan dünya nüfusu ve tarımsal üretimde karşılaşılan çevresel stres faktörleri, gıda güvenliğini tehdit eden önemli sorunlar arasında yer almaktadır (FAO, 2021). Bu durum, bitkisel üretimde hem kaliteyi hem de verimi artırmaya yönelik yenilikçi yaklaşımların geliştirilmesini zorunlu kılmıştır. Geleneksel ıslah yöntemleri ve genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) uzun yıllar boyunca bu amaçla kullanılagelmiş olsa da özellikle GDO teknolojilerine yönelik kamuoyundaki etik, sağlık ve çevre odaklı kaygılar, alternatif biyoteknolojik çözümler arayışını hızlandırmıştır (Qaim, 2020).

Son yıllarda, epigenetik mekanizmaların tarımsal biyoteknoloji alanında sunduğu potansiyel, yeni bir paradigma değişiminin habercisi olmuştur. Epigenetik, DNA dizisinde herhangi bir değişiklik meydana getirmeksizin gen ekspresyonunun düzenlenmesini sağlayan kalıtsal değişiklikleri ifade eder (Berger et al., 2009). Bu süreçler arasında DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve küçük RNA'ların aracılık ettiği düzenleyici ağlar yer almakta olup, bitkilerin çevresel streslere adaptasyonunda merkezi bir rol oynamaktadır (Kumar & Mohapatra, 2021).

Tarımda epigenetik uygulamalar, bitkilerin kuraklık, tuzluluk, aşırı sıcaklık gibi abiyotik streslere ve hastalık, zararlı gibi biyotik streslere karşı dayanıklılıklarının artırılmasında kullanılmaktadır (Varotto et al., 2020). Dahası, epigenetik düzenlemeler sayesinde ürün veriminde, besin kalitesinde ve raf ömründe önemli iyileşmeler sağlanabilmektedir. Örneğin, pirinç (Oryza sativa) ve domates (Solanum lycopersicum) gibi temel ürünlerde yapılan çalışmalar, stres koşullarında DNA metilasyon desenlerindeki değişikliklerin bitki performansını doğrudan etkilediğini göstermiştir (Zhang et al., 2018; Gallusci et al., 2017).

Epigenetik temelli bitki iyileştirme yöntemlerinin, GDO uygulamalarıyla kıyaslandığında belirgin avantajlar sunduğu görülmektedir. GDO'larda, bitki genomuna doğrudan yabancı genlerin eklenmesi söz konusu iken, epigenetik düzenlemelerde organizmanın doğal genetik yapısına müdahale edilmeden gen ekspresyonu yönetilmektedir. Bu durum, epigenetik modifikasyonların tüketici kabulü, regülasyon süreçleri ve çevresel sürdürülebilirlik açısından daha avantajlı bir seçenek olmasını sağlamaktadır (Springer & Schmitz, 2017).

Bu bağlamda, bu makalede tarımsal üretimde epigenetik yaklaşımlar kullanılarak kalite ve verim artışının nasıl sağlandığı detaylı şekilde incelenecek, ayrıca epigenetik uygulamalar ile GDO teknolojileri arasındaki temel farklılıklar karşılaştırmalı olarak ele alınacaktır. Bu değerlendirme, gelecekteki tarımsal biyoteknoloji stratejilerine ışık tutacak ve sürdürülebilir gıda üretimi hedefleri doğrultusunda epigenetik yaklaşımların önemini ortaya koyacaktır.

2. Epigenetik Mekanizmalar ve Tarımsal Uygulamalar

2.1. Epigenetik Temel Kavramlar

Epigenetik, genomun temel DNA dizisinde herhangi bir değişiklik olmaksızın gen ekspresyonunun kalıcı veya geçici olarak düzenlenmesini ifade eder (Berger et al., 2009). Bitkilerde epigenetik mekanizmalar, çevresel sinyallere hızlı adaptasyon ve stres koşullarında hayatta kalma açısından kritik bir rol oynamaktadır (Kumar & Mohapatra, 2021). Tarımsal biyoteknolojide epigenetik düzenlemeler, özellikle kalite ve verim artırımı hedefli uygulamalarda giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Epigenetik mekanizmalar temelde üç ana grupta incelenmektedir:

DNA Metilasyonu: DNA zincirinde sitozin bazlarına metil grubu (-CH_3) eklenmesiyle gerçekleşir. Genellikle gen ifadesinin baskılanmasına yol açar. Özellikle su stresi, tuzluluk gibi çevresel streslerde DNA metilasyonu desenlerinde değişiklikler gözlenmiştir (Zhang et al., 2018).

Histon Modifikasyonları: DNA'nın histon proteinlerine sarılarak oluşturduğu kromatin yapısında meydana gelen kimyasal değişikliklerdir. Histon asetilasyonu genellikle gen aktivitesini artırırken, histon metilasyonu gen susturulmasını tetikleyebilir (Gallusci et al., 2017).

Küçük RNA'lar (miRNA ve siRNA): Küçük RNA molekülleri, genetik bilginin RNA seviyesinde düzenlenmesini sağlar. Küçük RNA'lar, gen sessizleşmesi (gene silencing) yoluyla bitkilerin hastalıklara ve çevresel streslere karşı tepkilerini modüle eder (Kumar & Mohapatra, 2021).

Tablo 1. Bitkilerde Epigenetik Mekanizmalar ve Gen İfadesine Etkileri

Epigenetik Mekanizma	Tanım	Gen İfadesine Etkisi	Tarımsal Önemi
DNA Metilasyonu	DNA'ya metil grubu eklenmesi	Gen baskılanması	Stres toleransı, gelişim kontrolü
Histon Modifikasyonları	Histon proteinlerinde kimyasal değişimler	Gen aktivasyonu veya baskılanması	Çiçeklenme, büyüme düzeni
Küçük RNA'lar (miRNA, siRNA)	RNA düzeyinde genetik düzenleme	Gen sessizleşmesi	Hastalık ve stres savunması

2.2. Bitkilerde Epigenetik Yanıt Mekanizmaları

Bitkiler, hareketsiz organizmalar olmaları nedeniyle çevresel stres faktörlerine karşı hızlı ve etkili savunma mekanizmaları geliştirmek zorundadır. Bu savunma sistemlerinde epigenetik düzenlemeler merkezi bir rol oynamaktadır. Epigenetik mekanizmalar, bitkilerin çevresel değişimlere kalıcı veya geçici adaptasyon göstermesini sağlayarak hayatta kalma şansını artırmaktadır (Chinnusamy & Zhu, 2009; Kumar & Mohapatra, 2021).

2.2.1. Abiyotik Streslere Epigenetik Yanıtlar

Abiyotik stresler (kuraklık, tuzluluk, sıcaklık ekstremiteleri, soğuk gibi) bitkilerde fizyolojik ve metabolik değişimlere neden olur. Epigenetik mekanizmalar bu stresler karşısında şu şekillerde işlev görür:

- **DNA Metilasyonu Değişiklikleri:** Kuraklık ve tuzluluk stresine maruz kalan bitkilerde belirli gen bölgelerinde hipermetilasyon veya hipometilasyon meydana gelerek su tutma, kök gelişimi ve iyon taşınmasıyla ilgili genlerin ekspresyonu düzenlenir (Wang et al., 2016).
- **Histon Modifikasyonları:** Histon proteinlerinin asetilasyonu, stres toleransı sağlayan genlerin daha kolay aktive olmasına yardımcı olur. Örneğin, sıcaklık stresine dayanıklı bitkilerde H3K4me3 gibi aktif kromatin işaretlerinde artış gözlenmiştir (Kim et al., 2015).
- **Küçük RNA'lar:** Özellikle su kıtlığı veya tuz stresi gibi durumlarda belirli miRNA'lar (örneğin miR398) ekspresyon değişiklikleri göstererek stres yanıt genlerini hedef alır ve savunma mekanizmalarını güçlendirir (Sunkar et al., 2012).

2.2.2. Biyotik Streslere Epigenetik Yanıtlar

Biyotik stresler (bakteriyel, fungal, viral patojenler ve zararlı böcekler) karşısında da bitkiler epigenetik yollarla savunma sistemlerini aktive eder:

- **Savunma Genlerinin İfadesinin Epigenetik Düzenlenmesi:** Bitki-patojen etkileşimlerinde DNA metilasyon profilleri hızla değişerek savunma genlerinin ekspresyonu modüle edilir. Örneğin, *Arabidopsis thaliana* bitkisinde, fungal patojen saldırısında bazı savunma genlerinde hipometilasyon gözlemlenmiş ve buna bağlı olarak bitki savunma tepkisi artmıştır (Dowen et al., 2012).

- **Transpozon Aktivasyonu:** Patojen saldırısı sırasında, normalde baskılanan bazı transpozon bölgeleri geçici olarak aktive olabilir. Bu durum, savunmayla ilişkili genetik çeşitliliğin artmasına katkı sağlayabilir (Boyko & Kovalchuk, 2011).

- **RNA Yönlendirmeli Savunma:** siRNA'lar aracılığıyla patojene özgü savunma genlerinin sessizleştirilmesi veya aktive edilmesi hızlı bir adaptasyon sağlar. Virüs saldırılarına karşı RNAi mekanizması epigenetik savunmanın en güçlü örneklerinden biridir (Wassenegger & Krczal, 2006).

Tablo 2. Bitkilerde Epigenetik Mekanizmalarla Abiyotik ve Biyotik Streslere Yanıt Örnekleri

Stres Türü	**Epigenetik Mekanizma**	**Örnek Bitki Türü**	**Açıklama**
Kuraklık	DNA hipometilasyonu	*Oryza sativa* (Pirinç)	Su tutma ve kök gelişimi genleri aktive edilir.
Tuzluluk	miRNA regülasyonu (miR398)	*Arabidopsis thaliana*	Tuz toleransı ile ilişkili genlerin ekspresyonu artar.
Sıcaklık Stresi	Histon asetilasyonu (H3K9ac)	*Triticum aestivum* (Buğday)	Isı şoku proteinleri (HSP) üretimi artar.
Patojen Saldırısı	DNA hipometilasyonu	*Arabidopsis thaliana*	Savunma genlerinin hızlı ekspresyonu sağlanır.
Virüs Enfeksiyonu	RNAi mekanizması	*Nicotiana tabacum* (Tütün)	Viral RNA'ların parçalanması ile direnç sağlanır.

2.3. Tarımsal Uygulamalarda Epigenetik Yöntemler

Tarımsal üretimde verim ve kalite artırımı, çevresel streslere dayanıklılığın geliştirilmesi ve hastalıklara karşı direnç kazandırılması hedefleri doğrultusunda epigenetik düzenlemeler, geleneksel ve moleküler yöntemlerin yanında etkili bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Springer & Schmitz, 2017). Epigenetik uygulamalar, bitkilerin doğal genetik yapısına müdahale etmeden gen ekspresyon profilini değiştirerek üretimde sürdürülebilirliği destekler.

Tarımsal uygulamalarda kullanılan başlıca epigenetik yöntemler aşağıda sıralanmaktadır:

2.3.1. Epigenetik Priming (Hazırlama) Teknikleri

Epigenetik priming, bitkilere kontrollü bir şekilde düşük düzeyde stres uygulayarak daha sonra karşılaşacakları daha şiddetli streslere karşı dayanıklı hale getirilmesi sürecidir (Bruce et al., 2007). Bu uygulama, bitkilerde epigenetik hafıza oluşumunu tetikler ve sonraki nesillere aktarılabilir.

Örneğin:

- Kuraklık stresine hafif düzeyde maruz bırakılan pirinç bitkilerinde DNA metilasyon desenlerinde değişimler gözlenmiş ve sonraki nesillerde kuraklık toleransının arttığı rapor edilmiştir (Wang et al., 2016).

2.3.2. Çevresel Stres Uyarımı Yoluyla Epigenetik İyileştirme

Doğal çevresel stres faktörleri (hafif tuz stresi, sıcaklık değişimi gibi) bitkiler üzerinde uygulanarak epigenetik düzenlemeler indüklenebilir. Bu yöntemle, bitkiler daha kısa sürede stres adaptasyonu geliştirir.

- Örneğin, tuzluluğa karşı dayanıklılık geliştirmek için fide döneminde hafif tuz şokları uygulanması, sonraki gelişim dönemlerinde tuz toleransını artırabilmektedir (Boyko & Kovalchuk, 2011).

2.3.3. Kimyasal Epigenetik Modülatörler

Epigenetik düzenleyiciler olarak adlandırılan kimyasal bileşikler (örneğin DNA metiltransferaz inhibitörleri veya histon deasetilaz inhibitörleri), bitkilerde belirli gen ekspresyon desenlerini değiştirmek için kullanılabilir (Baulcombe & Dean, 2014).

Örneğin:

- 5-azasitidin (DNA metilasyon inhibitörü) kullanılarak domates bitkilerinde verim ve raf ömrü artırıcı etkiler elde edilmiştir.

2.3.4. RNA Tabanlı Epigenetik Düzenleme

Küçük RNA'ların (siRNA ve miRNA) dışarıdan uygulanması veya bitki genomunda bu RNA'ların üretiminin artırılması, hedef genlerin epigenetik sessizleştirilmesini veya aktive edilmesini sağlar (Wassenegger & Krczal, 2006).

Özellikle:

- Viral enfeksiyonlara karşı bitkilerin RNAi mekanizmaları üzerinden direnç geliştirmesinde bu yöntem aktif şekilde kullanılmaktadır.

Tablo 3. Tarımsal Epigenetik Uygulama Yöntemleri ve Örnekleri

Yöntem	**Uygulama Şekli**	**Örnek Bitki**	**Hedeflenen Etki**
Epigenetik Priming	Hafif kuraklık stresi uygulanması	*Oryza sativa* (Pirinç)	Kuraklığa dayanıklılık artışı
Çevresel Stres Uyarımı	Tuz şoku uygulaması	*Arabidopsis thaliana*	Tuz stresine adaptasyon
Kimyasal Modülatörler	5-azasitidin uygulaması	*Solanum lycopersicum* (Domates)	Verim ve kalite iyileştirme
RNA Tabanlı Düzenleme	siRNA uygulaması	*Nicotiana tabacum* (Tütün)	Viral enfeksiyonlara direnç

3. Epigenetik Yöntemlerle Kalite ve Verim Artışı

Bitkisel üretimde kalite ve verim, hem tarım ekonomisinin hem de küresel gıda güvenliğinin temel belirleyicileridir. Ancak, çevresel stres faktörleri, bitkilerin fizyolojik ve metabolik süreçlerini olumsuz etkileyerek ürün miktarında ve kalitesinde ciddi kayıplara yol açabilmektedir (Zhang et al., 2018). Geleneksel ıslah ve GDO teknolojileri bu sorunlara çözüm sunmaya çalışmış olsa da, epigenetik temelli düzenlemeler son yıllarda verim ve kalite iyileştirme alanında sürdürülebilir ve doğal bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Varotto et al., 2020).

Epigenetik düzenlemeler sayesinde bitkiler, stres koşullarında dahi yüksek verim ve kaliteli ürün geliştirme kapasitesine sahip olabilirler. Bu bölümde, epigenetik yöntemlerle ürün veriminde ve kalitesinde sağlanan iyileştirmeler detaylı şekilde ele alınacaktır.

3.1. Ürün Veriminde Epigenetik Düzenlemeler

Epigenetik modifikasyonlar, bitkilerde büyüme, gelişim ve üreme süreçlerini doğrudan etkileyen genlerin aktivitesini düzenleyerek verimi artırmaktadır (Springer & Schmitz, 2017).

Örnekler:

- **Pirinç (*Oryza sativa*)**: Kuraklık stresine dayanıklı pirinç hatlarında DNA metilasyon profillerindeki değişimlerle su kullanım verimliliği artırılmış, tane doluluk oranı korunmuştur (Wang et al., 2016).
- **Mısır (*Zea mays*)**: Histon modifikasyonları ile azot kullanım verimliliği iyileştirilmiş ve düşük gübre koşullarında dahi yüksek biyokütle üretimi sağlanmıştır (Li et al., 2015).
- **Buğday (*Triticum aestivum*)**: Epigenetik varyasyonlar, sıcaklık stresine dayanıklı hatların geliştirilmesinde kullanılmış, özellikle çiçeklenme döneminde verim kaybı minimize edilmiştir (Kim et al., 2015).

Tablo 4. Epigenetik Düzenlemelerle Ürün Veriminde Artış Sağlanan Bitki Örnekleri

Bitki Türü	Epigenetik Mekanizma	Hedeflenen Özellik	Referans
Pirinç	DNA metilasyonu	Kuraklıkta verim korunumu	Wang et al., 2016
Mısır	Histon modifikasyonu	Azot kullanım verimliliği	Li et al., 2015
Buğday	DNA metilasyonu ve histon modifikasyonu	Sıcaklık stresinde verim artışı	Kim et al., 2015

3.2. Ürün Kalitesinin Epigenetik Yollarla İyileştirilmesi

Ürün kalitesi, tüketici tercihlerini ve pazar değerini doğrudan etkileyen bir kriterdir. Tat, aroma, besin içeriği ve fiziksel görünüm gibi kalite özellikleri, epigenetik mekanizmalarla optimize edilebilmektedir (Gallusci et al., 2017).

Örnekler:

- **Domates (*Solanum lycopersicum*)**: Histon modifikasyonları ve DNA metilasyonu sayesinde şeker/asit dengesi ve raf ömrü iyileştirilmiştir (Gallusci et al., 2017).
- **Üzüm (*Vitis vinifera*)**: Flavonoid ve antosiyanin üretimini kontrol eden genlerde epigenetik düzenlemeler ile meyve aroması ve renk kalitesi artırılmıştır (Fortes & Gallusci, 2017).

- **Pamuk (*Gossypium spp.*)**: Lif uzunluğu ve mukavemeti, histon asetilasyonu yoluyla düzenlenen gen ekspresyon değişimleri ile iyileştirilmiştir (Song et al., 2017).

3.3. Raf Ömrü ve Besin Değeri Üzerinde Epigenetik Etkiler

Epigenetik müdahaleler sadece üretim aşamasında değil, hasat sonrası dönemde de ürün kalitesinin korunmasına katkı sağlamaktadır:

- **Raf Ömrü:** Özellikle domates gibi meyvelerde raf ömrünü belirleyen genlerin ekspresyonu, histon modifikasyonları ile düzenlenmiş ve çürüme süreçleri yavaşlatılmıştır (Gallusci et al., 2017).
- **Besin Değeri:** Antioksidanlar ve vitamin içeriklerinin sentezinde görevli genlerde yapılan epigenetik düzenlemeler sayesinde daha besleyici ürünler elde edilmiştir (Fortes & Gallusci, 2017).

Örneğin:

- Üzümde antosiyanin ve flavonoid üretimini kontrol eden genlerin epigenetik aktivasyonu, meyve içeriğindeki antioksidan kapasiteyi artırmıştır.

4. Epigenetik Uygulamalar ve GDO Teknolojilerinin Karşılaştırılması

Tarımda ürün verimini ve kalitesini artırmaya yönelik biyoteknolojik yaklaşımlar, uzun yıllardır hem bilim dünyasında hem de kamuoyunda önemli tartışmalara konu olmuştur. Bu bağlamda, **genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO'lar)** ve **epigenetik temelli uygulamalar** iki farklı stratejiyi temsil etmektedir. Her iki yöntem de ürün geliştirme amacı taşısa da, uygulama teknikleri, sonuçları, etik algıları ve çevresel etkileri bakımından önemli farklılıklar göstermektedir (Springer & Schmitz, 2017; Qaim, 2020).

Bu bölümde, epigenetik uygulamalar ile GDO teknolojileri arasındaki temel farklar çeşitli açılardan karşılaştırmalı olarak ele alınacaktır.

4.1. Yapısal ve Fonksiyonel Farklılıklar

GDO Teknolojileri, genoma yabancı bir gen (transgen) ekleyerek veya mevcut gen dizilimlerinde değişiklik yaparak doğrudan kalıcı bir yapısal modifikasyon oluşturur (GMO Compass, 2010). Bu yöntem, bitki genomuna doğrudan müdahale eder ve çoğu zaman doğada bulunmayan genetik kombinasyonlar üretir.

Epigenetik Uygulamalar ise, DNA dizilimine müdahale etmeksizin gen ekspresyonunun düzenlenmesine dayanır. DNA metilasyonu, histon modifikasyonu veya küçük RNA'lar aracılığıyla bitkinin mevcut genetik potansiyelinden yararlanılır (Gallusci et al., 2017).

Bu temel fark, uygulamaların doğal adaptasyon süreçleri üzerindeki etkilerini ve halk tarafından algılanma biçimlerini de doğrudan etkiler.

Tablo 5. Epigenetik ve GDO Teknolojilerinin Temel Farklılıkları

Kriter	**Epigenetik Uygulamalar**	**GDO Teknolojileri**
Genetik Dizilim	Değiştirilmez	Değiştirilir
Genetik Kaynak	Kendi genetik materyali	Yabancı gen eklenebilir
Kalıcılık	Kalıcı veya geçici olabilir	Genetik değişim kalıcıdır
Tüketici Algısı	Daha doğal, daha kabul edilebilir	Etik ve sağlık endişeleri mevcut

Regülasyon	GDO'ya kıyasla daha esnek olabilir	Sıkı düzenlemelere tabidir
Çevresel Risk	Düşük	Gen akışı ve çevresel etkileşim riski mevcut

4.2. Tüketici Kabulü ve Yasal Düzenlemeler Açısından Farklar

GDO ürünleri, dünya genelinde farklı şekillerde regüle edilmektedir. Avrupa Birliği ülkeleri, GDO'lara karşı daha katı bir tutum sergilerken, Amerika Birleşik Devletleri ve Brezilya gibi ülkeler GDO kullanımına daha açıktır (Qaim, 2020). Ancak, tüketiciler arasında GDO ürünlerine yönelik güven eksikliği ve sağlık riskleri endişesi yaygındır (Fernbach et al., 2019).

Öte yandan, **epigenetik temelli ürünler** doğrudan DNA dizisini değiştirmediği için birçok tüketici tarafından daha "doğal" algılanmaktadır. Ayrıca epigenetik yöntemlerle geliştirilen ürünler için henüz birçok ülkede GDO ürünlerinde olduğu gibi özel etiketleme zorunluluğu bulunmamaktadır (Springer & Schmitz, 2017).

Bu fark, epigenetik uygulamaların ticarileşme sürecinde önemli bir avantaj sağlamaktadır.

4.3. Uygulama Alanları ve Sürdürülebilirlik Kıyaslaması

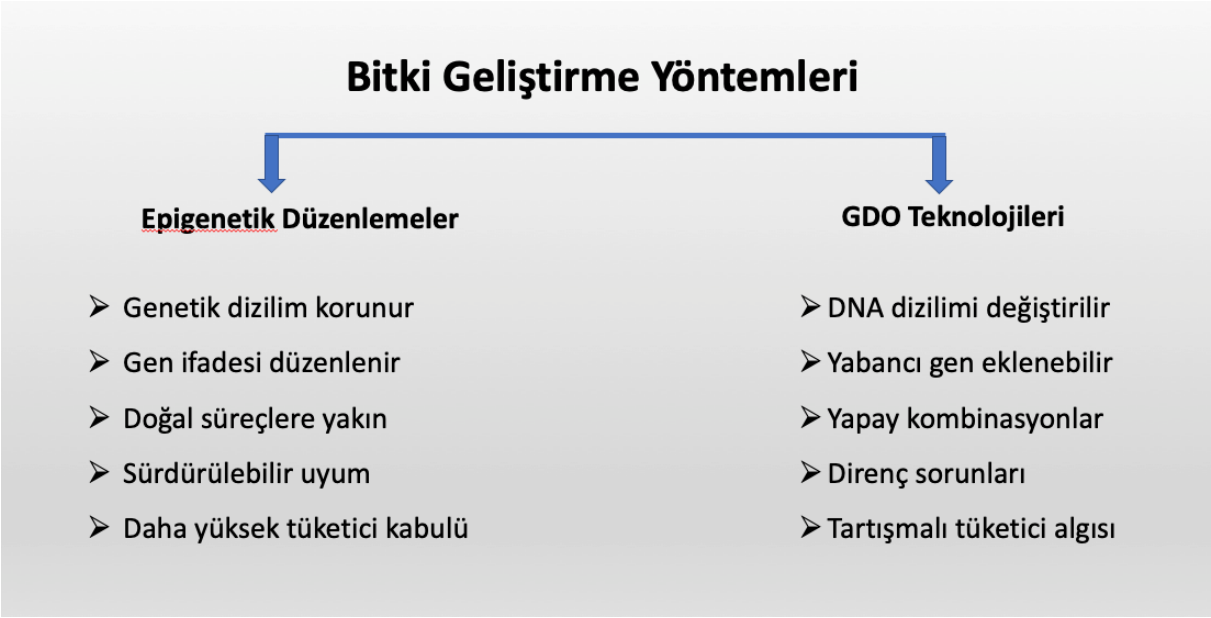
GDO teknolojileri, özellikle zararlı toleransı ve herbisit direnci gibi özelliklerin kazandırılmasında etkili olmuştur. Ancak bu yaklaşım, zamanla **herbisit direncinin yayılması**, **genetik çeşitliliğin azalması** ve **çevresel dengenin bozulması** gibi sorunlara da yol açmıştır (Brookes & Barfoot, 2018).

Epigenetik uygulamalar ise:

- **Çevresel streslere dayanıklılık** kazandırmak,
- **Ürün kalitesini artırmak**,
- **Verimi optimize etmek** gibi hedeflerde kullanılmakta ve doğaya daha uyumlu çözümler sunmaktadır.

Ayrıca epigenetik hafıza mekanizmaları sayesinde bitkiler, çevresel değişimlere daha esnek ve dinamik tepkiler verebilmektedir (Varotto et al., 2020).

Bu yönüyle, epigenetik yöntemlerin iklim değişikliği gibi uzun vadeli tehditler karşısında daha sürdürülebilir çözümler sunduğu düşünülmektedir.



Şekil 1. Epigenetik ve GDO Yaklaşımlarının Kısa Kıyaslaması

5. Sonuç ve Gelecek Perspektifleri

Tarım sektörü, artan küresel nüfus, iklim değişikliği ve çevresel stres faktörlerinin etkisi altında giderek daha büyük bir baskı altına girmektedir. Bu bağlamda, ürün verimi ve kalitesini artırmaya yönelik yenilikçi biyoteknolojik stratejilerin geliştirilmesi kritik önem taşımaktadır. Epigenetik temelli yaklaşımlar, genetik dizilimi değiştirmeksizin gen ekspresyonunu düzenleyerek bitkilerin çevresel koşullara daha hızlı ve esnek yanıt vermesini sağlamaktadır. Bu özellikleriyle epigenetik uygulamalar, geleneksel genetik modifikasyon (GDO) teknolojilerine kıyasla daha sürdürülebilir ve toplum tarafından daha kolay kabul gören bir alternatif sunmaktadır.

Bu makalede ortaya konulduğu üzere, epigenetik düzenlemeler:

- Bitkilerde kalite (tat, aroma, besin içeriği, raf ömrü) ve verim parametrelerini geliştirebilmekte,
- Çevresel streslere (kuraklık, tuzluluk, sıcaklık, patojen saldırıları) karşı dayanıklılığı artırabilmekte,
- Tüketici beklentilerine daha uygun ve doğaya daha saygılı üretim modellerine öncülük edebilmektedir.

Ancak epigenetik uygulamaların tarımsal biyoteknolojide daha geniş ölçekte uygulanabilmesi için bazı önemli araştırma alanlarına ihtiyaç duyulmaktadır:

- Epigenetik değişimlerin kalıcılığı ve nesiller arası aktarımı üzerine daha kapsamlı uzun dönem çalışmalar yapılmalıdır.
- Bitkilerde epigenetik hafıza mekanizmalarının işleyişi daha ayrıntılı şekilde çözülmelidir.
- Mevcut epigenetik tekniklerin uygulama maliyetleri ve tarımsal verimlilik üzerindeki uzun vadeli etkileri net olarak değerlendirilmelidir.
- Epigenetik müdahalelerin etik, yasal ve regülasyon boyutları açıkça tanımlanmalı, uluslararası standartlar geliştirilmelidir.

Gelecekte, CRISPR/Cas9 gibi gen düzenleme teknolojileri ile epigenetik modifikasyonların birleştirilmesi, bitkisel üretimde daha hassas ve kontrollü geliştirme stratejilerinin önünü açabilir. Ayrıca, iklim değişikliğine uyum sağlamak için epigenetik priming gibi çevresel adaptasyon odaklı uygulamaların daha yaygın hale gelmesi beklenmektedir.

Sonuç olarak, epigenetik uygulamalar, bitkisel üretimde kalite ve verim artırımı için güçlü ve umut verici bir araç olarak ön plana çıkmaktadır. Bu teknolojilerin sorumlu, şeffaf ve sürdürülebilir şekilde kullanılması, hem gıda güvenliği hedeflerine ulaşmak hem de çevresel dengeyi korumak için kritik bir rol oynayacaktır.

KAYNAKLAR

Baulcombe, D. C., & Dean, C. (2014). Epigenetic regulation in plant responses to the environment. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology, 6*(9), a019471. https://doi.org/10.1101/cshperspect.a019471

Berger, S. L., Kouzarides, T., Shiekhattar, R., & Shilatifard, A. (2009). An operational definition of epigenetics. *Genes & Development, 23*(7), 781–783. https://doi.org/10.1101/gad.1787609

Boyko, A., & Kovalchuk, I. (2011). Genome instability and epigenetic modification—heritable responses to environmental stress? *Current Opinion in Plant Biology, 14*(3), 260–266. https://doi.org/10.1016/j.pbi.2011.03.003

Brookes, G., & Barfoot, P. (2018). Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996–2016: Impacts on pesticide use and carbon emissions. *GM Crops & Food, 9*(3), 109-139. https://doi.org/10.1080/21645698.2018.1476792

Bruce, T. J., Matthes, M. C., Napier, J. A., & Pickett, J. A. (2007). Stressful "memories" of plants: Evidence and possible mechanisms. *Plant Science, 173*(6), 603–608. https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2007.09.002

Chinnusamy, V., & Zhu, J. K. (2009). Epigenetic regulation of stress responses in plants. *Current Opinion in Plant Biology, 12*(2), 133–139. https://doi.org/10.1016/j.pbi.2008.12.006

Dowen, R. H., Pelizzola, M., Schmitz, R. J., Lister, R., Dowen, J. M., Nery, J. R., ... & Ecker, J. R. (2012). Widespread dynamic DNA methylation in response to biotic stress. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 109*(32), E2183-E2191. https://doi.org/10.1073/pnas.1209329109

FAO. (2021). The State of Food Security and Nutrition in the World 2021. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fernbach, P. M., Light, N., Scott, S. E., Inbar, Y., & Rozin, P. (2019). Extreme opposition to genetically modified food. *Nature Human Behaviour, 3*(3), 251–256. https://doi.org/10.1038/s41562-018-0488-y

Fortes, A. M., & Gallusci, P. (2017). Plant stress responses and phenotypic plasticity in the epigenomics era: perspectives on the grapevine scenario. *Frontiers in Plant Science, 8*, 82. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00082

Gallusci, P., Hodgman, C., Teyssier, E., & Seymour, G. B. (2017). DNA methylation and chromatin regulation during fleshy fruit development and ripening. *Frontiers in Plant Science, 8*, 836. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.00836

GMO Compass. (2010). Genetic Engineering. Retrieved from http://www.gmo-compass.org/

Kim, J. M., To, T. K., & Seki, M. (2015). An epigenetic integrator: new insights into genome regulation, environmental stress responses and developmental controls by histone deacetylase 6. *Plant & Cell Physiology, 56*(4), 700–707. https://doi.org/10.1093/pcp/pcv022

Kumar, S., & Mohapatra, T. (2021). Deciphering epigenetic codes in plants for stress resilience and adaptation. *Frontiers in Plant Science, 12*, 711770. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.711770

Li, X., Wang, X., He, K., Ma, Y., Su, N., He, H., ... & Deng, X. W. (2015). High-resolution mapping of epigenetic modifications of the rice genome uncovers interplay between DNA methylation, histone modification, and gene expression. *Plant Cell, 27*(5), 1160–1176. https://doi.org/10.1105/tpc.15.00044

Qaim, M. (2020). Role of new plant breeding technologies for food security and sustainable agricultural development. *Applied Economic Perspectives and Policy, 42*(2), 129–150. https://doi.org/10.1002/aepp.13044

Song, Q. X., Wang, S. S., Li, Q. T., Hu, H. Q., Tian, Y., Wang, J. Y., ... & Chen, S. Y. (2017). Genome-wide analysis of DNA methylation in soybean (*Glycine max*) reveals widespread epigenetic variations associated with seed development. *BMC Genomics, 18*(1), 1–13. https://doi.org/10.1186/s12864-017-3806-3

Springer, N. M., & Schmitz, R. J. (2017). Exploiting induced and natural epigenetic variation for crop improvement. Nature Reviews Genetics, 18(9), 563–575. https://doi.org/10.1038/nrg.2017.45

Springer, N. M., & Schmitz, R. J. (2017). Exploiting induced and natural epigenetic variation for crop improvement. *Nature Reviews Genetics, 18*(9), 563–575. https://doi.org/10.1038/nrg.2017.45

Sunkar, R., Li, Y. F., & Jagadeeswaran, G. (2012). Functions of microRNAs in plant stress responses. *Trends in Plant Science, 17*(4), 196–203. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2012.01.010

Varotto, S., Tani, E., Abraham, E., Krugman, T., & Kapazoglou, A. (2020). Epigenetics: possible applications in climate-smart crop breeding. Journal of Experimental Botany, 71(17), 5223–5236. https://doi.org/10.1093/jxb/eraa331

Varotto, S., Tani, E., Abraham, E., Krugman, T., & Kapazoglou, A. (2020). Epigenetics: possible applications in climate-smart crop breeding. *Journal of Experimental Botany, 71*(17), 5223–5236. https://doi.org/10.1093/jxb/eraa331

Wang, W. S., Pan, Y. J., Zhao, X. Q., Dwivedi, D., Zhu, L. H., Ali, J., ... & Li, Z. K. (2016). Drought-induced site-specific DNA methylation and its association with drought tolerance in rice (*Oryza sativa L.*). *Journal of Experimental Botany, 67*(6), 1959–1968. https://doi.org/10.1093/jxb/erw006

Wassenegger, M., & Krczal, G. (2006). Nomenclature and functions of RNA-directed RNA polymerases. *Trends in Plant Science, 11*(3), 142–151. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2006.01.004

Zhang, H., Lang, Z., & Zhu, J. K. (2018). Dynamics and function of DNA methylation in plants. *Nature Reviews Molecular Cell Biology, 19*(8), 489–506. https://doi.org/10.1038/s41580-018-0016-z

FİLOGENETİK ANALİZLERDE EPİGENETİK İZİ: SİSTEMATİK SINIFLANDIRMADA YENİ BİR PERSPEKTİF

Abdurrahim ÇETİN[1]

[1] Abdurrahim ÇETİN, Bingöl Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi / Moleküler Biyoloji Ve Genetik, Bingöl/TÜRKİYE, Orcid ID: 0000-0003-2021-8472

İbrahim YILDIZHAN[2]

[2] İbrahim YILDIZHAN, Iğdır Üniversitesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Iğdır/TÜRKİYE, Orcid ID: 0009-0009-6611-088X

Barış EREN[3]

[3] Dr. Barış EREN, Iğdır Üniversitesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Iğdır/TÜRKİYE, Orcid ID: 0000-0002-3852-6476

ÖZET

Klasik sistematik, canlıların evrimsel ilişkilerini genetik dizilimler ve morfolojik özellikler üzerinden sınıflandırmaya odaklanmıştır. Bu yaklaşımlar, özellikle türlerin ayrımı ve filogenetik ağacın oluşturulmasında temel veri kaynakları olarak kullanılmaktadır. Ancak son yıllarda yapılan araştırmalar, genetik dizilimde herhangi bir değişiklik olmadan gerçekleşen epigenetik düzenlemelerin canlıların fenotipik özellikleri ve çevresel adaptasyonları üzerinde kayda değer etkiler yarattığını ortaya koymuştur. DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve küçük RNA'lar gibi mekanizmalar, gen ifadesini çevreye bağlı olarak değiştirebilmekte ve bu da türler arası fenotipik farklılıkların yalnızca genetik mutasyonlarla açıklanamayacağını göstermektedir. Epigenetik varyasyonların nesiller boyunca aktarılabilir olması, sistematik bilim açısından yeni bir tartışma zemini yaratmaktadır. Özellikle morfolojik olarak benzer, ancak farklı çevresel koşullara uyum sağlamış popülasyonların sınıflandırılmasında klasik genetik verilerin yanı sıra epigenetik işaretlerin de dikkate alınması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Epigenetik temelli farklılıklar, türleşme süreçlerinin daha dinamik bir çerçevede değerlendirilmesine olanak sağlayarak, klasik filogenetik yöntemlere yeni bir boyut katmaktadır. Bu bağlamda, epigenetik verilerin genetik dizilimlerle entegre edilerek analiz edildiği çok katmanlı filogenetik modellerin geliştirilmesi, biyolojik çeşitliliğin daha bütüncül bir şekilde anlaşılmasını mümkün kılacaktır. Bu çalışma, epigenetik düzenlemelerin sistematik sınıflandırma sistemlerine entegrasyonunun evrimsel biyoloji açısından bir paradigma değişimini tetikleyebileceğini ileri sürmektedir. Gelecekte yapılacak disiplinler arası çalışmalarla bu yaklaşımın daha da pekiştirilmesi ve yeni sistematik kriterlerin geliştirilmesi mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Filogeneti, Epigenetik, Sistematik

EPIGENETIC SIGNATURES IN PHYLOGENETIC ANALYSES: A NEW PERSPECTIVE IN SYSTEMATIC CLASSIFICATION

ABSRACT

Classical systematics has traditionally focused on classifying organisms based on their evolutionary relationships through genetic sequences and morphological traits. These approaches have served as primary data sources, particularly for species delimitation and the construction of phylogenetic trees. However, recent research has demonstrated that epigenetic modifications—changes that occur without altering the underlying genetic sequence—can significantly influence phenotypic traits and environmental adaptation in organisms. Mechanisms such as DNA methylation, histone modifications, and small RNAs can alter gene expression in response to environmental conditions, revealing that phenotypic differences between species cannot be solely attributed to genetic mutations. The heritability of epigenetic variations across generations introduces a new dimension to systematic biology. Particularly in the classification of morphologically similar populations that have adapted to different environments, it is becoming increasingly clear that epigenetic markers should be considered alongside classical genetic data. Epigenetically based differences offer a more dynamic framework

for interpreting speciation processes, thus adding a novel layer to traditional phylogenetic methodologies. In this context, the development of multi-layered phylogenetic models that integrate epigenetic data with genetic sequences holds the potential to provide a more holistic understanding of biological diversity. This study argues that the integration of epigenetic regulation into systematic classification systems may trigger a paradigm shift in evolutionary biology. Future interdisciplinary research will be essential to consolidate this approach and to establish new criteria for systematics.

Keywords: Phylogenetics; Epigenetics; Systematics

1. GİRİŞ

Canlıların çeşitliliğini anlamak ve evrimsel ilişkilerini ortaya koymak amacıyla geliştirilen sistematik bilim dalı, tarihsel süreçte morfolojik karakterlerden başlayarak moleküler verilere kadar geniş bir veri yelpazesine dayanmıştır. Modern sistematik yaklaşımlar özellikle DNA dizilimlerine odaklanarak türler arasındaki akrabalık ilişkilerini belirlemekte ve filogenetik ağaçlar oluşturmaktadır (Tautz et al., 2003). Ancak, son yıllarda hızla gelişen epigenetik araştırmalar, genetik dizilimde herhangi bir değişiklik meydana gelmeden organizmaların gen ifadesinin çevresel faktörler ve hücresel düzenlemeler yoluyla farklılaşabileceğini ortaya koymuştur (Berger et al., 2009).

Epigenetik mekanizmalar — DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve küçük RNA'lar gibi — organizmaların fenotipik özelliklerini önemli ölçüde etkileyebilmekte ve bazı durumlarda bu değişimler nesiller boyunca aktarılabilmektedir (Heard & Martienssen, 2014). Bu durum, sadece genetik varyasyonlara dayalı bir sistematik yaklaşımın biyolojik çeşitliliğin tam resmini çizmede yetersiz kalabileceğini düşündürmektedir. Çünkü iki birey veya popülasyon, neredeyse tamamen aynı genetik yapıya sahip olsa da, epigenetik farklılıklar nedeniyle belirgin fenotipik ayrışmalar gösterebilmektedir (Richards, 2006).

Bu bağlamda, klasik filogenetik analizlerin sadece DNA dizilimi verilerine dayanmasının, bazı durumlarda yanlış veya eksik sınıflandırmalara yol açabileceği, epigenetik farklılıkların da evrimsel süreçlerin dinamiklerini etkileyebileceği yönünde tartışmalar ortaya çıkmıştır. Özellikle çevresel stres faktörleriyle hızla değişebilen epigenetik profillerin, adaptasyon ve türleşme süreçlerinde rol oynayabileceği hipotezi giderek daha fazla desteklenmektedir (Bossdorf et al., 2008).

Bu makalede, epigenetik düzenlemelerin sistematik bilimindeki potansiyel rolü ayrıntılı olarak tartışılacak; epigenetik işaretlerin filogenetik analizlerde nasıl bir katkı sağlayabileceği, tür tanımlarının yeniden nasıl şekillenebileceği ve moleküler evrim yaklaşımlarının epigenetik bakış açısıyla nasıl zenginleştirilebileceği değerlendirilecektir.

2. Epigenetik Mekanizmalar ve Kalıtım

Epigenetik mekanizmalar, genetik dizilimi değiştirmeksizin gen ifadesinin düzenlenmesini sağlayan süreçlerdir. Bu mekanizmalar, bireylerin çevresel koşullara adaptasyon kapasitesini artırmakta ve bazı durumlarda bu değişimler nesiller boyunca kalıtılabilmektedir. Sistematik bilim açısından bu mekanizmaların önemi, türler arası fenotipik varyasyonların ve evrimsel süreçlerin daha iyi anlaşılmasına olanak tanımalarında yatmaktadır.

2.1. Temel Epigenetik Mekanizmalar

Bitkiler ve hayvanlarda epigenetik düzenlemeler temelde üç ana grupta incelenir:

- **DNA Metilasyonu:** Genellikle sitozin (C) nükleotidlerinin metillenmesi ile oluşur ve gen ifadesini baskılar. Özellikle stres koşullarında gen bölgelerindeki metilasyon değişiklikleri, adaptif yanıtların gelişmesini sağlar (Zhang et al., 2018).

- **Histon Modifikasyonları:** DNA'nın histon proteinlerine sarılması, kromatin yapısını ve dolayısıyla gen ifadesini etkiler. Histonların asetilasyonu genellikle transkripsiyonel aktivasyonu artırırken, metilasyon gen susturulmasına yol açabilir (Gallusci et al., 2017).

- **Küçük RNA Molekülleri (siRNA, miRNA):** Gen ekspresyonunu RNA düzeyinde düzenleyen küçük moleküllerdir. Özellikle çevresel sinyallere yanıt olarak üretilen bu RNA'lar, hedef genlerin sessizleşmesine veya aktivasyonuna aracılık eder (Sunkar et al., 2012).

2.2. Epigenetik Kalıtım

Epigenetik değişimler yalnızca bireysel adaptasyon süreçlerinde değil, aynı zamanda bazı durumlarda **nesiller arası aktarım** mekanizmalarında da rol oynar. Bu durum "**transgenerasyonel epigenetik kalıtım**" olarak adlandırılır (Heard & Martienssen, 2014).

Özellikle bitkilerde, çevresel streslere maruz kalan bireylerin oluşturduğu epigenetik izler, tohumlar yoluyla gelecek nesillere aktarılabilir. Örneğin:

- Kuraklık stresine maruz kalan pirinç bitkilerinde, sonraki nesillerde daha yüksek su kullanım verimliliği gözlenmiştir (Wang et al., 2016).

Bu kalıtım mekanizmaları, türler arası varyasyonun sadece genetik mutasyonlarla değil, aynı zamanda epigenetik yollarla da şekillendiğini göstermektedir.

Tablo 1. Epigenetik Kalıtımın Sistematik Açıdan Etkileri

Epigenetik Özellik	Kalıtım Şekli	Sistematik Üzerindeki Etki
DNA Metilasyon Desenleri	Nesiller boyunca korunabilir	Popülasyonlar arası fenotipik ayrışmaya neden olabilir
Histon Modifikasyon Hafızası	Çoğunlukla geçici, bazı durumlarda kalıcı	Adaptif farklılaşmalarda rol oynayabilir
Küçük RNA Tabanlı Kalıtım	Spesifik çevresel streslere bağlı olarak aktarılabilir	Hızlı adaptasyon mekanizmalarının evrimsel izlerini taşıyabilir

2.3. Epigenetik Değişimlerin Sistematikteki Önemi

Epigenetik değişimler:

- **Fenotipik çeşitliliği artırabilir**,
- **Yeni ekolojik nişlerin** işgal edilmesini kolaylaştırabilir,
- **Türleşme süreçlerinde** rol oynayarak sistematik sınıflandırmayı doğrudan etkileyebilir.

Bu nedenle sadece DNA dizilimi analizlerine dayalı sistematik çalışmalar, gerçek biyolojik çeşitliliği tam olarak yansıtmayabilir. Epigenetik varyasyonların da dikkate alınması, özellikle yakın akraba türler arasındaki ayrımların daha doğru yapılmasına katkı sağlayacaktır.

3. Filogenetik Analizlerde Epigenetik İzi: Bir İmkân mı?

Filogenetik analizler, organizmalar arasındaki evrimsel ilişkileri anlamak için geleneksel olarak DNA, RNA veya protein dizilim verilerine dayalı olarak yürütülmektedir. Bu moleküler yaklaşımlar, canlılar arasındaki genetik benzerlik ve farklılıkları temel alarak filogenetik ağaçların oluşturulmasına olanak sağlamıştır (Nei & Kumar, 2000). Ancak son yıllarda epigenetik düzenlemelerin, genetik dizilim değişmeden fenotipik ve işlevsel farklılıklar yaratabileceği bilgisi, klasik filogenetik yaklaşımların tamamlayıcı yeni veri katmanlarıyla genişletilmesi gerektiğini gündeme getirmiştir (Richards, 2006).

Epigenetik varyasyonlar, bireyler ve popülasyonlar arasında belirgin farklılıklar oluşturabilir ve bu varyasyonlar bazı durumlarda nesiller boyunca korunabilir. Bu durum, filogenetik analizlerde sadece genetik dizilime dayalı yaklaşımların, canlılar arasındaki gerçek biyolojik farklılıkları tam anlamıyla yansıtamayabileceği ihtimalini doğurmuştur.

3.1. Epigenetik Varyasyonların Filogenetik Bilgi Sağlama Potansiyeli

- **Yakın akraba türler arasında ayrım:** Genetik dizilimi %99 oranında aynı olan türler (örneğin bazı *Arabidopsis* çeşitleri veya *Helianthus* türleri) epigenetik profilleri bakımından önemli farklılıklar gösterebilir. Bu farklılıklar, adaptasyon süreçlerinin anlaşılması açısından kritik bilgiler sağlar (Bossdorf et al., 2008).
- **Adaptasyon ve çevresel etkilerin izlenmesi:** Epigenetik düzenlemeler, çevresel stres faktörlerine bağlı olarak hızla değişebilir ve bu değişimlerin nesiller arası izlenmesi, evrimsel adaptasyonların dinamik süreçlerini anlamamıza yardımcı olabilir (Herman & Sultan, 2016).
- **Fenotipik çeşitlilik ve türleşme süreçleri:** Epigenetik farklılıklar, doğal seçilime maruz kalabilecek fenotipik varyasyonlar oluşturabilir ve dolayısıyla yeni türlerin ortaya çıkışında rol oynayabilir (Verhoeven et al., 2016).

Tablo 2. Epigenetik Varyasyonların Filogenetik Analizlere Katkı Sağlayabileceği Alanlar

Alan	Epigenetik Katkı	Sistematikte Olası Etkisi
Yakın Akraba Tür Ayrımı	Epigenetik profillerle daha hassas ayrım yapılması	İnce tür sınırlarının daha doğru belirlenmesi
Adaptasyon Süreçleri	Çevresel streslere bağlı epigenetik değişimler	Evrimsel hızın ve yönün daha doğru modellenmesi
Türleşme Mekanizmaları	Epigenetik varyasyonlar yoluyla fenotipik çeşitlilik artışı	Yeni tür oluşumlarının daha iyi anlaşılması

3.2. Epigenetik Verilerin Kullanımında Karşılaşılan Güçlükler

Her ne kadar epigenetik varyasyonların filogenetik analizlerde kullanılabileceği öngörülse de, bu yaklaşımın uygulanmasında bazı teknik ve teorik zorluklar bulunmaktadır:

- **Geçicilik Problemi:** Bazı epigenetik işaretler, çevresel koşullar değiştiğinde hızla kaybolabilir. Bu durum, kalıcı evrimsel izler oluşturma kapasitesini sınırlandırabilir.
- **Veri Standardizasyonu Eksikliği:** Şu anda epigenetik verilerin (örneğin DNA metilasyon profilleri) standart bir protokolle toplanması ve analiz edilmesi konusunda genel kabul görmüş yöntemler sınırlıdır.

- **Evrimsel Modellerin Eksikliği:** Mevcut filogenetik yöntemler DNA dizilimi değişimlerini modellemeye yöneliktir. Epigenetik varyasyonları kapsayacak yeni evrimsel modellerin geliştirilmesi gereklidir.

3.3. Epigenetik ve Moleküler Sistematik: Birleşik Yaklaşım Mümkün mü?

Gelecekte, moleküler sistematikte sadece DNA dizilimi değil, epigenomik verilerin de kullanıldığı **çok katmanlı** (multi-omics) filogenetik yaklaşımlar geliştirilebilir. Özellikle:

- Genetik dizilim + epigenetik profilleme,
- Genomik varyasyon + epigenetik varyasyon kombinasyonu,
- Çevresel veri entegrasyonu (environmental epigenetics)

ile oluşturulacak yeni filogenetik modeller, canlıların evrimsel ilişkilerini daha kapsamlı bir şekilde ortaya koyabilir.

Bu tür birleşik yaklaşımlar, "epifilogenetik" olarak adlandırılabilecek yeni bir sistematik alanın temelini oluşturabilir.

4. Sistematikte Epigenetik Yaklaşımların Getireceği Değişimler

Epigenetik mekanizmaların evrimsel süreçlerdeki rolünün giderek daha iyi anlaşılması, canlıların sınıflandırılması (sistematik) anlayışımızda da bazı temel değişiklikler gerektirebilir. Geleneksel sistematik yaklaşımlar, fenotipik özelliklere veya genetik dizilim verilerine dayanarak türler arasında sınırlar çizerken; epigenetik faktörler, bu sınıfların hem oluşumu hem de esnekliği üzerinde etkili olabilir. Bu nedenle, sistematik biliminin geleceğinde epigenetik perspektifin entegre edilmesi kaçınılmaz görünmektedir.

4.1. Tür Tanımında Epigenetik Kriterlerin Kullanımı

Klasik tür tanımları genellikle genetik farklılıklar veya üreme izolasyonu gibi kriterlere dayanır (Mayr, 1942). Ancak yakın genetik akrabalığa sahip populasyonların, epigenetik düzenlemeler nedeniyle belirgin fenotipik ve ekolojik farklılıklar gösterebildiği bilinmektedir (Richards, 2006).

Örneğin:

- Kuraklık stresine adapte olmuş bitki populasyonlarında, DNA metilasyon profilleri farklılık gösterirken, genetik dizilim neredeyse değişmemiştir (Verhoeven et al., 2010).

Bu durum, epigenetik varyasyonların da tür tanımında destekleyici veri olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir.

4.2. Filogenetik Ağaçların Yeniden Yapılandırılması

Filogenetik ağaçlar geleneksel olarak genetik dizilim bazlıdır. Ancak epigenetik profiller de evrimsel geçmişi yansıtan ek bir veri katmanı sağlayabilir. Özellikle hızlı çevresel değişimlere maruz kalan popülasyonların filogenetik konumlarının daha doğru belirlenmesi için:

- DNA dizilim verileri,
- Epigenomik işaretler (örneğin, gen bölgelerindeki metilasyon kalıpları),
- Fenotipik adaptasyon verileri

bir arada değerlendirilebilir.

Bu da "epigenetik destekli filogenetik" modellerinin oluşmasına zemin hazırlayabilir (Bossdorf et al., 2008).

4.3. Moleküler Saat Kavramı ve Epimutasyon Oranları

Moleküler saat hipotezi, genetik mutasyonların sabit bir hızla biriktiği varsayımına dayanır (Kimura, 1983). Ancak epimutasyonlar (epigenetik işaretlerdeki değişimler) genetik mutasyonlardan çok daha hızlı ve çevresel olarak yönlendirilebilir şekilde gerçekleşebilir.

Bu durum, geleneksel moleküler saat yaklaşımlarını revize etmeyi veya "epigenetik moleküler saat" kavramını geliştirmeyi gerekli kılabilir.

Özellikle:

- Hangi epimutasyonlar kalıcıdır?
- Epigenetik değişim oranları çevreye nasıl bağlıdır?

gibi sorular, yeni evrimsel modellerin kurulmasını zorunlu kılmaktadır.

Tablo 3. Sistematikte Epigenetik Yaklaşımların Getirebileceği Temel Değişimler

Alan	Klasik Yaklaşım	Epigenetikle Gelen Değişim
Tür Tanımı	Genetik dizilim ve üreme izolasyonu odaklı	Epigenetik varyasyonlar da dikkate alınacak
Filogenetik Ağaçlar	Genetik dizilim tabanlı	Genetik + epigenetik veri birleşimi
Moleküler Saat	Mutasyon oranına dayalı	Epimutasyon hızlarının da entegrasyonu

5. Tartışma ve Gelecek Perspektifleri

Epigenetik mekanizmaların canlıların fenotipik çeşitliliğini ve çevresel adaptasyon kapasitelerini nasıl şekillendirdiği günümüzde daha net anlaşılmaktadır. Ancak sistematik bilim, geleneksel olarak genetik dizilimlere ve morfolojik özelliklere dayanarak türler arasındaki ilişkileri tanımlamaya devam etmektedir. Epigenetik varyasyonların hızlı ve çevresel olarak tetiklenebilir doğası, bu iki alan arasında köklü bir kavramsal entegrasyon ihtiyacını ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada ortaya konulduğu gibi, epigenetik düzenlemeler:

- Türler arası fenotipik farklılıkların açıklanmasında önemli bir rol oynayabilir,
- Filogenetik analizlerin hassasiyetini artırabilir,
- Türleşme ve adaptasyon süreçlerinin dinamiklerini yeniden tanımlamaya katkı sağlayabilir.

Bununla birlikte, epigenetik verilerin sistematik çalışmalarına entegrasyonu bazı önemli zorlukları da beraberinde getirmektedir:

- Epigenetik değişimlerin kalıcılığı tam olarak öngörülebilir değildir. Bazı epigenetik izler geçici olabileceğinden, filogenetik sinyalin zayıflamasına yol açabilir.
- Mevcut filogenetik analiz yöntemleri genetik dizilimlere göre optimize edilmiştir; epigenetik verilerin analizine uygun yeni biyoinformatik araçların geliştirilmesi gerekmektedir.
- Epimutasyon hızları, genetik mutasyonlara kıyasla daha çevreye bağımlı ve değişkendir. Bu durum moleküler saat yaklaşımlarında belirsizlik yaratabilir.

Buna rağmen, gelecekte sistematik bilimde **çok katmanlı veri entegrasyonu** kaçınılmaz görünmektedir. Genomik, epigenomik, fenomik ve çevresel verilerin birlikte kullanıldığı yeni filogenetik yaklaşımlar ("multi-omics phylogenetics") canlı çeşitliliğinin daha gerçekçi bir resmini sunabilir.

Gelecek Perspektifleri:

- **Epigenetik Profilleme Standartları:** Epigenetik işaretlerin sınıflandırılması ve analizinde uluslararası standart protokollerin geliştirilmesi.
- **Epifilogenetik Ağaçlar:** Genetik ve epigenetik verilerin birleşimiyle oluşturulacak yeni nesil filogenetik ağaçlar.
- **Çevresel Epigenetik Atlaslar:** Farklı çevre koşullarında oluşan epigenetik varyasyonların sistematik olarak haritalanması.
- **Evrimsel Modellerde Epigenetik Entegrasyonu:** Moleküler saat modellerinin epimutasyon oranlarını da kapsayacak şekilde güncellenmesi.

Sonuç olarak, epigenetik düzenlemelerin sistematik bilimine entegrasyonu, canlıların evrimsel tarihini ve biyolojik çeşitliliği daha bütüncül bir şekilde anlamamızı sağlayacak yeni bir paradigma değişiminin habercisidir.

SONUÇ

Epigenetik mekanizmaların canlı fenotipi ve adaptasyon süreçlerindeki rolü, sistematik biliminde yeni bir perspektifin doğmasına zemin hazırlamaktadır. Genetik dizilimde değişiklik meydana gelmeden gerçekleşen epigenetik düzenlemeler, türler arasındaki fenotipik çeşitliliği artırmakta ve evrimsel dinamiklerin daha karmaşık bir yapıda şekillendiğini göstermektedir. Bu bağlamda, yalnızca genetik dizilimlere dayanan filogenetik analizlerin sınırlı bir bakış açısı sunduğu, epigenetik varyasyonların da evrimsel ilişkilerin anlaşılmasında tamamlayıcı bir veri kaynağı olarak değerlendirilmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Gelecekte epigenetik verilerin sistematik çalışmalara entegrasyonu, çok katmanlı evrimsel modellerin geliştirilmesine katkı sağlayacak ve biyolojik çeşitliliğin daha bütüncül bir yaklaşımla çözümlenmesine imkân tanıyacaktır.

KAYNAKLAR

Berger, S. L., Kouzarides, T., Shiekhattar, R., & Shilatifard, A. (2009). An operational definition of epigenetics. *Genes & Development, 23*(7), 781–783.

Bossdorf, O., Richards, C. L., & Pigliucci, M. (2008). Epigenetics for ecologists. *Ecology Letters, 11*(2), 106–115.

Gallusci, P., Hodgman, C., Teyssier, E., & Seymour, G. B. (2017). DNA methylation and chromatin regulation during fleshy fruit development and ripening. *Frontiers in Plant Science, 8*, 836.

Heard, E., & Martienssen, R. A. (2014). Transgenerational epigenetic inheritance: myths and mechanisms. *Cell, 157*(1), 95-109.

Herman, J. J., & Sultan, S. E. (2016). DNA methylation mediates genetic variation for adaptive transgenerational plasticity. *Proceedings of the Royal Society B, 283*(1838), 20160988.

Kimura, M. (1983). *The Neutral Theory of Molecular Evolution.* Cambridge University Press.

Mayr, E. (1942). *Systematics and the Origin of Species.* Columbia University Press.

Nei, M., & Kumar, S. (2000). *Molecular Evolution and Phylogenetics.* Oxford University Press.

Richards, C. L. (2006). Inherited epigenetic variation—revisiting soft inheritance. *Nature Reviews Genetics, 7*(5), 395–401.

Sunkar, R., Li, Y. F., & Jagadeeswaran, G. (2012). Functions of microRNAs in plant stress responses. *Trends in Plant Science, 17*(4), 196–203.

Verhoeven, K. J. F., Jansen, J. J., Van Dijk, P. J., & Biere, A. (2010). Stress-induced DNA methylation changes and their heritability in asexual dandelions. *New Phytologist, 185*(4), 1108–1118.

Verhoeven, K. J. F., VonHoldt, B. M., & Sork, V. L. (2016). Epigenetics in ecology and evolution: what we know and what we need to know. *Molecular Ecology, 25*(8), 1631–1638.

Wang, W. S., Pan, Y. J., Zhao, X. Q., Dwivedi, D., Zhu, L. H., Ali, J., ... & Li, Z. K. (2016). Drought-induced site-specific DNA methylation and its association with drought tolerance in rice. *Journal of Experimental Botany*, *67*(6), 1959–1968.

Zhang, H., Lang, Z., & Zhu, J. K. (2018). Dynamics and function of DNA methylation in plants. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, *19*(8), 489–506.

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUM VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM İÇİN TOPRAK SAĞLIĞI İLE ORGANİK KARBON YÖNETİMİNİN STRATEJİK ROLÜ

Mesut BUDAK[1]

[1]Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Siirt.

Orcid ID: 0000-0001-5715-1246

Hikmet GÜNAL[2]

[2]Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Şanlıurfa

Orcid ID: 0000-0002-4648-2645

Miraç KILIÇ[3]

[3]Malatya Turgut Özal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Orcid ID: 0000-0001-8026-5540

ÖZET

Tarımsal ekosistemlerde toprağın kalitesi olarak da adlandırılan sağlığının etkin bir şekilde yönetilmesi, yalnızca biyokütle üretiminin artırılması ve sürekliliğinin sağlanması açısından değil, aynı zamanda su kaynaklarının korunması, su kalitesinin iyileştirilmesi ve iklim değişikliğine uyum sağlama stratejilerinin geliştirilmesi bakımından da kritik bir rol oynamaktadır. Sağlıklı topraklar; fiziksel, kimyasal ve biyolojik işlevlerini sürdürebilen, dış baskılara karşı dirençli ve yüksek düzeyde ekosistem hizmeti sunabilme kapasitesine sahip sistemler olarak tanımlanır. Ancak, mevcut iklim değişikliği projeksiyonları, toprak sağlığının ciddi tehditlerle karşı karşıya olduğunu ortaya koymaktadır. Küresel ısınma, değişen yağış rejimleri ve derin ve sık toprak işleme, aşırı gübre ve bilinçsiz pestisit kullanımı, aşırı sulama gibi yoğun tarım uygulamaları, toprakların üretkenliğini ve doğal dengesini bozmakta; erozyon, tuzluluk, organik madde kaybı, kuraklık ve besin dengesizlikleri gibi bozulma süreçlerini hızlandırmaktadır. Dünyanın en geniş karasal karbon havuzu olan toprakların yaklaşık 2500 gigaton karbon depolayabileceği bildirilmektedir. Bu çerçevede, toprak sağlığının korunmasında son derece etkili bir bileşen olan organik karbonun toprakta tutulmasına yönelik sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesi, hem atmosferdeki sera gazı emisyonlarının azaltılması hem de toprağın sahip olduğu çeşitli fonksiyonlarını devam ettirebilmesi adına mutlak gereklidir. Dolayısıyla, topraklar yalnızca tarımsal üretimin temel unsuru değil, aynı zamanda iklim değişikliğini azaltmaya yönelik bütüncül ve sürdürülebilir çözümlerin merkezinde yer alan stratejik kaynaklardır.

Anahtar Kelimeler: Toprak kalitesi, karbon depolama, iklim değişikliği, sürdürülebilir tarım, organik madde, toprak bozulması

THE STRATEGIC ROLE OF SOIL HEALTH AND ORGANIC CARBON MANAGEMENT FOR CLIMATE CHANGE ADAPTATION AND SUSTAINABLE AGRICULTURE

Effective management of soil health, known as soil quality, in agricultural ecosystems plays a critical role not only in enhancing biomass production and ensuring its continuity, but also in protecting water resources, improving water quality, and developing strategies for adapting to and mitigating climate change. Healthy soils are defined as systems capable of maintaining their physical, chemical, and biological functions, resilient to external pressures, and possessing a high capacity to provide ecosystem services. However, current climate change projections indicate that soil health is facing serious threats. Global warming, changing precipitation patterns, and intensive agricultural practices, such as deep and frequent tillage, excessive fertilization, indiscriminate pesticide use, and over-irrigation, are disrupting the natural balance and productivity of soils, while accelerating degradation processes such as erosion, salinization, organic matter loss, drought, and nutrient imbalances. It is reported that soils, the world's largest terrestrial carbon pool, have the potential to store approximately 2,500 gigatons of carbon. In this context, the adoption of sustainable practices aimed at retaining organic carbon in the soil, an essential component for maintaining soil health, is imperative not only for reducing greenhouse gas emissions in the atmosphere, but also for preserving the multifunctionality of

soils. Therefore, soils should be recognized not merely as the foundation of agricultural production, but as strategic resources at the core of holistic and sustainable solutions to mitigate climate change.

Keywords: Soil quality, carbon sequestration, climate change, sustainable agriculture, organic matter, soil degradation

Giriş

Günümüzde iklim değişikliği, tarım arazilerinin toprak sağlığını ve karbon tutma kapasitesini doğrudan tehdit etmektedir. Toprak, canlı ekosistem hizmetlerinin merkezi bir bileşeni olup besin döngüleri, su tutma ve karbon depolama gibi işlevleri sürdürülebilir gıda üretimi açısından kritik önemdedir (Lal, 2004; FAO, 2020). Arazi kullanımı ve tarım uygulamalarının yoğunlaşması, toprak organik maddesinin azalmasına, erozyonun artmasına ve toprak fonksiyonlarının bozulmasına yol açmıştır (FAO, 2020; Lal, 2004). Örneğin FAO verilerine göre dünya topraklarının yaklaşık üçte biri erozyon, organik madde kaybı ve tuzlanma gibi bozulma süreçleri altındadır; bu bozulmanın küresel gıda güvenliğini ve insan sağlığını olumsuz etkilemesi beklenmektedir (FAO, 2020). Bu bağlamda, tarım arazilerinde iklim değişikliğinin toprak özellikleri ve karbon döngüsü üzerindeki etkilerini anlamak ve uygun yönetim stratejileri geliştirmek acil önem taşımaktadır.

Türkiye özelinde iklim değişikliğinin etkileri, özellikle Orta Anadolu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde tarımsal verimlilikteki düşüşlerle somutlaşmaktadır. Selçuk ve Gülümser (2023) buğday veriminin, 2050'lerde Orta Anadolu'da %7.4, 2080'lerde ise Güneydoğu Anadolu'da %11.85 azalabileceğini rapor etmiştir. Bu durum, artan sıcaklıklar ve yağış rejimindeki düzensizliklerin toprak nemini azaltarak organik madde kaybını hızlandırmasıyla ilişkilidir. Ayrıca, Türkiye'deki tarım arazilerinin %86'sında organik madde içeriğinin %2'nin altında olması, toprakların karbon tutma kapasitesinin kritik seviyelere gerilediğini göstermektedir (İklimBu, 2019).

FAO'nun Türkiye ile iş birliği kapsamında geliştirdiği "Sürdürülebilir Orman ve Doğal Kaynak Yönetimi" programları, iklim değişikliğine uyum sağlamak için toprak işleme tekniklerinin iyileştirilmesi, rotasyonel otlatma ve organik gübre yönetimi gibi stratejileri içermektedir (FAO, 2025a). Örneğin, Yedigöller Milli Parkı'nda yürütülen proje, ekosistem hizmetlerinin iyileştirilmesi ve toprak erozyonunun azaltılması için çok işlevli orman yönetim planlamasını teşvik etmektedir. Bu tür uygulamalar, toprağın karbon depolama yeteneğini artırarak iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynar (FAO, 2025b).

Türkiye'deki tarımsal bozulma örnekleri arasında, özellikle Trakya ve Konya bölgelerinde aşırı sulama ve monokültür tarım nedeniyle tuzlanma ve organik madde kaybı öne çıkmaktadır. Boğaziçi Üniversitesi'nin araştırmalarına göre, bu bölgelerde yeraltı sularının tuzluluk oranı son 20 yılda %30 artmıştır (İklimBu, 2019). Bu durum, tarımsal üretkenliği düşürürken, toprağın karbon tutma kapasitesini de olumsuz etkilemektedir.

İklim Değişikliğinin Toprak Özelliklerine Etkileri

İklim değişikliği, toprakların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini derinlemesine etkileyen bir çevresel baskı unsuru haline gelmiştir. Artan sıcaklıklar ve uzayan kuraklık dönemleri, topraktaki organik maddelerin hızla mineralize olmasına neden olarak toprak organik karbon miktarını azaltmakta; bu durum, hem toprak verimliliğini hem de küresel karbon dengesini tehdit etmektedir (Li ve ark., 2020; Lal, 2004). Özellikle Akdeniz Bölgesi gibi yarı kurak bölgelerde, sıcaklık artışıyla birlikte karbon kayıplarının daha da hızlandığı gözlemlenmiştir. Aynı zamanda değişen yağış rejimleri, toprağın nem tutma kapasitesini düşürmekte, bu da tarımsal üretimde verim düşüşlerine ve sulama ihtiyacının artmasına neden olmaktadır (Tang ve ark., 2025). Kuraklık kadar aşırı yağışların da olumsuz etkileri mevcuttur; yüzey akışının artmasıyla birlikte toprak erozyonu hızlanmakta, bu da besin maddelerinin taşınmasına ve toprak yapısının bozulmasına yol açmaktadır (Keesstra ve ark., 2024).

Bu fiziksel değişimlere ek olarak, iklim değişikliği toprak sağlığı ve çok işlevselliği açısından da ciddi tehditler oluşturur. Özellikle mikrobiyal çeşitlilik, CO_2 seviyesindeki artışa bağlı olarak baskılanmakta; bu da topraktaki biyolojik süreçlerin yavaşlamasına ve besin döngüsünün bozulmasına neden olmaktadır (Maček, 2025). Uzun vadede bu süreçler, toprakların suyu tutma kapasitesini azaltarak daha fazla karbon salımına ve dolayısıyla sera gazı emisyonlarının artmasına katkı sağlamaktadır (Arango Ruda & Arain, 2025; Thiagaraja ve ark., 2025). Tarım alanlarında toprak kalitesindeki bu düşüş, sadece verimliliği değil, aynı zamanda gıda güvenliğini

de tehdit etmektedir. Tüm bu bulgular, iklim değişikliğine karşı dayanıklı ve sürdürülebilir toprak yönetimi yaklaşımlarının geliştirilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Toprak Organik Karbonunun Önemi

Toprak organik karbonu (TOK), küresel karbon döngüsünün ve toprak sağlığının kritik bir bileşeni olarak kabul edilmektedir (Lal, 2004; Minasny ve ark., 2017). Hem tarımsal üretkenlik hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından belirleyici olan TOK, iklim değişikliğiyle mücadelede de kilit bir rol oynamaktadır. Organik karbonun toprakta tutulması, yalnızca atmosferik CO_2'nin azaltılmasına katkı sağlamakla kalmaz, aynı zamanda toprak işlevselliğinin, biyolojik çeşitliliğin ve su rejiminin korunmasına da yardımcı olur (Paustian ve ark., 2016; Smith ve ark., 2016).

Organik madde açısından zengin topraklar, başta azot, fosfor ve kükürt gibi temel bitki besin elementlerinin depolanması ve yavaş salınımı yoluyla yüksek verimlilik potansiyeli sunar (Oldfield ve ark., 2019). Ayrıca TOK, toprakların su tutma kapasitesini artırarak kuraklığa karşı bitki direncini güçlendirir ve suyun toprak içine sızmasını teşvik ederek yüzey akışını ve erozyonu azaltır (Lal, 2004; Blanco-Canqui ve Lal, 2008). Organik karbonun yüksek olduğu topraklar, agregat stabilitesi ve kök gelişimi açısından daha elverişli bir yapıya sahiptir (Six ve ark., 2000). TOK aynı zamanda toprak mikrobiyal yaşamı için ana enerji ve besin kaynağıdır. Toprakta yer alan mikroorganizmaların aktivitesi, karbon döngüsü, besin madde dönüşümü ve bitki hastalıklarının baskılanması gibi birçok temel işlevi doğrudan etkiler (Schmidt ve ark., 2011; Lehmann ve Kleber, 2015). Bu bağlamda, TOK'un kaybı, sadece tarımsal üretkenlikte değil, aynı zamanda toprak ekosistemlerinin dengesinde de ciddi bozulmalara yol açabilir.

Küresel ölçekte topraklar yaklaşık 2.400 gigaton (Gt) karbon depolayarak atmosferdeki karbon miktarının üç katı kadar karbonu bünyesinde barındırmaktadır (Lal, 2004). Bu nedenle topraklar, karbon yutakları olarak iklim değişikliğini yavaşlatma potansiyeline sahiptir. IPCC (2022) raporuna göre, sürdürülebilir toprak yönetimi uygulamalarıyla 2030'a kadar yılda 2–5 Gt CO_2 eşdeğeri kadar emisyonun azaltılması mümkündür. TOK üzerindeki insan kaynaklı baskılar; ormansızlaşma, yoğun toprak işleme, monokültür tarımı ve uygunsuz gübre kullanımı gibi uygulamalardan kaynaklanmaktadır (Amelung ve ark., 2020). Öte yandan, korumalı tarım (sıfır toprak işleme, örtü bitkisi, münavebe), biyolojik tarım, organik atıkların geri kazanımı ve biyokömür kullanımı gibi yöntemler TOK'un artırılması için etkili stratejiler arasında sayılmaktadır (Paustian ve ark., 2016; Smith ve ark., 2016).

İklim değişikliğine karşı toprakların karbon depolama kapasitesini artırmak için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Özellikle değişen yağış rejimleri, artan sıcaklıklar ve aşırı hava olaylarının TOK üzerindeki uzun vadeli etkileri henüz yeterince anlaşılmış değildir. Ayrıca, farklı toprak tipleri ve arazi kullanım sistemlerinde TOK birikiminin zamansal ve mekânsal dinamiklerinin incelenmesi, bölgesel karbon yönetim politikaları açısından kritik öneme sahiptir (Amelung ve ark., 2020).

Tarımsal Uygulamaların Karbon Döngüsüne Etkisi

Günümüz tarım uygulamaları, karbon döngüsü üzerinde hem pozitif hem de negatif etkilere sahiptir. Doğal ekosistemlerin tarıma dönüştürülmesi ve derin toprak işleme, topraktaki karbon stoklarının kaybına yol açar (Lal, 2004; Paustian ve ark., 2016). Örneğin, tropikal bölgelerde birincil ormanın tarla arazisine dönüştürülmesi %25–30 civarında TOK kaybına neden olmuştur (Lal, 2004). Monokültür tarımı, sürekli sürüm ve aşırı kimyasal gübre kullanımının bir sonucu olarak toprak organik maddesi hızla tükenir; bu uygulamalar ayrıca toprak mikroorganizmalarının çeşitliliğini azaltır ve toprak yapısını bozar (FAO, 2020; Oldfield ve ark., 2019). Tarımsal üretimde azotlu ve fosforlu gübrelerin optimum düzeyde kullanımı, bitki büyümesini teşvik ederek toprak organik maddesinin birikimini sağlayabilirken, aşırı azotlu gübreleme topraktaki organik maddenin mineralizasyonunu hızlandırarak asiditeye yol açabilir (FAO, 2020). Organik gübreler, kompost gibi uygulamalar ise topraktaki organik karbon miktarını artırır (FAO, 2020; Paustian ve ark., 2016). Örneğin hayvan gübresi uygulaması ve bitki artıkları toprağa girdiğinde mikroorganizma kütlesi artar ve karbon depolanması desteklenir (Oldfield ve ark., 2019).

Tarım arazilerinin yönetiminde uygulanan yöntemler, toprak sağlığı ve karbon depolama kapasitesi üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Özellikle orman, mera gibi doğal ve organik madde açısından zengin alanların tarım amaçlı kullanımına açılması, toprak organik karbonunda ani ve yüksek düzeyde kayıplara yol açmaktadır (Lal, 2004). Bu durum, özellikle eğimli arazilerde yapılan yoğun toprak işleme uygulamalarıyla birleştiğinde

erozyon riskini artırmakta ve daha fazla karbonun atmosfere salınmasına neden olmaktadır. Ayrıca modern tarımda yaygın olarak tercih edilen monokültür sistemleri, yani aynı ürünün sürekli olarak aynı alanda yetiştirilmesi, toprağın biyolojik çeşitliliğini azaltarak mikrobiyal aktivitenin zayıflamasına ve organik madde döngüsünün bozulmasına yol açmaktadır. Bununla birlikte, yüksek dozda mineral gübre ve pestisit kullanımı da benzer şekilde toprak mikrobiyal dengesini bozmakta, karbonun toprakta tutulma kapasitesini olumsuz yönde etkilemektedir (FAO, 2020; Oldfield ve ark., 2019).

Bu olumsuz etkilerin önlenmesi veya azaltılması için organik madde girdilerinin artırılması önemlidir. Özellikle hayvan gübresi, yeşil gübre, kompost ve bitki artıkları gibi doğal kaynaklardan gelen organik materyaller, topraktaki karbon birikimini teşvik ederken aynı zamanda toprağın yapısını ve mikrobiyal yaşamı iyileştirmektedir (Oldfield ve ark., 2019; Paustian ve ark., 2016). Bu tür uygulamalar, hem kısa vadede toprak verimliliğini artırmakta hem de uzun vadede karbon depolama kapasitesini güçlendirmektedir.

Koruyucu tarım uygulamaları da bu bağlamda kritik öneme sahiptir. Özellikle toprak işlemesiz veya az işleme (minimum tillage) yöntemleri, toprağın yapısını bozmadan işlenmesini sağlarken, örtü bitkileri kullanımı ve ürün rotasyonu gibi uygulamalar da toprağın sürekli örtülü kalmasına katkı sağlayarak yüzey erozyonunu önler. Bu yöntemler, hem fiziksel olarak karbon kayıplarını azaltmakta hem de toprak mikrobiyal faaliyetlerini destekleyerek karbonun toprakta uzun süreli depolanmasına yardımcı olmaktadır (Minasny ve ark., 2017; Paustian ve ark., 2016).

Toprak Sağlığının Korunmasında Karbon Yönetimi Stratejileri

Toprak sağlığı ve karbon depolamayı iyileştirmeye yönelik stratejiler, hem çevresel sürdürülebilirlik hem de tarımsal verimlilik açısından giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu stratejiler arasında sürdürülebilir tarım uygulamaları, etkili arazi yönetimi teknikleri ve karbon birikimini ödüllendiren ekonomik teşvik mekanizmaları öne çıkmaktadır. Özellikle organik madde katkıları bu sürecin temel yapı taşlarındandır. Organik gübreler, kompost ve biyokömür gibi materyaller, hem toprak yapısını iyileştirmekte hem de uzun vadeli karbon depolamasını mümkün kılmaktadır (FAO, 2020; Paustian ve ark., 2016). Bu materyaller, mikrobiyal aktiviteyi destekleyerek toprakta karbonun daha stabil formlarda tutulmasına yardımcı olur.

Toprak işleme miktarının azaltılması ya da tamamen ortadan kaldırılması da toprak karbonunun korunmasında etkili bir diğer yöntemdir. Azaltılmış veya sıfır toprak işleme teknikleri, toprakta oksijen seviyesini sınırlayarak organik karbonun oksidatif ayrışmasını azaltır ve bu da karbon kayıplarını en aza indirir (Paustian ve ark., 2016). Bu uygulamalar aynı zamanda toprak erozyonunu engelleyerek hem fiziksel hem de kimyasal toprak sağlığını korur.

Bitki örtüsünün sürekli olarak toprak yüzeyini kaplaması da karbon döngüsünde kritik bir rol oynamaktadır. Kışlık örtü bitkilerinin kullanımı ya da baklagil içeren ürün rotasyonları gibi uygulamalar, toprakta karbon girişini artırırken aynı zamanda azot fiksasyonu yoluyla toprağın besin dengesini de destekler (Minasny ve ark., 2017). Bu tür uygulamalar, mikrobiyal çeşitliliği zenginleştirerek toprak ekosistemini dengede tutar.

Agroforestry yani tarım ve orman sistemlerinin entegrasyonu ile ağaçlandırma çalışmaları da toprak karbon depolamasını önemli ölçüde artırmaktadır. Tarım alanlarına ağaç ve çalı türlerinin entegre edilmesi, özellikle kök sistemleri aracılığıyla yer altı karbon birikimini desteklerken, yüzeyde de organik artıklar yoluyla karbon birikimine katkı sağlar. Aynı zamanda bu uygulamalar erozyonu azaltarak karbon kayıplarını sınırlar (Paustian ve ark., 2016).

Karbon çiftçiliği adı verilen uygulamalar ise çiftçilerin karbon depolama faaliyetleri karşılığında ekonomik teşviklerle ödüllendirilmesini amaçlamaktadır. Karbon sertifikaları ya da doğrudan ödemeler aracılığıyla, çiftçilerin sürdürülebilir uygulamaları benimsemeleri teşvik edilebilir (Keesstra ve ark., 2024). Bu yaklaşım, iklim değişikliğiyle mücadelede tarım sektörünün rolünü daha görünür ve sürdürülebilir hale getirmektedir.

Son olarak, entegre gübre yönetimi toprak sağlığı açısından oldukça önemlidir. Dengeleyici bir şekilde planlanan besin uygulamaları, hem bitki gelişimini destekler hem de toprakta karbon dengesinin korunmasına katkı sağlar (FAO, 2020). Aşırı ya da yetersiz gübrelemenin önlenmesi, hem karbon kayıplarını sınırlamakta hem de toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerini optimize etmektedir. Tüm bu stratejiler, birlikte ele alındığında, tarımın karbon nötr ya da karbon pozitif hale gelmesine yönelik somut adımlar sunmaktadır.

Toprak Mikrobiyomu ve Karbon Dinamikleri Arasındaki İlişki

Toprak mikrobiyomu, yani toprakta yaşayan bakteri, mantar ve diğer mikroorganizmaların tümü, karbon döngüsünün ayrılmaz bir parçasıdır. Bu mikroorganizmalar, bitki kökenli organik maddelerin parçalanmasından humus oluşumuna kadar birçok süreçte rol alarak karbonun toprakta tutulması ve uzun vadeli stabilizasyonu için kilit biyolojik motorlardan biridir. Bu mikroorganizmalar, karbonu farklı formlara dönüştürerek ya hızlı bir şekilde atmosferde yeniden salınmasına ya da uzun ömürlü organik madde (humus) biçiminde toprakta birikmesine neden olur. Bu süreç, iklim değişikliğiyle mücadelede kritik olan TOK'un yönetiminde belirleyicidir. Mikrobiyal müdahaleler, karbon yönetimi stratejilerinde yeni ve etkili bir boyut sunar. Beattie ve ark. (2025), mikrobiyom temelli karbon yönetiminin; bitki kökenli karbon girdilerinin toprakta daha stabil organik formlara dönüştürülmesini ve sera gazı (özellikle metan ve azot oksit) emisyonlarının sınırlandırılmasını sağladığını vurgular. Bu bağlamda, mikrobiyal çeşitliliğin artırılması, karbon akışlarının yönlendirilmesi ve toprakta karbonun uzun vadeli hapsedilmesi için bir "biyolojik mühendislik" aracı haline gelmektedir

Tarım arazilerinde yapılan uygulamalı araştırmalar, toprak mikrobiyotasının karbon yönetimi açısından nasıl yönlendirilebileceğine dair somut örnekler sunar. Avrupa'nın çeşitli tarım alanlarında örtü bitkisi çeşitlendirmesinin, mikrobiyal çeşitlilik ve TOK birikimi üzerindeki etkilerini araştıran König ve ark. (2023), örtü bitkisi çeşitliliğinin mikrobiyal toplulukların yapı ve işlevini zenginleştirerek karbonun mikroorganizmalardan kaynaklanan mikroorganizma kalıntısı formunda birikmesini sağladığını göstermiştir. Bu durum, karbonun toprakta daha kalıcı hale gelmesine neden olarak atmosferden daha fazla CO_2 çekilmesine ve depolanmasına katkı sunar

Karbonun mikrobiyal süreçler aracılığıyla stabilize edilmesi, toprakta humus oluşumunun merkezindedir. Özellikle bakteriyel ve fungal toplulukların oluşturduğu "karbon izotop sinyalleri" ve enzimatik aktiviteleri, karbonun çözünür formdan partikül organik karbon (POC) ve mikroorganizma kalıntısı formuna geçişini belirler. Bu dönüşüm süreçleri, karbon yönetimi açısından kritik olan karbonun ayrışabilir yerine dirençli formlarda toprakta kalmasını sağlar. Ekosistem ölçeğinde karbon yönetimi, yalnızca mikrobiyal faaliyetlerin arttırılmasıyla değil, bu faaliyetlerin doğal çevreyle uyumlu şekilde yönlendirilmesiyle başarılabilir. Chen ve ark. (2024), farklı orman modellemelerinde bakteriyel çeşitliliğin toprak karbon birikimi üzerindeki pozitif etkilerini ortaya koymuştur. Özellikle POC ve kolay oksitlenebilir karbon gibi karbon fraksiyonlarının yönetimiyle, karbonun toprak profiline daha derinlemesine nüfuz etmesi ve burada uzun süre stabil kalması sağlanabilir (Chen et al., 2024).

Gıda Güvenliği ile İlişkisi

Toprak sağlığı ile gıda güvenliği arasındaki ilişki, yalnızca tarımsal verimlilik açısından değil, aynı zamanda uzun vadeli ekosistem dayanıklılığı ve insan sağlığı bakımından da kritik öneme sahiptir. Gıda güvenliği sadece üretim artışıyla değil, toprak sağlığının bütüncül olarak korunması ve geliştirilmesiyle mümkündür. Sürdürülebilir tarım politikaları, çiftçi eğitimleri ve karbon dostu teşvik sistemleri ile TOK'u artırmaya yönelik stratejiler geliştirilmeli ve yaygınlaştırılmalıdır. Bu sayede, hem bugünün hem de geleceğin gıda ihtiyacı karşılanırken, çevresel denge ve toprak kaynakları da korunmuş olacaktır. Sağlıklı topraklar; besin elementlerinin yarayışlılığını optimize eder, suyu daha etkin tutar ve kök sistemlerinin gelişmesini destekler. Bu özellikler, sürdürülebilir ve yüksek kaliteli tarımsal üretimin temelini oluşturur (Lal, 2004; FAO, 2020). Özellikle organik madde açısından zengin topraklar, hem makro hem de mikro besin maddelerinin tutulmasında ve bitkilere dengeli şekilde sunulmasında daha etkilidir. Bu durum, yalnızca ürün miktarını değil, aynı zamanda ürünlerin besin değeri ve raf ömrü gibi kalite kriterlerini de olumlu yönde etkiler (Minasny ve ark., 2017; Oldfield ve ark., 2019). Böylece, iklim değişikliğinin neden olduğu üretim istikrarsızlığına karşı daha dirençli üretim sistemleri kurulabilir. Bu direnç, özellikle yağış rejimi değişikliklerinden yoğun şekilde etkilenen gelişmekte olan ülkelerde hayati öneme sahiptir (Montanarella ve ark., 2021).

Diğer yandan, TOK'un düşük olduğu topraklarda besin maddeleri hızla yıkanarak kaybolur, toprak yapısı bozulur, biyolojik aktivite azalır ve bu durum zamanla verimlilikte azalma ve arazi bozulmasıyla sonuçlanır. Toprak organik karbonundaki azalma, doğrudan gıda üretim kapasitesini düşürmekte; dolayısıyla gıda güvencesini tehdit etmektedir (Lal, 2016). Bu tehdit, yalnızca üretim hacmini değil, aynı zamanda gıda fiyatlarındaki dalgalanmayı ve sosyal eşitsizlikleri de tetikleyebilir (FAO, 2020; IPCC, 2022).

Küresel ölçekte nüfusun 2050 yılına kadar yaklaşık 10 milyara ulaşacağı öngörülmektedir. Bu büyüme, gıda üretiminde %60'a varan bir artış gerektirebilir (FAO, 2020). Ancak bu artışın geleneksel yoğun tarım yöntemleriyle sağlanması, uzun vadede toprak sağlığını ve TOK stoklarını daha da zayıflatabilir. Bu bağlamda,

örtü bitkileri kullanımı, organik gübreleme, azaltılmış toprak işleme ve agroekolojik yaklaşımlar gibi TOK artırmaya yönelik uygulamalar, hem üretkenliği artırmak hem de gıda güvenliğini sağlamak adına sürdürülebilir bir yol sunmaktadır (Paustian ve ark., 2016; Amelung ve ark., 2020). Ayrıca, toprak sağlığının korunması gıda zincirinin daha ileri halkalarını da etkiler. Topraktan başlayan kalite zinciri; bitki besin kalitesini, hayvansal ürünlerin besin değerini ve nihayetinde insan sağlığını doğrudan şekillendirir. Toprakta yaşanan mikrobiyolojik ve kimyasal bozulmaların, bitkilerde toksik bileşik birikimine ve besin maddesi eksikliklerine neden olabileceği de göz önünde bulundurulmalıdır (Schmidt ve ark., 2011; Lehmann ve Kleber, 2015).

İklim Politikaları ve Tarımsal Karbon Yönetimi: Yönetişim ve Teşvik Mekanizmaları

Topraklarımızın sağlığını iyileştirerek organik karbon içeriğini artırma çabalarımız, yalnızca belirli tarımsal tekniklerin uygulanmasıyla sınırlı kalmamalıdır. Bu tür girişimlerin kalıcı, ölçülebilir ve gerçekten etkili sonuçlar doğurabilmesi için kapsamlı bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yaklaşım, teknik uygulamaların yanı sıra, güçlü politika ve teşvik sistemleriyle de desteklenmelidir. Çünkü çiftçilerimizin ve toprak kullanıcılarımızın bu yöndeki çabaları, sadece çevresel faydalar sağlamakla kalmamalı, aynı zamanda ekonomik olarak da sürdürülebilir olmalıdır.

Bu bağlamda, son yıllarda tüm dünyada dikkatleri üzerine çeken yenilikçi bir iklim politikası yaklaşımı olan "karbon çiftçiliği" kavramı büyük önem taşımaktadır. Karbon çiftçiliği, tarım alanlarının doğal birer karbon yutağı olarak işlev görmesini sağlayan ve bu süreci destekleyen çiftçileri ekonomik olarak ödüllendiren bir model sunar. Bu model sayesinde, toprağın karbon depolama kapasitesi artırılırken, çiftçilere de ek gelir kaynakları oluşturulur. Bu karşılıklı fayda sağlayan sistem, hem iklim değişikliğiyle mücadelede kritik bir rol oynamakta hem de kırsal ekonomileri güçlendirmektedir. Dünyanın dört bir yanındaki ülkeler, karbon çiftçiliği modelini kendi tarımsal yapılarına, iklim koşullarına ve ekonomik gerçekliklerine göre çeşitlendirerek başarıyla uygulamaya koymuşlardır. Kimi ülkeler vergi indirimleri, kimileri doğrudan sübvansiyonlar, kimileri ise karbon kredisi piyasaları aracılığıyla çiftçileri teşvik etmektedir. Bu farklı uygulamalar, karbon çiftçiliğinin esnek ve uyarlanabilir bir model olduğunu göstermektedir.

Avustralya'da otlak alanlarda karbon tarımı hem karbon giderimi hem de yerel kalkınma açısından entegre olarak uygulanmaktadır. Baumber ve ark (2020), bu uygulamaların toprak ve bitki örtüsü kalitesini artırdığını, çiftçilerin gelir çeşitliliğini sağladığını ve yerel topluluklar arasında çevresel işbirliği fırsatları oluşturduğunu vurgular. Ancak uygulamanın başarıya ulaşması için politika sürekliliği, sosyal kabul ve yönetişim şeffaflığı kritik görülmektedir. Ingram ve ark. (2014)'nın Avrupa çapındaki saha çalışmasına göre, çiftçilerin TOK yönetimine dair bilgi ve motivasyonu sınırlıdır. Çoğu çiftçi, kısa vadeli ekonomik kazanımlara odaklandığı için uzun vadeli karbon yönetimi stratejileri uygulanmamaktadır. Bu durum, tarım politikalarının çiftçileri eğitici mekanizmalar ve doğrudan teşviklerle desteklemesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, uygulama örneklerinin paylaşılması ve danışmanlık hizmetlerinin yaygınlaştırılması da kritik engelleri aşmada önemli rol oynamaktadır.

İklim dostu toprak yönetimi yalnızca biyofiziksel uygulamalarla değil, uygun politika araçları ve ekonomik teşvik sistemleri ile desteklendiğinde etkili olabilir. Karbon çiftçiliği uygulamalarının yaygınlaşması, TOK'un artırılmasını teşvik eden yönetişim yapılarının güçlendirilmesine bağlıdır. Uygulama başarısı ise izleme, şeffaflık, yerel katılım ve uzun vadeli politik irade ile mümkündür.

Sonuç

Toprak sağlığı ve organik karbon yönetimi, iklim değişikliğine uyum sağlama ve sürdürülebilir tarım sistemlerinin inşasında merkezi bir rol oynamaktadır. Araştırmalar, TOK'nun yalnızca tarımsal üretkenlik açısından değil, aynı zamanda karbon yutak kapasitesi ve iklim değişikliğinin etkilerini hafifletme potansiyeli bakımından da stratejik öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Organik madde açısından zengin topraklar, yüksek verimlilik, güçlü kök gelişimi, su tutma kapasitesi ve biyolojik çeşitlilik ile karakterize edilirken; TOK'un azalması, erozyon, tuzluluk, verim kaybı ve gıda güvencesinde tehdit gibi bir dizi olumsuz sonuç doğurur.

İklim değişikliği, kuraklık, aşırı yağış, sıcaklık artışı ve tarımsal bozulma gibi yollarla toprak yapısını ve karbon dinamiklerini tehdit etmektedir. Bu bağlamda, minimum toprak işleme, örtü bitkileri, organik gübreleme, agroforestry ve karbon çiftçiliği gibi koruyucu uygulamaların yaygınlaştırılması gereklidir. Bu

yöntemler, hem kısa vadeli tarımsal verimi hem de uzun vadeli karbon depolama kapasitesini artırarak sürdürülebilirliğe katkı sağlar. Ayrıca, TOK yönetimi, gıda güvenliğinin sağlanmasında da kritik bir unsurdur. Toprak sağlığının korunması, bitkilerin besin alımını ve ürün kalitesini artırmakta, böylece değişen iklim koşullarına karşı daha dirençli tarım sistemleri oluşturulmasına imkân tanımaktadır. Küresel ölçekte nüfus artışı ve azalan tarım alanları dikkate alındığında, toprak organik karbonunun iyileştirilmesine yönelik araştırmalar ve uygulamalar daha da önem kazanmaktadır.

Sonuç olarak, toprak sağlığını merkeze alan entegre karbon yönetim stratejileri, hem çevresel hem de ekonomik sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak açısından vazgeçilmezdir. Bilimsel temelli politikalar, çiftçi eğitimi ve teşvik programları ile desteklenerek bu stratejilerin sahada uygulanabilirliği artırılmalı ve iklim dostu tarım sistemleri güçlendirilmelidir. Bu çerçevede, toprak sadece bir üretim zemini değil, iklim değişikliğini yavaşlatacak ve gıda güvenliğini sağlayacak stratejik bir kaynaktır.

Kaynaklar

Amelung, W., Bossio, D., de Vries, W., Kögel-Knabner, I., Lehmann, J., Amundson, R., Bol, R., Collins, C., Lal, R., Leifeld, J., Minasny, B., Pan, G., Paustian, K., Rumpel, C., Sanderman, J., van Groenigen, J.W., Mooney, S., van Wesemael, B., Wander, M., Chabbi, A. (2020). Towards a global-scale soil climate mitigation strategy. Nature communications, 11(1), 5427. https://doi.org/10.1038/s41467-020-18887-7

Arango Ruda, E., & Arain, M. A. (2025). Evaluating hysteresis patterns in sap flow of a red pine forest. Journal of Geophysical Research: Biogeosciences. https://doi.org/10.1029/2024JG008363

Baumber, A., Waters, C., Cross, R., Metternicht, G., & Simpson, M. (2020). Carbon farming for resilient rangelands: people, paddocks and policy. The Rangeland Journal, 42(5), 293-307. https://doi.org/10.1071/RJ20034

Beattie, G. A., Edlund, A., Esiobu, N., Gilbert, J. A., Nicolaisen, M. H., Jansson, J., Jensen, P. R., Keiluweit, M., Lennon, J. T., Martiny, J. B. H., Minnis, V. R., Newman, D. K., Peixoto, R. S., Schadt, C. W., & van der Meer, J. R. (2025). Soil microbiome interventions for carbon sequestration and climate mitigation. MSystems. 10:e01129-24 https://doi.org/10.1128/msystems.01129-24

Blanco-Canqui, H., & Lal, R. (2008). No-tillage and soil-profile carbon sequestration: An on-farm assessment. Soil Science Society of America Journal, 72(3), 693–701. https://doi.org/10.2136/sssaj2007.0233

Chen, M., Yuan, C., He, S., Chen, J., Luo, J., Ding, F., & Yan, G. (2024). Effects of Soil Microorganisms on Carbon Sequestration under Different Mixed Modification Models in Pinus massoniana L. Plantation. Forests, 15(6), 1053. https://doi.org/10.3390/f15061053

FAO. (2020). *State of Knowledge of Soil Biodiversity – Status, Challenges and Potential*. Rome. https://www.fao.org/3/cb1447en/CB1447EN.pdf

FAO, 2025a. Programlar ve Projeler. https://www.fao.org/turkiye/programmes-and-projects/tr/

FAO, 2025b. FAO Türkiye, Proje Listesi. https://www.fao.org/turkiye/programmes-and-projects/project-list/tr/

İklimBu, 2019. İklim değişikliği ve tarım. https://climatechange.bogazici.edu.tr/iklim-degisikligi-ve-tarim/

Ingram, J., Mills, J., Frelih-Larsen, A., Davis, M., Merante, P., Ringrose, S., Molnar, A., Sanchez, B., Ghaley, B.B., Bindi, M. (2014). Managing soil organic carbon: a farm perspective. EuroChoices, 13(2), 12-19. https://doi.org/10.1111/1746-692X.12057

IPCC. (2022). Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/

Keesstra, S. D., Chenu, C., Munkholm, L.J., Cornu, S., Kuikman, P.J., Thorsøe, M.H., Besse-Lototskaya, A., Visser, S. M. (2024). European agricultural soil management: towards climate-smart and sustainability, knowledge needs and research approaches. European Journal of Soil Science, 75(1), e13437. https://doi.org/10.1111/ejss.13437

König, A., Rosinger, C., Keiblinger, K., Zechmeister-Boltenstern, S., Herrmann, A., & Inselsbacher, E. (2023, May). Linking soil microbial carbon sequestration to cover crop diversification in agricultural soil systems

across Europe. In EGU General Assembly Conference Abstracts (pp. EGU-9585). https://doi.org/10.5194/egusphere-egu23-9585

Lal, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science, 304(5677), 1623–1627. https://www.science.org/doi/10.1126/science.1097396

Lal, R. (2016). Beyond COP 21: Potential and challenges of the “4 per Thousand” initiative. Journal of Soil and Water Conservation, 71(1), 20A–25A. https://doi.org/10.2489/jswc.71.1.20A

Lehmann, J., & Kleber, M. (2015). The contentious nature of soil organic matter. Nature, 528(7580), 60–68. https://doi.org/10.1038/nature16069

Li, J., Chen, H., & Zhang, C. (2020). Impacts of climate change on key soil ecosystem services and interactions in Central Asia. Ecological Indicators, 116, 106490. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106490

Maček, I. (2025). Mofettes as models for basic research on soil microbial communities. Environments, 12(5), 166. https://www.mdpi.com/2076-3298/12/5/166

Minasny, B., Malone, B. P., McBratney, A. B., Angers, D. A., Arrouays, P., Chambers, A., ... & Stockmann, U. (2017). Soil carbon 4 per mille. Geoderma, 292, 59-86. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.01.002

Montanarella, L., & Panagos, P. (2021). The relevance of sustainable soil management within the European Green Deal. Land Use Policy, 100, 104950. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104950

Oldfield, E. E., Bradford, M. A., & Wood, S. A. (2019). Global meta-analysis of the relationship between soil organic matter and crop yields. Soil, 5(1), 15-32. https://doi.org/10.5194/soil-5-15-2019

Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G. P., & Smith, P. (2016). Climate-smart soils. Nature, 532(7597), 49-57. https://doi.org/10.1038/nature17174

Schmidt, M. W. I., Torn, E. E., Abiven, S., Dittmar, T., Guggenberger, G., Janssens, I. A., Kleber, M., Kögel-Knabner, I., Lehmann, J., Manning, D.A.C., Nannipieri, P., Rasse, D.P., Weiner, S., Trumbore, S.E., (2011). Persistence of soil organic matter as an ecosystem property. *Nature*, 478(7367), 49-56. https://doi.org/10.1038/nature10386

Selçuk, F., & Gülümser, A. A. (2023). İklim Değişikliği Etkisinde Türkiye’de Tarımsal Ürün Verimliliği: Bölgesel Bir Değerlendirme. Bölgesel Kalkınma Dergisi, 1(04), 425-451. https://doi.org/10.61138/bolgeselkalkinmadergisi.1347009

Smith, P., House, J. I., Bustamante, M., Sobocká, J., Harper, R., Pan, G., West, P.C., Clark, J.M., Adhya, T., Rumpel, C., Paustian, K., Kuikman, P., Cotrufo, M.F., Elliot, J.A., MvDowell, R., Griffiths, R.I., Asakawa, S., Bondeau, A., Jain, A.K., Meersmans, J., Pugh, T.A.M. (2016). Global change pressures on soils from land use and management. Global change biology, 22(3), 1008-1028. https://doi.org/10.1111/gcb.13068

Tang, K., Hilal, M. G., Yue, H., ve ark. (2025). Climatic seasonality shapes insect community composition on the Mongolian Plateau. Ecological Indicators. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2025.110357

Thiagaraja, S. M., Govindaraji, S., Meena, S., Balachandar, D., Thangamani, C., & Surendran, U. (2025). Carbon Stability, Clay Mineral Interactions, and Organic Matter in Long-Term Fertilizer Experiments. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1-12. https://doi.org/10.1080/00103624.2025.2505428

NUTRITIONAL VALUE AND SEED QUALITY CRITERIA OF PEA (*Pisum sativum* L.)

Duygu USKUTOĞLU[1*]

[*1] Res. Assist. Dr., Kahramanmaraş Sutcu Imam University, Agriculture Faculty, Field Crops Department, Kahramanmaraş, Türkiye, 0000-0003-0763-3487

ABSTRACT

Legumes are a primary source of protein and carbohydrates, especially for low-income countries. Their high protein content (18-31%) and essential amino acids make them important in nutrition. Pea, which is among the edible grain legumes, is consumed both fresh (green) and dried due to its rich protein and vitamin content. The protein content of pea seeds during the maturity period varies between 18.0% and 31%, and they are also quite rich in minerals as well as vitamins A and B. Field peas can be utilized as grain, straw, silage, and green manure. It is particularly high in phosphorus and calcium. Rich in vitamins A and D as well, pea holds an important place as both an economical and high-quality feed source for farm animals. Pea is widely used in the canned and frozen food industry, and its flour is utilized as a valuable nutrient in baby foods and various mixtures. Pea biomass production is affected not only by environmental conditions and variety characteristics, but also by the quality of the seeds used in planting. Seed quality is a complex trait and depends on various factors such as the genetic, physical, and physiological characteristics of the grain, as well as seed processing and storage conditions. n this study, the nutritional value of pea, which has an important place in human and animal nutrition, was examined, and the quality criteria in the grain were evaluated.

Keywords: pea, nutritional value, quality criteria, protein ratio.

BEZELYE'NİN (*Pisum sativum* L.) BESİNSEL DEĞERİ VE TANEDE KALİTE KRİTERLERİ

ÖZET

Baklagil bitkileri, özellikle düşük gelirli ülkeler için temel protein ve karbonhidrat kaynağıdır. İçerdikleri yüksek protein oranı (%18-31) ve önemli amino asitler sayesinde beslenmede önemli bir yere sahiptir. Yemeklik tane baklagiller arasında yer alan bezelye, protein ve vitamin açısından zengin içeriğiyle hem taze (yeşil) hem de kuru olarak tüketilmektedir. A ve B vitaminlerinin yanı sıra mineraller bakımından da oldukça zengin olan bezelye tanelerinin olgunluk dönemindeki protein içeriği %18,0 ile %31 arasında değişmektedir. Tarla bezelyesi; tane, saman, silaj ve yeşil gübre olarak değerlendirilebilmektedir. Özellikle fosfor ve kalsiyum açısından yüksek değerlere sahiptir. A ve D vitaminleri bakımından da zengin olan bezelye, çiftlik hayvanları için hem ekonomik hem de kaliteli bir yem kaynağı olarak önemli bir yere sahiptir. Bezelye konserve ve dondurulmuş gıda sanayisinde yoğun olarak kullanılmakta olup, unu ise çocuk mamaları ve çeşitli karışımlarda değerli bir besin maddesi olarak kullanılmaktadır. Bezelye biyokütle verimi, çevre koşulları ve çeşit özelliklerinin yanı sıra, ekimde kullanılan tohumluğun kalitesinden de etkilenir. Tohum kalitesi karmaşık bir özelliktir ve tanenin genetik, fiziksel ve fizyolojik özelliklerinin yanı sıra tohum işleme ve depolama koşulları gibi çeşitli faktörlere de bağlıdır. Bu çalışmada insan ve hayvan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan bezelyenin besinsel değeri incelenerek, tanede kalite kriterleri değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: bezelye, besin değeri, kalite kriterleri, protein oranı.

1.INTRODUCTION

Pea (*Pisum sativum* L.) is a leguminous species belonging to the genus *Pisum*, within the tribe Fabeae and subfamily Faboideae of the legume family (Leguminosae). Leguminosae, the third largest family in the plant kingdom, comprises over 650 generas and 18,000 species (Lewis et al., 2005). Pea is a significant leguminous plant with a diploid chromosome number of 2n=2x=14, capable of self-pollination, and notable for its haploid genome size of 4.45 Gb (Dolezel and Greilhuber, 2010).

Legumes play a crucial role in human nutrition, serving as both primary carbohydrate and protein sources. Particularly in low-income countries, their high protein content (18-31%) and essential amino acid profiles make them an indispensable protein source (Özdemir, 2002). Pea holds an important position among food grain legumes. Due to its high protein and vitamin content, it is consumed as both fresh (green) and dry grain. Furthermore, its flour is utilized as an important nutrient in baby foods and various mixtures.

The protein content of mature dry pea seeds ranges from 18.0% to 31%. Additionally, peas are rich in vitamins A and B, as well as various minerals (Şehirali, 1988). Field peas are utilized in different forms, including grain, straw, silage, and as green manure. Thanks to their high phosphorus and calcium content, along with vitamins A and D, they are a significant and economical source of high-quality feed for livestock (Tekeli and Ateş, 2003).

Due to its rich nutritional content, peas play a crucial role in both human and animal nutrition. Globally, they are the second most produced legume after common beans (Skyrpetz, 2004). In Turkey, peas rank as the fifth most produced legume, following chickpeas, lentils, common beans, and faba beans. Despite Turkey possessing highly suitable climate and soil conditions for pea cultivation, production remains below its potential. One of the primary reasons for this low production is the lack of high-yielding, high-quality pea varieties adapted to the country's diverse ecological regions. Taking necessary measures to address issues in pea production and boost exports is crucial for Turkey. Besides limited cultivation areas, peas have the fewest nationally registered varieties among edible legume species grown in Turkey (Mart et all,2021).

The nutritional value and commercial potential of peas are closely linked to their grain quality criteria. In academic studies, the quality of pea grain is assessed using various parameters such as protein content, starch ratio, fiber amount, mineral composition (especially phosphorus, calcium, iron), vitamin profile (vitamins A and B), and the presence or absence of antinutritional factors. Physical properties like grain size, uniformity, color, and lack of damage are also crucial for both processing efficiency and consumer acceptance of the final product (Savage and Deo, 1989).

Particularly in the food industry, technological characteristics such as cooking time, water absorption capacity, and can-ability determine the industrial suitability of pea varieties. Varieties with high protein content, a balanced amino acid profile, and low antinutritional compounds indicate higher quality for both human consumption and animal feed. These quality criteria are fundamental targets in pea breeding programs and cultivation practices to enhance the value of the final product alongside yield.

The primary aim in establishing grain quality criteria for peas is to ensure optimal benefit and value across the stages of variety development, production, processing, and consumption. These criteria encompass both the nutrient content and technological properties of peas.

From a nutritional quality perspective, the goal is to achieve a high protein content, a balanced amino acid composition, rich vitamin (especially A and B vitamins) and mineral content (phosphorus, calcium, iron), while minimizing antinutritional factors. This is essential for maximizing benefits to human health and increasing bioavailability in animal feeds. For example, varieties with high-quality protein are more suitable for populations experiencing protein deficiency, while varieties enriched with specific minerals can help address nutritional inadequacies (Hacısalihoğlu et al., 2021).

Technological and physical quality criteria, on the other hand, influence the processability of peas and the attributes of the final product. In this context, characteristics such as grain size and uniformity, color stability, hull thickness, and starch and fiber ratios are important. For industrial processing (canning, freezing, flour production, etc.), factors like short cooking time, good water absorption capacity, and homogeneous distribution are critically important. Establishing these criteria reduces processing losses, increases product efficiency, and improves the sensory and storage characteristics of the final product.

2. PEA'S NUTRITIONAL CONTENT AND AREAS OF USE

2.1. Nutritional Content of Pea

Pea (*Pisum sativum* L.) is an important legume species with high nutritional value, thanks to its rich and balanced chemical composition. This composition makes pea a rich source of both macro and micronutrients (Guleria et al, 2009).

The commercial value of pea largely depends on its suitability for industrial processing. In processes like canning, freezing, or flour production, key quality criteria include homogeneity of grain size, color stability, integrity of texture after cooking, and low levels of antinutritional factors. For example, in canned peas, uniform size and vibrant color meet consumer expectations, while grains that don't disintegrate after cooking enhance the product's aesthetics and shelf life. High-quality grain reduces processing losses, increases product efficiency, and ultimately means higher profit margins for producers (Patterson et al. 2017). Competitiveness in the global market is directly linked to compliance with established quality standards.

2.1.1. Macronutrient Content

Peas' macronutrient content includes components that provide energy and form the body's fundamental building blocks:

✓ Carbohydrates: Peas are a significant source of carbohydrates, particularly rich in starch and dietary fiber. Dietary fiber is crucial for digestive health, helps regulate blood sugar, and increases feelings of fullness. While fresh peas contain sugars, these levels can be reduced through processes like sprouting.

✓ Proteins: Peas stand out among plant-based protein sources. Dry pea grains contain a high protein content, varying between 18.0% and 31%. Pea protein includes essential amino acids such as lysine, arginine, and branched-chain amino acids, making it a valuable alternative for vegetarian and vegan diets.

✓ Fats: Peas generally have a low fat content, which makes them a heart-healthy food. The small amount of fats they do contain are typically unsaturated fatty acids (Silva-Cristobal et al. 2010).

2.1.2. Micronutrient Content

Peas are rich in various vitamins and minerals that are essential for metabolic functions and overall health:

➢ **Vitamins:**

✓ Vitamin C: Known for its antioxidant properties, Vitamin C is abundant in peas, supporting the immune system and playing a role in collagen synthesis.

✓ B Vitamins: Peas contain various B vitamins, including thiamine (B1), riboflavin (B_2), niacin (B_3), pantothenic acid (B_5), pyridoxine (B_6), and folate (B_9). These vitamins are vital for energy metabolism, nervous system health, and DNA synthesis. Specifically, Vitamin B_1 has positive effects on sleep regulation (Udahogora, 2012).

✓ Vitamin A (as Beta-carotene): Important for vision health, immune system function, and cell growth. Peas are a good source of beta-carotene, a provitamin A.

✓ Vitamin K_1: Necessary for blood clotting and bone health.

✓ Vitamin E: Exhibits antioxidant properties (Meng and Ma 2001).

➢ **Minerals:**

✓ Phosphorus: Essential for bone and tooth health, energy production, and cellular functions.

✓ Potassium: Important for regulating blood pressure, fluid balance, and muscle function.

✓ Calcium: Required for bone and tooth health, muscle contraction, and nerve transmission.

✓ Iron: Critically important for the production of oxygen-carrying red blood cells and energy metabolism.

✓ Magnesium: Plays a role in numerous biochemical reactions, including muscle and nerve function, blood sugar control, and blood pressure regulation.

✓ Zinc: Necessary for immune function, wound healing, and cell growth.

This rich chemical composition makes peas a crucial part of balanced and nutritious diets (Mertens et al,2012).

2.2. Areas of Use for Pea

Peas, thanks to their rich nutritional content and versatile nature, have a wide range of applications:

➢ **Human Consumption:**

✓ Green (Fresh) Peas**:** Consumed directly as a vegetable, used in salads, main dishes, and as garnishes.

✓ Dry Grain Peas: A primary ingredient in soups, stews, and various other dishes.

✓ Pea Flour: Utilized in baby foods, baked goods, and various nutritional mixtures to enhance their nutritional value.

✓ Canned and Frozen Products**:** Convenient pea products available for year-round consumption (Wang and Daun, 2004).

➢ **Animal Nutrition:**

✓ Grain Feed: An important component in animal feeds due to its high protein and energy content.

✓ Hay and Silage**:** Especially used as a forage source in livestock feeding.

➢ **Agricultural Practices:**

✓ Green Manure: Used to increase soil organic matter content and nitrogen levels, thereby improving soil fertility.

✓ Rotation Crop: Plays a crucial role in agricultural systems as a rotation crop, enhancing soil health and providing natural fertilization through nitrogen fixation.

This multifaceted use of peas ensures its strategic importance for food security and sustainable agriculture.

3. HEALTH BENEFITS OF PEAS

Peas offer a variety of health benefits due to their rich nutritional profile:

1. Digestive Health: Peas are particularly rich in both soluble and insoluble dietary fiber. Soluble fiber helps regulate bowel movements and prevents constipation, while insoluble fiber adds bulk to stool and shortens intestinal transit time. This supports the balance of the gut microbiota, contributing to overall digestive health and potentially reducing the risk of conditions like diverticulosis (Udahogora, 2012).

2. Blood Sugar Control: The high fiber and protein content of peas helps stabilize blood sugar levels by slowing down the digestion and absorption of carbohydrates. This feature is particularly beneficial for individuals managing Type 2 diabetes and insulin resistance. Their low glycemic index helps prevent post-meal blood sugar spikes.

3. Cardiovascular Health: Peas contain heart-healthy nutrients such as potassium, magnesium, and dietary fiber. Fiber can help lower LDL ("bad") cholesterol levels by reducing cholesterol absorption.

Potassium and magnesium play a role in regulating blood pressure, which can decrease the risk of hypertension.

4. Antioxidant and Anti-inflammatory Effects: Peas contain various antioxidant compounds such as flavonoids (e.g., quercetin, kaempferol), carotenoids (beta-carotene, lutein), and polyphenols. These compounds help prevent cell damage by reducing oxidative stress caused by free radicals. Additionally, some phytochemicals in peas have anti-inflammatory properties, which may lower the risk of chronic inflammation-related diseases.

5. Weight Management: Thanks to their high protein and fiber content, peas increase feelings of fullness and can help reduce calorie intake. These properties make them an effective food for weight management and combating obesity (Udahogora, 2012).

4. QUALITY CRITERIA AND INFLUENCING FACTORS IN PEA GRAIN

The quality of pea (*Pisum sativum* L.) grain is determined by a complex set of criteria, encompassing its nutritional value, industrial processability, and consumer acceptance. These criteria are significantly influenced by genetic factors, environmental conditions, and post-harvest practices (Gilani,2012).

4.1. Quality Criteria

The quality of pea grain is primarily evaluated based on the following parameters:

➢ **Physicochemical Properties:**

✓ Protein Content: Ranging from 18.0% to 31% in dry pea grain, protein content is one of the most fundamental quality indicators. High protein content is a desirable trait, especially for human consumption and animal feed. The amino acid profile and digestibility of proteins also affect quality.

✓ Starch Content: As the main carbohydrate source in peas, starch content determines energy value and cooking characteristics. Genotypes with higher starch content generally have shorter cooking times.

✓ Fiber Content: The ratios of soluble and insoluble fiber are important due to their effects on digestive health (Hood-Niefer et al. 2012).

✓ Mineral Composition: The levels of macro and microelements such as phosphorus, potassium, calcium, iron, magnesium, and zinc directly influence nutritional value.

✓ Vitamin Profile: The content of vitamins A, B (B_1, B_2, B_3, B_5, B_6, B_9), C, K_1, and E are important factors determining the nutritional value of peas.

✓ Antinutritional Factors: Low levels of antinutritional compounds like phytic acid, lectins, and trypsin inhibitors are a crucial quality criterion, as they increase the bioavailability of nutrients (Tzitzikas et al. 2006).

➢ **Physical Properties:**

✓ Grain Size and Uniformity: Homogeneous grain size ensures efficiency in processing (sorting, canning) and is aesthetically important. Larger grains are preferred for table peas, while medium-sized grains are preferred for canning.

✓ Color: Especially in green pea varieties, the vibrancy and homogeneity of the color are critical for meeting consumer expectations. Fading or bleaching reduces quality.

✓ Hundred Seed Weight: Indicates the number of grains per unit weight and, consequently, product density.

✓ Absence of Damage: Mechanical damage, cracks, or signs of disease/pests negatively affect grain quality (Wang et al. 2008).

➢ **Technological Properties:**

✓ Cooking Time: One of the most important quality criteria for human consumption. A shorter cooking time facilitates the use of legumes and reduces nutrient loss. Long cooking times can lead to a decrease in the nutritional value of proteins.

✓ Water Absorption Capacity and Swelling Capacity: The ability of dry peas to absorb water during soaking and cooking determines cooking quality.

✓ Degree of Disintegration After Cooking: For the food industry, it is important that the grain maintains its integrity after cooking.

✓ Viscosity Profile: The starch content and structural properties affect the textural characteristics of products made from pea flour (Yuan et al. 2009).

4.2. Factors Affecting Quality Criteria

The quality criteria of pea grain are shaped by the complex interaction of numerous factors:

➢ **Genetic Factors (Variety):**

✓ This is one of the most decisive factors. Each pea variety has a unique genetic makeup that directly determines quality characteristics such as protein content, starch content, cooking time, grain size, color, and disease resistance. Breeding efforts aim to combine desired quality traits by utilizing this genetic variation (Atta et al., 2004).

➢ **Environmental Factors:**

✓ Climatic Conditions: Factors like temperature (especially high temperatures during flowering and grain filling), precipitation regime, humidity, and light intensity affect grain development and nutrient accumulation. For example, excessive heat and drought during grain filling can negatively impact protein synthesis and lead to yield reduction.

✓ Soil Properties: Soil type, pH level, organic matter content, and nutrient status directly influence plant growth and the nutrient content of the grain. Well-drained soils with adequate nutrient levels support high quality (Sardana et al., 2007).

✓ Regional Ecological Conditions**:** Differences in temperature, precipitation, and soil across regions can cause the same variety to produce different quality outputs.

➢ **Agricultural Practices:**

✓ Fertilization: Fertilization with nitrogen, phosphorus, potassium, and microelements directly influences quality by affecting plant growth and nutrient accumulation in the grain.

✓ Irrigation: Especially during the grain filling period, sufficient water supply positively impacts grain development and plumpness.

✓ Disease and Pest Management: Infections or pest infestations can halt grain development, reduce nutrient content, and cause physical damage, thereby lowering quality

✓ Harvest Time and Method: Harvest maturity plays a critical role in the accumulation of nutrients and the formation of physical properties in the grain. Early or late harvesting can lead to quality losses. The physical damage caused by manual or mechanized harvesting also affects quality (Skowera et al., 2014).

➢ **Post-Harvest Operations:**

✓ Drying: Especially in dry pea production, drying temperature and duration affect the cooking time of the grain and protein denaturation.

✓ Storage Conditions: High humidity and temperature during storage can lead to spoilage, discoloration, and nutrient loss in the grain.

Understanding and optimizing these factors are of strategic importance for producing high-quality pea grain. Breeders and growers aim to develop varieties and improve production techniques that increase both yield and market value by considering these criteria.

5. CONCLUSİON

Pea (*Pisum sativum* L.) grain quality is a critical factor for both nutritional security and economic sustainability. Grain quality not only impacts the quantity of the harvested product but also directly influences its utility, marketability, and final product performance. Therefore, focusing on quality elements, in addition to yield, is essential in pea cultivation and breeding programs.

The use of high-quality pea seeds and efforts to obtain high-quality products also support agricultural sustainability. High-quality varieties are typically more resistant to diseases and adverse environmental conditions, which can reduce chemical use and ensure more stable yields. Furthermore, peas, by increasing soil nitrogen content, play an important role in rotation systems and contribute to preserving soil health. Pea grain quality is not merely an aesthetic or commercial preference; it is a multidisciplinary issue forming the foundation of global food security, public health, and agricultural economics. Future breeding programs and cultivation strategies should focus on developing varieties that meet specific quality criteria for different uses, alongside increasing yield.

The nutritional value and commercial potential of peas depend on managing these defined quality criteria and the factors influencing them through scientific approaches. Breeding efforts and modern agricultural techniques aim to improve these criteria, thereby increasing peas' contribution to food security and economic development.

In conclusion, the primary goal in determining pea grain quality criteria is to enhance nutritional security, increase economic value, and offer healthier, higher-quality products to consumers, all while supporting agricultural productivity and sustainability. To achieve these objectives, modern breeding programs are focusing on improving these quality parameters by leveraging genetic diversity.

6. REFERENCES

Atta, S., Maltese, S., & Cousin, R. (2004). Protein content and dry weight of seeds from various pea genotypes. *Agronomie*, *24*(5), 257-266.

Dolezel J, Greilhuber J (2010) Nuclear genome size. Are we getting closer? Cytometry 77, 635-642.

Guleria, S., Dua, S., and Chongtham, N. 2009. Analysis of variability in different genotypes of pea (*Pisum sativum* L.) on the basis of protein markers. *Legume Res.* 32: 265-269.

Hacisalihoglu, G., Beisel, N. S., & Settles, A. M. (2021). Characterization of pea seed nutritional value within a diverse population of Pisum sativum. *PloS one*, *16*(11), e0259565.

Hood-Niefer, S. D., Warkentin, T. D., Chibbar, R. N., Vandenberg, A., and Tyler, R. T. 2012. Effect of genotype and environment on the concentrations of starch and protein in, and the physicochemical properties of starch from, field pea and fababean. *J. Sci. Food Agric.* 92: 141-150. 10.1002/jsfa.4552.

Lewis G, Schrirer B, Mackinder B, Lock M (2005) Legumes of the World; Royal Botanical Gardens: Kew, UK.

Mart, D., Türkeri, M., Yücel, D., & Mart, S. (2021). Determining the Yield and the Quality Paramaters for Some Local Pea (Pisum sativum L.) Varieties in Eastern Mediterranean Region. *International Journal of Food Science and Agriculture*, *5*(3).

Meng, G. T., and Ma, C. Y. 2001. Thermal properties of Phaseolusangularis (red bean) globulin. Food Chem. 73:453-460.

Mertens, C., Dehon, L., Bourgeois, A., Verhaeghe-Cartrysse, C., andBlecker, C. 2012. Agronomical factors influencing the legumin/vicilinratio in pea (Pisum sativum L.) seeds. J. Sci. Food Agric. 92:1591-1596.

Özdemir S (2002) Yemeklik Baklagiller. Hasad Yayıncılık, İstanbul.

Patterson, C. A., Curran, J., and Der, T. 2017. Effect of processing on antinutrient compounds in pulses. *Cereal Chem.* 94: 2-10.

S. Sardana, R.K. Mahajan, N.K. Gautam, B. Ra. Genetic variability in pea (*P. sativum* L.) germplasm for utilization Sabrao J. Breed. Genet., 39 (2007), pp. 31-41

Savage, G. A., & Deo, S. (1989). The nutritional value of peas (Pisum sativum). A literature review.

Silva-Cristobal, L., Osorio-Diaz, P., Tovar, J., and Bello-Perez, L. A. 2010. Chemical composition, carbohydrate digestibility, and antioxidant capacity of cooked black bean, chickpea, and lentil Mexican varieties. *CyTA J. Food* **8**: 7-14. 10.1080/19476330903119218

Skrypetz S (2004) Dry peas: situation and outlook. Agriculture and Agri-Food Canada, Market Analysis Division. Biweekly Bulletin, (17): 1–10.

Skowera, B., Jędrszczyk, E., Kopcińska, J., Ambroszczyk, A. M., & Kołton, A. (2014). The Effects of Hydrothermal Conditions during Vegetation Period on Fruit Quality of Processing Tomatoes. *Polish Journal of Environmental Studies*, *23*(1).

Şehirali S (1988) Yemeklik Tane Baklagiller Ders Kitabı. Ankara Üniversitesi Zir. Fak. Yayınları, No:224.

Tekeli AS, Ateş E (2003) Yield and its Components in Field Pea (Pisum arvense L.) Lines. Journal of Central European Agriculture, 4(4):313-318.

Tzitzikas, E. N., Vincken, J.-P., de Groot, J., Gruppen, H., and Visser, R. G. 2006. Genetic variation in pea seed globulin composition. *J. Agric. Food Chem.* 54: 425-433. 10.1021/jf0519008.

Udahogora, M. 2012. Health benefits and bioactive compounds in field peas, faba beans, and chickpeas. Pages 199-215 in: *Cereals and Pulses Nutraceutical Properties and Health Benefits*. F. Shahidi, L. Yu, and R. Tsao, eds. Wiley: Ames, IA. 10.1002/9781118229415.ch14

Wang, N., and Daun, J. 2004. Effect of variety and crude protein contenton nutrients and certain antinutrients in field peas (Pisum sativum).J. Sci. Food Agric. 84:1021-1029

Wang, N., Hatcher, D. W., and Gawalko, E. J. 2008. Effect of variety and processing on nutrients and certain anti-nutrients in field peas (*Pisum sativum*). *Food Chem.* 111: 132-138. 10.1016/j.foodchem.2008.03.047

Yuan, G. F., Sun, B., Yuan, J., and Wang, Q. M. 2009. Effects of different cooking methods on health-promoting compounds of broccoli. *J. Zhejiang Univ. Sci. B* 10: 580-58.

ALTERNATİF ENERJİ BİTKİLERİ "TARIMSAL ÜRETİMDE YENİ KAYNAKLAR VE YENİ SÜREÇLER"

Cüneyt CESUR[1]

[1] Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye, orcid.org/0000-0002-1607-363X

Tansu USKUTOĞLU[2]

[2] Pamukkale Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Denizli, Türkiye, orcid.org/0000-0001-6631-1723

ÖZET

Küresel ısınma ve iklim değişikliği, tarımsal üretimde yeni kaynaklar bulma ve süreçler geliştirme zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır. Bu durum, gıda arzı ve güvenliği ile yakından ilişkilidir. Fosil yakıtların kullanımının azaltılması ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelme, bu sorunların temel çözümüdür. Fosil yakıt rezervlerinin sınırlı olması da yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişin önemini gözler önüne sermektedir. Özellikle gelişmiş ülkeler, küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle mücadele etmek ve fosil yakıtların tükenmekte olduğunu fark ettikleri için yenilenebilir enerji kaynaklarına büyük yatırımlar yapmakta ve "yeşil enerji mutabakatları" oluşturmaktadırlar. Yenilenebilir enerji, rüzgar, su, güneş ve biyokütle enerjilerini içerir. Biyokütle enerjisi, bitkisel üretimden elde edilen ürünlerin (yağ, etanol, gaz, pelet) işlenmesiyle elde edilir. Avrupa Birliği, 2005 yılında dizel yakıtlara biyodizel katma zorunluluğu getirmiş ve 2030 yılı için yenilenebilir enerji hedeflerini %27 olarak belirlemiştir. Türkiye de bu çalışmalara katılmış ancak hammadde üretimi yetersizliği nedeniyle belirlenen hedeflere ulaşılamamıştır. Bunun temel nedeni, Türkiye'nin bitkisel üretim deseninde yenilebilir yağ ihtiyacını karşılayacak kadar yağlı tohum üretilememesidir. Türkiye, yaklaşık 12.500 bitki türüne sahip olan Ön Asya gen merkezinde yer almaktadır. Bu bitki varlığı içinde biyokütle enerjisinde kullanılabilecek türlerin tespit edilerek ekonomiye kazandırılması büyük önem taşımaktadır. Özellikle gıda kaynağı olarak kullanılamayan ve tarım dışı alanlarda yetişebilen enerji bitkileri üzerinde yoğunlaşmak elzemdir. Tesbi (*Styrax officinalis* L.), pıtrak (*Xanthium strumarium)* ve acı payam (*Amygdalus orientalis*) gibi bitkilerin tohumlarında yüksek oranda yağ bulunduğu ve kurak, kıraç ve tuzlu tarım dışı sahalarda yetiştirilebildikleri tespit edilmiştir. Bu bitkilerin yetiştirilmesiyle Türkiye'nin biyodizel hammadde ihtiyacı karşılanabilir. Enerji bitkilerinin yetiştirilmesi, küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle mücadeleye katkı sağlamanın yanı sıra, biyodizel hammaddesi üretimi, kalan biyokütlenin farklı endüstrilerde kullanımı, istihdam yaratma, çevre koruma ve gıda arzı güvenliği gibi birçok katma değer sağlayacaktır. Bu çalışma, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin tarımsal üretime etkilerini ele alarak, Türkiye'nin enerji bağımlılığını azaltmak ve yenilenebilir enerji kaynaklarından olan biyokütle enerjisi için alternatif enerji bitkilerinin potansiyelini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar kelimeler: Enerji bitkileri, Biyokütle enerjisi, Küresel ısınma, Gıda güvenliği

ALTERNATIVE ENERGY PLANTS: 'NEW RESOURCES AND NEW PROCESSES IN AGRICULTURAL PRODUCTION

ABSTRACT

Global warming and climate change necessitate the exploration of new resources and the development of novel processes in agricultural production. This imperative is closely linked to food supply and security. Reducing fossil fuel consumption and transitioning to renewable energy sources are fundamental solutions to these challenges. The limited reserves of fossil fuels further underscore the urgency of adopting renewable energy sources. Developed countries, in particular, are making substantial investments in renewable energy and forming " Green Energy Agreement", recognizing the need to combat global warming and climate change and the impending depletion of fossil fuels. Renewable energy encompasses wind, water, solar, and biomass energy. Biomass energy is derived from the processing of products obtained through plant production, such as oil, ethanol, gas, and pellets. The European Union mandated the blending of biodiesel into diesel fuels in 2005 and set a target of 27% renewable energy use by 2030. Although Turkey participated in these initiatives, it

failed to meet its targets due to insufficient raw material production. This was primarily because Turkey's current crop production patterns are inadequate to produce enough oilseeds to meet its edible oil demands. Turkey is situated in the Near Asia gene center, which is home to approximately 12,500 plant species. Identifying and economically utilizing plant species within this rich biodiversity that can be used for biomass energy is crucial. It is especially vital to focus on energy crops that cannot be used as food sources and can thrive in non-agricultural areas. Studies have identified that plants like *Styrax officinalis* L. (tesbi), *Xanthium strumarium* L. (pıtrak), and *Amygdalus orientalis* L. (bitter almond) possess high oil content in their seeds and can be cultivated in arid, barren, and saline non-agricultural lands. Cultivating these plants has the potential to meet Turkey's biodiesel raw material requirement. The cultivation of energy crops offers numerous added values beyond contributing to the fight against global warming and climate change. These include biodiesel raw material production, diversified utilization of residual biomass in various industries, job creation, environmental protection, and enhanced food supply security. This study aims to analyze the impacts of global warming and climate change on agricultural production, thereby evaluating the potential of alternative energy crops for biomass energy to reduce Turkey's energy dependency.

Keywords: Energy crops, Biomass energy, Global warming, Food security

1. Giriş

Dünyada enerji talebi, hızla artan küresel nüfus ve kentleşme nedeniyle yükselmektedir (Malganova, 2016). 2025 yılında yaklaşık 8 milyar olan dünya nüfusunun, 2050 yılında 10 milyarı aşması beklenmektedir; bu da 25 yılda nüfusun yaklaşık %25 oranında artacağı anlamına gelmektedir. İnsanlık, tarih boyunca enerji üretiminde odun kullanmıştır. Sanayi Devrimi'nden sonra ise ana enerji kaynağı fosil yakıtlara kaymıştır. Dünyadaki toplam fosil yakıt rezervlerinin kesin miktarları bilinmemektedir. Ancak Uluslararası Enerji Ajansı, küresel petrol üretiminde zirvenin 1996 ile 2035 yılları arasında olacağını öngörmüştür (Akia ve ark., 2014). Toplam enerji tüketiminin yaklaşık %80'ini fosil yakıtlar oluşturmaktadır ve bunun %50'si yalnızca ulaşımda kullanılmaktadır. Bu yakıtlarla ilgili birkaç bariz sorun vardır. Fosil yakıtlar yenilenemezdir ve sınırlı kaynaklar çok hızlı bir şekilde tükenmektedir; buna ek olarak, kullanımından kaynaklanan artan sera gazı emisyonu, iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi çoğunlukla olumsuz felaketlere doğru dünyayı sürüklemektedir. Bunun sonucunda deniz seviyelerinde yükselme, buzulların geri çekilmesi gibi sorunlar ortaya çıkmaya başlamış ve önlem alınmaz ise bu felaketlerin artarak devam edeceği ön görülmektedir. Ayrıca, ham petrol fiyatlarındaki artış değişen dünya konjonktürü ve savaşlar gibi faktörler petrol arzında sorunlara yol açmakta ve fiyat istikrarı ve tedariğinde sorunları da beraberinde getirmektedir (Chakraborty ve ark., 2012). Fosil yakıtlarla ilgili bu tür endişeler, alternatif enerji kaynaklarının kullanımının artmasına neden olmuştur (Demirbas, 2008).

Enerji kaynakları üç kategoriye ayrılabilir: fosil yakıtlar, yenilenebilir kaynaklar ve nükleer kaynaklar. Fosil yakıtların çevresel etkileri günümüzde iyiden iyiye hissedilmekte ve ülkeler mümkün oldukça karbon salınımlarını engellemek için alternatif kaynaklara yönelmektedir. Yenilenebilir enerji kaynakları, tekrar tekrar enerji üretmek için kullanılabilen kaynaklardır. Örneğin güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, biyokütle enerjisi, jeotermal enerji gibi ve genellikle alternatif enerji kaynakları olarak da adlandırılırlar. Ülkelerin kendi kaynakları ile enerji ihtiyaçlarını karşılayan yenilenebilir enerji kaynakları hem hava kirleticilerinin hem de sera gazlarının salınım miktarını kısıtlamakta ve enerji hizmetlerini sürdürülebilir kaynaklar ile sağlama potansiyeline sahiptir. Kırsal alanlarda yenilenebilir enerji projelerinin geliştirilmesi ve uygulanması, istihdam olanakları yaratabilir ve böylece kentsel alanlara göçü en aza indirebilir. Yenilenebilir enerjinin merkezi olmayan bir şekilde toplanması, kırsal ve küçük ölçekli enerji ihtiyaçlarını güvenilir, uygun maliyetli ve çevre açısından sürdürülebilir bir şekilde karşılamanın seçeneklerinden biri olmaya adaydır (Panwar ve ark., 2011).

Biyokütle enerjisi, çevresel ve sürdürülebilir bir şekilde dünya enerji ihtiyacına önemli ölçüde katkı yapma potansiyeline sahip büyük bir yenilenebilir kaynaktır. Günümüzde, dünya birincil enerji ihtiyacının %10 ila %14'ü arasında bir paya sahiptir ve bunun yaklaşık %3'ü ulaşımda kullanılmaktadır. Ancak, kaynağa bağlı olarak 2050 yılında bu oranın %30–40'ın üzerine çıkma potansiyeli vardır. Biyokütle enerjisi hem modern hem de geleneksel anlamda elektrik, ısı ve ulaşım gibi alanlarda çoklu enerji, çevresel ve sosyo-ekonomik faydalar sağlamaktadır (Rosillo-Calle, 2016). Odunsu biyokütle (veya katı biyokütle), küçük ölçekli geleneksel uygulamalardan (yemek pişirme, aydınlatma, küçük ölçekli el sanatları) modern küçük ve büyük ölçekli uygulamalara kadar çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Sıvı biyoyakıtların aksine, katı biyokütleyle ilgili endişeler çok daha azdır. Bunun nedeni, katı biyokütlenin yaygın olarak bulunabilmesi ve çoğunlukla atık olarak değerlendirilen büyük miktarlarda artık ve atık dahil olmak üzere çok çeşitli hammaddeleri

içermesidir (Roos & Brackley, 2012). Yapılan bir çalışmaya göre dünya biyokütle üretiminin yılda yaklaşık 146 milyar metrik ton olduğu tahmin edilmektedir ve bunun büyük kısmının yabani bitki örtüsünden oluştuğu belirlenmiştir (Balat & Ayar, 2005). Biyokütle doğrudan yakıt olarak kullanılabilir ve kullanılmaktadır; ancak bu kullanım şekli oldukça ciddi kirliliğe yol açmaktadır. Ayrıca, biyokütle olduğu gibi araçlarda, trenlerde, gemilerde ve uçaklarda kullanılamaz. Bu nedenle, biyokütlenin benzin ve dizelin yerine geçebilecek sıvı yakıtlara dönüştürülmesi gereklidir. Diğer yakıt kullanımları için ise, biyokütlenin çok daha temiz yanan metan gibi gazlara dönüştürülmesi gerekir (Abbasi & Abbasi, 2010). Bunların hepsi karbon içeren yakıtlardır ve yakıldıklarında başlıca karbondioksit ve su buharı üretirler. Biyokütle, ayrıca karbon içermeyen bir yakıt olan hidrojen üretiminde de kullanılabilir; ancak mevcut teknolojilerin tamamı, bunu pratik kılmak için hâlâ çok maliyetlidir (Abbasi & Abbasi, 2010).

Biokütleden dönüştürülebilen enerji kaynaklarından biri de biyodizellerdir. Biyodizel, geleneksel dizele benzer alternatif bir yakıttır. Genellikle doğrudan bitkisel yağ, hayvansal yağ, donyağı, yenilemeyen bitkisel yağlar ve atık yemeklik yağdan üretilir. Biyolojik olarak parçalanabilir olması, toksik olmaması ve kükürt ile aromatik bileşikler içermemesi, onu geleneksel petrol dizeline göre avantajlı kılar. Azot oksitler dışında daha az hava kirletici ve sera gazı salınımı yapar. Ayrıca, fosil dizele göre kullanımı daha güvenlidir ve yağlayıcılık açısından da faydalar sağlar (Gebremariam & Marchetti, 2018). Fakat esterifikasyonla biyodizel üretiminde ise, ana zorluk, çevresel maliyetleri en aza indirerek dönüm başına yeterli miktarda yağca zengin bitki yetiştirmektir (Abbasi & Abbasi, 2010).

Türkiye, yaklaşık 12.000 damarlı bitki taksonu ile zengin bir floraya sahiptir ve bunların üçte biri Türkiye'ye özgü yani endemiktir (Akalın ve ark., 2020; Güner ve ark., 2012). Biyoçeşitlilik bakımından önemli bir zenginlik barındıran Türkiye'nin önünde biyokütle enerjisinde değerlendirebileceği hem tarım alanı hem de önemli miktarda bitki çeşitliliğine sahip olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada biyokütle enerjisi ve yağlı tohumlarından biyodizel elde edilebilecek potansiyele sahip iki farklı bitki türüyle ilgili bilgiler sunulacaktır. Bunlardan ilki "Tesbi" (*Styrax officinalis* L.), diğeri ise Acı payam (*Amygdalus orientalis* L.) türüdür. Bu bitkiler, Türkiye'nin enerji üretimine ve kaynak çeşitliliğine katkı sunabilecek marjinal alan bitkilerindendir.

2. Tesbi" (*Styrax officinalis* L.)

Tesbi "*Styrax officinalis* L.", Türkiye'nin Güneydoğu, Akdeniz, Ege, Marmara ve Orta Karadeniz bölgelerinde yetişen çalı formunda bir bitkinin bilimsel adıdır. Ayrıca, bu bitkinin Güneydoğu Asya, Akdeniz ve Amerika'nın tropikal bölgelerindeki biyomlarda da yetiştiği görülmektedir (Kadir Yesilyurt & Cesur, 2020). Bitki yayılış alanı incelendiğinde 100 ila 1000 metre rakımlar arasında yayılış gösterdiği tespit edilmiştir (Coşge Şenkal & Uskutoğlu, 2021) Bitkinin tohum çapı 1.2-1.4 cm olan küresel meyvelerden oluşmaktadır. Bu meyveler, 100 adedinde ortalama 38 g ağırlığa sahip kahverengi tohumlar içerir. Tohum kabuğu, toplam tohum ağırlığının yaklaşık %72'sini oluşturmaktadır (Cesur ve ark., 2018). Tohumlarında öjenol ve benzofuran türevleri bulunmaktadır (Coşge Şenkal & Uskutoğlu, 2021).

Cesur ve ark. *(2019)* tarafından yapılan ve farklı bölgelerden toplanan tohumlarda yüksek oranda yağ (%53,40'a kadar) ve protein (%18,19'a kadar) içeriği tespit edilmiştir. Tohum yağlarının yağ asidi kompozisyonu incelendiğinde, linoleik asit ($C_{18:2}$) en baskın yağ asidi olarak öne çıkmakta ve %73,87'ye kadar ulaşan oranlarda bulunabilmektedir. Bu durum, tesbi tohum yağlarını çoklu doymamış yağ asitleri açısından zengin bir kaynak haline getirmektedir. Ayrıca, başlıca tekli doymamış yağ asidi olan oleik asit ($C_{18:1}$) de %22,75'e kadar varan oranlarda tespit edilmiştir. Bu yüksek yağ ve protein içeriği ile, değerli yağ asitleri profili, tesbi tohumlarının hem besinsel hem de endüstriyel açıdan potansiyel bir kaynak olabileceğini göstermektedir (Cesur ve ark., 2019). Tohum büyüklüğü açısından değerlendirildiğinde, diğer yağlı tohumlu bitkilerle kıyaslandığında önemli bir kaynak olabileceği görülmektedir, çünkü tesbi bitkisinin tohumları pek çok yağ bitkisine göre daha büyük tohumlara sahiptir.

S. officinalis, Styrax cinsi üyeleri arasında kuraklığa dayanıklı olarak tanımlanan tek türdür. Bitkinin toprak üstü aksamında yıldız şeklinde tüyler ve yaprak parankimasında salgı bezlerinin varlığını, kuraklık koşullarında hayatta kalmak için bir adaptasyon stratejisi olarak gözlemlemişlerdir (Paparella ve ark., 2025). Özellikle küresel iklim değişikliği ve kurak sahaların giderek artması marjinal sahalarda yetişebilecek bu tarz bitkilerin önemini giderek artırmaktadır.

Vardar & Oflas (1973), arazide yaptığı gözlemlerde Styrax'ın küçük çalılarının 1–2 kg, orta boy olanlarının 2–4 kg ve daha büyüklerinin ise 4–6 kg meyve ürettiğini belirlemişlerdir. Ağaç boyutundaki bitkilerin ise meyve veriminin oldukça yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Tohumların yağ içeriği genellikle %50 civarındadır. Yağın fiziksel özelliklerine gelince, hafif sarı renkte, viskoz bir sıvı görünümünde olup, tatsız ve hoş bir aromaya sahiptir. Daha önceki yaptığımız çalışmalarda orta-büyük boydaki çalılarda bitki verimini 9 kg olarak tespit ettiğimiz göz önüne alınırsa çalı formunda bir bitki için önemli miktarda bir kaynak elde edilebileceği görülebilir.

Tesbi tohumlarının yüksek yağ içeriği ve yağ asidi kompozisyonunda linoleik asit (%73) ile oleik asit (%22) gibi değerli bileşenlerin bulunması, bu türü biyodizel üretimi için uygun bir hammadde adayı haline getirmektedir. Ayrıca, tohumlarının büyük olması ve çalı formunda yüksek verim potansiyeline sahip olması, biyokütle üretimi açısından da önemli bir avantaj sunmaktadır. Kuraklığa dayanıklı yapısı sayesinde marjinal ve kurak alanlarda yetiştirilebilmesi, Tesbi'nin sürdürülebilir biyodizel ve biyokütle üretiminde alternatif bir kaynak olarak değerlendirilmesini mümkün kılmaktadır. Tesbi'in halen yabani formda bulunması ve henüz ıslah edilmemiş olması, ileride yapılacak seleksiyon ve ıslah çalışmalarıyla daha yüksek verimli çeşitlerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca, farklı bölgelerden toplanan tohumlarda gözlenebilecek kimyasal varyasyonlar, bu türde farklı kemotiplerin de ortaya çıkmasına vesile olabilecektir. Bu durum, Tesbi'in biyodizel ve biyokütle üretimi için genetik ve kimyasal çeşitliliği yüksek, geliştirilmeye açık bir kaynak olduğunu göstermektedir.

3. ACI PAYAM (Amygdalus orientalis L.)

Ülkemiz, zengin genetik kaynaklara sahip olması nedeniyle birçok bitki türünün olduğu gibi bademin de anavatanı konumundadır. Badem cinsi içerisinde 30'dan fazla tür bulunduğu bilinmektedir. Bu türlerden biri de acı payam olarak bilinen *Amygdalus orientalis* L.'dir. Acı payam, özellikle Güneydoğu Anadolu ve Orta Anadolu Bölgelerinde doğal olarak yayılış göstermektedir. Bu bitki genellikle 3 metreye kadar boylanabilen, çalı formunda gelişen bir bitkidir. Yaprakları yoğun şekilde tüylü olup, meyveleri küçük ve sert kabukludur. Ayrıca, meyve kabuğunun yüzeyinde belirgin oluklar yer almaktadır (Beyazit & Çalışkan, 2021). Kuraklığa dayanıklı, sağlam ve uzun ömürlü bitkiler olarak bilindiklerinden, en verimsiz ve en kuru topraklarda en iyi şekilde değerlendirilmek üzere yetiştirilmektedirler (Yücedağ & Gültekin, 2011). Acı payam tohumlarının ortalama yağ oranı %43 ortalama protein değeri ise %33'tür (Mohmmad, 2009). Acı payam bitkisinin ürettiği tohumlar da tıpkı tesbi gibi diğer yağlı tohumlara kıyasla daha büyüktür. Bitkinin yüksek yağ ve protein içeriği sayesinde hem insan beslenmesi hem de hayvan yemi olarak kullanımı ve bu alanda yapılacak çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Bu özellikleri, onları gıda endüstrisinde ve tarımda değerli birer kaynak haline getirirken, aynı zamanda biyoyakıt üretimi gibi farklı alanlarda da kullanılmalarına olanak tanımaktadır. Aynı zamanda bu bitkiler çevresel sorunların önlenmesinde de önemli roller üstlenmektedir.

Arazi bozulması ve restorasyonu, küresel ölçekte çevre yönetimi için hem ciddi sorunlar hem de çeşitli fırsatlar barındıran öncelikli meseleler arasında yer almaktadır. Kurak alanlarda görülen bozulma ve çölleşme, olumsuz iklim koşullarının yanı sıra, marjinal otlakların tarıma açılması ve aşırı otlatma gibi insan faaliyetlerinden de kaynaklanabilmektedir. Erozyon, arazi bozulmasının başlıca nedenlerinden biridir. Özellikle Türkiye'de, eğimli arazilerde bitki örtüsünün yok edilmesi ve yanlış toprak işleme yöntemleri nedeniyle toprakların yaklaşık %75'i erozyon riski taşımaktadır (Yildiz ve ark., 2018). Bu tarz sahaların rehabilite edilmesinde marjinal alan bitkilerinin önemi büyüktür. Özellikle sadece toprak rehabilitasyonu için değil aynı zamanda ekonomiye katma değer sağlayacak bitkilerin yetiştirilmesi bu alanların tekrar ekonomiye kazandırılması bakımından büyük önem taşımaktadır.

Sonuç

Kurak sahalarda yetişen acı payam ve tesbi gibi çalı formundaki bitkiler, arazi bozulmasının önlenmesinde önemli rol oynayabilir. Bu bitkiler, kök sistemleri sayesinde toprağı tutarak erozyonu azaltır ve toprak verimliliğinin korunmasına katkı sağlar. Ayrıca, bu türlerin tohumlarından elde edilen yağlar, biyodizel gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının üretiminde değerlendirilebilir. Biyokütle enerjisi potansiyelleri sayesinde hem enerji ihtiyacının karşılanmasına hem de kırsal kalkınmaya destek olabilecek potansiyele sahip bitkilerdir. Böylece, kurak alanlarda sürdürülebilir arazi yönetimi ve ekonomik fayda sağlama açısından önemli fırsatlar sunmaktadırlar.

Yaptığımız araştırmalar, bu iki bitki türünün marjinal alanlarda (verimsiz, susuz ve tarıma elverişli olmayan alanlar) ve ayrıca orman içi boşluklarda da yetişebildiğini göstermiştir. Küresel ısınma ve iklim değişikliği bağlamında, bu özelliklerin oldukça değerli olduğu malumdur. Doğal ortamlarında kendiliğinden büyüyebilen bu bitkiler, herhangi bir tarımsal girdi, iş gücü veya enerji gerektirmeden gelişmekte; üstelik tohumlarındaki yağ içeriği sayesinde biyodizel üretimi için uygun birer hammadde olma potansiyeline de sahiptir. Bu bitkilerin bulunduğu alanların koruma altına alınması ve hayvan ile insan baskısından uzak tutulması, bitki örtüsünün gelişip yayılmasını sağlayabilecektir. Böylece, Türkiye'nin biyodizel ihtiyacı karşılanabileceği gibi, biyokütle enerjisinden enerji üretiminde yerel kaynakların kullanılmasıyla ülke ekonomisine de katkı sağlanabilecektir. Ayrıca, biyokütle enerjisi üretiminin yanı sıra çevresel faydalar ve istihdam gibi pek çok ek katma değer de ülkemize kazandırılabilecektir.

Referans

Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2010). Biomass energy and the environmental impacts associated with its production and utilization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *14*(3), 919–937. https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.006

Akalın, E., Gürdal, B., & Olcay, B. (2020). General overview on the conservation of medicinal plants in Turkey. *Turkish Journal of Biodiversity*, *3*(2), 86–94. https://doi.org/10.38059/biodiversity.726745

Akia, M., Yazdani, F., Motaee, E., Han, D., & Arandiyan, H. (2014). A review on conversion of biomass to biofuel by nanocatalysts. In *Biofuel Research Journal* (Vol. 1).

Balat, M., & Ayar, G. (2005). Biomass energy in the world, use of biomass and potential trends. *Energy Sources*, *27*(10), 931–940. https://doi.org/10.1080/00908310490449045

Beyazit, S., & Çalışkan, O. (2021). Amygdalus orientalis (Mill) ve Amygdalus turcomanica (Lincz) badem türlerinin bazı pomolojik ve morfolojik özelliklerinin saptanması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, *26*(3), 543–553. https://doi.org/10.37908/mkutbd.940588

Cesur, C., Coşge Şenkal, B., Uskutoğlu, T., Doğan, H., Kaya, A. R., & Fidan, H. (2018). TARIMSAL ORMANCILIK KAPSAMINDA YENİ BİR ENDÜSTRİ BİTKİSİ: TESBİ (Styraxofficinalis L.) ÇALISI. *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, *5*(2), 83–90. www.ejons.co.uk

Cesur, C., Uskutoglu, T., Çoşge Şenkal, B., Kiralan, S. S., Kiralan, M., & Ramadan, M. F. (2019). Influence of harvest time on protein content and lipids profile of wild Styrax officinalis seeds from different locations in Turkey. *Rendiconti Lincei*, *30*(4), 689–698. https://doi.org/10.1007/s12210-019-00842-4

Chakraborty, S., Aggarwal, V., Mukherjee, D., & Andras, K. (2012). Biomass to biofuel: A review on production technology. In *Asia-Pacific Journal of Chemical Engineering* (Vol. 7, Issue SUPPL. 3). https://doi.org/10.1002/apj.1642

Coşge Şenkal, B., & Uskutoğlu, T. (2021). Impacts of Extracts From Styrax officinalis L. on Seedling Growth of Salvia sclarea L. *ISPEC Journal of Agr. Sciences*, *5*(3), 750–756. https://doi.org/10.46291/ISPECJASv

Demirbas, A. (2008). Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections. *Energy Conversion and Management*, *49*(8), 2106–2116. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2008.02.020

Gebremariam, S. N., & Marchetti, J. M. (2018). Economics of biodiesel production: Review. In *Energy Conversion and Management* (Vol. 168, pp. 74–84). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2018.05.002

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., & Babac, M. T. (2012). *Türkiye bitkileri listesi (Damarlı Bitkiler)*.

Kadir Yesilyurt, M., & Cesur, C. (2020). Biodiesel synthesis from Styrax officinalis L. seed oil as a novel and potential non-edible feedstock: A parametric optimization study through the Taguchi technique. *Fuel*, *265*. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.117025

Malganova, I. (2016). World population estimates and projections: Data and methods. *Journal of Economics and Economic Education Research*, *17*(2), 237–247. https://www.researchgate.net/publication/311801666

Mohmmad, K. A. (2009). Estimation Levels of Some Biological Contents of Locally Wild Amygdalus L. *National Journal of Chemistry*, *36*, 817–820.

Panwar, N. L., Kaushik, S. C., & Kothari, S. (2011). Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* (Vol. 15, Issue 3, pp. 1513–1524). https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.037

Paparella, A., Serio, A., Shaltiel-Harpaz, L., Revuru, B., Kongala, P. R., & Ibdah, M. (2025). Styrax spp.: Habitat, Phenology, Phytochemicals, Biological Activity and Applications. In *Plants* (Vol. 14, Issue 5). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/plants14050746

Roos, J. A., & Brackley, A. M. (2012). *The Asian Wood Pellet Markets*. United States Department of Agriculture.

Rosillo-Calle, F. (2016). A review of biomass energy - shortcomings and concerns. In *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* (Vol. 91, Issue 7, pp. 1933–1945). John Wiley and Sons Ltd. https://doi.org/10.1002/jctb.4918

Vardar, Y., & Oflas, S. (1973). PRELIMINARY STUDIES ON THE STYRAX OIL. *Qual. Plant. Mater. Veg*, *22*(2), 145–148.

Yildiz, O., Altundağ, E., Çetin, B., Teoman Güner, Sarginci, M., & Toprak, B. (2018). Experimental arid land afforestation in Central Anatolia, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, *190*(6), 355–367. https://doi.org/10.1007/s10661-018-6724-1

Yücedağ, C., & Gültekin, H. C. (2011). Effects of cold stratification and sowing time on germination of almond (Amygdalus communis L.) and wild almond (Amygdalus orientalis L.) seeds. *African Journal of Agricultural Research*, *6*(15), 3522–3525.

THE EFFECTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE SUPPORTED CHATBOT APPLICATIONS ON CONSUMER BUYING BEHAVIOR IN SOCIAL MEDIA MARKETING: ADVANTAGES AND LIMITATIONS

Feride ÖZDEMİR

Öğr. Gör., Bitlis Eren Üniversitesi, Güroymak Meslek Yüksekokulu, Bitlis/Türkiye,

ORCID NO: 0000-0003-4682-8818

Hasan ÇİFTÇİ

Doç. Dr. Harran Üniversitesi Birecik MYO, Şanlıurfa, Türkiye,

ORCID: 0000-0001-5595-5726

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine the effects of artificial intelligence-supported chatbots on customer buying behaviors in the context of social media marketing with their positive and negative aspects. In digitalized marketing processes, chatbots are widely used by brands with functions such as customer service, personalized recommendations, product and service tracking. Chotbots' features such as fast response, instant help and 24/7 service positively affect customer satisfaction and purchase decisions. In addition, factors such as providing stock and price information, time saving and comfort, fast and detailed information about price discounts and promotions positively reinforce customer purchasing behavior.

The study is structured on the basis of the Uses and Gratifications Theory. According to this theory, individuals actively use media and technology tools to meet certain satisfactions. Artificial intelligence-supported chatbots are preferred and adopted to the extent that they respond to such needs of social media users.

The study also emphasizes the negative aspects of chatbots such as limited context understanding, repetitive interactions, data security concerns, inadequate solution suggestions for complex questions, limited empathy and lack of human emotion. These factors may lead chatbots to provide incorrect recommendations or inaccurate information in complex situations and have a negative impact on customer purchase behavior.

In this context, the main purpose of this study is to evaluate the effects of chatbots on customer purchase behavior in social media marketing from the perspective of Uses and Gratifications Theory and to discuss the opportunities offered by these technologies and the challenges they bring with them in a multidimensional way. The analysis of the literature and current examples reveals that when artificial intelligence-supported chatbots are used with the right strategies, brands should not ignore user expectations and communication quality.

Key Words: artificial intelligence, digital marketing, consumer behavior, social media

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, sosyal medya pazarlaması bağlamında yapay zekâ destekli chatbotların müşteri satın alma davranışları üzerindeki etkilerini, olumlu ve olumsuz yönleriyle ele almaktır. Dijitalleşen pazarlama süreçlerinde, chatbotlar müşteri hizmetleri, kişiselleştirilmiş öneriler, ürün ve hizmet takibi gibi işlevlerle markalar tarafından yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Chotbotların hızlı yanıt verme, anlık yardım sunma ve 7/24 hizmet verme gibi özellikleri, müşteri memnuniyetini ve satın alma kararlarını olumlu yönde etkilenmektedir. Ayrıca, stok ve fiyat bilgisi sağlama, zaman tasarrufu ve konfor sunma, fiyat indirimleri ve promosyonları hakkında hızlı ve detaylı bilgilendirme gibi faktörler müşteri satın alma davranışında olumlu güçlendirmektedir.

Çalışma, Kullanımlar ve Doyumlar Kuramı temelinde yapılandırılmıştır. Bu kurama göre, bireyler medya ve teknoloji araçlarını belirli doyumları karışlamak amacıyla aktif bir biçimde kullanmaktadır. Yapay zekâ destekli chatbotlar, sosyal medya kullanıcılarının bu tür ihtiyaçlarına yanıt verdiği ölçüde tercih edilmekte ve benimsenmektedir.

Ayrıca çalışmada, chatbotların sınırlı bağlam anlayışı, tekrarlayan etkileşimler, veri güvenliği kaygıları, karmaşık sorularda yetersiz çözüm önerileri, sınırlı empati ve insan duygusu eksiklikleri gibi olumsuz yönlerinin de üzerinde durulmaktadır. Bu faktörler ise, chatbotların karmaşık durumlarda yanlış öneriler veya hatalı bilgi sunmasına yol açabilmekte ve müşteri satın alma davranışlarında olumsuz etkiler yaratmaktadır.

Bu bağlamda, çalışmanın temel amacı, sosyal medya pazarlamasında chatbotların müşteri satın alma davranışı üzerindeki etkilerini, Kullanımlar ve Doyumlar Kuramı perspektifiyle değerlendirmek; bu teknolojilerin sunduğu fırsatlar ve beraberinde getirdiği zorlukları çok boyutlu olarak tartışmaktır. Literatür taraması ve güncel örnekler ışığında yapılan analizi yapay zekâ destekli chatbotlların doğru stratejilerle kullanıldığında markalar ancak kullanıcı beklentileri ve iletişim kalitesinin göz ardı edilmemesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimelir: Yapay Zeka, Dijital Pazarlama, Tüketici Davranışı, Sosyal Medya

KUR'ÂN'IN IŞIĞINDA İSLÂM'DA KADIN MAHREMİYETİ VE ÖRTÜNME EMRİ: A'RÂF 26-27, NÛR 30-31, 60 VE AHZÂB 33, 59. AYETLER ÇERÇEVESİNDE BİR DEĞERLENDİRME

Büşra ÖZDEMİR

Dr. Öğr. Üyesi Büşra Özdemir, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi İslami İlimler Fakültesi, 0000-0001-8157-656X.

ÖZET

Bu bildiri, Kur'ân-ı Kerîm'in Mushaf'taki sıralamaya göre A'râf Sûresi 7/26-27, Nûr Sûresi 24/30-31 ve 60. ayetleri ile Ahzâb Sûresi 33/33 ve 59. ayetlerini merkeze alarak İslâm'da kadın mahremiyetinin, örtünme emrinin ve toplumsal iffet ilkesinin ilâhî çerçevesini değerlendirmektedir. A'râf 26. ayette elbisenin hem örtünme aracı hem de takvâ sembolü olarak sunulması, örtünmenin insanlık tarihine fıtrî bir bilinç olarak yerleştiğini gösterirken; 27. ayette şeytanın çıplaklığı teşvik edici rolü vurgulanarak örtünmenin korunması gereken bir değer olduğu belirtilmektedir. Nûr 30-31. ayetlerde hem erkeklere hem kadınlara yönelik olarak bakışların kontrolü ve iffetli bir yaşamın inşası emredilmekte, kadınların ziynetlerini sadece belirli mahremlerine göstermeleri ve başörtülerini yakalarının üzerine bağlamaları gerektiği bildirilmektedir. Bu bağlamda ziynet kavramı, yalnızca takılarla sınırlı olmayıp, özellikle kadının boyun, gerdan ve göğüs gibi fiziksel cazibesi yüksek bölgelerini de kapsamaktadır. Nûr 60. ayette yaşlanmış, evlenme ümidi kalmamış kadınlara belirli bir gevşeklik ruhsatı verilmiş, fakat bu ruhsata rağmen takvânın tercih edilmesi öğütlenmiştir. Ahzâb 33. ayet kadına ev içi vakar, ölçü ve sadeliği telkin ederken; 59. ayette dışarıya çıkarken tanınmaları ve rahatsız edilmemeleri için "dış elbiselerini" üzerlerine almaları emredilmiştir. Bu emir, kadının sadece giyim tarzını değil, toplum içindeki duruşunu, kimliğini ve güvenliğini koruma amacı taşımaktadır. Sonuç olarak bu ayetler, örtünmeyi yalnızca fiziksel bir uygulama değil, iffetin, takvânın, toplumsal huzurun ve kadın onurunun korunmasına yönelik bir ilâhî sistem olarak ortaya koymaktadır. Modern örf ve toplumsal değişim, bu temel ilkeleri aşındırmamalı; dinin koyduğu sınırlar, zamanlar ve toplumlar üstü ahlâkî sabiteler olarak yaşatılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Örtünme, Ziynet, Dış Elbise, Mahremiyet, İffet, Kur'an, Takvâ.

FEMALE PRİVACY AND THE OBLİGATİON OF COVERİNG İN ISLAM İN THE LİGHT OF THE QUR'AN: AN EVALUATİON BASED ON SÛRAH AL-A'RÂF 7/26–27, SÛRAH AL-NÛR 24/30–31, 60 AND SÛRAH AL-AHZÂB 33/33, 59

ABSTRACT

This paper evaluates the Qur'anic framework of female privacy, the obligation of covering, and the principle of chastity in society through the lens of Sûrah Al-A'râf 7/26–27, Sûrah Al-Nûr 24/30–31, 60 And Sûrah Al-Ahzâb 33/33, 59, based on their order in the muṣḥaf. In verse 26 of Sûrah al-A'rāf, clothing is introduced as both a means of covering and a symbol of piety, indicating that veiling is a natural human instinct. Verse 27 warns against Satan's role in encouraging nudity, portraying covering as a moral safeguard. Verses 30–31 of Sûrah al-Nūr command both men and women to lower their gaze and live chastely, and instruct women not to display their adornments except to specified maḥram individuals, and to draw their head coverings over their chests. Here, adornment (zînah) is understood not only as jewelry but also as physically attractive body parts, such as the neck, chest, and bosom. Verse 60 allows elderly women beyond the age of marriage a certain leniency, though preferring piety is still advised. Verse 33 of Sûrah al-Ahzāb encourages domestic dignity and modesty for women, while verse 59 commands them to wear **outer garments** when outside, to be recognized and protected from harm. This verse highlights not only the physical aspect of covering but also its social and moral dimensions. In conclusion, these verses present covering not merely as a physical act, but as a divinely ordained system aimed at preserving chastity, piety, social harmony, and the dignity of women. Contemporary customs and social changes must not erode these foundational principles, as the boundaries set by religion are moral constants beyond time and society.

Keywords: Covering, Adornment, Outer Garment, Privacy, Chastity, Qur'an, Piety.

KUR'ÂN'IN IŞIĞINDA İSLÂM'DA KADIN MAHREMİYETİ VE ÖRTÜNME EMRİ: A'RÂF 26-27, NÛR 30-31, 60 VE AHZÂB 33, 59. AYETLER ÇERÇEVESİNDE BİR DEĞERLENDİRME

Tefsir tarihinde, müfessirlerin örtünme ayetleri ile ilgili görüşleri bağlamında değinilecek ilk ayetlerin Araf Suresi 26-27. Ayetleridir. İlgili ayetlerle alakalı Taberî meseleye ilk olarak elbisenin Allah'ın bir nimeti olduğu görüşüyle başlamaktadır. Çünkü Taberi'ye göre elbise, insanların avret yerlerini örtmeleri için Allah tarafından onlara verilmiş bir fırsattır. Bu bağlamda elbise, müfessirimizce lütuf olarak değerlendirilmektedir. Taberi'nin bu görüşünün temelinde Cahiliye döneminde yer alan ve Hac ibadetindeki bir uygulama bulunmaktadır. Cahiliye döneminde Araplar Hac ibadeti esnasında Kabe'yi çıplak olarak tavaf etmekteydiler. Taberi de bu kötü uygulamaya Araf Suresi 26. Ayetle cevap verildiğini ve ilgili uygulamanın yerildiğini beyan etmektedir. Çünkü Cenab-ı Hak, insanlara avret yerlerini örtmeleri için elbise vermiştir (Taberi, 1996, 28-29).

Ayet-i Kerime'de geçen رِيشًا وَ kelimesi; Abdullah b. Abbas, Mücahid, Süddi, Urve b. Zübeyr ve Dehhak'a göre *"mal"* şeklinde anlaşılmalıdır. Bu bağlamda bu görüş dikkate alınırsa ilgili ayet bölümü, *"Sizin için elbiseler ve mal var ettik."* Anlamına gelmektedir. Abdullah b. Abbas'a nispet edilen farklı bir rivayette ise söz konusu kelime *"Elbiseler"* ile *"Müreffeh hayat"* manasındadır. Bu görüşe Mabed el Cüheni de katılmaktadır. Bu görüşten farklı olarak aynı kelimeye İbn Zeyd ise *"Güzellik"* manasını yüklemektedir (Taberi, 1996, 29).

Tüm bu görüşleri naklettikten sonra Taberi kendi görüşü olarak ise kelimeye *"Geçimlilik, mal, elbise, bolluk ve müreffeh hayat"* anlamlarını nispet etmektedir. Taberi burada özellikle Arapların ilgili kelimeye yüklediği farklı anlamlara işaret etmektedir (Taberi, 1996, 29).

Ateş ise *"riş"* kelimesinin sözlük manasına değinmektedir. Bu bağlamda *"riş"* kelimesi, sözlük anlamında *"kuşların tüyü, hayvanların kılı"* manasına işaret etmektedir. Buradan hareketle Ateş, kelimenin sözlük manasından yola çıkarak insanın örtünmesi ile süs edinmesi arasında bir illiyet bağı kurmaktadır. Nitekim kelimenin süs manası da bulunmaktadır. Dolayısıyla hayvanların süsü nasıl tüy veya kıllarıysa insanın süsü de örtünmesidir. Ateş'in, sözlük ve ıstılah manaları arasında bir illiyet kurarak ayeti tefsir etmesi oldukça dikkat çekici bir metodolojiye işaret etmektedir (Ateş, 1989, 326).

Araf 26. Ayetin öncesinde geçen ibarelerle ilgili bir bağı olduğuna işaret eden müfessirimiz ise Razi'dir. Razi, Hz. Âdem ve Havva'nı yeryüzüne inmeleri neticesinde hem dini bakımdan hem de dünyevi bakımdan birtakım ihtiyaçları belirmiştir. Razi, söz konusu dünyevi ihtiyaçlardan birinin de elbise olduğuna dikkat çekmektedir. Nitekim Razi'ye göre Allah, Hz. Âdem ve Havva'ya dünyevi ve uhrevi ihtiyaçlarını gidermeleri için fırsatlar sunmuştur. İlgili fırsatlardan biri de elbise yani örtünmedir. Buradan hareketle Razi de örtünme ihtiyacını gideren elbiseyi bir lütuf olarak telakki etmektedir (er-Râzi, 1991, 329-330).

Araf Suresi 26. Ayette geçen "Takva elbisesi" ifadesi de oldukça dikkat çekici olarak değerlendirilebilmektedir. Taberi söz konusu ifade ile ilgili altı farklı görüş zikretmektedir. Son olarak da kendi anlayışına değinen Taberi, ayette geçen وَلِبَاسُ kelimesinin iki farklı okunuş biçimine değinmektedir. Taberi mezkûr kelimenin sonunun üstün okunması görüşünün daha isabetli olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca Ateş'in ilgili ayetten önceki bağlama dikkat çekerek insanın yasak meyveyi yemesi neticesinde çıplak kalması ve akabinde örtünmesine işaret edilmesine değinmesi de ayet tefsirinde önemli bir noktaya parmak basmaktadır. (Taberi, 1996, 29-30).

Araf Suresi 27. Ayetle ilgili olarak Taberi, Mücahid'e dayandırdığı görüşüyle ayette geçen Âdem ve Havva'nın soyulan elbiselerini *"Allah korkusu"* olarak tanımlamaktadır. Bu bağlamda Taberi, Âdem ve Havva'nın cezalandırılmasını şeytan ile ilişkilendirmektedir (Taberi, 1996, 31). Çünkü şeytan onları aldatarak yanlış bir yola sürüklemiştir. Bu fiil neticesinde de Âdem ve Havva'dan Allah korkusu sıyrılmıştır. Taberi'nin Mücahidden iktibasla yaptığı bu değerlendirmeyi sembolik bir anlatımla yorumladığından bahsetmek mümkündür.

Örtünmeye işaret edilen diğer ayetler Nur Suresi 30-31. Ayetlerdir. Bu ayetlerden ilki olan 30. Ayeti tefsir ederken Zemahşeri, مِنْ اَبْصَارِهِمْ ifadesinin başındaki مِنْ edatının kısıtlı bir duruma işaret ettiğine değinmektedir. Buna göre ayette geçen edat, haram şeylere bakmayı yasaklamakta, diğer durumları ise serbest bırakmaktadır. Zemahşeri'nin değindiği bir diğer husus da söz konusu edatın neden ırz koruma ifadesine değil de bakma ifadesine kısmî bir anlam yüklediği üzerinedir. Bu noktada Zemahşeri, bakma fiilinin daha geniş bir anlam kümesine işaret etmesini delil olarak göstermektedir. Nitekim Zemahşeri, evlenilecek kadınların belli yerlerine bakılabilmesine cevaz verilmiş olmasından yola çıkarak belli bakışların meşru belli bakışların ise yasak olmasına işaret etmektedir. Bu bağlamda Zemahşeri, ayette geçen ifadenin makul bakışların dışındakileri

kapsadığına hükmetmektedir. Bu ayetle ilgili son olarak Zemahşeri, İbn Zeyd'e dayandırdığı görüşünde *"avret mahallini koruma"* ifadesinin zinadan uzak durma anlamına geldiğini savunmaktadır (Zemahşeri, 2018, 731-732).

Zemahşeri Nur Suresi 31. Ayetle ilgili olarak ise ilk kadınların da gözlerine hâkim olmasına değinmektedir. Zemahşeri, ayette bakma fiilinin avreti korumadan önce değinilmesinin hikmetli olduğu görüşündedir. Çünkü zina fiilinin habercisi haram yerlere bakma eylemidir. Bu bakımdan Zemahşeri, *"gözü kapama"* fiilinin hikmetinin haramdan yani zinadan koruma noktasında aranması gerektiğini düşünmektedir (Zemahşeri, 2018, 732).

Zemahşeri Nur Suresi 31. Ayette geçen *"ziynet"* ifadesi ile de yüzük, kına gibi şeylerin kastedildiğini belirtmektedir. Bu bağlamda bunların yabancılar tarafından görülmesinde sakınca yoktur. Ancak vücudun mahrem yerlerine takılan bazı materyallerin görülmesi mahzurludur. Nitekim ayette bizzat zikredilen *"ziynet"* ifadesi ile materyallerin kastedilip söz konusu süslerin takıldığı vücut bölgelerinin anılmaması da oldukça dikkat çekicidir. Bu beyan tarzının süslerin takıldığı yerleri de kapsadığını söylemek yanlış olmayacaktır (Zemahşeri, 2018, 734).

Kadınların örtünmesi bağlamında Nur Suresi 60. Ayete bakıldığında ise Zemahşeri, وَالْقَوَاعِدُ ifadesinin *"oturan"* anlamında bir kökten geldiğini ve söz konusu ibarenin de artık biyolojik olarak çocuk yapma imkânı bulunmayan kadın anlamına geldiğini düşünmektedir. İlgili ifade kapsamına giren belli yaştaki kadınlara giyinme hususunda biraz daha genişlik gösterildiği anlaşılmaktadır. Çünkü söz konusu kapsama giren kadınlar artık eski cazibe ve dikkat çekme özelliklerini taşımamaktadır. Bu kapsamda, çocuktan kesilip belli bir yaşa gelen kadınların artık eskisi kadar bazı hususlara dikkat etmemesinde sakınca görülmemektedir. Ancak ayette geçen *"iffet"* şartı da oldukça dikkat çekicidir. Dolayısıyla yaşla gelen bazı toleransların kötüye kullanılmaması ilah-i emrin gereği olarak belirmektedir (Zemahşeri, 2018, 790).

Kur'an-ı Kerim'de kadınların örtünmesine işaret eden bir başka ayet de Ahzab Suresi 33 ve 59. Ayetlerdir. Söz konusu ayetlerden ilki olan Ahzab 33'e bakıldığında Elmalılı ayette geçen ve Peygamber eşlerine yapılan vurgu üzerine odaklanmaktadır. Çünkü Elmalılı, Peygamber eşlerine gelen emirde sadece örtünmenin olmadığını, yabancı erkeklere görünmenin de yasak kapsamına girdiğine işaret etmektedir. Bu bağlamda diğer Müslüman kadınların belli şartlar dahilinde yabancı erkeklere görünmeleri yasak kapsamında değildir. Nitekim aynı surenin 59. Ayetinde geçen *"dış elbiselerinden üzerlerini sıkıca örtsünler"* emri Peygamber eşleri dahil bütün Müslüman kadınlara şamil bir manada iken 33. Ayette geçen *"evlerinizde karar kılın"* ibaresi ise sadece Peygamber eşlerini kapsamaktadır. Bu bağlamda iki ayet arasında bağlantı dikkate alınırsa Peygamber eşleri ile diğer Müslüman kadınlar arasında bir sorumluluk farkı olduğu görülmektedir. İlgili sorumluluğun özü de yine 33. Ayette Allah'ın Ehl-i Beyt'i الرِّجْسَ yani *"kir"* den arındırmak istemesi bağlamında okunabilmektedir (Yazır, 2008, 540-542).

İbn Cerir'in İbn Abbas ve İkrime'den gelen rivayetlerle desteklediği görüşüne göre Esbab-ı Nüzül yani ayetlerin iniş sebebi açısından da bakıldığında Ahzab Suresinin 32-33-34. Ayetlerinin Hz. Peygamber'in eşleri hakkında nazil olduğu ile ilgili herhangi bir şüphe bulunmamaktadır. Bu bağlamda ilgili ayetlerinin kapsamının Hz. Peygamber'in eşleri ile mukayyet olduğu hususu oldukça sarihtir (Çetiner, 2010, 723).

Elmalılı'nın Ahzap 33 üzerinden değindiği bir diğer nokta da Şia eleştirisidir. Nitekim Elmalı, Şia'nın Peygamber eşlerini Ehl-i Beyt'ten saymaması noktasını ilgili ayet üzerinden tenkit etmektedir. Çünkü müfessirimize göre ayette açık şekilde Peygamber eşlerinin de Ehl-i Beyt kapsamına girdiğine işaret edilmektedir. Bu bağlamda Şia'nın yaptığı gibi sadece Hz. Peygamber'in, Hz. Ali, Hz. Hasan, Hz. Hüseyin ve Hz. Fatıma'nın Ehl-i Beytten olduğu görüşü batıl olarak konumlandırılmaktadır (Yazır, 2008, 542).

Yukarıdaki işaret edilenler ışığında düşünüldüğünde Peygamber ailesi kadınlarının örtü ile ilgili Allah tarafından daha fazla dikkate edilmeye çağrılmaları oldukça önemli bir husus olarak belirmektedir. Çünkü ümmet kadınlarından daha fazla sorumluluk yüklenen Peygamber eşleri diğer Müslüman kadınlara örnek olmak sorumluluğu ile sınanmaktadır. Nitekim Ahzab 32'de geçen *"Siz, kadınlardan herhangi biri gibi değilsiniz."* (el- Ahzâb, 33/32) ifadesi ilgili durumu destekler mahiyettedir.

Kaynakça

Altuntaş, H., & Şahin, M. (Trans.). (2009). *Kur'ân-ı Kerîm meâli* (18th ed.). Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları.

Ateş, S. (1989). *Yüce Kur'ân'ın çağdaş tefsîri* (Vol. 3). Yeni Ufuklar Neşriyat.

Çetiner, B. (2010). *Fâtiha'dan Nâs'a esbâb-ı nüzûl* (3rd ed., Vol. 2). Çağrı Yayınları.

Er-Râzî, F. (1991). *Tefsîr-i kebîr: Mefâtîhu'l-gayb* (S. Yıldırım, L. Cebeci, S. Kılıç, & S. Doğru, Trans.; Vol. 10). Akçağ Yayınları.

Taberî, A. J. M. (1996). *Taberî tefsiri* (K. Aytekin & H. Karakaya, Trans.; Vol. 4). Hisar Yayınları.

Yazır, E. M. H. (2008). *Hak dîni Kur'an dili* (S. Gülle, Ed.; Vol. 6). Huzur Yayınevi.

Zemahşerî, A. (2018). *El-Keşşâf* (M. Coşkun, Ö. Çelik, M. Erdoğan, S. Gümüş, A. Bebek, M. Sülün, M. Çiçek, & N. Çağıl, Trans.; Vol. 4). Türkiye Yazma Eserler Kurumu Başkanlığı.

TIME AND MOTION IN GREEK AND ISLAMIC PHILOSOPHY: A COMPARATIVE STUDY

Rana Mazin Alsalaymeh

Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi,Yabancı Diller Yüksekokulu, Arapça Hazırlık Anabilim Dalı, BOLU – TÜRKIYE, ORCID:0000-0003-3413-5408.

ABSTRACT

This study explores the concepts of time and motion as conceived by philosophers from both Greek and Islamic traditions, through an analysis of the views of four prominent thinkers: Plato and Aristotle from Greek philosophy, and al-Kindi and Ibn Sina from Islamic philosophy. The study aims to highlight the differences and intersections between these two philosophical traditions in addressing these fundamental metaphysical notions of nature.

Plato views time as the moving image of eternity, emerging with the creation of the sensible world and representing an imperfect reflection of the eternal world of forms. Aristotle, on the other hand, defines time as the number of motion with respect to before and after. He sees time as closely tied to motion, though not identical to it, and links it to the eternal motion of the heavens, which necessitates the existence of an "unmoved mover."

Al-Kindi, influenced by Islamic monotheism, argues that time is a created entity that began with the creation of the world, thus rejecting Aristotle's view of its eternity. Ibn Sina presents a more refined view, combining Aristotelian theory with Islamic concepts. He considers time an accident arising from motion, yet connected to intellect and abstracted from absolute materiality.

The comparison demonstrates that Islamic philosophy did not merely transmit Greek thought, but developed the concepts of time and motion in accordance with Islamic theological principles, resulting in a unique philosophical model that integrates reason and revelation.

Introduction

Time and motion are among the central philosophical concepts that have sparked considerable debate and reflection in ancient thought, particularly in the works of Plato and Aristotle, as well as in the writings of Islamic philosophers such as al-Kindi and Ibn Sina. Plato viewed time as the moving image of eternity, whereas Aristotle connected it to motion, defining it as the number of motion in respect to before and after. Al-Kindi followed Aristotle’s path, affirming that time only exists through motion. Ibn Sina further developed this concept by considering time as a measure of change, lacking independent existence, and being a consequence of motion in matter.

Based on the above, the research is structured as follows:

Research Outline:

Chapter One: Time and Motion in Greek Philosophy

Section 1: Time and Motion in Plato's Philosophy

Section 2: Time and Motion in Aristotle's Philosophy

Chapter Two: Time and Motion in Islamic Philosophy

Section 1: Al-Kindi's Conception of Time and Motion

Section 2: Ibn Sina's Conception of Time and Motion

Keywords: Islamic Philosophy, Greek Philosophy, Time, Motion.

Research Problem

1. What is the concept of time and motion according to Greek and Islamic philosophers?
2. What are the differences between the concept of time and motion in Greek and Islamic philosophy?

Research Objectives

1. To clarify the concept of time and motion among Greek and Islamic philosophers.
2. To highlight the differences in the understanding of time and motion in Greek and Islamic philosophy.

Significance of the Study

The importance of studying time and motion in the thought of Greek and Islamic philosophers lies in its reflection of the evolution of philosophical thinking in understanding nature and existence. It also clarifies how concepts transitioned from metaphysical speculation to rational analysis grounded in perception and experience. This study contributes to revealing the points of agreement and divergence between Greek and Islamic philosophy in their treatment of the concepts of time and motion.

Research Methodology:

Based on the needs of the study, the following methodologies were adopted:

1. **Inductive Method:** The researcher conducted an extensive review of relevant literature and gathered the necessary material for the study.

2. **Analytical Method:** The researcher analyzed the philosophers' views and presented them clearly.

3. **Descriptive Method:** The researcher clarified the perspectives of Aristotle, Plato, Al-Kindi, and Ibn Sina within the specific context of time and motion, and structured the research in a systematic way to present its topics and issues effectively.

4. **Critical Method:** The researcher highlighted the points of agreement and disagreement between Greek and Islamic philosophers.

Previous Studies

Time in Philosophy and Science by Yumna Tarif Al-Khouli, United Kingdom, Hindawi Foundation, 2014.

The author provided an explanation of the nature of time and space, clarifying both the rational and non-rational conceptions of time by referencing the views of Greek philosophers. In contrast, this study is distinguished by its focus on highlighting the concept of time and motion among Greek philosophers in comparison with the views of selected Islamic philosophers.

Chapter One: Time and Motion in Greek Philosophy

Section 1: Time and Motion in Plato's Philosophy

The issue of the creation of time has long occupied the minds of philosophers, prompting each to contribute their own perspective. Plato approached this question by viewing time as coinciding with the creation of the cosmos—heavens, stars, planets, celestial spheres, and so on. He explained that when the deity created the heavens, He arranged them in a specific order and crafted for them an eternal form that moves in accordance with number. As for eternity, it resides in unity. This moving image is what is called time. Days, nights, months,

and years did not exist before the creation of the heavens. When God created the heavens, He created time at the very same moment. Thus, the heavens were fashioned to be a model of eternal nature[1].

The world was created as a moving image of eternity[2]. Accordingly, time represents the beginning of eternity, and the motion of the planets is considered the best measure of time[3].

Plato endeavored to link time with motion and considered time as existence itself, stating that there is no time without the sensible world, which began with God's creation of the universe. Plato then asks: what exists in this world and in time? He answers: the soul—the soul in itself, apart from the senses, changes, and motion. It is the origin, for all worldly events are produced by a cause, and the soul is the cause of motion and change. Therefore, when speaking of time, one must also speak of the soul. The world is temporal and sensible, and every sensible thing is subject to change, renewal, and movement. Hence, everything in the world of sensibles and changeable entities is merely a reflection of the eternal model in the world of intelligibles, in line with Plato's Theory of Forms[4].

Plato distinguished between two kinds of time: natural time and absolute time, stating the following:

Time	
Absolute Time (Aion)	**Natural Time**
Eternity itself (Aion)	Image of eternity
World of Forms (immortality)	World of sensibles
Immutable, stable	Mutable, moving
God Almighty	Human
No past, present, or future	Past, present, and future
No Night, day, years, months	Night, day, years, months

Thus, natural time is changeable, as indicated by the presence of day and night. It can be described in terms of past, present, and future. On the other hand, intelligible time (or absolute time) is characterized by eternity—it contains neither night nor day, and it cannot be described as past, present, or future; it is constant and unchanging.

Many philosophers were influenced by Plato's concept of time. Plotinus, for instance, stated that time resembles Aion (eternity) and duration[5].

Saint Augustine agreed with Plato that time was created along with the world and emphasized that it is incorrect to speak of time before creation. Augustine added that eternity, in contrast to temporal succession, is the supreme and highest form—it is constant, present, and never-ending. He pointed out that time is not an

[1] Plato, The Complete Dialogues: "Timaeus", translated by Shawqi Daoud Tamraz, Beirut: Al-Ahliya Publishing, 1st ed, 1994, Book 5, Section 386; Sobin F. callaban, Four Views of Time in Ancient Philosophy, , (Cambridge: Harvard university press,1948), P.18.

[2] H. James Birx Editor, Encyclopedia of Time, (Canisius Collage, State University of New You're of Geneseo, 2009), P.9.10.

[3] Yusuf Karam, *The History of Greek Philosophy*, Alexandria: Committee for Authorship and Translation, 1st ed, 1936, p. 104.

[4] Yomna El-Khouly, *Time in Philosophy and Science*, Cairo: The General Egyptian Book Organization, 1999, pp. 69–70; Yusuf Karam, *The History of Greek Philosophy*, p. 102.

[5] Plotinus, *Plotinus Among the Arabs*, edited by Abd al-Rahman Badawi, (Cairo: Maktabat al-Nahda al-Misriyya, n.ed., 1955), p. 111.

independent entity existing on its own; rather, it is the result of human change and actions. As long as there is no change, there is no time[6].

According to this concept, time stops when action stops, because it is not an external, fixed reality but rather a product of the self in motion. Therefore, time cannot be perceived in things that are static and unchanging, since change is the essence and measure of time[7].

From the above, it is clear that Augustine agrees with Plato's view on time: for both, time begins with the creation of the universe and is linked to renewal and change. The absence of change indicates the absence of time. Time is not easy to comprehend; it is something that matures the intellect and the mind. Moreover, Augustine believed in the possibility of absolute time even without the human intellect, which he considered the channel through which the unintelligible world flows.

Section 2: Time and Motion in Aristotle's Philosophy

Aristotle paid profound attention to the issue of time, addressing it within the framework of his ten well-known categories: substance, time (when), place (where), quantity, quality, relation, action, passion, position, and possession. Aristotle's analysis of time presents one of the most comprehensive philosophical views on time and its relation to existence[8].

In his work "Physics," Aristotle began with questions concerning the essence and nature of time and reviewed the various obstacles surrounding its concept and existence. Since time is one, it cannot be equated with motion, as motion is inherently variable[9].

He outlined the difficulties associated with understanding time and rejected many prevailing theories of his era. Aristotle criticized the views equating time with cosmic motion or identifying it with the movement of the celestial sphere. His objection was that time cannot be reduced to cyclical motion alone, as time consists of successive and sequential parts, while a cycle implies a return to the starting point, which does not represent the full nature of time. Furthermore, he asserted that time encompasses every part of motion, not merely the total or cyclical aspect. He also rejected the notion that time is identical with the celestial sphere[10], reasoning that if there were multiple celestial spheres, one would have to assume multiple times, which contradicts the unity of time.

Therefore, Aristotle affirmed that time is not a material entity like a body or a sphere but is measured through motion while remaining distinct from it. Notably, Aristotle described time as passing through two stages:

Pre-maturity stage: This stage involves denying time altogether. Some believed that time is motion, while others considered it the cycle of the heavens.

Maturity stage: Time is no longer seen as motion because motion varies in speed and intensity, whereas time does not[11].

Thus, time depends on motion for its existence, as Plato previously suggested. If there is change and motion in the universe, there is time; otherwise, there is not. For Aristotle, time is a quantity and measure of motion. There exists a close relationship between time and motion in that both consist of divisible quantities. This measure depends on an intellect that perceives and quantifies it. Therefore, in the presence of a rational consciousness that measures, time exists; otherwise, it does not. In this way, Aristotle tied time to both motion and consciousness[12].

---

[6] H. James Birx Editor, Encyclopedia of Time, P.35.
[7] H. James Birx Editor, Encyclopedia of Time, P.35.
[8] ʿAbd al-Raḥmān Badawī, *Existential Time*, Beirut: Dār al-Thaqāfah al-ʿArabīyah, n.ed., 1973, p. 48.
[9] Mahmoud Nafisa, *The Influence of Greek Philosophy on Islamic Theology*, 1st ed., (Damascus: Dar Al-Nawader Publishing, n.d.), p. 203.
[10] Aristotle, *Physics*, edited by ʿAbd al-Raḥmān Badawī, National Center for Translation, 2007, Vol. 1, pp. 411, 416, 417.
[11] Ban, four views of time in ancient philosophy, p.50,55; H. James Birx Editor; Jobn.f.calla Encyclopedia of time, p.35
[12] Walter Stace, *A History of Greek Philosophy*, trans. Mujahid Abd al-Mun'im Mujahid, (Cairo: Dar Al-Thaqafa, 1984), p.241.

Aristotle argued that time cannot be motion since motion is variable. Time, then, is ambiguous: either it does not exist at all, or its existence is incomplete and undefined. He speculated that time might be a type of motion or change, but ultimately dismissed this idea, because motion is characterized by acceleration and change, while time is not necessarily so. Nevertheless, if time is not itself motion, it is related to it in some way—either residing in something that moves or being influenced by motion.

From this, it becomes evident that Aristotle did not consider time as an independent essence but rather a phenomenon inseparable from motion. Still, it is not identical to motion but serves as a measure or framework for quantifying change. In doing so, Aristotle placed time within a coherent philosophical system that links it to motion without wholly assimilating it, making time a mediating concept between action (motion) and beings (changing entities).

Aristotle clarified the relationship between motion and magnitude, from which the concept of time arises. He began by emphasizing that motion occurs only between two points—from one place to another. Magnitude, whether length or distance, is always continuous, meaning it has no breaks. Because magnitude is continuous, motion also becomes continuous, not happening in isolated or fragmented ways.

Aristotle stated that time follows motion and arises from it, as we measure time by the quantity of motion occurring. When we say something took a certain amount of time, we relate that to the distance it moved.

He also noted that the notions of "before" and "after" first apply to place, then to quantity, then to motion, and finally to time. That is, the ordering of events or objects (before and after) is determined initially by location, then by the magnitude of motion, which eventually leads to their temporal ordering.

Thus, the connection between time and motion is strongly established. Time becomes a quantity with parts: the earlier and the later. Aristotle stated that time is the number of motion with respect to the earlier and the later. Therefore, time is not motion but a count of motion from a certain perspective. Evidence for this is that we assess more or less by number, and in the same way, we assess motion by the amount of time; thus, time is a kind of number[13].

If number has two aspects—that which is counted and the thing by which counting occurs—then time is what is counted, not the tool by which we count within the soul. Since number has two states (being counted and the instrument of counting), and number pertains to continuous quantity, how did Aristotle describe time as continuous?

The answer is that if time is considered the number being counted, it could neither be continuous nor discontinuous. But if it is regarded as the number of a continuous motion, it can be both. It is continuous as the measure of continuous motion and discontinuous because it includes "before and after"[14]. Thus, according to Aristotle, time is the number of motion concerning the earlier and later, and is continuous when it is the measure of a continuous motion[15].

From this analysis, time is not a separate entity from the physical world but results from our observation of continuous motion in a connected world. It is measured through magnitude, where progress and sequence are perceived. Time depends on the existence of motion, as Plato also stated. If change and motion exist in the cosmos, then time exists; otherwise, it does not.

Time, for Aristotle, is a measure and quantity of motion. The link between time and motion lies in their shared characteristic of being divisible magnitudes. This measurement depends on a rational observer who quantifies it. Where there is a conscious intellect, there is time; where there is not, time does not exist. Hence, Aristotle linked time with both motion and awareness[16].

He showed that time and motion are tightly interrelated. Time cannot be separated from motion, as it is determined by and measured through it, as a continuous quantity. Motion defines the amount of time, and time is understood within the framework of motion. Therefore, Aristotle stated that we speak of time through motion and of motion through time. Since time is the measure of motion, it is also the measure of rest, as rest is understood and compared within the time we live in.

---

[13] Aristotle, *Physics*, Vol. 1, p. 432.

[14] Previous reference, Vol. 1, p. 426.

[15] Previous reference, Vol. 1, p. 432.

[16] See:Walter Stace, *A History of Greek Philosophy*, p.241.

Aristotle tackled the issue of time from all perspectives. While he linked time to motion, he also connected it to place. His argument was that there can be no motion without place. Thus, natural time is founded on place. He attributed temporal characteristics to place and framed both as physical entities, declaring them eternal—having no beginning or end[17].

He extended this argument by claiming that if motion is eternal, it requires an eternal, unmoved mover, which he identified as God, who moves without being moved[18].

Upon reflection, one sees that Aristotle diverged from Plato in asserting that time is not created. For Aristotle, time is eternal and uncreated.

Furthermore, while Plato believed the world has a beginning and an end, Aristotle held that the world is without beginning or end. Consequently, Aristotle represents the rationalist view of time, while Plato embodies a non-rational perspective. However, both agree on one central point: time is intrinsically connected to motion.

Chapter Two: Time and Motion in Islamic Philosophy

Section 1: Al-Kindi's Conception of Time and Motion

Islamic philosophy was clearly influenced by the ideas of Plato and Aristotle. Following in Aristotle's footsteps, both al-Kindī and Ibn Sīnā particularly adopted his views regarding the concept of time and its relationship with motion.

Al-Kindī defined time as the "number of motion," specifying that it is the duration measured by motion—meaning that if there is no motion, there is no time19. By "motion," he refers specifically to the movement of bodies. Time, then, is both the number of motion and what is counted through it20. From this, it is evident that al-Kindī agrees with Aristotle in defining time and conceiving of its nature as a continuous quantity21.

Al-Kindī also emphasized that time reflects the duration of a thing's existence—when its existence ends, its time likewise comes to an end22. He employed the term ibdāʿ (origination or innovation) to refer to the coming-into-being of things, highlighting the existential interdependence of motion, body, and time.

Al-Kindi emphasized the close connection between body, motion, and time, asserting that none precedes the others and that all are finite, having a beginning and thus an end. They are created entities, brought into existence by God[23].

He argued that since they undergo change, they cannot be eternal, as the eternal is unchanging. This led him to reject the notion of a time before time, avoiding infinite regress[24].

While agreeing with Aristotle that time is the measure of motion and rejecting Plato's abstract, non-rational concept of time, al-Kindi opposed Aristotle's belief in the eternity of the world. He affirmed that time has a beginning, based on the finitude of the world, using the argument of finitude to prove that neither the world nor time can be eternal.

---

[17] See: Jamal Rajab Sidbi, *Abu Al-Barakat Al-Baghdadi and His Divine Philosophy*, (Cairo: Wahba Library, 1996), pp. 12–13.

[18] See: ʿAbd al-Raḥmān Badawī, *Aristotle Among the Arabs*,(Kuwait: Publications Agency, 2ndEd), p. 31.

[19] See: Al-Kindi, *Philosophical Treatises*, ed. Muhammad Abdul Hadi Abu Rida, (Cairo: 2nded., Hassan Press, 1978), pp. 115, 151, 161.

[20] Faisal Badir Awn, *Islamic Philosophy in the East*, Dar Al-Thaqafa Publishing, Cairo, 1982, p. 139.

[21] A. J. Wensinck (ed.), *Concise Encyclopaedia of Islam*, Vol. 1, p. 5305.

[22] A. J. Wensinck (ed.), *Concise Encyclopaedia of Islam*, Vol. 1, p. 5305.

[23] Al-Kindi, *Philosophical Treatises*, vol. 1, pp. 161, 51, 50.

[24] Abd al-Halim Mahmoud, *Philosophical Thought in Islam*, (Cairo: Dar al-Ma'arif, 1989), pp. 225–226 ؛Jamal Marzouqi, *Studies in Kalam and Islamic Philosophy*, (Cairo: Dar al-Afaq al-Arabiyya,1982), p. 65.

Section 2: Ibn Sina's Conception of Time and Motion

Ibn Sīnā mentioned time by stating that it is an expression of the measure of circular motion from the aspect of precedence and subsequence, not from the aspect of distance[25]. In this, he follows Aristotle's approach in explaining the meaning of time; for time is not equivalent to motion itself, but rather a measure of circular motion in terms of what comes before and after—not in terms of distance[26].

Ibn Sīnā further clarified that time is a "measure," but it differs from the measure of distance in that it is an independent and distinct quantity. The behavior of time differs from that of distance; had their behaviors been the same, there would have been no difference between them, and two moving objects would not cover the same distance in different durations depending on speed and slowness[27].

An example of this:

If we assume there is a distance between two points called (B J), and we have two movers: the first mover (M1) and the second mover (M2). If the speed of the second mover (M2) is twice the speed of the first mover (M1), this means that the first mover (M1) covers the distance (B J) in a time equal to (T), while the second mover (M2) covers the same distance (B J) in half the time (T/2). Since the distance between the two points is fixed and constant, but the time each mover takes to cover this distance differs, this indicates that the nature of time is different from the nature of distance. Time is relative and changes according to the speed of the object, whereas distance remains fixed and independent of the mover's motion[28].

In addition to what was previously mentioned, Ibn Sīnā developed Aristotle's definition by stating that time is the "potentiality with magnitude" corresponding to motion[29]. It is continuous and a measure of a constantly renewed and changing state—this aligns with the concept of circular motion[30]. The idea of continuity here implies that time is indivisible; separation is an imagined concept that only occurs through the constructs of the human mind.

Ibn Sīnā connected the existence of time to matter, by which he meant motion: if there were no motion, there would be no time. Whoever perceives time perceives motion, and vice versa[31].

Ibn Sīnā mentioned that there are two kinds of existence:

1. **Existence in time**: This represents things and motions that have a beginning and an end. Their beginnings usually differ from their ends, and they are subject to change and renewal.

2. **Existence with time**: This refers to *dahr* (eternity), which encompasses time as if it were its container. There is no continuous connection between the existence of *dahr* and the continuity of time[32].

In summary:

As al-Shīrāzī explained, *dahr* encompasses time and acts as its container, while *sarmad* (sempiternity) encompasses *dahr*. Time, in comparison, is like a person whose soul is *dahr*[33].

It seems that Ibn Sīnā did not deviate from Aristotle's view regarding time, its precedence, and the

---

[25] Ibn Sīnā, *Al-Najāt fī al-Ḥikma al-Manṭiqiyya wa al-Ṭabīʿiyya wa al-Ilāhiyya* (Salvation in Logic, Natural Philosophy, and Metaphysics), Egypt: Al-Saʿāda Press, 2nd ed, 1938), vol. 2, p. 18.
[26] Yumna Al-Khūlī, *Time in Philosophy and Science*, (Cairo: The Egyptian General Book Authority, 1999), p. 73.
[27] Ibrāhīm al-ʿĀtī, *Time in Islamic Thought*,(Beirut: Dar al-Muntakhab al-ʿArabī, 1993), pp. 109–110.
[28] Ibrāhīm al-ʿĀtī, *Time in Islamic Thought*, pp. 109–110.
[29] Ibn Sīnā, *Al-Najāt fī al-Ḥikma al-Manṭiqiyya wa al-Ṭabīʿiyya wa al-Ilāhiyya*, vol. 1, p. 115.
[30] A. J. Wensinck (Editor), *Shorter Encyclopaedia of Islam*, vol. 1, p. 5310; also: Ibn Sīnā, *Al-Najāt fī al-Ḥikma al-Manṭiqiyya wa al-Ṭabīʿiyya wa al-Ilāhiyya*, vol. 2, pp. 116–118.
[31] Ibn Sīnā, *Al-Shifāʾ*, Natural Sciences section, edited by Saʿīd Zāyid, Iran: Publications of Ayatollah al-ʿUẓmā Library, 1405 AH, p. 159.
[32] Ibn Sīnā, *Al-Najāt fī al-Ḥikma al-Manṭiqiyya wa al-Ṭabīʿiyya wa al-Ilāhiyya*, vol. 1, p. 118.
[33] Al-Shīrāzī, *Majmūʿat Rasāʾil Falsafiyya* (Collection of Philosophical Treatises), Beirut: Ihyāʾ al-Turāth al-ʿArabī, 2001 CE, p. 364.

precedence of the world. However, he developed this concept by introducing a new term: "the potentiality corresponding to motion and associated with it."

Conclusion

1. It becomes evident through examining the views of the four philosophers that the concept of time has remained closely tied to motion, even though each philosopher approached it from a different perspective.
2. Plato presented a metaphysical conception of time, describing it as a "moving image of eternity," wherein motion is linked to the cosmic soul within a circular cosmic framework.
3. Aristotle, on the other hand, offered a more rational and physical explanation of time, defining it as "the number of motion in respect of before and after," emphasizing that while time is dependent on motion, it is not identical to it.
4. Al-Kindī followed Aristotle's definition of time as a measure of motion but differed in his view regarding the eternity of the world. He argued that time is created, since the world itself is created, supporting this view with the argument of finitude.
5. Ibn Sīnā developed Aristotle's notion further by linking time to motion in matter, viewing it as a measure of change with no independent existence—it only exists in connection to a changing body.
6. It becomes clear that the essence of agreement among these philosophers lies in the association between time and motion; however, their differences emerge in the existential and metaphysical dimensions of the concept: Is time eternal or created? Does it have an independent existence or not?

Refrences

Al-ʿĀtī, Ibrāhīm, *Time in Islamic Thought*, Beirut: Dar al-Muntakhab al-ʿArabī, n.ed,1993.

Al-Kindi, Yaʻqūb ibn Isḥāq, *Philosophical Treatises*, ed. Muhammad Abdul Hadi Abu Rida, Cairo: Hassan Press, 2nded, 1978.

Al-Kindi, Yaʻqūb ibn Isḥāq, *Philosophical Treatises*, *Philosophical Treatises*, ed. Muhammad Abdul Hadi Abu Rida, Cairo: Hassan Press, 2nded, 1978.

Al-Shīrāzī, Ṣadr al-Dīn, *Majmūʿat Rasāʾil Falsafiyya,* Collection of Philosophical Treatises, Beirut: Ihyāʾ al-Turāth al-ʿArabī, n.ed, 2001 .

Aristotle, *Physics*, ed.ʿAbd al-Raḥmān Badawī, National Center for Translation, 2007.

Awn, Faisal Badir, *Islamic Philosophy in the East*, Cairo: Dar Al-Thaqafa Publishing, 1982.

Badawī,ʿAbd al-Raḥmān, *Aristotle Among the Arabs*, Kuwait: Publications Agency, 2nd Ed.

Badawī,ʿAbd al-Raḥmān, *Existential Time*, Beirut: Dār al-Thaqāfah al-ʿArabīyah, n.ed, 1973.

Birx, H. James, Editor, Encyclopedia of Time, Canisius Collage, State University of New You're of Geneseo, n.ed, 2009.

Callaban, Sobin. F, Four Views of Time in Ancient Philosophy, Cambridge: Harvard university press, n.ed,1948.

El-Khouly, Yomna, *Time in Philosophy and Science*, Cairo: The General Egyptian Book Organization, n.ed, 1999.

Ibn Sīnā, Abū ʿAlī al-Ḥusayn ibn ʿAbd Allāh *, Al-Shifāʾ*, Natural Sciences section, edited by Saʿīd Zāyid, Iran: Publications of Ayatollah al-ʿUẓmā Library, n.ed.

Ibn Sīnā, Abū ʿAlī al-Ḥusayn ibn ʿAbd Allāh, *Al-Najāt fī al-Ḥikma al-Manṭiqiyya wa al-Ṭabīʿiyya wa al-Ilāhiyya*. Al-Saʻāda Press, Egypt, 2nd Ed,1938.

Karam,Yusuf, *The History of Greek Philosophy*, Alexandria: Committee for Authorship and Translation, 1st ed, 1936.

Mahmoud, Abd al-Halim, *Philosophical Thought in Islam*, Cairo: Dar al-Ma'arif, 1989.

Marzouqi, Jamal, *Studies in Kalam and Islamic Philosophy*, Cairo: Dar al-Afaq al-Arabiyya, n.ed, 1982.

Nafisa, Mahmoud, *The Influence of Greek Philosophy on Islamic Theology*, Damascus: Dar Al-Nawader Publishing, 1st ed.

Plato, The Complete Dialogues: "Timaeus", translated by: Shawqi Daoud Tamraz, Beirut: Al-Ahliya Publishing, 1st ed, 1994.

Plotinus, *Plotinus Among the Arabs*, edited by Abd al-Rahman Badawi, Cairo: Maktabat al-Nahda al-Misriyya, n.ed, 1955.

Sidbi, Jamal Rajab, *Abu Al-Barakat Al-Baghdadi and His Divine Philosophy*, Cairo: Wahba Library, n.ed, 1996.

Stace,Walter, *A History of Greek Philosophy*, trans. Mujahid Abd al-Mun'im Mujahid, Cairo: Dar Al-Thaqafa, n.ed, 1984.

Tarabichi, Georges, Dictionary of Philosophers, Beirut: Dar Al-Tali'a, 3rd ed, 2006.

ŞEBNEM İŞİGÜZEL'İN *ÇÖPLÜK* ADLI ROMANINDA GÖLGE ARKETİPİNİN İZLERİ VE "LEYLA"

Sema ÖZHER

Prof. Dr., Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi-İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi

ORCID ID: 0000-0001-8428-7763

ÖZET

Carl Gustav Jung tarafından sistemli bir düşünceye dönüştürülen arketipsel teoriye göre bilinç, kişisel bilinç dışı ve ortak bilinç dışı olmak üzere iki ayrı temelden oluşur. Jung'a göre kişisel bilinç dışı bireyin yaşantısında ortaya çıkan unutulmuş, bastırılmış içeriği kapsar. Kolektif bilinç dışının içeriğini ise insanlığın en eski ve en evrensel düşünce biçimleri oluşturur. Kısaca kişisel bilinç dışının içeriği daha önce bilinçte var olmuş yaşantılardan oluşurken kolektif bilinç dışının içeriği insanın hiçbir zaman bilinçte yaşamadığı ancak doğum, ölüm, erginlenme dönemleri ve büyük tehlikeler vs. karşısında ortaya çıkan ilksel imgelerle ilgilidir. Jung'a göre bunlar bilinçte ortaya çıktıklarında çoğunlukla şaşkınlık ve anlaşılmazlık duygusuna sebep olur. Söz konusu süreçte arketiplerin ortaya çıkardıkları özgül enerji efsaneleri, dinleri ve felsefeleri yaratır. Jung'a göre kolektif bilinç dışının temel arketipleri persona, gölge, anima, animus, hilebaz, yaşlı bilge ve büyükannedir.

"Gölge" bastırılan eğilimleri, ilkel, uyumsuz, denetimsiz ve hayvansal yanı temsil eder. Gölge rahatsızlık vericidir ancak tümüyle kötü değildir. Hatta bir bakıma insanoğlunun var oluşunu canlandırıp süsleyecek olan daha alt düzeydeki çocukça ve ilkel özellikleri içerisinde barındırır. Toplumsal standartlara ve ideal kişiliğe uymayan tüm vahşi istek ve duygular gölge arketipi ile ilişkilendirilir. Kendilik yolculuğuna çıkan her bireyin bu yolculuğu başarılı bir biçimde tamamlayabilmesi için bilincin ışığında bu gölge yanıyla yüzleşip karanlıkta kalan yanlarını aydınlığa çıkarması gerekir.

Arketipler teorisi analitik psikolojide insanı tanıma ve anlamlandırma ile ilgili çalışmalara katkı sağlarken mitos, efsane ve romanlara uyarlandığında da ilginç sonuçlar ortaya çıkarır. Bu çalışmada Şebnem İşigüzel'in Çöplük adlı romanında yer alan Leyla'nın gölge arketipiyle ilişkisi irdelenecektir. Doğu şiirlerinde ve Klasik Türk Edebiyatında idealize edilmiş sevgili olarak Leyla, kusursuzdur ve âşık bütün cefasına rağmen onun peşinden koşmaktadır. Çöplük'ün Leyla'sı ise toplum tarafından dışlanmış, karanlık yanları olan, yanlışlar yapan birisi olarak adeta Divan Edebiyatının Leyla'sının negatifidir. Bu çalışma Çöplük romanında edebiyatın idealize edilmiş sevgili tipi olarak Leyla'yı gölgesi ile yüzleştirmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Sözcükler: Şebnem İşigüzel, Çöplük, Leyla.

TRACES OF THE SHADOW ARCHETYPE IN ŞEBNEM İŞİGÜZEL'S NOVEL NAMED *ÇÖPLÜK* AND "LEYLA"

ABSTRACT

According to the archetypal theory, which was transformed into a systematic idea by Carl Gustav Jung, consciousness consists of two separate foundations: the personal unconscious and the collective unconscious. According to Jung, the personal unconscious includes forgotten, repressed content that emerges in the individual's life. The content of the collective unconscious consists of humanity's oldest and most universal thought forms. In short, the content of the personal unconscious consists of experiences that have previously existed in consciousness, while the content of the collective unconscious is related to primordial images that a person has never experienced in consciousness but that emerge during birth, death, initiation periods and great dangers, etc. According to Jung, when these arise in consciousness they often cause a feeling of bewilderment and incomprehension. In this process, the specific energy that the archetypes reveal creates myths, religions and philosophies. According to Jung, the basic archetypes of the collective unconscious are persona, shadow, anima, animus, trickster, wise old man and grandmother.

The "shadow" represents the repressed tendencies, the primitive, disharmonious, uncontrolled and animalistic side. The shadow is uncomfortable, but it is not all bad. In fact, in a way, it contains lower-level childish and

primitive characteristics that will revitalize and embellish the existence of human beings. All wild desires and emotions that do not conform to societal standards and the ideal personality are associated with the shadow archetype. In order for each individual who embarks on a journey of selfhood to successfully complete this journey, they must confront this shadow side in the light of consciousness and bring the aspects of themselves that remain in the dark to light.

While the theory of archetypes contributes to studies on recognizing and understanding people in analytical psychology, it also produces interesting results when adapted to myths, legends and novels. In this study, the relationship between Leyla and the shadow archetype in Şebnem İşigüzel's novel *Çöplük* can will be examined. Leyla, as the idealized lover in Eastern poetry and Classical Turkish Literature, is flawless and the lover pursues her despite all her hardships. The Leyla of *Çöplük* is someone who is ostracized by society, has dark sides, and makes mistakes; she is almost the negative of the Leyla of Divan Literature. This study aims to confront Leyla, as the idealized lover type of literature, with her shadow in the novel *Çöplük*.

Keywords: Şebnem İşigüzel, *Çöplük*, Leyla.

HARF DEVRİMİ SONRASI UYGULAMA SORUNLARI

Muhittin ELİAÇIK

Kirikkale University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Kirikkale, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5137-3275

ÖZET

Türkiye'de 1928'de yapılan harf devrimiyle birlikte latin harflere geçişte birtakım zorluklar olmuştur. Harf devrimi yüzyıllarca Arap harfleri ile yazıp okumuş bir toplumda kolay yerleşmemiş, uzun bir süre gerekmiş ve çeşitli tedbirler alınmıştır. Arap harfleriyle yazılmış metinlerin okunması ve latin harflerine çevrilmesinde hâlen sorunlar olup bu ise imla kılavuzlarının sık sık değişmesine yol açmaktadır. Arap ve Latin alfabeleri arasında bulunan büyük farklar imla değişikliliğini zorunlu kılmakta ve her değişiklikte yeni kurallar konulmaktadır. İmlada yaşanan bu değişikliklerin hiç bitmeden devam edeceği muhtemeldir. Harf devrimi sonrasında yeni devletin yazışmalarında da Osmanlı belgelerinde görülen kalıp ifadelerin aynen devam ettiği görülmekte, bu ise harf devrimiyle birlikte her şeyin bir anda değişmediğini göstermektedir. Ayrıca harf devrimi sonrasında bugünkü imla kurallarının büyük bir kısmının uygulanmadığı, bazı kuralların imla kılavuzlarından sonra uygulandığı görülmektedir. Mesela, özel isimlerin "Almanyadan, Berlinden, Kayserinin" şeklinde yazılması; "dinliyerek, "söyliyerek, uzatmıyacağız." gibi yazımlar; ile edatının "komşularile, gayretile, suretile, itibarile" şeklinde yazılması; "12.30 da, 12 de, 8 de, 200 ü, 150 ye" şeklindeki yazımlar; ayrı yazılması gereken "bidayetindenberi" şeklindeki yazımlar; eski tamlamaların "ekseriyeti mutlakasına" şeklinde yazılması; program sözcüğünün "pruğram" şelinde yazılması vb. Bu bildiride bu gibi imla sorunları belge, gazete ve dergiler taranarak ortaya konulacaktır.

Anahtar kelimeler: 1928 Harf Devrimi, eski yazı, yeni yazı, imla sorunları.

APPLICATION PROBLEMS AFTER THE LETTER REVOLUTION

ABSTRACT

The Alphabet Revolution in Türkiye in 1928 caused some difficulties in the transition to Latin letters. In a society that had written and read in Arabic letters for centuries, the alphabet revolution did not settle easily, it took a long time and various measures were taken. There are still problems in reading texts written in Arabic letters and translating them into Latin letters, and this situation leads to frequent changes in spelling guides. The great differences between the Arabic and Latin alphabets necessitate changes in spelling, and new rules are introduced with each change. It is likely that these spelling changes will continue unabated. It is seen that the same formulaic expressions seen in Ottoman documents after the alphabet revolution continue in the correspondence of the new state, which shows that not everything changed at once with the alphabet revolution. In addition, it is seen that most of the current spelling rules were not applied after the alphabet revolution, and some rules were applied after the spelling guides. For example: "From Germany, Berlin, Kayseri", "by listening, by saying, we will not extend", "with neighbors, by means of, by effort, by reputation", "at 12.30, at 12, at 8, 200 ü, 150" are like this. The phrase "bidayetindenberi", which should be written separately, was written together; old phrases were written as "mostly definitely"; the word program was written as "pruğram". In this article, such problems will be revealed by scanning documents, newspapers and magazines related to the subject.

Key Words: 1928 Alphabet Revolution, old script, new script, spelling problems.

BİLİNMEYEN BİR KADI MÜELLİF VE ESERLERİ

Muhittin ELİAÇIK

Kirikkale University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Kirikkale, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-5137-3275

ÖZET

İslam dünyasında risale yazma geleneği yüzyıllarca devam etmiş ve küçük büyük binlerce eser yazılmıştır. Yazma eser kütüphanelerinde bulunan koleksiyon mahiyetindeki kitap veya mecmualarda değişik konularda kaleme alınmış çok sayıda risaleye rastlamak mümkündür. Bu kitap veya mecmuaların önemli bir kısmının yazarı bilinmemekte olup içlerindeki değişik eserlerin de çoğunun yazarları belli değildir. Anonim bir karakter de taşıyan bu gelenek içinde müellif adının karinelerle çıkarılabildiği mecmualar da vardır. Böyle bir mecmua ve içindeki risalelerin yazarı bu çalışmanın konusudur. 16. yüzyılın sonlarında Muhammed bin Şaban adlı bir kadı tarafından yazılmış risalelerin bulunduğu mecmua içinde çeşitli konularda kaleme alınmış çok sayıda risale bulunmaktadır. Eserlerinde kendi verdiği bazı bilgiler dışında bugüne kadar hiçbir kaynakta hakkında bilgi edinilemeyen bu müellif ilk defa bu çalışma ile tanıtılmaktadır. Eserlerinde oldukça bilgili ve donanımlı olduğu görülen bu kadı müellifin yazdığı risaleler Türk edebiyatının zengin hazinesine katılan yeni inciler durumundadır. Bu incilerle yeni ve canlı renkler, farklı ve tatlı sesler bulunmaktadır. Fıkıh, tasavvuf, tefsir, edebiyat, tarih gibi farklı konularda risalelerin yer aldığı mecmuanın tanıtılmasıyla el ve göz atılmamış bir müellifin gündeme taşınması gerçekleştirilmiş olmaktadır. Bu mecmua içinde yer alan farklı konulardaki risalelerin dikkatlere sunulması o konularla ilgilenenlerin dikkatlerini çekecek ve henüz hiç ele alınıp incelenmemiş önemli konuların fark edilip incelenmesine hiznet edebilecektir.

Anahtar kelimeler: Muhammed bin Şaban, mecmua, risale, kadı, müellif.

AN UNKNOWN QADİ AUTHOR AND HER WORKS

ABSTRACT

The tradition of writing treatises in the Islamic world has continued for centuries and thousands of works, large and small, have been written. It is possible to come across many treatises written on various subjects in books or magazines that are collected in manuscript libraries. The authors of a significant portion of these books or magazines are unknown, and the authors of most of the different works in them are also unknown. Within this tradition, which also has an anonymous character, there are also magazines where the name of the author can be deduced through clues. The subject of this study is such a magazine and the author of the treatises in it. The magazine, which includes treatises written by a judge named Muhammed bin Şaban in the late 16th century, contains many treatises written on various subjects. This author, about whom no information has been obtained from any source until now, and only some information provided by him in his works, is introduced for the first time with this study. The treatises written by this judge, who is seen as quite knowledgeable and equipped in his works, are new pearls added to the rich treasury of Turkish literature. These pearls contain new and lively colors, different and sweet sounds. With the introduction of the collection, which includes treatises on different subjects such as jurisprudence, Sufism, Tafsir, literature, and history, an untouched author has been brought to the agenda. The presentation of treatises on different subjects in this collection will attract the attention of those interested in those subjects and may lead to the recognition and examination of important subjects that have not yet been addressed and examined.

Key Words: Muhammad bin Şaban, magazine, treatise, judge, author.

CLINCHING İŞLEMİ ÖN ISITMA SÜRECİ İÇİN YENİ BİR SİSTEM

Mustafa SOYLAK

Doç. Dr., Erciyes Universitesi, Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi
ORCID ID: 0000-0002-5617-5913

Ali YENİEL

Erciyes Universitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü

ORCID ID: 0000-0003-1219-7720

ÖZET

Clinching yöntemi, metal işleme ve imalat sektörlerinde metal levhaları ilave bağlantı elemanı olmadan birleştirmek için kullanılan bir yöntemdir. Genellikle kaynak, perçinleme veya vidalama gibi yöntemlere alternatif olarak değerlendirilir. İşlem hızı ve verimlilik, düşük maliyet, malzeme bütünlüğü, çevresel ve güvenlik faktörleri, geri dönüşüm ve yeniden işleme, estetik ve yüzey kalitesi gibi üstün özellikleri konunun önemini göstermektedir. Tüm bu özellikleri ile sistemin yaygın kullanımı gerçekleşmektedir. Bu teknolojinin kullanımında yaşanılan zorluklardan birisi işleme tabi tutulacak parçanın kalınlığı ve sertliği gibi işlemi zorlaştıran özellikleridir. Malzemenin ön hazırlığa tabi tutulması gereken durumlar bulunmaktadır. Bu çalışmada, Clinching işlemi yaparken malzemelerin birbirlerine daha kolay ve daha kuvvetli bir bağ oluşturması için uygulanan ısıtma işlemlerinin incelenmesi yapılmıştır. Tamamen özgün, yeni bir sistem tasarımı ve sistemin kazançları sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: Clinching, Isıl İşlem, Ön Isıtma, Mukavemet, Bölgesel Isıtma

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FDK-2025-14266 kod' lu proje kapsamında desteklenmektedir.

A NOVEL SYSTEM FOR PREHEATING IN THE CLINCHING PROCESS

ABSTRACT

The clinching process is a joining technique widely employed in the metalworking and manufacturing industries to connect metal sheets without the use of additional fasteners. It is commonly regarded as an alternative to conventional joining methods such as welding, riveting, and screwing. The advantages it offers—such as high process speed and efficiency, low cost, preservation of material integrity, favorable environmental and safety aspects, recyclability and reworkability, as well as superior aesthetics and surface quality—underscore the significance of this method. With all these features, the system is widely used. One of the difficulties experienced in the use of this technology is the thickness and hardness of the part to be processed, which make the process difficult. There are situations where the material must be subjected to preliminary preparation. In this study, heating procedures applied during the clinching process to enhance the bonding strength between materials are examined. Additionally, a novel and entirely original system design is proposed. The gains and improvements achieved through the implementation of the developed system are presented and discussed.

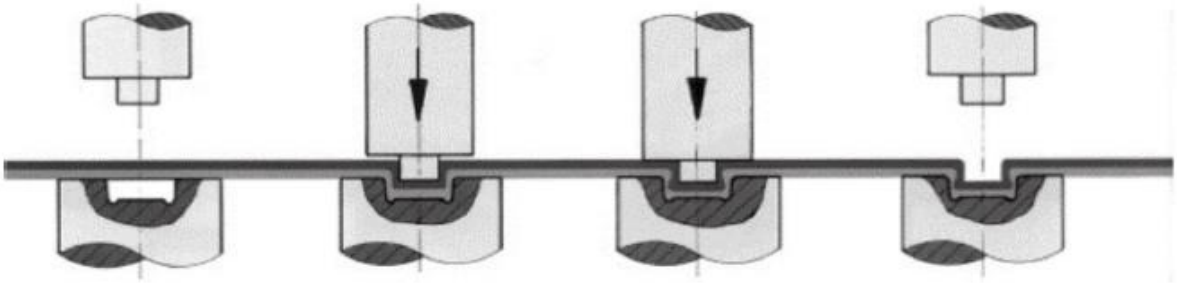
This study is supported by Erciyes University Scientific Research Projects Unit within the scope of project code FDK-2025-14266.

Keywords: Clinching, Heat Treatment, Preheating, Mechanical Strength, Localized Heating

GİRİŞ

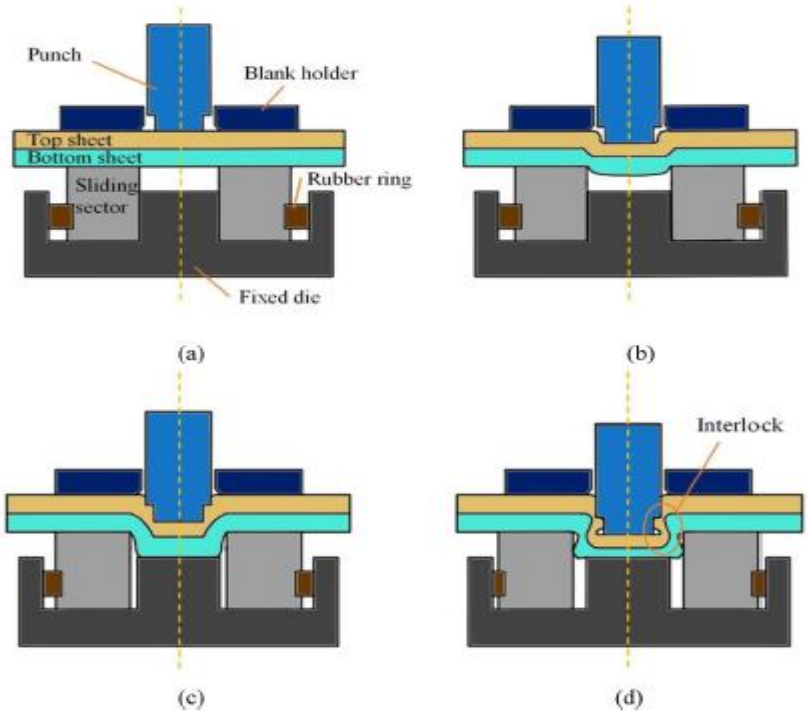
Malzemelerin bağlantısına yönelik teknolojiler son yıllarda hızla gelişmektedir. Bağlantı yöntemlerinden birisi de clinching yöntemidir. Clinching yöntemi, ilave bağlantı elemanı olmadan metal ve/veya metal olmayan levhaları birleştirmek için kullanılan bir tekniktir. Clinching yöntemi, özellikle metal işleme ve imalat sektörlerinde kullanılan bir tekniktir. Kaynak, perçinleme veya vidalama gibi yöntemlere alternatif olarak

değerlendirilir. Ayrıca clinching yönteminin; işlem hızı, verimlilik, düşük maliyet, malzeme bütünlüğü, çevresel ve güvenlik faktörleri, geri dönüşüm ve yeniden işleme, estetik kazanımlar ve yüksek yüzey kalitesi gibi önemli katkıları bulunmaktadır. Clinching yönteminin sağlıklı şekilde gerçekleştirilebilmesi için birçok parametrenin eş zamanlı olarak optimize edilmesi gerekmektedir. Bu parametreler; bağlantı kalıp formları, malzeme, uygulama kuvvetleri, vb. şeklinde özetlenebilir. Konu hakkında bir çalışma gerçekleştiren Franka, M. ve ark. (2024); Al 3003 malzeme kullanarak farklı clinching uygulamaları gerçekleştirmişlerdir. Bağlantı, kesme mukavemeti testine ve dayanıklılık testine tabi tutularak ve deforme olmuş duvarların kalınlığı mikroskop altında kontrol edilerek incelenmiştir. Sonuç olarak; farklı takım şekilleriyle yapılan testler ve çalışmalar göstermiştir ki; silindirik yüzeylerde daha iyi perçinleme yapılmaktadır. Çalışma kapsamında sonuca ulaşmak için farklı şekilli kalıplar denenmiş ve mukavemetler ölçülmüştür (Şekil 1).



Şekil 1. Clinching uygulaması (Franka, M. ve ark., 2024)

Zhang ve Chen (2022) çalışmalarında çift katmanlı Al5052 levhaların kademeli zımba ile birleştirilmesinde clinching işlemini deneysel olarak incelemişlerdir, **şekillendirme** kuvvetlerinin kademeli zımba kullanılarak perçinlenen bağlantıların birleştirme kalitesi üzerindeki etkisini deneysel yöntemler kullanılarak araştırmışlardır. Farklı şekillendirme kuvvetlerinde yuvarlak zımba ve kademeli zımba ile üretilen clinching uygulanmış bağlantılar karşılaştırılmıştır. Bağlantıların şekillendirilebilirliği ve güvenilirliği geometrik parametre, hata modu, mekanik karakteristik ve enerji emilimi açısından kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiştir. Yuvarlak zımba ile oluşturulan perçinli bağlantıların karşılaştırılmasından, kademeli zımba kullanımının daha yüksek boyun kalınlığına sahip bağlantılar oluşturmak için anlamlı olduğu sonucuna varmışlar. Aynı şekillendirme kuvvetinde, kademeli zımba ile oluşturulan bağlantıların çekme ve kesme mukavemetindeki maksimum artış sırasıyla %26,1 ve %59,2 olduğunu tespit etmişler (Şekil 2).



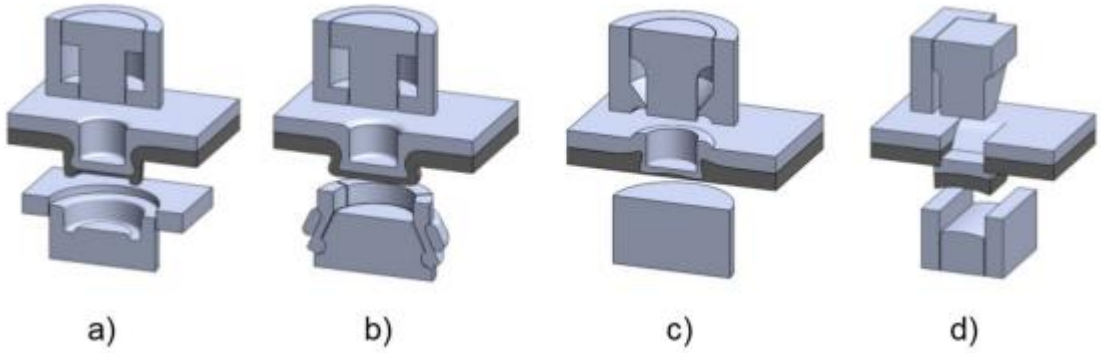
Şekil 2. Kademeli zımba ile perçinleme işleminin prosedürü: a) konumlandırma, b) ekstrüzyon, c) deformasyon ve d) kilitleme (Zang ve Chan, 2022)

Çetkin (2010) çalışmasında, clinching yöntemiyle ile oluşturulan bağlantıların mekanik özelliklerini incelemiştir. İşlemde özellikle otomotiv endüstrisinde kullanılan galvanizli (St1314) çelik ve Alüminyum(Al5754) plakalar seçilmiştir. Numunelere, sırasıyla TS EN ISO 14270 ve TS EN ISO 14273 standardına uygun mukavemet ölçüm deneyleri uygulanmıştır. Farklı yerleşim sırası ve farklı plaka kalınlıklarının etkilerini incelemek için mikroskobik analizler uygulanmıştır. Üstte galvanizli çelik altta alüminyum levhadan oluşan kombinasyonun dayanımı tam tersi kombinasyondan yaklaşık iki kat daha büyük tespit edilmiştir. Büyük değerdeki plaka kalınlığı oranlarının, kırılma ve ayrılmalara neden olduğu gözlemlenmiştir. Toplam sac kalınlığına oranla üst sacın ince seçilmesi kırılmaya, toplam sac kalınlığına oranla alt sacın ince seçilmesi bağlantı zayıflığına, düşük sünekliğe sahip yüksek dayanımlı çeliğin üstte olduğunda kırılmaların oluşmasına sebep olduğunu belirlemişlerdir. Alt sacın üst saca nazaran daha dayanımlı bir malzemeden seçildiği hallerde birleşme sırasında üst saçta kırılmaya yatkınlık gözlemlemişlerdir.

Bilal ve ark. (2016) çalışmalarında, clinching bağlantıların performanslarını etkileyen en önemli parametrenin kilit mesafesi olduğu ve bu parametreninde zımba ve matris tasarımlarından etkilendiği sonucuna ulaşmışlardır.

Clinching tekniği, kaynak yapılması zor veya imkânsız olan alternatif malzemelerin gittikçe artan bir şekilde kullanılması nedeniyle geleneksel punta kaynağına karşı güçlü bir alternatif haline gelmiştir.

Han ve Hu (2024) çalışmalarında, kompozitlerin ve alüminyum alaşımlarının birleştirilmesi için çeşitli yöntemleri teknolojik gelişme açısından üç geniş kategoriye göre ayrıntılı olarak açıklamışlardır. Mevcut teknolojileri inceleyerek, kompozit alüminyum bağlantılarının gelecekteki gelişimi için takım tasarımı, süreç analizi ve bağlantı kalitesinin artırılması yönlerini kapsayan ileriye dönük bir perspektif sunmuşlardır. Çalışmaları, carbon fiber-reinforced polymer (CFRP) ve alüminyumun perçinlenmesine ilişkin mevcut araştırmalara genel bir bakış sağlamakta ve perçinleme işlemlerinin daha da geliştirilmesi için bir referans görevi görmektedir. Alüminyum alaşımı ve CFRP için pratik üretime uyarlanabilen çok yönlü bir birleştirme yönteminin gerekliliği vurgulanmıştır.



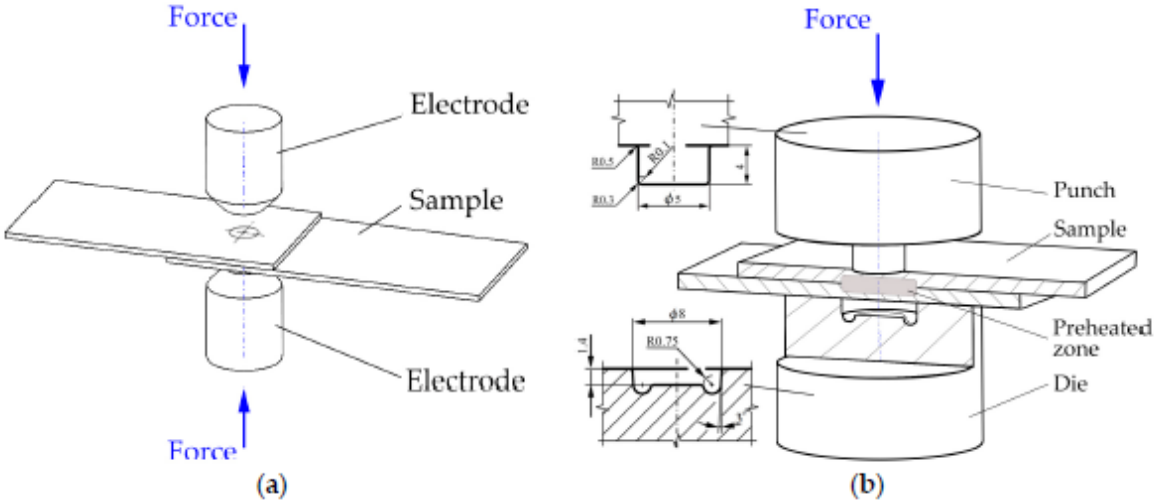
Şekil 3. Tek aşamalı perçinlemenin şematik gösterimi. (a) Sert bir kalıp kullanarak kesme olmadan perçinleme; (b) bir açma kalıbı kullanarak kesme olmadan perçinleme; (c) düz bir kalıp kullanarak kesme olmadan perçinleme; (d) bir açma kalıbı kullanarak kesme ile perçinleme (Han ve Hu, 2024)

Clinching işleminin üstün yönlerini geliştirme amacı ile çok sayıda bilimsel çalışma gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmanın ana motivasyonu ise özellikle kalın ve/veya sert metalik malzemelerin perçinlenmesi öncesinde yumuşatılması gerekliliğidir. Genel anlamda ısıl işlem, metal veya alaşımlara istenilen özellikleri kazandırmak amacıyla katı halde uygulanan kontrollü ısıtma ve soğutma işlemleri olarak tanımlanır. Uygulanacak olan homojen bir ısıl işlem iç gerilimleri azaltarak parçanın uniform yapısını desteklemektedir. Isıl işlem, parçaların işlenebilirliğini iyileştirmektedir. Bu, metalin işlenmesi, şekillendirilmesi ve işlenmiş parçaların uygun hale getirilmesini kolaylaştırmaktadır. Daha iyi işlenebilirlik, üretim süreçlerini optimize etmekte ve parçaların istenen şekil ve boyutlara daha hassas bir şekilde ulaşmasına yardımcı olmaktadır. Çalışmamız kapsamında ısıl işlemin bu özelliğinden faydalanılmaktadır.

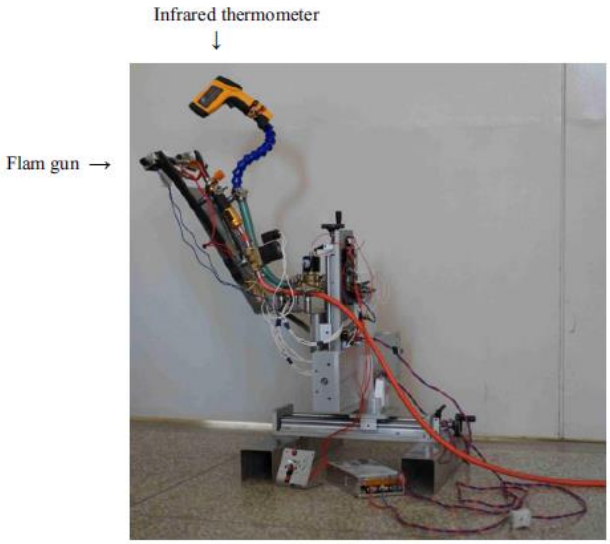
MEVCUT CLINCHING İÇİN ISITMA YÖNTEMLERİ

Džupon ve ark. (2023) çalışmalarında, punta kaynağı ile elde edilen lokal ön ısıtma ile clinching yaparak sonuçları incelediler. Perçinlenmiş bağlantı bölgesini mikro yapı dağılımı, taramalı elektron mikroskobu ve perçinlenmiş bağlantıdaki mikro sertlik ölçüm teknikleri ile analiz ettiler. Perçinlenmiş bağlantının malzemesinde hiçbir süreksizlik gözlemlenmedi (Şekil 4).



Şekil 4. Deneyler için numune hazırlama prosedürü: (a) kaynak elektrotları ile ön ısıtma (b) önceden ısıtılmış clinching alanı (Džupon ve ark.,2023)

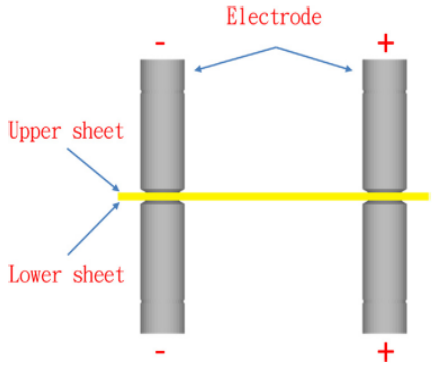
ZHANG ve ark. (2017) çalışmalarında, tavlama ve ani soğutmanın clinching uygulanmış titanyum alaşımlı bağlantıların mekanik performansları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Deneysel çalışmada çekme-kesme testleri gerçekleştirilmiştir. Tipik kırılma arayüzleri taramalı elektron mikroskobu ile analiz edilmiştir. Sonuçlar, su verme işleminin sıkıştırılmış titanyum alaşımı bağlantılarının çekme–kesme dayanımını ciddi şekilde azalttığını, ancak tavlama işleminin çekme–kesme dayanımını ve enerji absorpsiyonunu arttırdığını göstermiştir. Test edilen tüm bağlantı türlerinde, yorulma çatlakları her zaman üst sacın girinti bölgesine yakın oluşmuştur. Mikro yapı analizi, tavlama işlemiyle titanyumun sünekliğinin (plastisitesinin) artırıldığını göstermiştir (Şekil 5).



Şekil 5. Isıtma Platformu (ZHANG ve ark., 2017)

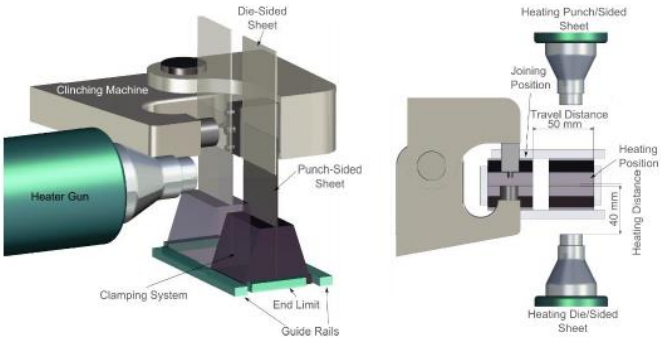
Chen ve ark., (2018) çalışmalarında, şekillendirme sistemi, ısıtma sistemi ve soğutma sistemini birleştiren sıcak damgalama clinching takımı geliştirdiler. Geleneksel bir ısıtma fırını direnç ısıtma teknolojisi ile değiştirdiler. Deneyler, sacın yüzey durumunun, sacın kalınlığının ve boyutunun direnç ısıtmasını etkilediğini

gösterdiler ve daha iyi birleştirme noktası koşulu elde etmek için soğutma sürecini kontrol etmenin önemli olduğu sonucuna vardılar (Şekil 6).



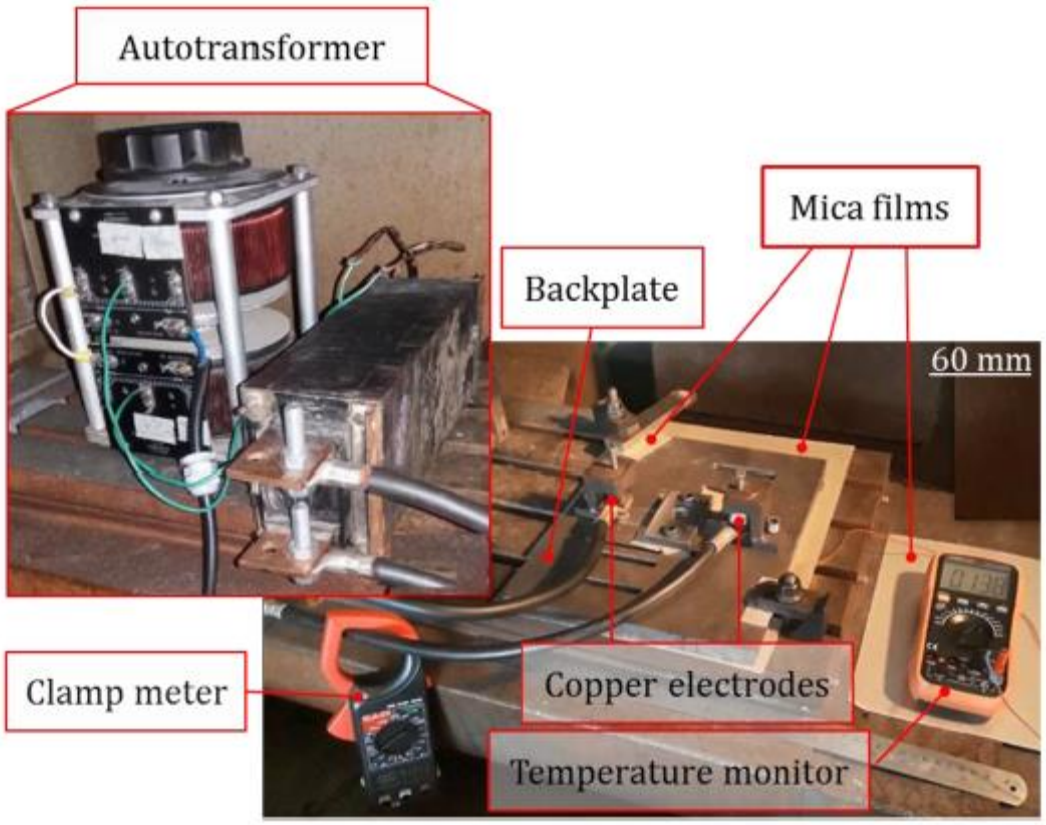
Şekil 6. Modelleme için direnç ısıtma sistemi (Chen ve ark., 2018)

Lambiase (2015) çalışmasında ön ısıtma ve takım geometrisi modifikasyonlarının eş zamanlı kullanımıyla malzeme akışının nasıl kontrol edilebileceğini analiz etmeyi amaçlamıştır. Bu amaçla, ısıl işlem uygulanabilen alüminyum alaşımı AA6082-T6'dan yapılmış ince saclar, genişletilebilir kalıplar kullanılarak clinching yoluyla birleştirildi. Birleştirme kuvveti, perçinleme takımları ve ön ısıtma koşulları değiştirildi. Proses koşullarının malzeme akışı ve perçinlenmiş bağlantıların mekanik davranışı üzerindeki etkisi araştırıldı. Isıtma koşullarının malzeme yapısını nasıl etkilediğini araştırmak için metalurjik analiz yapıldı. Elde edilen sonuçlara göre, uygun ön ısıtma koşullarının kullanılması, kırılmaları önlemeye, malzeme akışını iyileştirmeye ve sonuç olarak perçinlenmiş bağlantıların mekanik davranışını iyileştirmeye olanak tanıdığı sonucuna varıldı (Şekil 7).

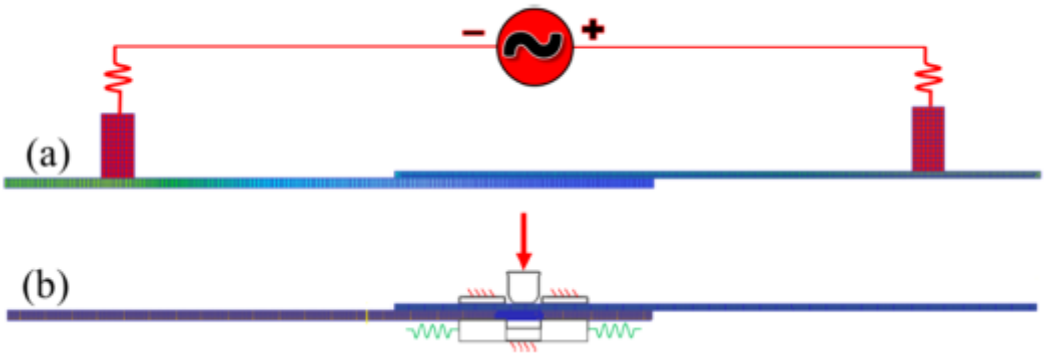


Şekil 7. Ön ısıtma ve tutuş pozisyonlarının düzeni (Lambiase, 2015)

Barimani-Varandi ve Aghchai (2020) çalışmalarında elektrik direnci ile ısıtma yaparak clinching işlemi yapmıştır. Çalışma sonucunca elektrik ile desteklenen ön ısıtma işleminin birleştirme mukavemetini % 32 oranında arttırdığını tespit etmişlerdir. Uygulamalarında sacın kendisi direnç rolü üstlenmiştir (Şekil 8-9).

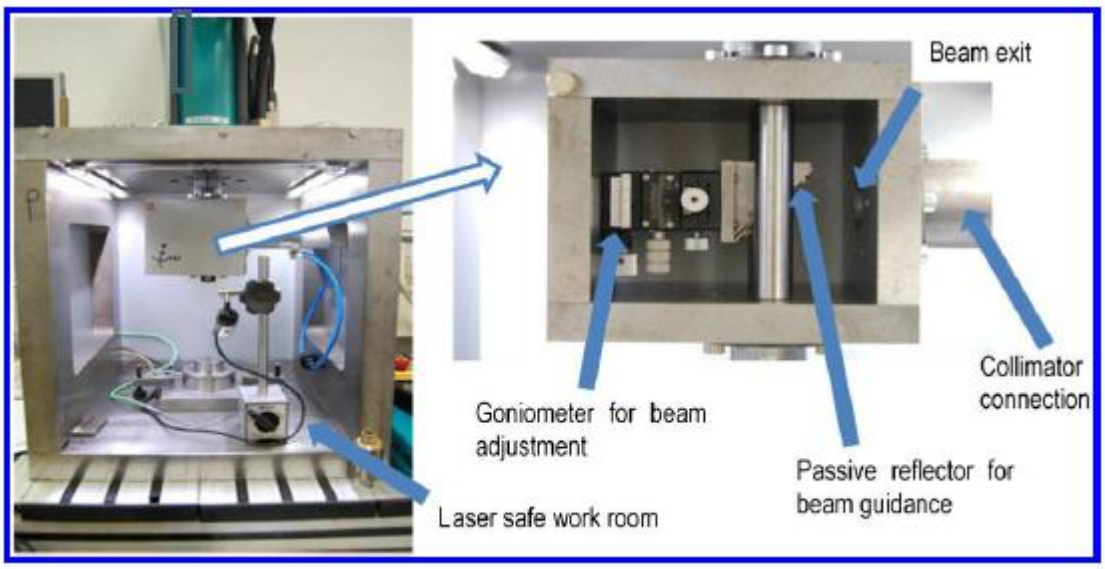


Şekil 8. Elektrikle desteklenmiş ekipman (Barimani-Varandi ve Aghchai, 2020)



Şekil 9. İki adımlı sayısal modelin şeması: (a) ön ısıtma işlemi, (b) clinching işlemi (Barimani-Varandi ve Aghchai, 2020)

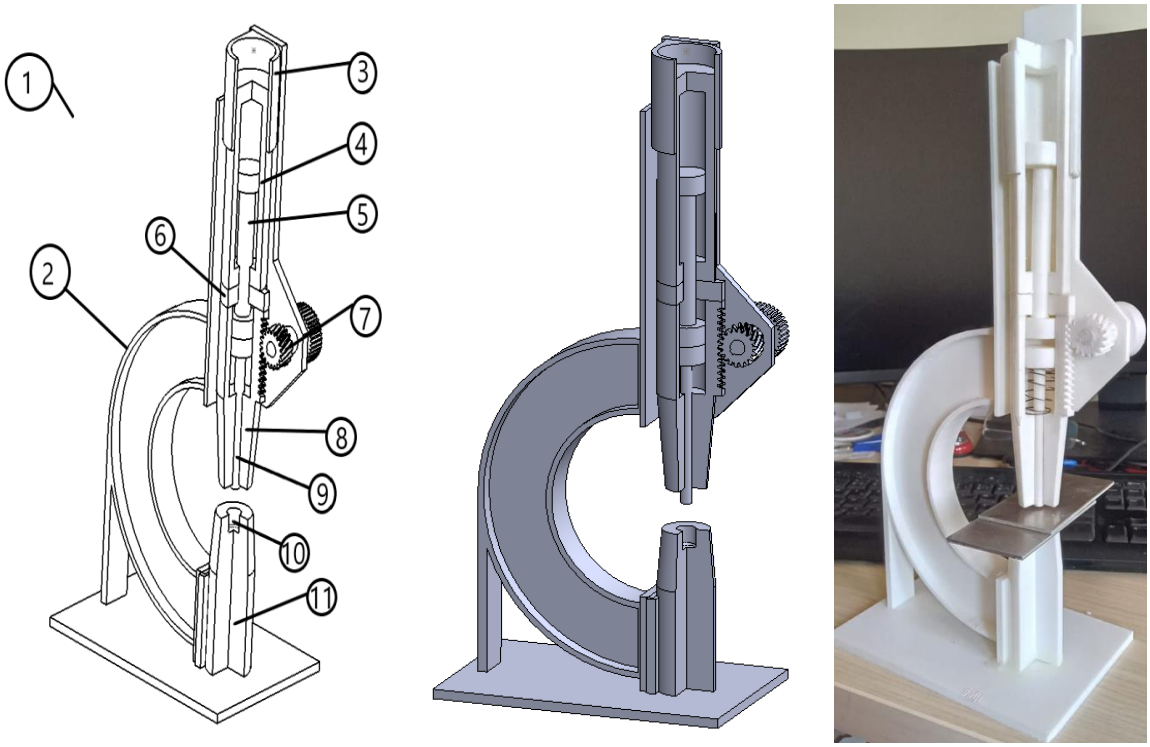
Reich ve ark.(2014) çalışmalarında clinching işlemi sırasında sacların birleşim yerinde lazerle lokal olarak ısıtma gerçekleştirmişler ve ısıtmanın lokal gerçekleşmesinin sağladığı katkılar açıklanmıştır (Şekil 10).



Şekil 10. Lazer destekli clinching ünitesi (Reich ve ark., 2014)

YÖNTEM

Farklı çözümler ile clinching işleminde işlem kolaylığı sağlamaya ve mukavemeti arttırmaya yönelik ısıtma uygulamaları birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Bu çalışmaların önemli bir kısmı giriş kısmında anlatılmıştır. Bu çalışmada konu ile ilgili çözüm sunan özgün bir sistem tasarımı yapılmış ve model üretimi gerçekleştirilmiştir (Şekil 11). Çalışmamızda kullanılan noktasal ısıtmalı clinching makinesi ile ilgili 26.12.2024 tarihli 2024.038.671 sayılı Erciyes Üniversitesi Yönetim Kurulu kararı ile patent başvurusu yapılmıştır.



Şekil 11. Noktasal Isıtmalı Clinching Makinesi

Geliştirilen sistemin (1) çalışma yapısı şu şekildedir; Ana gövde (2) üzerinde bulunan fonksiyonel komponentlerin ortak çalışması ile sac malzemeler arasında şekil bağı oluşturmaktadır. Üst kısımda bulunan kızaklama ünitesi (3) ile noktasal ısıtmalı perçinleme sisteminin üst komponentlerinin lineer hareketini

gerçekleştirmektedir. Lineer hareket için ana tahrik iletici olan dişli mekanizması (7) ile üst kısımda bulunan bakır elektrod (8) ve bağlı elemanları aşağı ve yukarı yönde hareket etmektedir. Aşağı kısımda bulunan bakır elektrod (11) üzerinde dişi kalıp parçası bulunmaktadır. Farklı kutuplanmış bu İki elektrod arasına yerleştirilen ve clinching uygulanacak metal sac malzemelerin elektrodların aradaki sac malzemeler üzerinde kısa devre oluşturması sonucunda elektrod çapları ile sınırlı bir alanda noktasal bir ısıtma gerçekleşmektedir. Bu ısınma gerçekleştiği anda clinching işlemi yapılabilir ısıya ulaşılmış olmaktadır. Böylece üst kısım hidrolik silindiri (4) içinde bulunan piston mekanizması (5) aşağı yönde hareket ederek clinching punch elemanını (5) birleştirilecek malzemelere baskı uygulayacak şekilde ileri itmektedir. Üst elektrod (9) üzerine uygulanan elektrik akımının üst sisteme geçmemesi için üst elektrod (9) ile hidrolik silindir (4) arasına izolasyon sağlayıcı malzemeden imal edilmiş bir ara elektrik izolasyon komponenti (6) yerleştirilmektedir. Çalışmanın tek merkezli olması ve kompakt yapısı sayesinde transfer işlemi olmadan aynı makine yapısı içinde ısıtma ve kenetleme işlemi gerçekleşmektedir. Düşüm maliyeti ile seri üretime uygun olacak olan makinenin sac malzemelere uygulayacağı kuvvet ve termal değerler tamamen ayarlanabilir bir yapıya sahiptir.

SONUÇLAR:

Çalışma kapsamında clinching uygulaması yapılırken özellikle alaşımlı ve kalın malzemelerin işlenmesinde karşılaşılan zorlukların üstesinden gelmek için ön ısıtma sürecinin gerçekleştirilmesine yönelik özgün bir elektromekanik sistem geliştirilmiştir. Geliştirilen sistem sayesinde;

1. Tek merkezde ısıtma ve bağlantı oluşumu sağlanmıştır
2. Bağlantı kalitesinin yüksek olması sağlanmıştır
3. Kalıp değişimi yapılabilmesi sayesinde farklı kalıpların uygulaması yapılabilmektedir.
4. Düşük arıza oranı ile uzun ömürlü bir çalışma sistemi geliştirilmiştir.
5. Operatörden bağımsız kalite elde edilebilmektedir.
6. Sadece işlem esnasında elektrik tüketimi olacağı ve bu işlemin lokal gerçekleşeceği için tüketim azalmaktadır.

REFERANSLAR:

Franka, M.,et al. (2024). Analysis of the influence of forming tool geometry on clinching joint for cylindrical surfaces. *Engineering Science and Technology, an International Journal*, *51*, 101656.

Zhang, X., & Chen, C. (2022). Experimental investigation of joining aluminum alloy sheets by stepped mechanical clinching. *Journal of Materials Research and Technology*, *19*, 566-577.

Çetkin, A. (2010). Otomotiv endüstrisinde kullanılan galvanizli çelik-alüminyum sac form punta bağlantılarının mekanik özelliklerinin araştırılması. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*, *7*(4), 25-38.

Bilal, H., İkiz, T. C., & Öztürk, F. (2016). KLINÇ BAĞLANTILARININ SONLU ELEMANLAR ANALİZLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ. 8.Otomotiv Teknolojileri Kongresi.

Han, D., & Hu, C. (2024). Clinching of Carbon Fiber-Reinforced Composite and Aluminum Alloy. *Metals*, *14*(6), 681.

DŽUPON, Miroslav, et al. Clinching of high-strength steel sheets with local preheating. *Applied Sciences*, 2023, 13.13: 7790.

ZHANG, Yue, et al. Influence of heat treatment on mechanical properties of clinched joints in titanium alloy sheets. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2017, 91: 3349-3361.

CHEN, Li-Wei; CAI, Ming-Jhe. Development of a hot stamping clinching tool. *Journal of Manufacturing Processes*, 2018, 34: 650-658.

LAMBIASE, F. Clinch joining of heat-treatable aluminum AA6082-T6 alloy under warm conditions. *Journal of Materials Processing Technology*, 2015, 225: 421-432.

BARIMANI-VARANDI, A.; AGHCHAI, A. J. J. M. Electrically-assisted mechanical clinching of AA6061-T6 aluminum to galvanized DP590 steel: effect of geometrical features on material flow and mechanical strength. Mech Ind 21 (5): 529 [online]. 2020.

REICH, M., et al. Short-time heat treatment of press hardened steel for laser assisted clinching. *Materials Science and Technology*, 2014, 30.11: 1287-1296.

MERKEZİ TAHRİK MEKANİZMALI YAPAY KASLARLA ÇALIŞAN İNSANSI EL TASARIMI

Mustafa SOYLAK

Doç.Dr., Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Erciyes Universitesi, 38039, Kayseri, Türkiye; ORCID ID: 0000-0002-5617-5913

ÖZET

İnsansı robotlar, insana ait özellikleri rehber alacak şekilde gerçekleştirilen robotik çalışmaların neticesidir. Bu çalışmalar her geçen gün ilerleme gösteren bir araştırma alanı olup, konuyu bir bütün olarak ele aldığımızda gerçekleştirilen çalışmaların önemli kısmı el konusunda yapılmaktadır. El konusunun bu derece önemli olmasının sebebi sahip olduğu üst düzey algılama ve hareket özellikleridir. Mevcut durumda gerçekleştirilen tüm el çalışmalarında temel hedef gerek şekil, gerekse algılama özellikleri bakımından insan eli yapısına en yakın sonuca sahip robotik sistemin oluşturulmasıdır. Bu çalışma da bu amaca yöneliktir. Bu çalışma kapsamında insan eli yapısına en yakın protez el uygulaması hedefine katkı sağlayacak bir merkezi güç ünitesi ve kontrol elemanları sunulmaktadır. İnsan fizyolojisinde beyin tarafından istenen el hareketlerine karşılık kaslara değişken elektrik sinyalleri gönderilmekte, bu sinyaller sonucu kaslar uzayıp kısalarak (boyutsal değişim göstererek) istenen hareketlerin oluşmasını sağlamaktadırlar. İstenen harekete karşılık beyin tarafından üretilen Elektronöromiyografi (EMG) sinyalleri örneklenerek, fiziksel model üzerinde bulunan mikro yapıda sistemler vasıtası ile komutları işleyecek ve harekete dönüştürecek yapısal çözüm bu çalışmada sunulmuştur. Önerilen tasarımın avantajları karşılaştırmalı olarak tespit edilmiştir. Geliştirilen tasarımın bir sonraki aşamada sağlık sektöründe (elini kaybetmiş insanlar üzerinde) ve/veya bir başka insansı robotun yapısında kullanılabilirliği tartışılmıştır. Çalışmamızda sunulan tasarımın insansı robotlarda kullanımı; üretim, bakım ve savunma sanayisinde önemli bir aşamanın gerçekleştirilmesini sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Robotik el, Yapay Kas, Pnömatik, EMG, İnsansı el.

Bu çalışma Erciyes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FDK-2025-14266 kod' lu proje kapsamında desteklenmektedir.

DESIGN OF A HUMANOID HAND OPERATED BY CENTRAL DRIVE MECHANISM ARTIFICIAL MUSCLES

ABSTRACT

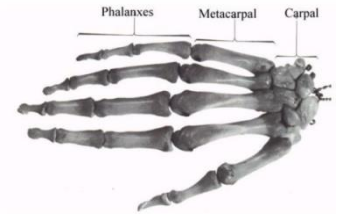
Humanoid robots are the result of robotic studies that are conducted taking human characteristics as a guide. These studies are an advancing research field every day and a significant portion of the work is done on the hand when we consider the subject as a whole. The reason why the hand is so important is the advanced sensory and movement features it possesses. The main goal in all current hand studies is to create a robotic system that is closest to the human hand in terms of both shape and perception features. This study is also aimed at this goal. In this study, a central power unit and control elements that will contribute to the application of a prosthetic hand closest to the human hand structure are presented. In human physiology, variable electrical signals are sent to muscles in response to desired hand movements requested by the brain, and as a result of these signals, muscles lengthen and shorten (showing dimensional changes) to enable the desired movements to occur. Electromyography (EMG) signals generated by the brain for the desired movement are sampled and a structural solution that will process and convert the commands through systems in the microstructure on the physical model into motion is presented in this study. The advantages of the proposed design have been identified comparatively. The usability of the developed design in the health sector (on people who have lost their hands) and/or in the structure of another humanoid robot in the next stage has been discussed. The use of the design presented in our study in humanoid robots will enable the realization of an important stage in the manufacturing, maintenance, and defense industries.

Keywords: Robotic Hand, Artificial Muscle, Pneumatic, EMG, Humanoid Hand

This study is supported by Erciyes University Scientific Research Projects Unit within the scope of project code FDK-2025-14266.

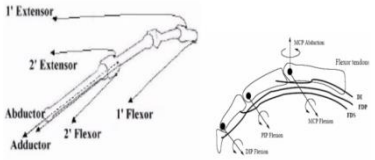
GİRİŞ:

İnsansı robotik el çalışmalarının temel hedefi; insan özelliklerine en yakın robotik bir el geliştirmektir. İnsan eline ait ölçüm değerlerinin ortalamasının tespitine yönelik çok sayıda bilimsel araştırma yapılmış olup, net sayısal veriler literatürdeki bu çalışmalardan, seçilen örnek model baz alınmak sureti ile tanımlı hale getirilmiştir (Balakrishnan, 2008; Buchholz vd, 1992, Chuang vd, 1997; Dewanngan vd, 2008a; Dewanngan vd 2008b; Fernandez vd, 1992; Hsiao vd, 2005). İnsansı bir robotik el fiziksel özellikleri ile (renk, ebat, ağırlık, hacim, vb.) ve hareket ve algılama kabiliyetleri ile (ısı, sertlik, yumuşaklık, vb.) insan yapısına yakın değerler taşımalıdır (Şekil.1).



Şekil.1 İnsan eli kemik yapısı

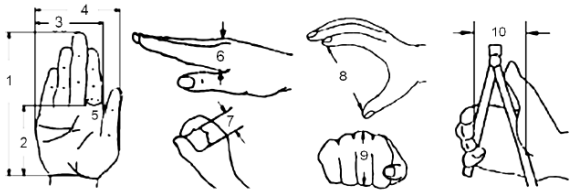
Fiziksel olarak normal bir insan elinde bulunması gereken kemik yapısı Şekil1.'de verilmiştir. Bu yapı üzerinde Carpal bilek hareketleri, Metacarpal ve Phalanxes kısımları ise parmak hareketlerinin gerçekleştiği kısımlardır. İnsan eli modelinde gerekli hareketlerin gerçekleştirilmesi için kullanılan hareket iletim mekanizması Şekil 2.' de verilmiştir. Bu sistemde tendon yapı ile merkezi hareket istenen noktalara iletilmiştir.



Şekil.2 İnsan eli hareket iletim mekanizması (tendon yapısı)

Mevcut çalışmalarda gerçekleştirilen bir el çalışması incelenirken; insan eline olan benzerliği ve kabiliyetleri temel inceleme özelliği olarak karşımıza çıkmaktadır. İnsan elinde olan özelliklerden bazıları ve bu özelliklerin mekanik sistemlere aktarılırken gerçekleşen faklı yaklaşımlar şunlardır;

Antropometrik ölçüm verileri ISO 7250 (1996), ISO 15535 (2003), TS EN 547-3+A1 (2009) standartlarında verilmiştir. Bu standartlara göre geliştirilecek el çalışmasında incelenecek hedef veriler;



Şekil3. İncelemede hedef değerler ve Ölçüm Noktaları

İnsansı bir robotik el için boyutsal hedef değerler şunlardır;

1.El toplam uzunluğu=195 mm,

2. El ayasının uzunluğu=110 mm,

3.El ayasının genişliği=90mm,

4. Elin genişliği=105mm,

5. İşaret parmağı genişliği=23mm,

6. El ayası kalınlığı=33mm,

7. Elin kavrama çapı=36mm,

8. Elin maksimum tutma çapı=90mm,

9. Yumruk yüksekliği=65mm,

10. Elin maksimum kavrama çapı=80mm. Bu değerler literatürde belirlenmiş olan tarım sektöründe çalışan erkek bir işçiye ait el boyutlarıdır. Aynı zamanda insansı bir elin algılama özelliklerinin üst seviyede olması beklenmektedir. İnsansı bir robotik elden beklenen hareketler ise şunlardır;

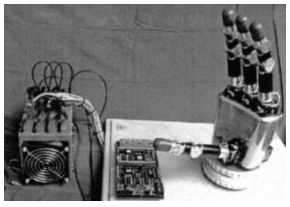
1. Küresel yapıda bir objeyi tutup, bırakma.
2. Prizmatik bir parçayı tutup, bırakma.
3. Para şeklinde ince yapıda bir malzemeyi tutup, bırakma.
4. Bardak ve ampul şeklinde hassas ve kırılgan malzemeleri tutup, bırakma.
5. Tutmakta olduğu objeye ait ısı, uygulama basıncı, konum değişim hızları verilerini alma ve kayıt etme özelliği.

Şekil 2.' de verilen sistemde kas gerilmeleri sonucu kol bölgesinde oluşan hareket, tendon adı verilen yapılar vasıtası ile parmak üzerinde istenilen kısma tanımlı hareketi gerçekleştirecek şekilde iletilmektedir. Bu iletim sitemini aynen örnek alan robot el uygulamaları bulunmaktadır. F.Lotti ve G. Vassura yaptıkları çalışmada (Lotti vd, 2002) Şekil 4' te verilen parmak yapısını geliştirmişlerdir. Bu uygulamada servo bir sistemle çekilen tendonların parmak hareketlerini oluşturması gerçekleştirilmiştir. Önerilen çalışmada tüm eklem hareketleri eklemin bulunduğu yerde ve özel olarak üretilecek iş elemanları ile gerçekleştirilecektir.



Şekil4. Parmak Yapısı Prototip Uygulama

Protez amaçlı el çalışmaları fiziksel yapıları itibarı ile kol ile birlikte çalışan ve tek başına çalışan eller olmak üzere iki ana grup altında incelenir. Kol ile birlikte çalışan ellerde tüm fonksiyonel komponentlerin kısıtlı bir yerleşim alanına sahip olan el üzerinde bulunma zorunluluğu yok iken, tek başına çalışan ellerde ise böyle bir zorunluluk bulunmaktadır (Biagiotti vd 2002). Şekil 5.' te koldan bağımsız olarak çalışan el sistemlerine DLR-eli (Butterfas vd 1998, 2001) örnek olarak verilmiştir. Şekil.6 'da ise kol ile birlikte çalışan el sistemlerine UTAH/MIT (Jacobsen, 1986) eli örnek olarak gösterilmiştir.



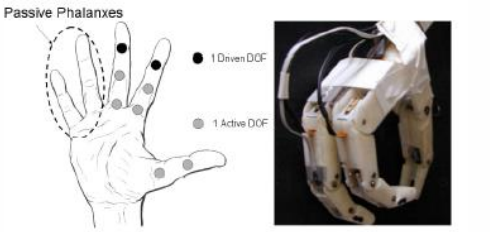
Şekil 5. Koldan bağımsız çalışan el örneği (DLR eli)



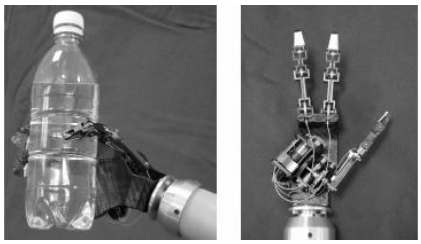
Şekil 6. Kol ile birlikte çalışan el örneği (UTAH/MIT eli)

Fiziksel yapı itibarı ile protez el çalışmasının koldan bağımsız çalışabilmesinin olumlu yanlarının yanı sıra olumsuz yanları da bulunmaktadır. Olumludur, çünkü; aynı elin farklı kollar ile çalışması mümkündür, kol sisteminden bağımsız olarak hareket gerçekleşmektedir. Olumsuzdur, çünkü; dar bir yerleşim alanında istenilen tüm komponentlerin yerleşiminin sağlanamaması sonucu insan eli ebatlarından uzaklaşılmakta, sistem büyümektedir. Böyle bir elin protez uygulamasında kullanımı farklı problemleri de beraberinde getirmektedir.

Aynı zamanda el üzerinde bulunan parmak sayısı da farklılıkları tespit etmede kullanılabilecek önemli bir özelliktir. Şekil 5. ve Şekil 6.‘ da gösterilmiş olan her iki el 4 parmaklı yapıdadır. Bu şekilde insanlarda olduğu gibi 5 parmaklı yapıya sahip olmamalarının temel sebebi insan eli üzerinde iki parmağın (serçe parmağı ve yüzük parmağı) pasif görev üstlenmeleridir. İmalat ve kontrol aşamalarında işlemleri kolaylaştırmak için bu iki parmak tamamen ya da bir tanesi olmadan geliştirilen el çalışmaları da mevcuttur.



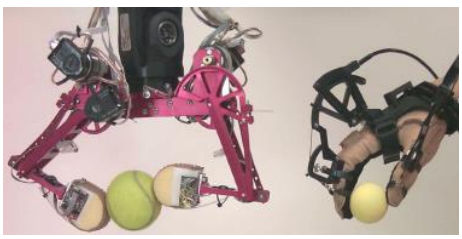
Şekil 7. Wearable hand (3 parmak)



Şekil 8. RTRII protez eli (3 Parmak)

3 parmaklı el sistemleri için Şekil 7.’ de Wearable eli (Carrozza, 2001) ve Şekil 8.’ de RTRII protez eli örnek olarak verilmişlerdir.

İnsan eli üzerinde en fazla rol üstlenen baş parmak ve ona yardımcı bir parmaktan oluşan iki parmaklı sistemlerde mevcuttur. Şekil.9’ da 2 parmaklı el sistemleri için örnek uygulama verilmiştir.

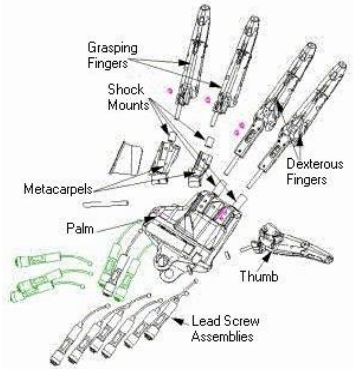


Şekil 9. Akıllı robot eli (2 parmak)

Ancak insansı olma özellikleri içerisinde sadece fonksiyonel özellikler değil aynı zamanda şekilsel özelliklerinde insan yapısına uyması gerekliliği olduğuna göre bu sistemlere insansı el sistemleri demek son derece zordur. Bu aşamada şunu da belirtmek lazım ki; bir robotik el uygulamasında insansı özelliklerin ne derece bulunduğunun tespiti için hem görsel, hem de fonksiyonel özelliklerinin birlikte ele alınması gerekmektedir. Bu çalışmalarda kullanılan ellerin protez amaçlı kullanımı düşünüldüğünde şekil olarak benzerlik aranma sebebi net olarak ortaya çıkmaktadır. Sadece şekil itibarı ile insan elinin özelliklerinin bir el üzerinde bulunması tek başına yetersizdir, aynı şekilde fonksiyonel olarakta insan elinin özelliklerine sahip olmalıdır.

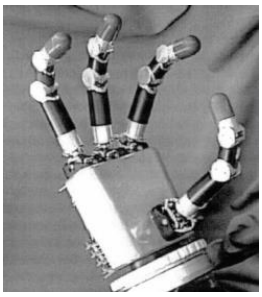
Robot el uygulamaları için farklı hareket iletim mekanizmaları geliştirilmiştir. İnsansı olma kriteri altında bu mekanizmalardan önemli olanları şunlardır;

ROBONAUT ELİ: NASA tarafından 1999 senesinde geliştirilmiştir. Tahrik elektrik motorlarından sağlanmakta ve sonsuz vida- bilyalı yatak mekanizması ile hareket iletimi sağlanmaktadır. Tüm motor ve sürücüleri el üzerinde bulunmaktadır (Lovchik, 1999; Ambrose, 2000) (Şekil 10).

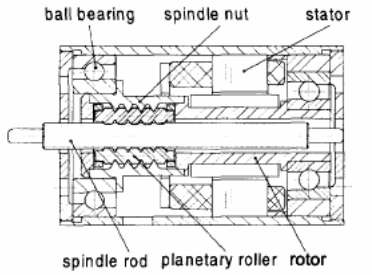


Şekil 10. Robonaut eli fiziksel yapısı

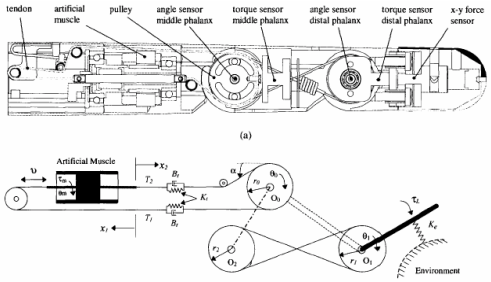
DLR ELİ: Sonsuz vida-bilyalı yatak mekanizması ve DC motorlar kullanılarak hareket sağlanmaktadır. Tahrik mekanizmasının daha az yer kaplaması için özel bir sistem geliştirilmiş olup, sistem Şekil 11.' de gösterilmiştir. Bu sistem ile rotor mili stator içinde dönmesi esnasında aynı zamanda bağlı olduğu bilyalı yatak sebebi ile lineer hareket oluşturmaktadır. Bu hareket tendon görevi yapan tellerin ileri geri hareketlerini oluşturmakta, bu hareket kayış kasnak mekanizmaları vasıtası ile mafsal noktalarında dönme hareketine çevrilmektedir (Butterfas,1998, 2001). DLR elinde kullanılan hareket iletim mekanizması Şekil 12. ve Şekil 13. ' te verilmiştir.



Şekil 11. DLR eli fiziksel yapısı

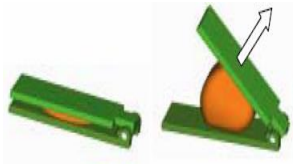


Şekil 12. DLR eli tahrik mekanizması (motor+bilyalı yatak)



Şekil 13. DLR eli hareket iletim sistemi mekanik yapısı

ULTRALIGHT EL: Bu el çalışmasında robotik el çalışmalarında son derece önemli bir gereklilik olan hafiflik ve ebat problemlerinin aşılmasına yönelik olarak akışkan ile hareket iletiminin sağlandığı bir iletim sistemi kullanılmıştır (Schulz,2001). Bu sistem Şekil 14.' te gösterilmiş olup, Ultralight elin genel gösterimi ise Şekil 15' te verilmiştir. Tahrik ünitesi ve kumanda valfleri el ayası kısmında bulunmaktadır. Mantık olarak önerilen sisteme benzeyen bir sistemdir. Ancak, önerilen çalışmada iş elemanları ve tahrik sistemi tamamen özgün olacaktır.

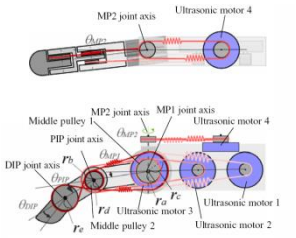


Şekil 14. Ultralight el hareket mekanizması

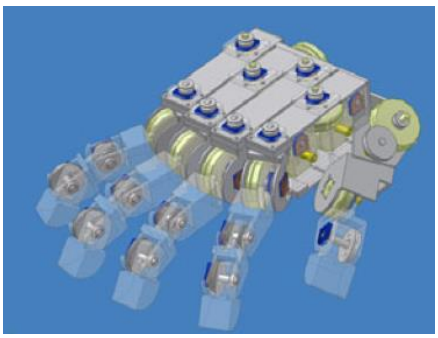


Şekil 15. Ultralight el

ULTRASONİK MOTORLA ÇALIŞAN EL: Bu el sistemine güç kaynağı olarak ultrasonik motorlar kullanılmış ve metal teller ile bu teller üzerinde bulunan elastik elemanlar vasıtası ile hareketin iletimi sağlanmıştır. Ultrasonik motorların kullanım sebebi son derece küçük yapıda olmalarına rağmen yüksek torklar elde edilebilmesidir (Yamano,2003). Bu sistemde kullanılan ultrasonik motorların çapı 30 mm. ve kalınlıkları ise 10 mm.' dir. Ultrasonik el için geliştirilen hareket iletim mekanizması Şekil 16.' da ve Ultrasonik elin fiziksel yapısı ise Şekil 17.' de verilmiştir.

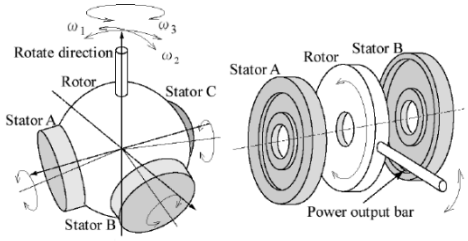


Şekil 16. Ultrasonik el hareket iletim mekanizması

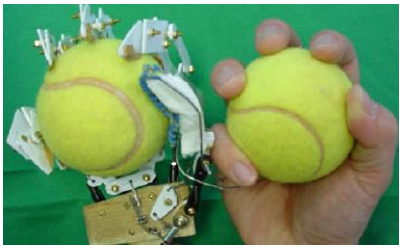


Şekil 17. Ultrasonik el

TUAT/KARSLSRUHE ELİ: Bu el üzerinde bilek bölgesi için küresel ultrasonik motor, el bölgesi için ise Sandeviç yapıda olan ultrasonik motorlar kullanılmıştır. Bu tercihin sebebi aynı ebatlara sahip geleneksel ultrasonik motorlara göre sandeviç yapıdaki ultrasonik motorların iki kat daha fazla tork üretebilmektedirler (Fukaya,2000). Parmak uzuvlarına hareket iletimi ise mekanik olarak geliştirilen mekanizmalar ile yapılmıştır.

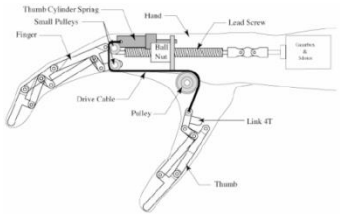


Şekil 18. TUAT/KARSLSRUHE eli tahrik elemanı

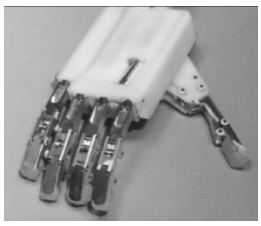


Şekil 19. TUAT/KARSLSRUHE eli

N. DECHEV, W. L. CLEGHORN, S. NAUMANN ELİ: Dizayn olarak diğer ellerden farklı olan ve daha çok baş parmaktaki hareketi sağlamayı amaçlayan mekanik düzenekle güç iletiminin gerçekleştirildiği bir el çalışmasıdır (Dechev, 1999). Sonsuz vida-bilyalı yatak mekanizması ile elektrik motorundan alınan hareket sisteme iletilmekte, parmak hareketleri ise bu el çalışması için geliştirilen ve Şekil 20.' de verilen mekanizma vasıtası ile oluşturulmaktadır. Bu elin fiziksel yapısı Şekil 21.' de verilmiştir.



Şekil 20. N. Dechev, W.L.Cleghorn, S. Naumann eli hareket iletim mekanizması



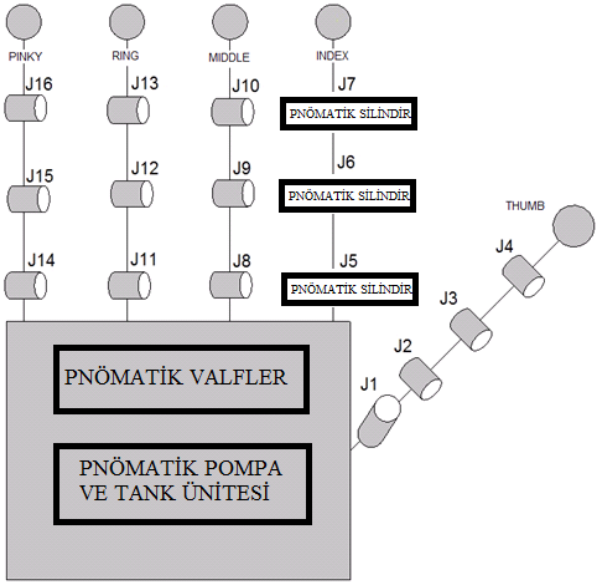
Şekil 21. N. Dechev, W.L.Cleghorn, S. Naumann eli fiziksel yapısı

Bu çalışma kapsamında özgün bir insansı el geliştirilmiştir.

YÖNTEM:

Literatürde farklı yöntemler belirlemiş olan el çalışmaları bulunmaktadır. Hemen tüm çalışmaların kısıtlı alanda istenen tüm insansı özelliklerde hareket ve algılama kabiliyetine sahip el geliştirme hedefi bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında bu hedefe önemli katkı sağlayacağı öngörülen bir insansı el tasarımı hedeflenmiştir. Bu çalışmada; 5 parmak çalışan, mikro yapıda pnömatik sistemlerle hareket elde edilen ve koldan bağımsız çalışma yapabilen el tasarlanmıştır. Bu çalışmayı mevcut çalışmalardan ayıran en önemli özellikleri şunlardır;

- Tamamen kompozit gövde yapısında olması.
- Hareket elemanlarının son derece küçük pnömatik elemanlardan oluşması.
- Ana güç pnömatik sistemden sağlanırken, pompa, valfler ve kontrol ünitesi el üzerine entegre edilmiştir (Şekil 22).
- Tüm algılayıcılar sistem üzerinde bulunacaktır.
- El iç yapısına yerleştirilen batarya sayesinde kesintisiz güç elde edilmiş olacaktır.



Şekil 22. İnsansı El Tasarımı ve Kinematik Şeması

Çalışma kapsamında geliştirilen insansı el;

1. 5 parmaklıdır, Başparmak tüm fonksiyonları yapabilmektedir.

2. Tüm gövde ve parmaklara ait komponentler kompozit malzeme olacak şekilde tasarım yapılmıştır, böylece; mukavemet ve fiziksel özellikler yönünden insan özelliklerine en yakın yapının oluşturulması mümkün olacaktır.

3. Tüm hareketler eş zamanlı ve gerçek zamanlıdır.

4. EMG sinyalleri ile entegre çalışması elektronik donanımı ile mümkündür. Tüm sistem el ayasına yerleştirilmiştir.

Robotik çalışmalar tüm dünya üzerinde önemli bir araştırma konusudur. Robotik el çalışmasında tercih edilecek olan pnömatik esaslı güç kaynağı ile hareket sağlanması ve tüm gövde elemanlarının kompozit malzemeden imalatının gerçekleştirilecek olması tamamen yenilikçi bir yaklaşımdır. Pnömatik enerjinin bu kadar dar bir alanda sağlanabilmesi ve kontrol-kumanda edilmesi çalışmanın en önemli ve zor kısmını oluşturmaktadır. Bu bağlamda pnömatik pompa, valfler ve hareket elemanlarının detay tasarımı ilerleyen süreçte gerçekleştirilecektir. Ayrıca, istenen hareketlerin hassas, tekrarlanabilir ve sensör donanımı sayesinde kontrollü şekilde gerçekleştirilmesi öncelikli tasarım parametresidir. Böylece, geliştirilecek sistemin tüm insan bedenini örnekleyen robotik çalışmalarda da kullanılmasının önü açılmış olacaktır. Tasarımda tamamen koldan bağımsız çalışan bir el yapısı oluşturulmaktadır. Bu çalışma ile boyutsal ve fonksiyonel olarak insan eli yapısına en yakın tasarım ortaya konulmuştur.

SONUÇLAR:

Bu çalışmada insansı el çalışmalarına yeni bir konsept ile katkı sağlanmaya çalışılmıştır. Tamamen pnömatik çalışan bir el tasarlanarak, bu el içinde olması gerekli mikro komponentlerin ana özellikleri tespit edilmiştir. İlerleyen aşamada tüm detay komponentlerin tasarımı gerçekleştirilecektir. Araştırmacının ana çalışma alanı olan mekatronik sistemlerin insansı bir el geliştirmeye hizmet edecek şekilde hedef değer koyduğu bu çalışmanın bütçe desteklerinin de oluşması durumunda endüstri ve sağlık alanında yaygın kullanımı mümkün olabilecektir.

REFERANSLAR

Balakrıshnan, V., Yeow, P.H.P. 2008. “Hand Anthropometry and SMS Satisfaction”, Journal of Applied Sciences, 8(5), 816-822.

Buchholz, B., Armstrong, T.J., Goldsteın, S.A. 1992. “Anthropometric Data For Describing The Kinematics Of The Human Hand”, Ergonomics, 35(3), 261-273.

Chuang, M.C., You, M., Cai, D., Chen, C.C. 1997. “Isometric Muscle Strength of Chinese Young Males In Taiwan”, Ergonomics, 40(5), 576-590.

Dewanngan, K.N., Owary, C. and Datta, R. K. 2008. “Antropometric data of female farm workers from North eastern India and design of hand tools of the hill region”, International Journal of Industrial Ergonomics, 38, 90- 100.

Dewanngan, K.N., Owary, C.and Datta, R. K. 2008. “Antropometry of male agricultural workers from North eastern India and its use in desing of agricultural tools and equipment”, International Journal of Industrial Ergonomics, 40, 560- 573.

Fernandez, J.E., Uppugonduru, K.G., 1992. “Anthropometry Of South Indian Industrial Workmen”, Ergonomics, 35(11), 1393-1398.

Hsiao, H., Whitestone, J., Bradtmiller, B., Whisler, R., Zwiener, J., Lafferty, C., Kau, T.Y., Gross, M. 2005. “Anthropometric criteria 110 for the design of tractor cabs and protection frames”, Ergonomics, 48(4), 323-353.

Lotti, F., Vassura, G. 2002. “A Novel Approach to Mechanical Design of Articulated Fingers for Robotic Hands”, IEEE/RSJ, International Conference on Intelligent Robots and Systems, Lausanne, Switzerland

Biagiotti, L., Lotti, F., Melchiorri, C., Vassura, G. 2002. “Design Aspects for Advanced Robot Hands”, IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, Lausannne, SWITZERLAND

Butterfass, J., Hirzinger, G., Knoch, S., Liu, H. 1998. “DLR’s Multisensory Articulated Part I: Hard- and Software Architecture”, in Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2081-2086

Butterfas, J., Grebenstein, M., Liu, H., Hirzinger, G. 2001. “DLR-Hand II: Next Generation of a Dextrous Robot Hand” Proc. IEEE Int. Conf. On robotics and Automation, Seoul, Korea

Jacobsen, S.C. 1986. “Design of the Utah/MIT Dexterous Hand”, in Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 1520-1532

Carrozza, M. C., Massa, B., Micera, S., Zecca, M., Dario, P. 2001. “ A “Wearable” Artificial Hand for Prosthetics and Humanoid Robotics Applications”, IEEE/RAS, International Conference on Humanoid Robots

Lovchik, C.S., and Diftler, M.A. 1999. “The Robonaut Hand: a Dexterous Robot Hand For Space”, Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation, 907-912

Ambrose, R.O., Aldridge, H., Askew, R.S., Burridge, R.R., Bluethmann, Diftler, W., Lovchik, M. C., Magruder, D., and Rehnmark, F. 2000.“Robonaut: NASA’s Space Humanoid”, in IEEE Intelligent System,57-63

Schulz, S., Pylatiuk C. and Bretthauer, G. 2001. “A New Ultralight Anthropomorphic Hand”, IEEE, International Conference on Robotics and Automation, Seoul, Corea

Yamano, I., Takemura, K., Maeno, T. 2003. ” Development of a Robot Finger for Five-Fingered Hand Using Ultrasonic Motors”, IEEE/RJS, Intl. Conference on Intelligent Robots and Systems, LasVegas, Nevada

Fukaya, N., Toyama, S., Asfour, T., Dillmann, R. 2000. “Design of the TUAT/KARLSRUHE Humanoid Hand”, in proc. IEEE/RSJ International Conference on the Intelligent Robots and Systems, 1754-1759

Dechev, N., Cleghorn, W. L., Naumann, S. 1999. “Multi-Segmented Finger Design of an Experimental Prosthetic Hand”, Proceeding of the Sixth National Applied Mechanism and Robotic Conference”

PRODUCTION OF POLYMER MATRIX COMPOSITES WITH STEREOLITHOGRAPHY (SLA)

Merve HOŞKUN[1]

[1]Istanbul Aydin University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Istanbul, Turkey

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-8922-1443

Dilşad AKGÜMÜŞ GÖK[2]

[2]Istanbul Aydin University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Istanbul, Turkey

[2]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3403-3815

ABSTRACT

Introduction and Purpose: In recent years, additive manufacturing technologies have shown remarkable development in the production of advanced composite materials due to their high precision, design flexibility and customizable mechanical properties. Stereolithography (SLA), which is among these technologies, is based on the layer-by-layer curing of photosensitized liquid resins with ultraviolet (UV) laser or digital light projection (DLP). SLA is especially preferred in the production of high-resolution structures with complex geometries. The aim of this study is to produce polymer matrix composites containing different ratios of nano reinforcement by the SLA method and to examine the mechanical properties of these materials.

Materials and Methods: In the study, commercial photopolymer resin was used as the matrix material. Silicon dioxide (SiO_2) and carbon nanofiber (CNF) reinforcements were added to the resin at 0.5% and 1%. The reinforcement materials were mixed homogeneously with the resin and the resulting composite mixtures were printed on the SLA device. After production, the parts were subjected to post-curing process to provide final mechanical strength. Hardness and tensile strength tests were performed on the produced samples.

Results: As a result of the tests, it was observed that both hardness and tensile strength values increased as the reinforcement ratio increased. In addition, it was determined that SiO_2 reinforcement provided better mechanical performance compared to CNF reinforcement.

Discussion and Conclusion: This study has shown that nano-reinforced polymer matrix composite materials can be successfully produced by the SLA method. The effects of different ratios of nano-reinforcements on the resin system were observed by mechanical tests, and it was determined that especially the SiO_2 additive exhibited superior performance. The findings provide the basis for advanced characterization studies and reveal the potential of SLA in functional composite production.

Key Words: Stereolithography (SLA); Polymer Matrix Composite; Silicon Dioxide (SiO_2); Carbon Nanofiber (CNF); Mechanical Properties.

FARKLI PUZOLAN KATKILARIYLA AKTİVE EDİLEN KÖMÜR MADENİ PROSES ATIKLARININ PUZOLANİK PERFORMANSININ İNCELENMESİ

Oğuzhan İbrahim KARAKUŞ[1]

[1]İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,

Maden İşletme ABD, İstanbul / Türkiye.

[1]ORCID ID: 0009-0007-6898-4017

Serkan TÜYLÜ[1]

1 Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,

Maden İşletme ABD, İstanbul / Türkiye.

1ORCID ID: 0000-0002-8128-9840

Deniz ADIGÜZEL[1]

1 Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,

Maden İşletme ABD, İstanbul / Türkiye.

1ORCID ID: 0000-0002-1611-1296

İsmail DEMİR[2,*]

2 Dr. İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,

Cevher Hazırlama ABD, İstanbul / Türkiye.

2ORCID ID: 0000-0003-0949-7706

ÖZET

Bu çalışmada, kömür madeni atıklarının (KMA), tras ve uçucu kül (UK) gibi yaygın puzolanik katkılarla birlikte beton üretiminde ikincil bağlayıcı malzeme olarak değerlendirilme potansiyeli araştırılmıştır. Temel amaç, bu atıkların mekanik performans üzerindeki etkilerini ortaya koymak ve çevresel açıdan sürdürülebilir bir bertaraf yöntemine katkı sağlamaktır. Bu doğrultuda, biri referans olmak üzere toplam beş farklı beton karışımı hazırlanmış; KMA, tek başına ve tras ile UK katkılarıyla birlikte kullanılmıştır. Hazırlanan numuneler üzerinde 28 ve 90 günlük basınç ve eğilme dayanımı testleri ile ultrasonik darbe hızı (UPV) ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Deneysel bulgular, KMA'nın tek başına kullanımı durumunda mekanik dayanımda azalma eğilimi gösterdiğini ortaya koyarken, tras ve UK ile birlikte kullanıldığında bu düşüşlerin telafi edilerek önemli dayanım artışları sağlandığını göstermektedir. Özellikle tras katkılı betonlarda, 90 günlük basınç dayanımı referans numuneye kıyasla yaklaşık %24 oranında artış göstermiştir. Eğilme dayanımı açısından ise, tras ve tras–UK kombinasyonlarıyla %85'e varan iyileşme kaydedilmiştir. UPV sonuçları, iç yapısal bütünlüğün korunduğunu ortaya koymakta; tras katkılı betonların UPV değerleri, referans betona %1,6 oranında yakınlık göstermektedir.

Sonuçlar, KMA'nın uygun puzolanik katkılarla sinerjik bir şekilde kullanılması durumunda, hem dayanım özelliklerinin geliştirilebileceğini hem de atıkların çevresel sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Kömür maden atıkları, Puzolanik katkılar, Tras, Uçucu kül, Dayanım.

INVESTIGATION OF THE POZZOLANIC PERFORMANCE OF COAL MINE PROCESSING WASTES ACTİVATED WITH DIFFERENT POZZOLANIC ADDITIVES

ABSTRACT

In this study, the potential use of coal mine waste (CMW) as a secondary binder in concrete production was investigated in combination with commonly used pozzolanic additives such as natural pozzolan (NP) and fly ash (FA). The main objective was to evaluate the effects of these wastes on the mechanical performance of concrete and to contribute to their environmentally sustainable disposal. Accordingly, five different concrete mixtures, including a reference mix, were prepared. CMW was used either alone or in combination with NP and FA. Compressive strength, flexural strength, and ultrasonic pulse velocity (UPV) tests were conducted on the specimens at 28 and 90 days.

Experimental findings revealed that using CMW alone resulted in reduced mechanical strength, whereas significant improvements were observed when it was used in combination with NP and FA. In particular, the concrete containing natural pozzolan exhibited approximately 24% higher compressive strength at 90 days compared to the reference. In terms of flexural strength, mixtures containing NP and NP–FA combinations achieved up to 85% improvement. The UPV results also followed a similar trend; concrete with NP showed UPV values only 1.6% lower than the reference, indicating that internal structural integrity was preserved when CMW was blended with NP.

Overall, the results demonstrate that CMW can be effectively utilized in concrete production when combined with appropriate pozzolanic additives. This approach not only enhances mechanical properties but also supports sustainable waste valorization in line with environmental principles.

Keywords: Coal mine waste, Pozzolanic additives, Natural pozzolan, Fly ash, Strength.

GİRİŞ

Kömür, sanayileşmenin temel enerji kaynaklarından biri olarak toplumların sürdürülebilir büyümesine katkı sağlamaktadır. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde artan enerji talebi, kömür madenciliğinde büyük bir üretim artışına yol açmıştır. Ancak bu artış, kömür zenginleştirme süreci sonunda oluşan atık miktarlarında da önemli bir yükselişe sebep olmaktadır. Kömür madeni atıkları, genellikle AMD (asit maden drenajı) ve ağır metal mobilizasyonu gibi çevresel riskler taşır. Ayrıca bu atıklar, toksik özellik gösterebilen farklı mineralleri de içermektedir. Bu çevresel risklere rağmen, kömür atıklarının beton ve çimento gibi sanayilerde kullanılma potansiyeli de dikkat çekmektedir. Eğer bu atıklar beton üretiminde hammadde olarak değerlendirilebilirse, madencilik atık miktarları azaltılabilir ve beton sektörü için daha sürdürülebilir bir hammadde kaynağı oluşturulabilir.

Bu atıkların beton üretimi gibi büyük endüstrilerde hammadde olarak kullanılması atık miktarlarını önemli ölçüde azaltılabilir. Ayrıca bu artıkların çimento ve agrega gibi beton hammaddeleri yerine kullanılması, sürdürülebilir madencilik faaliyetleri açısından birçok avantajı beraberinde getirecektir. Böylece maden işletmeleri açısından bertaraf/depolama ve çevresel risk maliyetlerinin azalmasının yanı sıra beton sektöründeki hammadde maliyetlerinin düşürülmesine de pozitif katkı sağlayacaktır. Bu kapsamda beton endüstrisinin üretim süreçlerinin farklı aşamalarında lavvar atıklarının bazı aktivasyon işlemlerinden sonra değerlendirilebileceği ifade edilmektedir. Hammaddelerin hazırlanması, alternatif yakıtların kullanılabilmesi ve puzolonik yan ürünlerle harmanlanma bu kullanım alanlarından bazılarıdır. Bu doğrultuda, çimento sektörünün önceliklerinden biri harmanlanmış çimento üretimi sırasında klinkere eklenilebilecek yeni puzolanlar bulmaktır (Vegas, Cano, Arribas, Frias ve Rodriguez, 2015).

Kömür madeni atıkları, özellikle lavvar artıkları ve kömür gangları, çevresel açıdan büyük hacimli atıklar arasında yer almakta olup, uygun şekilde değerlendirilmediklerinde hem arazi kaybına hem de asit maden drenajı gibi çevresel sorunlara neden olabilmektedir. Ancak bu atıkların içeriğinde yer alan silis ve alüminyum oksit mineralleri, uygun aktivasyon işlemleriyle puzolanik özellik kazanarak çimento bazlı malzemelerde bağlayıcı olarak kullanılabilir hâle getirilebilmektedir. Bu kapsamda yapılan çalışmalarda, özellikle ısıl aktivasyon yöntemlerinin, kömür atıklarının mineral yapısını değiştirerek amorf hale gelmesini sağladığı ve böylece $Ca(OH)_2$ ile reaksiyona girerek ikincil C-S-H (kalsiyum silikat hidrat) oluşumunu desteklediği belirtilmiştir (Li et al., 2013; García-Giménez et al., 2015). Örneğin, Li ve arkadaşları (2013) tarafından yapılan

çalışmada, termal ve kimyasal aktivasyonun birleşimiyle kömür ganglarının puzolanik reaktivitesinin önemli ölçüde artırıldığı gösterilmiştir. Benzer şekilde, Frías ve arkadaşları (2012), kaolinit esaslı kömür atıklarının 700–800 °C'de kalsinasyonu ile yüksek puzolanik aktiviteye ulaştığını ve $Ca(OH)_2$ ile reaksiyon kapasitesinin doğal puzolanlara yaklaştığını ifade etmiştir. Ayrıca, Zhang ve arkadaşları (2024), aktivasyon sürecine kimyasal katkıların (örneğin ZnO) dahil edilmesinin, özellikle hidratasyon hızını artırarak bağlayıcının mekanik performansını olumlu etkilediğini ortaya koymuştur. Tüm bu çalışmalar, kömür madeni atıklarının yalnızca bir atık değil, uygun işlem görmeleri halinde sürdürülebilir bağlayıcı malzemeler için önemli bir hammadde kaynağı olabileceğini göstermektedir.

Bu çalışmada, kömür madeni atıklarına(KMA), puzolan katkılı aktivasyon işlemi uygulayarak KMA'ların puzolanik özelliklerini artırmak hedeflenmiştir. Puzolanik özellik kazandırılan kömür madeni atıkları, çimentoda klinker ikamesi olarak veya beton bileşenlerinde agrega yerine kullanılarak atık miktarının azaltılmasına ve çevresel risklerin minimize edilmesine katkı sağlayacaktır.

MATERYAL VE METOD

Çalışmada harç hazırlamak için CEM I 42,5R Portland çimentosu, 1350g CEN standart kumu, su, süper akışkanlaştırıcı ve KMA kullanılmıştır. Kullanılan KMA'lar Edirne Uzunköprü'de kömür üretimi yapan Kiremitçiler Madencilik firmasından deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere temin edilmiştir. Çalışmalar TS EN 196-1 standardı çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Atığın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Atıkların tane boyutu dağılımı, şekli, porozitesi ve kimyasal bileşimi, atıklı betonun mekanik performansını doğrudan etkiler. (Feng ve diğ., 2024; Yao ve diğ., 2020). Bu nedenle kullanılacak atığın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tespiti önem arz etmektedir.

Çalışmalar kapsamında KMA'ların özgül yüzey alanı ve gözenek yapısı BET (Brunauer–Emmett–Teller) teorisine dayalı olarak yapılmıştır. Numunelerin yoğunluk değeri ise helyum piknometresi ile ölçülmüştür. KMA'ların belirlenen yoğunluk, özgül yüzey alanı, toplam gözenek hacmi tane boyut dağılımı Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Atığın Fiziksel Özellikleri.

Fiziksel özellikler	**KMA**
Yoğunluk	2,2531 g/cc
Özgül yüzey alanı	2,359E+01 m^2/g
∑Gözenek hacmi	6,027E-02 cm^3/g
D10	2,7
D30	5,3
D50	9,8
D60	12,7
D80	30
Uniformluk katsayısı, Cu	4,7
Eğrilik katsayısı, Cc	0,82

Atıkların kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, temel oksitler için X-ışını Floresan (XRF) analizi yapılmış ve sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. KMA'nın Temel Oksitleri.

Bileşen(%)	**SiO_2**	**Fe_2O_3**	**Al_2O_3**	**K_2O**	**Na_2O**	**CaO**	**MgO**	**Cl^-**	**SO_3**

KMA	53,0	11,3	16,5	3,41	0,802	6,19	4,43	0,0282	2,62

Tablo 2'de verilen KMA'nın XRF analizinde, TS25 standartlarına göre puzolan olma şartı olan $SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$ toplamının en az %70 olması gerekmektedir. İncelenen KMA-R numunesinde bu toplam %80,8 olarak bulunmuş ve puzolan kriterlerini sağlamıştır. İçerikte %53,0 SiO_2, %16,5 Al_2O_3 ve %11,3 Fe_2O_3 tespit edilmiştir.

Yüksek SiO_2, $Ca(OH)_2$ ile reaksiyona girerek ikincil C-S-H fazlarının oluşumunu destekleyip dayanımı artırırken (Yılmaz, 2010; Snellings ve diğ, 2012), Al_2O_3 priz süresini etkilerken aşırı artışı genleşme riskini artırabilir (Yılmaz, 2010). Fe_2O_3 ise malzemenin koyu gri rengini verir, hidratasyon kinetiğini yavaşlatabilir ve dayanım gelişimini zamana yayabilir (Taylor, 1997; Tsakiridis, 2004).

Karbon ve kükürt miktarları LECO yanma analiz cihazıyla belirlenmiş; KMA-R'nin organik karbon içeriği ve kükürt içeriği %0,1'den küçüktür. Elementel içerik ise ICP-MS yöntemiyle analiz edilmiş ve Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. KMA'nın Karakteristik Elementel İçeriği (ICP-MS sonuçları).

Element (%)	**Al**	**K**	**Na**	**Fe**	**Ti**	**Mg**	**Sr**	**Ba**
KMA	6,42	1,64	0,539	4,145	0,27	1,954	0,0265	0,031

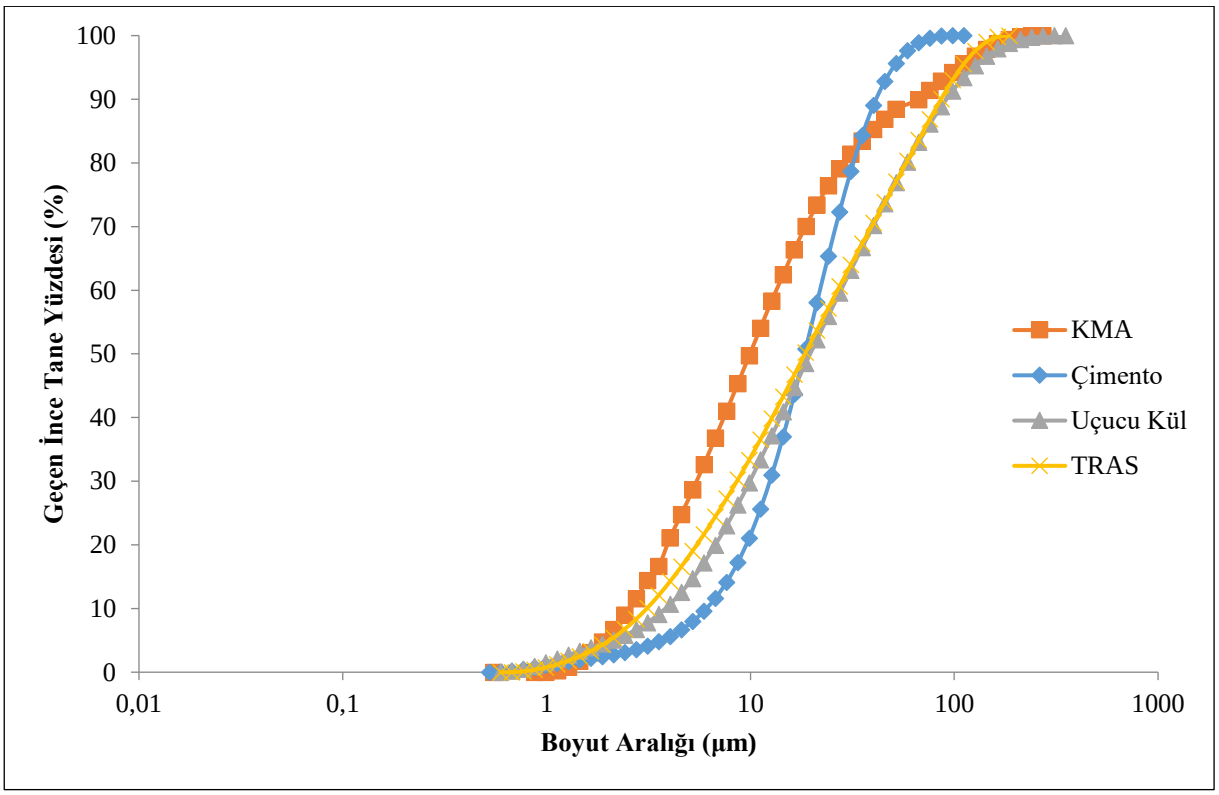
Element (%)	**Pb**	**Cd**	**Cr**	**Cu**	**Zn**	**Ni**	**As**	**U**
KMA	0,0026	0,00002	0,0188	0,0047	0,0084	0,0236	0,0013	0,00023

Tablo 3'te verilen ICP-MS analizi sonuçlarında numunede yüksek oranda alüminyum (%6,42) tespit edilmiştir; bu durum puzolanik aktivitenin gelişimine katkı sağlar (Scrivener ve diğ., 2015). Ayrıca toksik metaller (Pb, As, Cd ve U) içeren atıkların doğada bırakılması çevresel açıdan sorunlar teşkil etmektedir. Bu nedenle çimento matrisinin fiziksel kapsülleme ve kimyasal stabilizasyon mekanizmaları sayesinde ağır metalleri etkin şekilde immobilize ederek ve çevresel açıdan güvenli bir çözüm sunmaktadır (Zhang ve diğ., 2024).

Kullanılan Puzolan Katkılarının Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Tane boyutları ve bu boyutların birbirine oranları, malzemelerin mühendislik özelliklerini (örneğin dayanıklılık, işlenebilirlik, geçirgenlik) ve dolayısıyla kullanıldıkları uygulamalardaki performanslarını doğrudan etkiler. Örneğin, daha ince taneli malzemeler genellikle daha geniş bir yüzey alanına sahip oldukları için kimyasal reaksiyonlara daha yatkın olabilir ve bağlayıcı özelliklerini artırabilirler. Ancak çok ince taneler, su ihtiyacını artırarak karışımın işlenebilirliğini olumsuz etkileyebilir. Öte yandan, daha iri taneler iskelet yapısını oluşturarak dayanımı artırabilir ve boşluk oranını etkileyebilir. Farklı tane boyutundaki malzemelerin belirli oranlarda bir araya getirilmesi, nihai ürünün optimum yoğunluğa, mukavemete ve işlenebilirliğe sahip olmasını sağlar; bu da özellikle beton gibi kompozit malzemelerin tasarımında kritik bir faktördür. Bu nedenle, bu malzemelerin tane boyut analizleri, uygun malzeme seçimi ve karışım tasarımı için büyük önem taşımaktadır.

Şekil 1'de verilen grafikte çimento, tras, uçucu kül ve kömür madeni atıkları gibi farklı malzemelerin tane boyut dağılımlarını göstermektedir.



Şekil 1. KMA, Tras, Çimento ve UK Tane Boyut Karşılaştırmalı Grafiği.

Çalışmada kullanılan puzolan katkıların kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, temel oksitler için X-ışını Floresan (XRF) analizi yapılmış ve sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Çimento, UK, Tras Kimyasal Bileşenleri.

Bileşen %	**SiO_2**	**Fe_2O_3**	**Al_2O_3**	**K_2O**	**Na_2O**	**CaO**	**MgO**	**Cl^-**	**SO_3**	**LOI**
Tras	56,28	7,90	16,08	1,21	2,03	6,03	3,79	0,0399	0,1	5,72
Uçucu Kül	54,57	8,38	23,51	1,57	1,19	3,26	1,90	0,0191	0,72	2,5
Çimento	19,22	3,49	4,59	0,85	0,28	63,63	0,92	-	3,21	

Çalışmada kullanılan çimentonun fiziksel özellikleri Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Çimento Fiziksel Özellikleri.

Çimento Tipi	**CEM I 42,5R**
Özgül Ağırlık (g/cm^3)	3,12
Özgül Yüzey (cm^2/g)	350
200µ Elek Üzerinde Alan (%)	0
90µ Elek Üzerinde Kalan (%)	2,5

Çalışmada kullanılan uçucu kül ve trasın puzolanik aktivite değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Uçucu Kül ve Tras'ın Karşılaştırmalı Puzolanik Aktivite Değerleri.

Puzolan	**Aktivite Değeri (MPa)**	**KP***	**Reaktif Silis (%)**
Tras (Doğal)	8,46	6,0	25,25
Uçucu Kül (Yapay)	6,05	4,8	0,3

*KP (k_p), bir puzolanın çimento karışımındaki belirli bir ikame oranında gösterdiği etkinlik yüzdesini veya katkısını ifade eder. Yani, çimentonun ne kadarını "eşit oranda" veya "belirli bir özellikte eşdeğer" olarak değiştirebileceğini gösteren bir faktördür. Genellikle bu faktör, karışımın basınç dayanımı gibi belirli bir mekanik özelliğine göre değerlendirilir.

Tablo 6'da görüldüğü gibi, trasın KP değeri uçucu küle göre daha yüksektir. Bu da trasın, belirtilen oranda kullanıldığında çimentonun yerine geçme ve performansa katkı sağlama açısından uçucu külden daha etkili olduğu şeklinde ifade edilebilir.

Puzolan Katkılı Aktivasyon Aşaması

Puzolan katkılı aktivasyon aşamasında beton numunelerinin dayanımını artırmak ve iyileştirmek amacıyla yaygın olarak kullanılan puzolanlardan UK ve tras kullanılmaktadır. Kullanılan puzolan miktarları çimento ikamesi olan KMA yerine kullanılmaktadır. Örneğin %10 KMA katkılı bir betonda %5 KMA - %5 Tras kullanılmaktadır. Bu aşamada ikame oranları, referans numunelerin 28 ve 90 günlük kür süresinden sonra ölçülen dayanım testlerinden en yüksek performans gösteren KMA ikame oranı seçilerek belirlenmiştir. Sonuç olarak 28 gün kür tankında kürlenen numuneler için %5 ve 90 gün kür tankında kürlenen numuneler için %5 ikame oranları tercih edilmiştir.

Bahsedilen ikame oranlarında hazırlanan numunelerin harç reçeteleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Puzolan Katkılı Aktivasyon Harçlarının İkame Oranları Reçetesi.

	KMA oranları	**Tras oranları**	**Uçucu kül**
1.harç (28 ve 90)	%2,5	%2,5	-
2.harç (28 ve 90)	%2,5	-	%2,5
3.harç (28 ve 90)	%2,5	%1,25	%1,25

Harç Hazırlanması

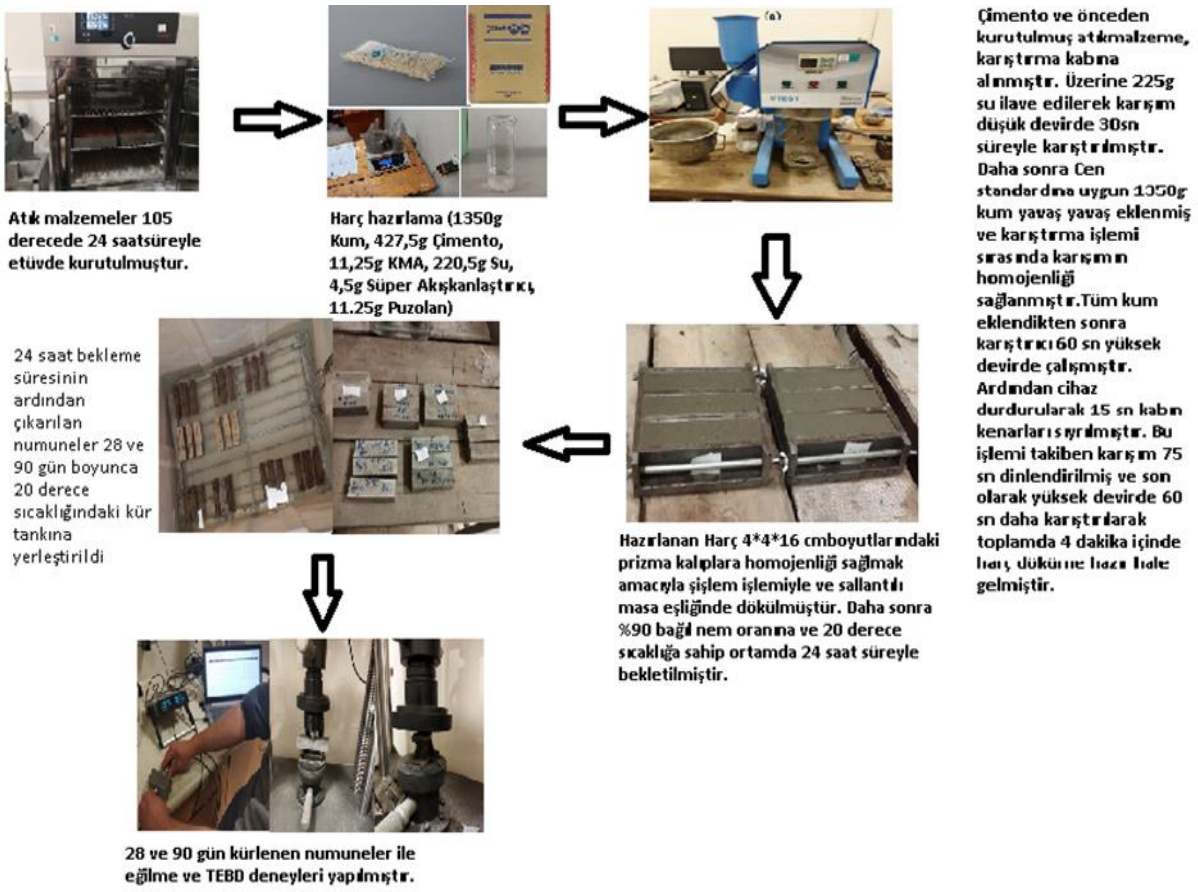
Atık numuneleri 28 ve 90 için %5 çimento ikamesi oranında, TS 196-1 standardına uygun olarak Tablo 8'de belirtilen miktarlarda harçlar hazırlanmıştır (KMA-R için puzolan katkısı olmadığı için KMA miktarı puzolan+KMA kadardır).

Tablo 8. Karışım Malzeme Miktarı.

	CEN Standardı Kum Miktarı	**Çimento miktarı (g)**	**KMA miktarı (g)**	**Su miktarı (g)**	**Süper akışkanlaştırıcı miktarı (g)**	**Puzolan Katkı Miktarı (g)**
%5 ikame için	1350	427,5	11,25	220,5	4,5	11,25

Tablo 8'de gösterilen reçete takip edilerek TS 196-1 standardına göre döküm ve mekanik testler yapılmıştır. Beton numuneleri 20 ± 2 °C'de 28 gün boyunca kürlendikten sonra kırılarak dayanım değerleri kaydedilmiştir.

Her deney için farklılık gösterecek olan malzeme oranları hazırlandıktan sonra aşağıda belirtilen sıra ile adım adım harç hazırlanmıştır. Genel olarak tekrar eden çalışma süreçleri Şekil 2'de anlatılmıştır.



Şekil 2. Harç Hazırlama Aşamaları.

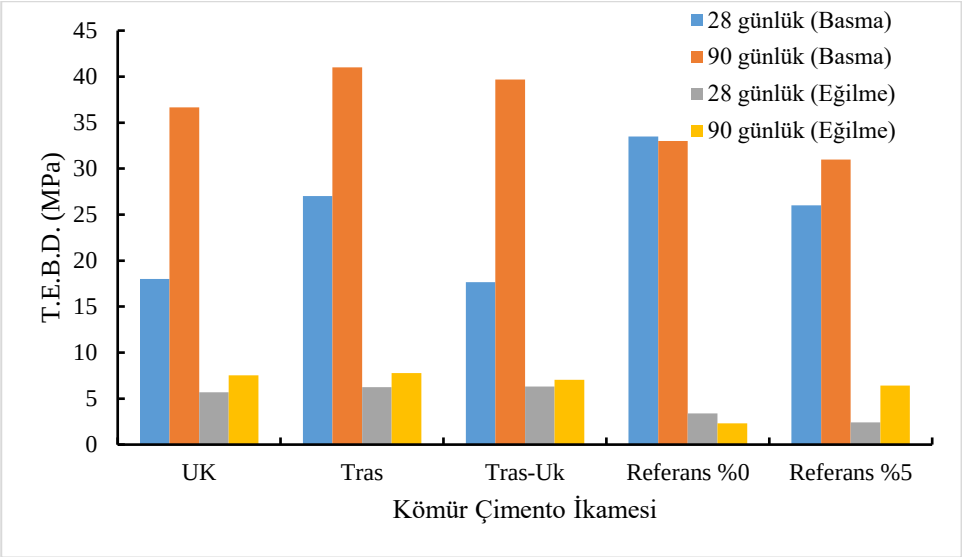
Şekil 2'de verilen çalışmalar sonucunda KMA'ların çimento ikamesi olarak kullanılabilirliği incelenmiştir.

BULGULAR

Referans olarak kabul edilen, herhangi bir aktivasyona tabii tutulmamış beton numunelerinin pundit ölçümleri ve dayanım testleri sonuçları Tablo 9 ve Şekil 3'te verilmiştir

Tablo 9. Puzolan Katkılı ve Referans Beton Numuneleri Dayanım Testi Sonuçları.

Kömür Ç-İkame	28 günlük (Basma)	90 günlük (Basma)	28 günlük (Eğilme)	90 günlük (Eğilme)
UK	18	36,67	5,69	7,53
Tras	27	41	6,24	7,76
Tras-Uk	17,67	39,67	6,31	7,05
Referans %0	33,5	33	3,4	2,3
Referans %5	26	31	2,4	6,4



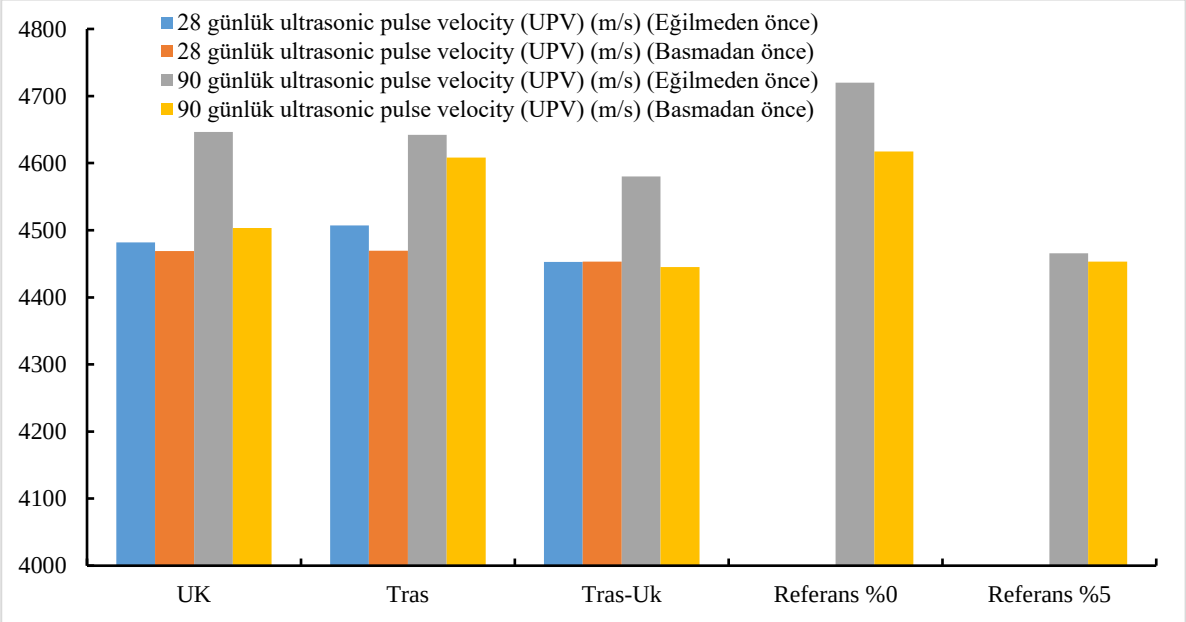
Şekil 3. Puzolan Katkılı ve Referans Beton Numuneleri Dayanım Testi Sonuçları.

Dayanım testleri sonucu elde edilen ve Tablo 9 ve Şekil 3'te verilen veriler, farklı oran ve kombinasyonlarda kömür madeni atığı, uçucu kül ve tras katkıları içeren beton numunelerinin 28 ve 90 günlük basınç ve eğilme dayanımları incelenmiştir. Referans %0 numunesi katkı içermeyen kontrol grubunu temsil ederken, Referans %5 numunesi yalnızca %5 oranında kömür madeni atığı katkısı içermektedir. Elde edilen sonuçlara göre, katkısız Referans %0 numunesi 28 günde en yüksek basınç dayanımını göstermektedir. Herhangi bir aktivasyon işlemi uygulanmamış %5 KMA katkılı Referans%5 numunesinde ise bariz bir düşüş gözlemlenmektedir. Bunun temel nedenleri arasında atıkların düşük puzolanik reaktiviteye sahip olması, hidratasyon sürecine yeterli katkıyı sağlayamaması ve bağlayıcı özellik göstermemesi yer almaktadır. Ayrıca bu atıkların gözenekli yapıları nedeniyle karışımdaki suyun bir kısmını emerek çimentonun yeterli şekilde hidratasyonunu engellediği düşünülmektedir. Aktivasyon yapılmadan kullanılan kömür atıkları bu nedenle sistemde yalnızca fiziksel dolgu görevi görmekte, kimyasal bağlayıcılık oluşturmamakta ve bu da mekanik dayanımın özellikle erken dönemlerde düşmesine neden olmaktadır. Diğer yandan, katkı içeren numunelerde özellikle puzolanik malzemelerin (uçucu kül ve tras) etkisiyle dayanımlar zamanla artmıştır. Örneğin, Tras katkılı numune 90 günde en yüksek basınç dayanımını (41 MPa) göstermiştir; bu, trasın uzun vadeli puzolanik reaksiyonlar yoluyla dayanımı artırıcı etkisini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, UK ve Tras-UK katkılı numunelerde de 90 günlük dayanım değerlerinin önemli ölçüde yükseldiği gözlenmiştir. Eğilme dayanımı açısından ise, tüm katkılı numuneler Referans %0'a göre daha yüksek değerler göstermiştir. Özellikle Tras ve Tras-UK katkılı numuneler, 28 ve 90 günlük eğilme dayanımında en iyi sonuçları vermiştir. Bu bulgular, kömür madeni atıklarının uygun puzolanik malzemelerle birlikte kullanılması halinde hem basınç hem eğilme dayanımı üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğini ve atıkların değerlendirilerek çevresel ve ekonomik fayda sağlanabileceğini göstermektedir.

Ayrıca bu numunelerin UPV değerleri ölçülmüş ve Tablo 10 ve Şekil 4'te verilmiştir. UPV verileri, betonun iç yapısal bütünlüğü ve yoğunluğu hakkında önemli bilgiler sunar.

Tablo 10. Puzolan Katkılı ve Referans Beton Numuneleri UPV Testi Sonuçları.

Kömür Ç-İkame	28 günlük ultrasonic pulse velocity (UPV) (m/s) (Eğilmeden önce)	28 günlük ultrasonic pulse velocity (UPV) (m/s) (Basmadan önce)	90 günlük ultrasonic pulse velocity (UPV) (m/s) (Eğilmeden önce)	90 günlük ultrasonic pulse velocity (UPV) (m/s) (Basmadan önce)
UK	4482	4469	4646,67	4503,5
Tras	4507	4469,33	4642,33	4608,17
Tras-Uk	4452,67	4453	4580,33	4445
Referans %0	-	-	4720	4617
Referans %5	-	-	4466	4453



Şekil 4. Puzolan Katkılı ve Referans Beton Numuneleri UPV Testi Sonuçları.

Tablo 10 ve Şekil 4'te verilen UPV (Ultrasonic Pulse Velocity) verileri, farklı katkı kombinasyonlarının betonun iç yapısal bütünlüğüne ve kompaktlığına etkisini değerlendirmek açısından önemli bilgiler sunmaktadır. UPV yöntemi, beton içindeki boşluklar, çatlaklar veya homojen olmayan bölgelerin tespiti amacıyla kullanılan, tahribatsız bir test yöntemidir. Bu bağlamda, daha yüksek UPV değerleri genellikle daha yoğun, homojen ve kaliteli bir iç yapıya işaret eder. ASTM C597 standartlarına göre, 4500 m/s ve üzeri UPV değerleri, betonun "iyi" ile "çok iyi" kalite aralığında olduğunu gösterir.

90 günlük ölçümlerde katkısız Referans %0 numunesi, 4720 m/s (eğilmeden önce) ve 4617 m/s (basmadan önce) UPV değerleri ile en yüksek değerlere ulaşmıştır ve betonun kompakt yapısını ortaya koymaktadır. Bu değerler, yüksek yoğunluk ve az boşluk oranına işaret eder. Ancak, bu katkısız betonun dayanım gelişimi sınırlı kalmıştır (özellikle eğilme dayanımı açısından), bu da sadece yüksek UPV'nin her zaman dayanım artışına paralel gitmediğini gösterir.

Katkı içeren numunelere bakıldığında, özellikle Tras katkılı numune, 90 günlük UPV değerlerinde (4642,33 m/s eğilmeden önce; 4608,17 m/s basmadan önce) yüksek değerlere ulaşmıştır. Bu, trasın zamanla hidratasyon ürünleri oluşturarak betonun mikro yapısını daha yoğun hale getirdiğini ve iç boşluk oranını azalttığını

göstermektedir. UK (uçucu kül içeren) ve Tras-UK katkılı numuneler ise biraz daha düşük UPV değerlerine sahiptir; bu durum, özellikle erken yaşlarda uçucu külün daha yavaş reaksiyona girmesiyle açıklanabilir. Ancak yine de 4500 m/s civarındaki değerler, bu betonların da iyi kalitede olduğunu göstermektedir.

Referans %5 (yalnızca kömür madeni atığı içeren) numunesinin 90 günlük UPV değerleri (4466 ve 4453 m/s) sınırda olup, orta-iyi kalite aralığında değerlendirilir. Bu sonuç, kömür madeni atığının tek başına kullanıldığında betonun kompaktlığını tam anlamıyla iyileştirmediğini, ancak uygun puzolanlarla birlikte kullanıldığında olumlu etkiler yaratabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak, UPV sonuçları puzolanik katkıların, özellikle trasın, zamanla betonun iç yapısını daha homojen ve yoğun hale getirdiğini ortaya koymuştur. Bu durum, dayanım artışıyla da büyük ölçüde örtüşmektedir. Standartlara göre katkılı tüm betonlar orta kalite ile iyi kalite aralığında yer almakta olup, tras katkısının hem dayanım hem de UPV yönünden en olumlu etkiyi sağladığı görülmektedir. Bu bulgular, kömür madeni atıklarının uygun puzolanlarla birlikte kullanılması durumunda beton kalitesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, kömür madeni atıklarıyla birlikte tras ve uçucu kül gibi puzolanik katkıların betonun mekanik özellikleri ve iç yapısal bütünlüğü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Dayanım sonuçlarına göre, yalnızca kömür madeni atığı içeren betonlar, katkısız referansa göre daha düşük erken yaş dayanımı göstermiştir. Ancak, tras ve uçucu kül gibi katkılarla birlikte kullanıldığında, hem 28 günlük hem de 90 günlük basınç ve eğilme dayanımlarında belirgin artışlar gözlenmiştir. Özellikle tras katkısı, 90 günlük basınç dayanımında en yüksek değeri vererek uzun vadeli dayanım gelişimine önemli katkı sağlamıştır. Eğilme dayanımlarında da Tras ve Tras-UK kombinasyonları olumlu sonuçlar vermiştir.

Ultrasonik hız (UPV) sonuçları ise betonların iç yapısal kalitesini değerlendirme açısından önemli bilgiler sunmuştur. Katkısız beton en yüksek UPV değerlerine ulaşmakla birlikte, tras katkılı betonlar da buna yakın değerler göstermiştir. Bu durum, trasın zamanla betonun iç yapısını daha kompakt ve homojen hale getirdiğini göstermektedir. Uçucu kül ve kömür madeni atığı kombinasyonu da yeterli iç yapı kalitesi sağlamış, ancak tek başına kömür madeni atığı kullanımında UPV değerleri daha düşük kalmıştır.

Genel olarak, kömür madeni atığı doğrudan kullanıldığında herhangi bir dayanım ve UPV değerlerinde artış sağlamasa da uygun puzolanik katkılarla birlikte kullanıldığında hem dayanım hem de iç yapı kalitesi açısından olumlu etkiler göstermiştir. Bu sonuçlar, kömür madeni atıklarının alternatif puzolan olarak değerlendirilebileceğini ve sürdürülebilir beton üretiminde çevresel açıdan katkı sağlayabileceğini ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, sadece betonun performansını artırmakla kalmayıp, aynı zamanda kömür madeni atıklarının çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi ve depolanması sorununa da sürdürülebilir bir çözüm sunmaktadır. Böylece bu tür atıkların geri dönüştürülerek ekonomik değere dönüştürülmesi mümkün olmakta hem çevresel yük azaltılmakta hem de alternatif bağlayıcı malzeme arayışlarına katkı sağlanmaktadır.

KAYNAKÇA

Feng, W., Yu, Z., Bao, R., Xiong, J., Yan, K., Liu, R., Zhang, R., & Lu, X. (2024). Manufacture of tailings-based cementitious materials: Insights into tailings activation strategies. *Construction and Building Materials, 439*, 137194. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.137194

Frías, M., Vigil de la Villa, R., Sánchez de Rojas, M. I., Medina Martínez, C., & Valdés, A. J. (2012). Scientific aspects of kaolinite based coal mining wastes in pozzolan/$Ca(OH)_2$ system. *Journal of the American Ceramic Society, 95*(1), 386–391.

García-Giménez, R., Vigil de la Villa, R., Fernández-Carrasco, L., & Frías, M. (2015). Mineralogical study of calcined coal waste in a pozzolan/$Ca(OH)_2$ system. *Applied Clay Science, 108*, 45–54.

Li, B., Wang, X., Zhao, Y., & Zhang, L. (2013). Improvement on pozzolanic reactivity of coal gangue by integrated thermal and chemical activation. *Fuel, 109*, 527–536.

Scrivener, K. (2015). Pozzolanic activity of mechanochemically and thermally activated kaolins in cement. *Cement and Concrete Research, 77*, 47–59. https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2015.04.017

Snellings, R., Mertens, G., & Elsen, J. (2012). Supplementary cementitious materials. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 74*(1), 211–278. https://doi.org/10.2138/rmg.2012.74.6

Taylor, H. F. W. (1997). *Cement chemistry* (2nd ed.). Thomas Telford Publishing. https://doi.org/10.1680/cc.25929

Tsakiridis, P. E., Agatzini-Leonardou, S., & Oustadakis, P. (2004). Red mud addition in the raw meal for the production of Portland cement clinker. *Journal of Hazardous Materials, 116*(1–2), 103–110. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2004.08.004

Vegas, I., Cano, M., Arribas, I., Frías, M., & Rodriguez, O. (2015). Physical–mechanical behavior of binary cements blended with thermally activated coal mining waste. *Construction and Building Materials, 99*, 169–174.

Yao, G., Wang, Q., Su, Y., Wang, J., Qiu, J., & Lyu, X. (2020). Mechanical activation as an innovative approach for the preparation of pozzolan from iron ore tailings. *Minerals Engineering, 145*, 106068. https://doi.org/10.1016/j.mineng.2019.106068

Yılmaz, C. (2010). *Portland çimentosu kullanımının Horasan harcı özelliklerine etkisi* (Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). https://tez.yok.gov.tr/

Zhang, W., Long, H., Zhu, D., Pan, J., Li, S., & Guo, Z. (2024). Preparation of high activity mineral powder from coal gangue through thermal and chemical activation. *International Journal of Chemical Reactor Engineering*.

DEMİR CEVHERİ ATIKLARININ MEKANİK AKTİVASYON YOLUYLA ÇİMENTO İKAMESİ OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Serhat Kayra UÇAR[1]

[1]İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,

Maden İşletme ABD, İstanbul / Türkiye.

[1]ORCID ID: 0009-0005-1071-1177

Serkan TÜYLÜ[1]

[1] Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,

Maden İşletme ABD, İstanbul / Türkiye.

[1]ORCID ID: 0000-0002-8128-9840

Deniz ADIGÜZEL[1]

[1] Doç. Dr., İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,

Maden İşletme ABD, İstanbul / Türkiye.

[1]ORCID ID: 0000-0002-1611-1296

İsmail DEMİR[2,*]

[2] Dr., İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü,

Cevher Hazırlama ABD, İstanbul / Türkiye.

[2]ORCID ID: 0000-0003-0949-7706

ÖZET

Madencilik faaliyetlerinden kaynaklanan atıkların çevreye zarar vermeden bertaraf edilmesi, sürdürülebilir madencilik açısından önemli bir sorundur. Bu kapsamda, demir cevheri atıklarının (DCA) çimento ikamesi olarak değerlendirilmesi, hem atık yönetimine katkı sağlamakta hem de doğal kaynak tüketimini azaltmaktadır. Ancak bu atıkların çimento içinde doğrudan kullanımı, mekanik özellikleri olumsuz etkileyebilmektedir. Bu çalışmada, DCA'ların çimentonun kısmi yerine kullanılabilmesini sağlamak amacıyla mekanik aktivasyon yöntemi uygulanmıştır.

Deneysel çalışmada, DCA'lar 60, 90 ve 180 dakika süreyle öğütülerek mekanik olarak aktive edilmiş ve %5, %10, %15 ve %20 oranlarında çimento yerine kullanılmıştır. Hazırlanan harç numuneleri 20 ± 2 °C sıcaklıkta 28 gün boyunca kürlenmiş; TS EN 196-1 standardına uygun olarak basınç ve eğilme dayanımları belirlenmiştir.

Sonuçlar, öğütme süresinin artmasıyla birlikte DCA'ların özgül yüzey alanı ve reaktivitesinin belirgin şekilde arttığını göstermiştir. Özellikle 90 dakika öğütülen ve %10 oranında ikame edilen harç numunesi, 28 günlük basınç dayanımında 31,3 MPa değerine ulaşarak 33 MPa olan referans harca oldukça yakın sonuçlar vermiştir. Eğilme dayanımlarında da benzer bir iyileşme eğilimi gözlenmiştir.

Bu sonuçlar, DCA'ların mekanik aktivasyonla puzolanik özelliklerinin geliştirilebileceğini ve çimento ikamesi olarak kullanılabileceğini ortaya koymakta; böylece hem atık yönetimi hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli katkılar sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Demir cevheri atıkları, Mekanik aktivasyon, Öğütme, Dayanım.

INVESTIGATION OF THE UTILIZATION OF MECHANICALLY ACTIVATED IRON ORE TAILINGS AS A CEMENT SUBSTITUTE

ABSTRACT

The environmentally safe disposal of mining wastes is a significant challenge in the context of sustainable mining. Utilizing iron ore tailings (IOT) as a partial replacement for cement offers both waste management and resource conservation benefits. However, the direct incorporation of such wastes into cementitious systems may adversely affect mechanical properties. This study focuses on enhancing the usability of IOT in mortar production through mechanical activation.

In the experimental program, IOT was mechanically activated by grinding for 60, 90, and 180 minutes, and then used to replace cement at rates of 5%, 10%, 15%, and 20% by weight. Mortar specimens were cured at 20 ± 2 °C for 28 days, and tested for compressive and flexural strength in accordance with the TS EN 196-1 standard.

The results indicated that increased grinding time significantly improved the specific surface area and reactivity of the IOT. Notably, the mortar prepared with 90-minute ground IOT at 10% replacement achieved a compressive strength of 31.3 MPa at 28 days, which is comparable to the 33 MPa observed in the reference mix. Flexural strength results also showed a positive trend with mechanically activated IOT.

These findings demonstrate that mechanical activation is an effective method for improving the pozzolanic characteristics of iron ore tailings. The use of mechanically activated IOT as a cement substitute not only enhances the mechanical performance of mortar but also contributes to sustainable construction practices by supporting industrial waste valorization and reducing environmental impact.

Keywords: Iron ore tailings, Mechanical activation, Grinding, Strength.

GİRİŞ

Günümüzde, madencilik faaliyetleri sonucu açığa çıkan atıkların yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir sektör sorununa işaret etmektedir. Madencilik atıkları genellikle geniş alanlarda depolanmakta veya bertaraf edilmektedir, bu da doğal kaynaklar ve ekosistem üzerinde ciddi baskılara yol açmaktadır. Madencilik atıklarının endüstriyel alanlarda yeniden değerlendirilmesi ise bu sorunların azaltılmasında önemli bir araçtır. Bu bağlamda, söz konusu atıkların beton sektöründe çimento ikame malzemesi olarak kullanılabilirliğini araştırmak bu çalışmanın ana odağını oluşturmaktadır (Zhang ve diğ. 2022).

Bu çalışma kapsamında, madencilik atıklarının beton üretiminde, özellikle çimento ikamesi olarak kullanılması durumunda betonun dayanımı üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Geleneksel olarak, bu atıkların doğrudan çimento ikamesi olarak kullanımı genellikle dayanım kayıplarına yol açmakta, bu da kullanım potansiyellerini sınırlamaktadır. Bu sorunun üstesinden gelmek amacıyla, çalışma sürecinde atıkların puzolan özelliklerinin artırılması için mekanik (öğütme ve partikül boyutu küçültme) aktivasyon tekniği kullanılmıştır. Bu yöntemler sayesinde, maden atıklarının dayanım değerlerinin iyileştirilmesi ve çimento ikamesi olarak kullanılabilir hale gelmesi hedeflenmiştir.

Bu yenilikçi yaklaşımın, madencilik sektöründe çevreye duyarlı bir atık yönetim modeli oluşturmasının yanı sıra, beton sektörüne sağlayacağı avantajlar da geniş kapsamlıdır. Maden atıklarının beton bileşenlerinde kullanımıyla enerji tasarrufu sağlanması, beton ve çimento üretiminde kullanılan doğal kaynak tüketiminin azaltılması ve karbon emisyonlarının düşürülmesi gibi çok yönlü çevresel kazanımlar sağlanacaktır. Aynı zamanda, bu çalışma sayesinde sektör maliyetlerini azaltma potansiyeline sahip bir hammadde alternatifi geliştirilmiş olacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışma, sürdürülebilir madencilik ve çevre dostu beton üretimi konularında önemli bir örnek teşkil ederek maden atıklarının daha geniş endüstriyel alanlarda kullanılmasının önünü açmaya yardımcı olacaktır. Böylece, maden atıklarının çevreye zarar vermeden değerlendirilmesi sağlanarak ekosisteme katkı sunulması ve sürdürülebilir kalkınmaya destek olunması planlanmıştır.

MATERYAL VE METOD

Çalışma kapsamında yapılan deneylerde harç hazırlamak için CEM I 42,5R Portland çimentosu, 1350g CEN standart kumu, su, süper akışkanlaştırıcı ve DCA kullanılmıştır. Kullanılan DCA'lar Divriği ilçesinde demir üretimi yapan Demir Export firmasından deneysel çalışmalarda kullanılmak üzere temin edilmiştir.

Yapılan tüm çalışmalar TS EN 196-1 standardı çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Atığın Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Atıkların tane boyutu dağılımı, şekli, porozitesi ve kimyasal bileşimi, atıklı betonun mekanik performansını doğrudan etkiler. (Feng ve diğ., 2024; Yao ve diğ., 2020). Bu nedenle kullanılacak atığın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tespiti önem arz etmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan DCA'ların özgül yüzey alanı ve gözenek yapısı BET (Brunauer–Emmett–Teller) teorisine dayalı olarak yapılmıştır. Numunelerin yoğunluk değeri ise helyum piknometresi ile ölçülmüştür. DCA'ların belirlenen yoğunluk, özgül yüzey alanı, toplam gözenek hacmi, tane boyut dağılımı ve ortalama gözenek çapları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Atığın fiziksel özellikleri.

Fiziksel özellikler	**DCA**
Yoğunluk	2,9292 g/cc
Özgül yüzey alanı	2,172E+01 m^2/g
∑Gözenek hacmi	5,177E-02 cm^3/g
Ortalama gözenek çapı	3,117 nm
D_{10} (µm)	33
D_{30} (µm)	200
D_{50} (µm)	400
D_{60} (µm)	500
D_{80} (µm)	700
Uniformluk katsayısı, Cu	15,2
Eğrilik katsayısı, Cc	2,4

DCA-R malzemlerinin çimento malzemlerine göre daha iri boyutta oldukları ölçülmüştür. Bu malzemenin -100 µm oranı (çimento maks. boyut) ise toplamdaki DCA-R malzemesinin %22'sine gelmektedir. Böylece çimento ikamesi olarak kullanıldığında bağlayıcı tane boyut dağılımının irileşmesi sağlanmıştır. Bu durum karışımdaki bağlayıcı yüzey alanını düşürmüştür.

Atıkların kimyasal özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, temel oksitler için X-ışını Floresan (XRF) analizi yapılmış ve sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. DCA'nın temel oksitleri.

Bileşen %	**SiO_2**	**Fe_2O_3**	**Al_2O_3**	**K_2O**	**Na_2O**	**CaO**	**MgO**	**Cl^-**	**SO_3**

DCA-R	49.6	30.0	10.8	4.24	1.86	1.17	1.01	0.0494	0.141

DCA'nın XRF analizinde, TS25 standartlarına göre puzolan olma şartı olan SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3 toplamının en az %70 olması gerekmektedir. İncelenen DCA-R numunesinde bu toplam %90,4 olarak bulunmuş ve puzolan kriterlerini sağlamıştır. İçerikte %49,6 SiO_2, %10,8 Al_2O_3 ve %30,0 Fe_2O_3 tespit edilmiştir.

Yüksek SiO_2, $Ca(OH)_2$ ile reaksiyona girerek ikincil C-S-H fazlarının oluşumunu destekleyip dayanımı artırırken (Yılmaz, 2010; Snellings ve diğ, 2012), Al_2O_3 priz süresini etkilerken aşırı artışı genleşme riskini artırabilir (Yılmaz, 2010). Fe_2O_3 ise malzemenin koyu gri rengini verir, hidratasyon kinetiğini yavaşlatabilir ve dayanım gelişimini zamana yayabilir (Taylor, 1997; Tsakiridis, 2004).

Numunelerin karbon ve kükürt miktarları LECO yanma analiz cihazıyla belirlenmiştir ve DCA-R'nin organik karbon içeriği %0,23, kükürt içeriği %0,04'tür. Elementel içerik ise ICP-MS yöntemiyle analiz edilmiş olup sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. DCA'nın karakteristik elementel içeriği (ICP-MS sonuçları).

Element (%)	**Al**	**K**	**Na**	**Fe**	**Ti**	**Mg**	**Sr**	**Ba**
DCA	5,89	3,49	1,012	0	0,197	0,36	0,0135	0,07224

Element (%)	**Pb**	**Cd**	**Cr**	**Cu**	**Zn**	**Ni**	**As**	**U**
DCA	0,0029	0,00001	0,0108	0,0081	0,0046	0,0371	0,00571	0,00047

ICP-MS analizinde numunede yüksek oranda alüminyum (%5,89) tespit edilmiştir; bu durum puzolanik aktivitenin gelişimine katkı sağlar (Scrivener ve diğ., 2015). Ayrıca toksik metaller (Pb, As, Cd ve U) içeren atıkların doğada bırakılması çevresel açıdan sorunlar teşkil etmektedir. Bu nedenle çimento matrisinin fiziksel kapsülleme ve kimyasal stabilizasyon mekanizmaları sayesinde ağır metalleri etkin şekilde immobilize ederek ve çevresel açıdan güvenli bir çözüm sunmaktadır (Zhang ve diğ., 2024).

Mekanik Aktivasyon Aşaması

DCA'ların parçacık boyutu, özgül yüzey alanı, bağıl kristallilik ve çimentolu özellikleri üzerindeki mekanik aktivasyon etkilerini incelemek için, 20 cm çapında ve 30 cm yüksekliğinde bir planet bilyalı değirmende, 60 devir/dakika hızında, 1/3 bilya oranı ve her biri 1000 gram DCA kuru olarak 30, 60, 90, 120, 150 ve 180 dakika öğütülmüştür. Numunelerin tane boyutu, Malvern Mastersizer 2000 ile ölçülmüştür. İdeal serbestleşme boyutuna ulaşan numuneler harç dökümünde kullanılarak mekanik dayanım testlerine tabi tutulmuştur. Sonuçların değerlendirilmesinde ASTM D2487'ye göre tane dağılım eğrisi sınıflandırması kapsamında Cu ve Cc katsayıları esas alınmıştır.

Harç Hazırlanması

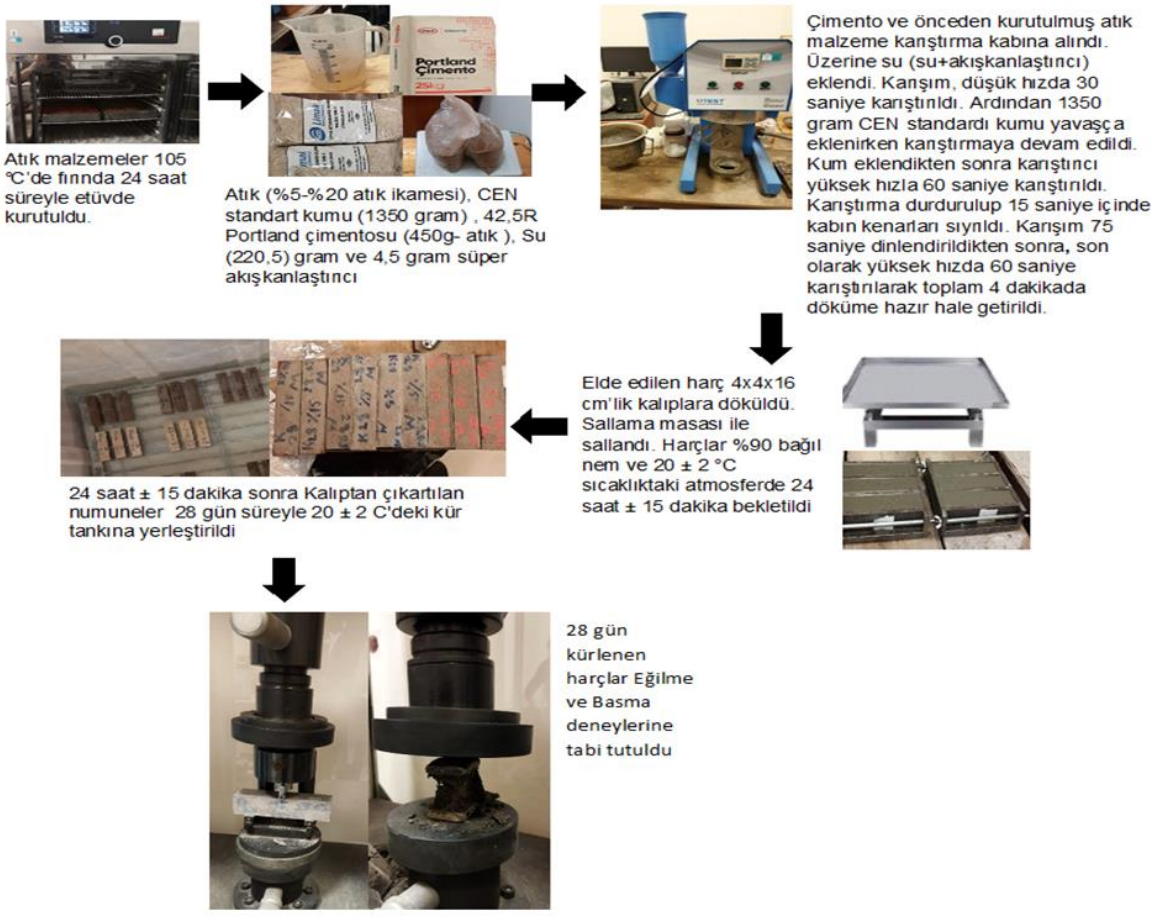
Atık numuneleri %5, %10, %15 ve %20 çimento ikamesi oranlarında kullanılarak, TS 196-1 standardına uygun olarak Tablo 4'te belirtilen miktarlarda harçlar hazırlanmıştır.

Tablo 4. Karışım malzeme miktarı.

	%5 ikame için	**%10 ikame için**	**%15 ikame için**	**%20 ikame için**
CEN Standardı Kum miktarı (g)	1350	1350	1350	1350
Çimento miktarı (g)	427,5	405	382,5	360
DCA miktarı (g)	22,5	45	67,5	90
Su miktarı (g)	220,5	220,5	220,5	220,5
Süper akışkanlaştırıcı miktarı (g)	4,5	4,5	4,5	4,5

Tablo 4'te gösterilen reçete takip edilerek TS 196-1 standardına göre döküm ve mekanik testler yapılmıştır. Beton numuneleri 20 ± 2 °C'de 28 gün boyunca kürlendikten sonra kırılarak dayanım değerleri kaydedilmiştir.

Her deney için farklılık gösterecek olan malzeme oranları hazırlandıktan sonra aşağıda belirtilen sıra ile adım adım harç hazırlanmıştır. Genel olarak tekrar eden çalışma süreçleri Şekil 1'de anlatılmıştır.



Şekil 1. Harç hazırlama aşamaları.

Şekil 1'de verilen çalışmalar sonucunda DCA'ların çimento ikamesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır.

BULGULAR

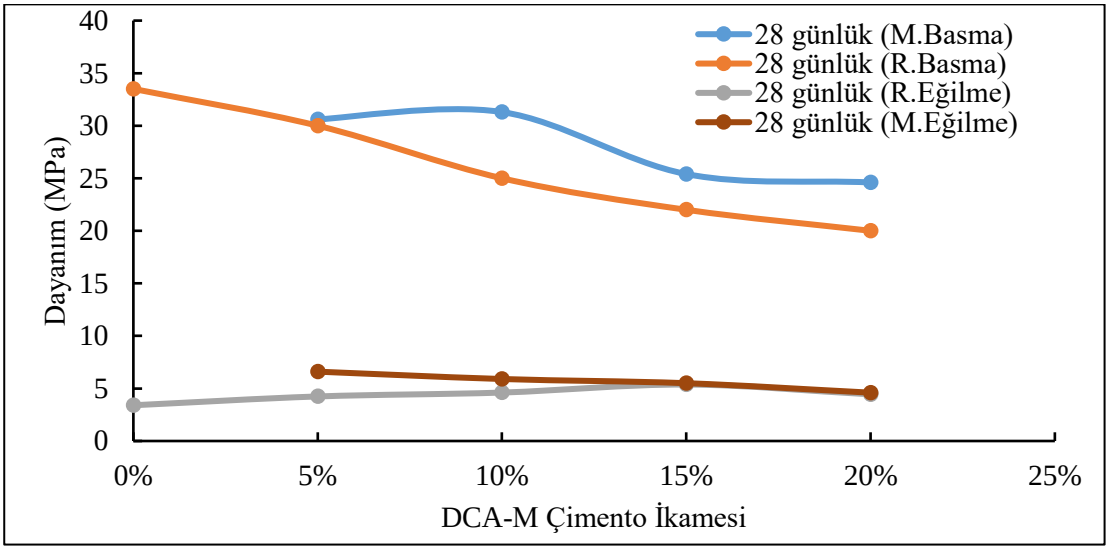
Çalışmada, DCA-R numunesi 180 dakika boyunca mekanik olarak öğütülmüş ve her 30 dakikada bir numune alınarak tane boyutları ölçülmüştür. Çimento ile karşılaştırma yapabilmek ve ince fraksiyonu detaylı inceleyebilmek amacıyla, -150 µm boyutuna kadar öğütülen numuneler üzerinde Mastersizer 2000 cihazıyla analiz gerçekleştirilmiştir. Elde edilen tane boyutu dağılımı Şekil 2'de sunulmuştur.

Öğütme süresi (dk)			0	30	60	90	120	150	180
Spesifik yüzey alanı (m^2/g)			0,539	0,530	0,843	0,766	0,891	0,982	0,989
-150µm	D10	D30	D50	D60	D80	Cu	Cc	Dağılım Eğrisi	
0 dk. (µm)	5	26	50	65	100	13.0	2.1	Multi/Medium graded	
30 dk. (µm)	5	26	52	66	105	13.2	2.0	Multi/Medium graded	
60 dk. (µm)	3	10	23	40	105	13.3	0.8	Medium graded	
90 dk. (µm)	3	13	35	52	92	17.3	1.1	Multi graded	
120 dk. (µm)	2.5	8.5	26	45	90	18.0	0.6	Gap graded	
150 dk. (µm)	2	6.5	15	28	70	14.0	0.8	Medium graded	
180 dk. (µm)	2.2	9	23	39.8	91	18.1	0.9	Multi/Medium graded	

Şekil 2. -150µm DCA'ların öğütme sürelerine göre tane boyut dağılımı.

Şekil 2 verilerine göre, Cu ve Cc değerleri ile tane boyutu dağılımları belirlenmiş ve öğütme süresine bağlı yüzey alanı değişimi analiz edilmiştir. 180 dakikalık öğütme süresi boyunca D_{50} genel olarak azalırken, 90. dakikada artış göstermiş ve bu noktada spesifik yüzey alanında düşüş gözlemlenmiştir. Bu durum, ince tanelerin yüksek yüzey enerjisi nedeniyle aglomerasyon oluşturmasına bağlanmıştır (Yunhong ve diğ., 2016; Wang ve diğ., 2022). Dağılım analizleri, 90 dakikalık öğütme süresinin hem çok dereceli yapı hem de verimlilik açısından en uygun süre olduğunu göstermiştir. 180 dakikalık öğütme benzer dağılım sağlasa da, maliyet ve zaman açısından verimsiz bulunmuştur.

Buna bağlı olarak 90 dk öğütme işlemi uygulanmış DCA numuneleri ile döküm yapılmış ve 28 günlük kürlenme süreci sonunda eğilme ve basma dayanımı testleri uygulanmıştır. Testlere ait sonuçlar Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3. Çimentonun DCA-M ile ikame edilmesiyle hazırlanan harçların 28 günlük basma (M. Basma) ve eğilme (M. Eğilme) dayanımları üzerindeki etkilerini; DCA-R katkılı ve katkısız (0 katkılı) harçlarla (R. Basma ve R Eğilme) karşılaştırılması.

Şekil 3'te görüldüğü üzere genel olarak, DCA-M katkısı düşük oranlarda kullanıldığında eğilme dayanımında belirgin bir artış gözlemlenmiştir. %15 ve üzerindeki ikame oranlarında ise eğilme dayanımının DCA-R grubu ile paralellik gösterdiği görülmüştür.

DCA-R ve DCA-M ikamesinin basma dayanımı üzerindeki etkileri değerlendirildiğinde, DCA-M ikamesinin DCA-R'ye kıyasla belirgin şekilde daha olumlu sonuçlar verdiği görülmüştür. Deney süresince değişen her ikame oranında, DCA-M kullanılan harçlarda basınç dayanımları DCA-R'ye göre daha yüksek bulunmuştur. DCA-R kullanılan karışımlarda sırasıyla 30 MPa, 25 MPa, 22 MPa ve 20 MPa değerleri elde edilirken; aynı oranlardaki DCA-M katkısı ile bu değerler sırasıyla %2, %25,2, %15,5 ve %23 oranlarında artış göstererek 30,6 MPa, 31,3 MPa, 25,4 MPa ve 24,6 MPa olarak ölçülmüştür. Özellikle %10 ikame oranı, dikkat çekici bir dayanım artışı sağlamıştır. Bu gelişim, mekanik öğütme işlemiyle demir atıklarının kristalin yapısının bozulması sonucu daha reaktif hale gelmesi, ince fraksiyonların matriste daha homojen dağılması ve çatlak yayılımını sınırlaması gibi etkilerle açıklanabilir. Ayrıca, öğütme ile yüzey alanının artması hidratasyon süreçlerini destekleyerek sekonder C-S-H oluşumunu teşvik etmiş ve bu da mekanik dayanımı olumlu yönde etkilemiştir. Elde edilen sonuçlar, literatürde (Yunhong ve diğ., 2016; Wang ve diğ., 2022; Yao ve diğ., 2020; Liu ve diğ., 2023; Cui ve diğ., 2022) benzer şekilde mekanik aktivasyonun pozitif etkilerini bildiren çalışmalarla da örtüşmektedir.

DCA-M ile hazırlanan harçlar, 0 atık katkılı kontrol grubuyla karşılaştırıldığında, özellikle %10 ikame oranında basma dayanımına çok yakın sonuçlar vermiştir. Bu durum, uygun granülometriye sahip DCA-M'nin puzolanik ve dolgu etkisiyle bağlayıcı sisteme olumlu katkı sağladığını göstermektedir. Öğütülmüş DCA, düşük oranlarda kullanıldığında çimento matrisinde homojen bir yapı oluşturarak dayanım kayıplarını minimize edebilmektedir.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Madencilik atıklarının kontrolsüz depolanması çevre kirliliğine yol açtığından, bu atıkların beton bileşenlerinde kullanımı doğal kaynakları koruma ve karbon emisyonlarını azaltma açısından önemlidir. Bu çalışmada, demir madenciliği atıkları (%5, %10, %15, %20 oranlarında) çimento ikamesi olarak kullanılmış, mekanik, kimyasal ve termal aktivasyon yöntemlerinin harçların 28 günlük eğilme ve basma dayanımı üzerindeki etkileri TS EN 196-1 standardına uygun olarak incelenmiştir. Böylece DCA'ların dayanım ve puzolanik özellikleri değerlendirilmiştir.

Eğilme dayanımı açısından, hem doğrudan kullanılan DCA-R hem de mekanik aktivasyonlu DCA katkılı harçlar, atıksız referanslardan daha yüksek performans göstermiştir. Ancak basma dayanımı, DCA-R ikame oranı arttıkça azalmış; en iyi sonuçlar 28 günde %5 ikamede elde edilmiştir.

DCA'ların çimento sistemlerinde katkı malzemesi olarak potansiyeli, mekanik aktivasyonla geliştirilmiştir. 180 dakikalık öğütme sürecinde her 30 dakikada alınan numunelerle tane boyutu dağılımı ve özgül yüzey alanı incelenmiştir. 90 dakikada D_{50} değeri azalırken, özgül yüzey alanı artmış ancak aglomerasyon nedeniyle kısa süreli düşüş yaşanmıştır. Bu, ince tanelerin yüksek yüzey enerjisiyle bir araya gelmesinden kaynaklanmaktadır. Tekdüzelik (Cu) ve eğrilik (Cc) katsayıları 90 dakikalık öğütmenin çok dereceli ve iyi sınıflandırılmış tane dağılımı sağladığını göstermiştir. 90 dakikada ölçülen 0,766 m^2/g özgül yüzey alanı, çatlak yayılımını engelleyip mikroyapıyı yoğunlaştırmaya yardımcı olmuştur.

Mekanik aktivasyonun DCA'ların çimento matrisine katkısını güçlendirdiği deneylerle doğrulanmıştır. %5–%20 DCA-M ikamesinde, özellikle %10 ikamede 28 günlük kür sonunda eğilme ve basma dayanımlarında belirgin artış görülmüştür. Bu artış, kristal yapının bozulması, ince tanelerin homojen dağılması ve sekonder C-S-H oluşumuna bağlanmaktadır. Ayrıca, DCA-M katkısı, DCA-R'ye kıyasla her ikame oranında daha yüksek dayanım sağlamıştır. Bu durum, aktivasyon sürecinin çimento matrisindeki bağlayıcılık mekanizmalarını olumlu yönde etkilediğini göstermiştir.

KAYNAKÇA

Cui, L., Chen, P., Wang, L., Xu, Y., & Wang, H. (2022). Reutilizing waste iron tailing powders as filler in mortar to realize cement reduction and strength enhancement. *Materials, 15*(2), 541. https://doi.org/10.3390/ma15020541

Feng, W., Yu, Z., Bao, R., Xiong, J., Yan, K., Liu, R., Zhang, R., & Lu, X. (2024). Manufacture of tailings-based cementitious materials: Insights into tailings activation strategies. *Construction and Building Materials, 439*, 137194. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.137194

Liu, J., Ge, X., Liu, P., Song, G., & Hu, Z. (2023). Experimental study on the preparation of cementitious materials from iron ore tailings by activation. *Construction and Building Materials, 385*, 131409. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131409

Scrivener, K. (2015). Pozzolanic activity of mechanochemically and thermally activated kaolins in cement. *Cement and Concrete Research, 77*, 47–59. https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2015.04.017

Snellings, R., Mertens, G., & Elsen, J. (2012). Supplementary cementitious materials. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 74*(1), 211–278. https://doi.org/10.2138/rmg.2012.74.6

Taylor, H. F. W. (1997). *Cement chemistry* (2nd ed.). Thomas Telford Publishing. https://doi.org/10.1680/cc.25929

Tsakiridis, P. E., Agatzini-Leonardou, S., & Oustadakis, P. (2004). Red mud addition in the raw meal for the production of Portland cement clinker. *Journal of Hazardous Materials, 116*(1–2), 103–110. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2004.08.004

Wang, Z., Chu, H., Wang, J., Feng, E., Zhang, Y., & Lyu, X. (2022). Mechanical activation of siliceous tailings and its application as cement admixtures. *Minerals Engineering, 177*, 107366. https://doi.org/10.1016/j.mineng.2021.107366

Yao, G., Wang, Q., Su, Y., Wang, J., Qiu, J., & Lyu, X. (2020). Mechanical activation as an innovative approach for the preparation of pozzolan from iron ore tailings. *Minerals Engineering, 145*, 106068. https://doi.org/10.1016/j.mineng.2019.106068

Yılmaz, C. (2010). *Portland çimentosu kullanımının Horasan harcı özelliklerine etkisi* (Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). https://tez.yok.gov.tr/

Yunhong, C., Fei, H., Wenchuan, L., Rui, L., Guanglu, L., & Jingming, W. (2016). Test research on the effects of mechanochemically activated iron tailings on the compressive strength of concrete. *Construction and Building Materials, 118*, 164–170. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.05.020

Zhang, Y., Liu, B., Gu, X., Nehdi, M. L., & Zhang, L. V. (2022). Mechanochemical activation of iron ore tailing-based ternary supplementary cementitious materials. *Construction and Building Materials, 346*, 128420. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.128420

THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF CAUCASUS LINDEN GROWING NATURALLY IN YENİCE, KARABÜK

Belgin ŞEKER HIRÇIN[1]

[1]Karabuk University, Faculty of Forestry, Forest Engineering, Department of Forest Industrial Engineering

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7704-4544

Alper KILIÇ[2]

[2]Karabuk University, Faculty of Forestry, Forest Engineering

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-4481-1820

ABSTRACT

Introduction and Purpose: The mechanical and physical properties of wood are among the main factors that determine the performance of the material in construction and other industrial applications. In this study, it was aimed to investigate some physical and mechanical properties of Caucasian linden wood (Tilia dasystyla subsp. caucasica) growing naturally in Yenice, Karabük.

Materials and Methods: In this research, air-dry density from the physical properties of Caucasian Linden wood; bending resistance, modulus of elasticity in bending, compressive strength parallel to the fibers from its mechanical properties were determined.

Results: As a result, air dry density was found to be 0.406 g/cm³, bending strength was 41.02 N/mm², modulus of elasticity in bending was 6453.12 N/mm², and compressive strength parallel to the fibers was 21.79 N/mm².

Discussion and Conclusion: The results were compared with other studies conducted on linden species and other tree species with similar anatomical structures.

Key Words: Caucasian Linden Wood; Physical Properties; Mechanical Properties.

1. INTRODUCTION

Linden (Tilia) is a widely recognized genus of trees located in the temperate regions of the northern hemisphere. There are around 40 species within this genus, several of which have not been extensively researched (Hassan Vand et al. 2025). In our country, there are 4 different types of linden trees (Tilia tomentosa Moench, Tilia platyphyllos Scop., Tilia dasystyla subsp. caucasica (V. Engl.), Tilia cordata Mill.) and they constitute 0.06% of our current forest areas (Çavuş et al. 2022). It is stated that linden spreads in a total area of 12574 ha in our country's forests, 10408 ha of which is normally closed and 2166 ha of which is interspersed (OGM 2015; Özyurt ve Yücesan, 2020). Linden is a very valuable tree species due to its soft, white color and easy-to-work properties. There is no color difference between the sapwood and heartwood of linden wood; it has a yellowish-whitish color (Genç et al. 2021; Çavuş et al. 2022). Caucasian linden, a type of linden, is a tree that can grow up to 35-40 m tall and have a diameter of 1.5-2 m. Since its bright and soft wood is easy to process, it is used especially in carving and in the production of some small household items (Özana, 2019). When previous studies were examined, no studies were found to determine the mechanical and physical properties of this wood species. This study aimed to determine some mechanical and physical properties of Caucasian Linden wood.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Material

Caucasian Linden wood (Tilia dasystyla subsp. caucasica) used in this study was supplied from local lumber workshops in Yenice district of Karabük province. Before preparing the test specimens, the natural drying process was carried out until the air-dried moisture content of the Caucasian Linden wood reached 12%. In the

preparation of test specimens, sections without knots, cracks, smooth fibers, wood defects, color differences, reaction wood, and fungal and insect damage were used.

2.2. METHODS

In this study, air-dry density from the physical properties of Caucasian linden wood; bending strength, modulus of elasticity in bending, compressive strength parallel to the fibers from the mechanical properties were determined.

The air-dry density (D) of the test specimens was determined according to the TS 2472 standard. The dimensions of the specimens prepared for air-dry density measurements are 20 (t)×20 (r) ×30 (l) mm. The dimensions and weights of the specimens were measured using a digital caliper and an electronic scale with a sensitivity of 0.01 mm, and the density was calculated according to the formula below.

$D = (M_{12})/(V_{12})$

Where:

D = Air dry density (g/cm³); M = Weight (g); V = Volume (cm³)

Bending strength, modulus of elasticity in bending and compressive strength parallel to the fibers were determined in accordance with the principles specified in TS 2474, TS 2478 and TS 2595, respectively. The modulus of elasticity in bending was determined from the bending strength test specimens. The bending strength and compressive strength parallel to the fibers test specimens were prepared in the dimensions of 20x20x300 mm and 20x20x30 mm, respectively. The distance between the supports for bending resistance is set as 260 mm. In the bending strength test, the force was applied to the radial surface. The test speed was adjusted to break the specimens in 1.5±0.5 minutes (Elaıeb et al., 2017). Bending strength, modulus of elasticity in bending and compressive strength parallel to the fibers were determined on the Zwick Roel testing machine.

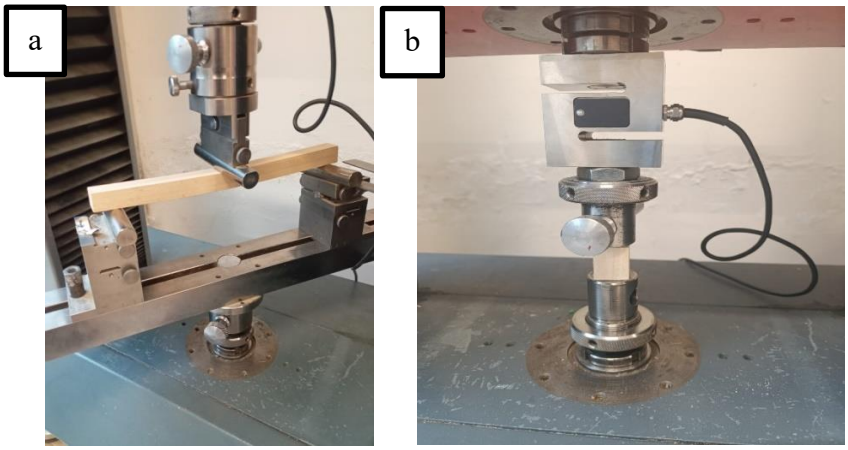


Figure 1. Determination of Mechanical Properties (A: bending strength, B: compression parallel to the fibers) and image of test samples.

RESULTS AND DISCUSSIONS

The air-dry density value from the physical properties of Caucasian linden wood; bending strength, modulus of elasticity in bending, compressive strength parallel to the fibers values from the mechanical properties are presented in Table 1.

Table 1. The physical properties and mechanical properties of Caucasian linden wood

Properties	Values
Air-dry density (gr/cm³)	0.406 (0.43)
Bending Strength (N/mm²)	41.02 (6.84)
Modulus of Elasticity in Bending (N/mm²)	6453.12 (1326.72)
Compressive Strength Parallel to the Fibers (N/mm²)	21.79 (4.55)

The air-dry density value of Caucasian Linden wood was found as 0.406 gr/cm³. Çavuş et al. (2022) determined the air-dry density value of silvery linden as 0.489 g/cm³. Similar results were also reported by Korkut (2011). When the results are compared, it is seen that Caucasian linden has a lower density value. The observed density differences may be due to differences in porosity (Usta, 2003; Kusiak et al., 2020). In addition, the density of wood depends mainly on the structure of the wood (Gryc et al., 2008).

The bending strength, modulus of elasticity in bending and resistance parallel to the fibers were determined as 41.02 N/mm², 6453.12 N/mm² and 21.79 N/mm², respectively. Tajvidi and Mirzaei (2009) also found the bending strength and modulus of elasticity in bending of Tilia begonifolia wood to be 89 MPa and 8176 MPa, respectively.

CONCLUSIONS

In this study, the physical (air-dry density) and mechanical properties (bending strength, modulus of elasticity in bending, compressive strength parallel to the fibers) of Caucasian Linden wood were investigated. The results are presented below:

1. The air-dry density of Caucasian Linden wood was determined as 0.406 gr/cm³.

2. The bending strength, modulus of elasticity in bending and resistance parallel to the fibers were detected as 41.02 N/mm², 6453.12 N/mm² and 21.79 N/mm², respectively.

RESOURCES

Elaıeb, M. T. E., Shel, F., Elouellani, S., Janah, T., Rahouti, M., Thévenon, M. F., & Candelier, K. (2017). Physical, mechanical and natural durability properties of wood from reforestation Pinus halepensis Mill. in the Mediterranean Basin. Boıs & Forets Des Tropıques, 331, 19-31.

Usta, ˙I. (2003). Comparative study of wood density by specific amount of void volume (porosity). Turk. J. Agric. For., 27, 1–6.

Hassan Vand, M., Nop, P., Cristini, V., Zlámal, J., Šeda, V., & Tippner, J. (2025). An Investigation Of Mechanical Properties Of Linden Green Wood. Holzforschung, 79(4-5), 214-227.

Genç, H. E., Feyzioğlu, F., Yazar, M., Öztekin, Ç., & Üçler, A. (2021). Kafkas Ihlamuru (Tilia Dasystyla Subsp. Caucasica) Tohumlarında Çimlenme Engelinin Giderilmesinde Tohum Toplama Zamanının Ve Farklı Işlemlerin Etkisi. Ormancılık Araştırma Dergisi, 8(1), 88-96.

Gryc, V.; Vavrˇcík, H.; Rybníˇcek, M.; Pˇremyslovská, E. (2008). The relation between the microscopic structure and the wood density of European beech (Fagus sylvatica L.). J. For. Sci., 54, 170–175.

OGM (2015). Türkiye Orman Varlığı 2016-2017 pdf. Türkiye Cumhuriyeti Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, 32s.

Özyurt, G., & Yücesan, Z. (2020). Kafkas Ihlamuru (Tilia Rubra DC. Subsp. Caucasica) Tohumlarinda Farkli Ekim Ortamlarinin Ve Tohum Toplama Zamaninin Çimlenme Üzerine Etkisi. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 21(1), 59-67.

Özana, Y. (2019). Gümüşi Ihlamur (Tilia Tomentosa) Ve Kafkas Ihlamuru (Tilia Rubra Subsp. Caucasica) Tohumlarının Çimlenmesi Üzerine Bazı Ön Işlemlerin Etkisinin Araştırılması. (Master's thesis, Artvin Çoruh Üniversitesi).

Kusiak, W., Majka, J., Ratajczak, I., Górska, M., & Zborowska, M. (2020). Evaluation of environmental impact on selected properties of lime (Tilia cordata Mill.) wood. Forests, 11(7), 746.

Tajvidi, M., & Mirzaei, B. (2009). Effects of temperature on the mechanical properties of beech (Fagus orientalis Lipsky) and lime (Tilia begonifolia) wood. Wood Material Science and Engineering, 4(3-4), 147-153.

THE EFFECTS OF FOREST FIRES ON THE WOOD INDUSTRY

Belgin ŞEKER HIRÇIN[1]

[1] Karabuk University, Faculty of Forestry, Forest Engineering, Department of Forest Industrial Engineering

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7704-4544

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Forest fires are important environmental problems that disrupt the natural balance and cause devastating effects on ecosystems. However, such events also have an impact on the wood industry. This study aims to contribute to a better understanding of the economic and environmental problems that arise by examining the effects of forest fires on the wood industry.

Materials and Methods: Within the scope of this study, literature information on the effects of forest fires on the environment and the wood industry was compiled.

Results: Forest fires are a multifaceted problem that affects many sectors. The wood sector stands out as one of the areas most affected by these disasters.

Discussion and Conclusion: Erosion, soil loss and reduced biodiversity resulting from forest fires disrupt the ecosystem balance and further increase dependence on the wood industry. The destruction of trees after a fire causes an increase in raw material prices, especially in the wood industry, and disruptions in the supply chain. Considering both the economic and environmental impacts of fires, long-term solutions need to be developed and sustainable forestry practices encouraged. In this context, more research on forest fire prevention and management is needed.

Key Words: Forest Fires; Wood Industry; Economic and Environmental Impacts.

1. INTRODUCTION

Forest fires are a catastrophic phenomenon that causes ecological, economic, and social damage (Baranovskiy and Kuznetsov, 2017; Baranovskiy and Malinin, 2020). In Turkey, forest fires are mostly seen in the Aegean, Mediterranean and Marmara regions. Seasonal factors such as temperature, precipitation, relative humidity and wind create a suitable environment for fires (Doğanay and Doğanay, 2004; Gedik et al., 2023). According to the data of the General Directorate of Forestry, the highest hectare loss due to forest fire occurred in 2021 (139 503 hectares) (URL1, 2023). Forest fires are widely acknowledged as significant and enduring contributors to environmental degradation. In addition to the destruction of wildlife and the challenges posed by air pollution, these fires play a crucial role in creating a substantial and ongoing risk to hydrogeological stability, primarily because the recovery and regrowth of forests occur slowly (Pazienza and Beraldo, 2004). In addition, the reconstruction of forests is of great importance in terms of raw material supply for the wood industry. In this study, the environmental effects of forest fires as well as their effects on the wood industry were examined.

2. EFFECTS OF FOREST FIRES

Wood is a globally significant natural resource used in construction materials, paper production, and energy provision. In 2020, at least one-third of the world's forests are being utilized for wood production. Wood demand is expected to nearly triple by 2050, driven by human demand and population growth, increasing urbanization, and the promotion of wood as a substitute for carbon-intensive construction materials like concrete and steel in alignment with net-zero climate targets. In this context, ensuring that wood supply can meet future demand emerges as a fundamental challenge in the twenty-first century (Bousfield et al., 2023). Forest fires are a natural ecological process in many ecosystems. However, forest fires and associated forest loss have continued to increase throughout the twenty-first century Andela at al., 2017; Curtis et al., 2018; Tyukavina at al., 2022), with more than 110 million hectares (Mha) of forest lost to forest fires between 2001

and 2019 (Tyukavina at al., 2022; Bousfield et al., 2023). In Turkey, more than 200 000 hectares of forest area were destroyed by forest fires between 2018 and 2023 (URL1, 2023).

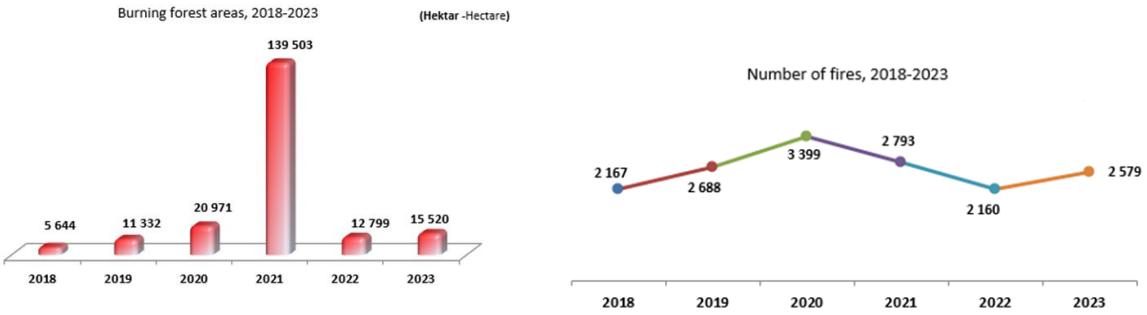


Figure 1. Burning Forest Areas and Number of Fires in Turkey (URL1, 2023)

Forest fires threaten biodiversity, negatively impact economies, disrupt water resources and communication networks, and put livelihoods at risk (Ünlü, 2025). Besides threatening natural life, forest fires can lead to loss of life and property if they spread to residential areas. These fires can trigger other natural disasters such as drought and landslides due to the destruction of vegetation, damage to organic matter in the soil, and loss of soil moisture. Additionally, the carbon stored in forests is rapidly released into the atmosphere as a result of fires, increasing the greenhouse effect (Garbolino et al., 2017 Sivrikaya and Küçük, 2022; Çelik et al., 2024).

The economic effects of forest fires are understood as burned and damaged standing wood, burned and damaged sawn wood and small forest products, burned or damaged production, and all non-wood forest products collected (Sadowska et al., 2021). It is estimated that global timber demand will reach 6 billion cubic meters by 2050 (McEwan et al., 2020). More people demand more forest products due to the accelerating lifestyles, increasing economic activities and population growth of the global world (Kemer, 2022). Today, the primary products produced from our forests and important for our national economy are veneer and timber logs, poles (wire poles, mine poles), industrial wood, paper wood, fiber-chip wood and firewood (Pakdemirli et al., 2021). As a result of forest fires, problems arise in the supply of these products from our forests.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The reduction of forested areas profoundly disrupts ecological stability and contributes to the acceleration of global warming. Among the primary factors leading to deforestation, forest fires play a critical role. In this article, literature information in impacts on the wood industry and environmental of forest fires is presented.

Forest fires threaten biodiversity, negatively affect water resources, and cause an increase in landslides and erosion. In addition, firewood, logs and industrial products are also damaged as a result of fires, and the cost of this negatively affects the economy. Emissions of fume and gases from forest fires significantly contribute to air pollution. Additionally, the release of carbon-based gases disrupts the global climate equilibrium, thereby facilitating the onset of climate change.

Preventing forest fires, which cause many damages or problems, is a multifaceted issue that cannot be limited to the efforts of government agencies alone. Within the framework of public policies, legal regulations and deterrent measures should be implemented to minimize the risk of fire.

RESOURCES

Andela, N., Morton, D. C., Giglio, L., Chen, Y., van der Werf, G. R., Kasibhatla, P. S., ... & Randerson, J. T. (2017). A human-driven decline in global burned area. Science, 356(6345), 1356-1362.

Baranovskiy, N., & Malinin, A. (2020). Mathematical simulation of forest fire impact on industrial facilities and wood-based buildings. Sustainability, 12(13), 5475.

Baranovskiy, N.V.; Kuznetsov, G.V. (2017). Forest Fire Occurrences and Ecological Impact Prediction: Monograph; Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Science: Novosibirsk, Russia.

Bousfield, C. G., Lindenmayer, D. B., & Edwards, D. P. (2023). Substantial and increasing global losses of timber-producing forest due to wildfires. Nature Geoscience, 16(12), 1145-1150.

Curtis, P. G., Slay, C. M., Harris, N. L., Tyukavina, A., & Hansen, M. C. (2018). Classifying drivers of global forest loss. Science, 361(6407), 1108-1111.

Çelik, M. Ö., Fidan, D., Ulvi, A., & Yakar, M. (2024). Akdeniz Bölgesi'ndeki orman yangınlarının uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak değerlendirilmesi: Mersin ili Silifke ilçesi örneği. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(2), 116-125.

Doğanay, H., Doğanay, S., 2004. Türkiye'de orman yangınları ve alınması gereken önlemler. Doğu Coğrafya Dergisi. 9(11), 31-48.

Garbolino, E., Sanseverino-Godfrin, V., Hinojos-Mendoza, G. (2017). Describing and predicting of the vegetation development of Corsicadue to expected climate change and its impact on forest fire risk evolution. Safety Science 88, 180-186

Gedik, S., Görücü, Ö., Öztürk, S. B., Eker, Ö., & Güneş, Y. (2023). Polonya/Türkiye ormanları ve ormancılığının kapsam ve uygulama açısından karşılaştırılması. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 9(1), 149-170.

Kemer, N. (2022). Orman Yangınları ve Sonrası: Orman Ekosistem Restorasyonu. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (33), 373-381.

McEwan, A., ve diğerleri. (2020) Past, present and future of industrial plantation forestry and implication on future timber harvesting technology. J. For. Res. 31(2):339–351

URL1. (2023) . https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler (23.06.2025; 15:56).

Ünlü, M. (2025). Orman varlığı ve orman yangınlarının etkisi. International Journal of Geography and Geography Education, (55), 212-229.

Pakdemirli, B., Küçük, Ö., Bayraktar, Z., & Takmaz, S. (Eds.). (2021). Ekoloji ve ekonomi ekseninde Türkiye'de orman ve ormancılık. Sonçağ Akademi.

Pazienza, P., & Beraldo, S. (2004). Adverse effects and responsibility of environmental policy: the case of forest fires. Corporate Social Responsibility and Environmental Management, 11(4), 222-231.

Sadowska, B., Grzegorz, Z., & Stępnicka, N. (2021). Forest fires and losses caused by fires–an economic approach. WSEAS Trans. Environ. Dev, 17, 181-191.

Sivrikaya, F., Küçük, Ö., (2022). Modeling forest fire risk based on GIS-based analytical hierarchy process and statistical analysis in Mediterranean region. Ecological Informatics 68, 101537.

Tyukavina, A., Potapov, P., Hansen, M. C., Pickens, A. H., Stehman, S. V., Turubanova, S., ... & Harris, N. (2022). Global trends of forest loss due to fire from 2001 to 2019. Frontiers in Remote Sensing, 3, 825190.

INTEGRATED FRAMEWORK FOR LANDFILL SITE SELECTION, SANITARY DESIGN, AND METHANE ENERGY RECOVERY IN KAYSERI, TURKEY.

Assem Aldrawsha[1*]

[*1]Erciyes University, Engineering Faculty, Civil Engineering - Geotechnics, Kayseri, Turkey.

Zulkuf Kaya [2]

[2]Erciyes University, Engineering Faculty, Civil Engineering - Geotechnics, Kayseri, Turkey.

Merve Oğuz[3]

[3]Erciyes University, Engineering Faculty, Environmental Engineering, Kayseri, Turkey.

ABSTRACT

Rapid population growth and insufficient waste management practices have intensified environmental challenges in Kayseri Province, Turkey. This study offers a comprehensive solution by integrating spatial analysis, multi-criteria decision-making, and emission modeling. Geographic Information Systems (GIS), the Analytic Hierarchy Process (AHP), and the Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) were used to select optimal landfill locations based on environmental and economic factors. Concurrently, the First-Order Decay (FOD) model was used to estimate CH_4 emissions and assess the potential for electricity generation from biowaste, offering a dual solution to waste disposal and renewable energy production.

A wide set of environmental and economic criteria was employed in the analysis. Key ecological factors included land use, distance from lineaments, human settlements, waterbodies, population density, airports, and rivers; economic criteria involved slope, distance from transfer stations, and roads. AHP was used to quantify the importance of each criterion through pairwise comparisons. According to the results, distance from surface water and slope were the most influential criteria, each receiving a final AHP weight of 15%. These weights were integrated within a GIS environment using Weighted Linear Combination (WLC) to generate a suitability map. The map classified 15.4% of the province as highly suitable and 25.8% as moderately suitable, while the remaining 58.8% was unsuitable due to environmental restrictions. In the final phase, the TOPSIS method prioritized six candidate sites from the suitability map. Site 6 achieved the top performance score of 0.849.

A sanitary landfill was designed to handle 1.55 million tones over three years, supported by drainage infrastructure (56 branch pipes and a 160 cm main pipe handling 1.95 m^3/s). Moreover, Methane emissions are projected to reach 23 Gg/year by 2035, with 1.68 million MWh of electricity recoverable and USD 65 million in potential revenue. This integrated approach demonstrates a replicable, sustainable model for solid waste management in rapidly urbanizing environments.

Keywords: GIS, AHP, TOPSIS, landfill, methane recovery, biogas energy.

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR DERSİNDE EĞİTSEL OYUNLARIN ÇEŞİTLİĞİ: ÖĞRETMEN GÖRÜŞLERİ

Mehmet BARAN

Yüksek Lisans Öğrencisi, Amasya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor

ORCİD: 0009-0002-2275-1756

Seda SABAH

Doç. Dr. Amasya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor

ORCİD: 0000-0002-7386-0314

ÖZET

Bu çalışmada beden eğitimi ve spor dersinde eğitsel oyunların çeşitliğine ilişkin öğretmen görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çalışma nitel araştırma desenleri kapsamında yer alan fenomenoloji desenindedir. Çalışmanın evrenini Amasya ilinde aktif olarak görev yapan beden eğitimi ve spor öğretmenleri oluşturmakta olup, örneklem grubu 6 öğretmen kapsamındadır. Veri toplama aracı olarak Baran ve Sabah (2024) tarafından **7** sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Verilerin analizi Nvivo programında içerik analiz yöntemi ile çözümlenmiştir. Yürütülen çalışma sonuçlarına göre beden eğitimi ve spor öğretmenlerinin eğitsel oyunları planlarken ve çeşitlendirirken okulun fiziki yapısı, mevcut materyaller, öğrenci merkezli yaklaşım vb. hususları göz önünde bulundurdukları aynı zamanda eğitsel oyunların eğlenceli ve eğitici olması, öğrencinin ilgisi ve kurallı oyun olması gibi unsurlara da dikkat ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bunların yanı sıra eğitsel oyunla birlikte öğrenciler üzerinde olumlu yönde gelişmeler sağlandığını, gözlemlerle onların derse olan katılım ve ilgilerinin de artış olduğu yönünde görüş bildirmişlerdir. Çalışmada öğretmenlerin mevcut imkânlar ve fiziki materyaller doğrultusunda öğrenci merkezli yaklaşımla eğitsel oyunları çeşitlendirdikleri görülmektedir. Bu bağlamda özel öğrencilerinde tüm gelişim özellikleri göz önünde bulundurularak beden eğitimi dersinde eğitsel oyunun tasarlanması ve çeşitlendirelebilmesi için okullarda bulunan fiziki yapı-materyallerin iyileştirilmesinin sağlanarak eksikliklerinin giderilmesi ve zenginleştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca öğretmenlerinde bu konuda gerekli eğitimlere katılımının teşvik edilmesi ve bilgilendirilmesi, özel öğrencilerin ise durumlarındaki değişimin süreç boyunca gözlemlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması elzemdir.

Anahtar Kelimeler: Beden Eğitimi ve Spor, Eğitsel Oyunlar, Öğretmen

THE VARIETY OF EDUCATIONAL GAMES IN PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS CLASSES: TEACHERS' OPINIONS

ABSTRACT

This study aims to examine physical education and sports teachers' views on the variety of educational games in physical education and sports classes. To achieve this goal, qualitative research methods have been used in the study. The study follows the phenomenology design, which is one of the qualitative research patterns. The population of the study consists of physical education and sports teachers actively working in Amasya province, and the sample group includes 6 teachers. As a data collection tool, a semi-structured interview form consisting of 7 questions was prepared by Baran and Sabah (2024). The data were analyzed using the content analysis method in the Nvivo program. According to the results of the study, it was found that physical education and sports teachers take into account factors such as the physical structure of the school, available materials, and student-centered approach when planning and diversifying educational games. They also pay attention to elements like the educational games being fun and educational, engaging the student's interest, and being rule-based.

In addition, it was reported that positive developments were observed in students with educational games, and their participation and interest in the class increased as observed. In the study, it was seen that teachers diversify educational games with a student-centered approach based on available resources and physical materials. In this context, it is necessary to improve the physical structure and materials in schools, address their deficiencies, and enrich them to design and diversify educational games in physical education classes while considering the developmental characteristics of special needs students. Furthermore, it is essential to encourage teachers to participate in necessary training and to keep them informed, while also observing the changes in special students' conditions during the process and taking the necessary precautions.

Keywords: Physical Education and Sport, Educational Games, Teacher

GİRİŞ

Toplumların beden ve ruh sağlığını koruyabilmek, harekete geçebilmek, gündelik işlerde daha dinç kalabilmek amacıyla, kişiler bedenlerini eğitme ve geliştirme ihtiyacı hissederler. Bu ihtiyaç ve kalkınmanın ışığında daha dinamik, güçlü ve sağlam nesiller için okullarda beden eğitimi dersi verilmektedir. Nitekim beden eğitimi süreci, öğrencilere fiziksel bakımdan etkin bir yaşam biçimi için gerekli olan bilgi ve becerileri kazanmalarına olanak sağlar (Lee ve ark., 2007: 436). Buradaki amaç, süreç içerisinde bedenlerini etkili ve verimli kullanmanın yanında eğitimle edinilen kazanımları uygulamaktır. Beden eğitimi, hareketin temelini oluşturmaktadır. Alan yazında beden eğitimi ile ilgili birçok tanım bulunmaktadır. Beden eğitimi; tüm bedensel etkinliklerin yanı sıra jimnastik, oyun, spor branşlarını da içeren bedensel hareketlerin kullanılarak yapılan hareketler vasıtası ile aktarılan eğitim olarak adlandırılmaktadır (Açak, 2005; akt Tilki, 2011:23). Beden eğitimi; kişinin hareket etmeye başlamasından itibaren hayatı boyunca devam eden bir süreç olarak ifade edilmektedir (Yang, 2005; akt. Adalı, 2024). Aynı zamanda beden eğitimi; kişinin zihin gelişimini, beden gelişimini ve sosyal gelişimini sağlayan, zevk ve estetiği barındıran fiziksel aktiviteler bütünü olarak tanımlanmaktadır. Diğer bir tanımda ise beden eğitimi; bedeni araç olarak kullanılarak kişinin sosyalleşmesine ve kültürleşmesine zemin hazırlayan, ahlaki ve etik değerleri kazandıran çok yönlü gelişimi sağlayarak vücudun genel yapısı ve işlevlerin kavranıp, yaşam içerisinde uygulamaya yarayan tüm etkinliklerin sürecidir şeklinde tanımlanabilir.

Türk Dil Kurumuna göre spor: ‘’Belirli kurallara göre kişisel, ikili veya takım olarak gerçekleştirilen rekabete dayalı bedensel ve zihinsel yarışmaların tümü’’ olarak adlandırılmaktadır (TDK). Spor; beden ve ruh sağlığını geliştiren, çevreye olan farkındalığı artıran, kişilik ve karakteri beceri ve yetenekle harmanlayarak, belirli kurallar içerisinde üstün gelme amacıyla yapılan, rekabet olgusu ile yarışılan aynı zamanda toplumlar arasında dayanışmayı, kaynaşmayı artıran; ekonomik, kültürel ve sosyal yönden de gelişmenin ana unsuru olan faaliyetler bütünüdür (Kotan, 2007). Eğitimde spor önemli bir yere sahiptir. Sporun gelişmesi ve yayılması için eğitim yoluyla sporun yaygınlaştırılması gerekmektedir. Nitekim alt yapıdan sporcu yetiştirilmesi, öğrencilerin başta sosyo-kültürel olarak gelişmesinin yanı sıra kişilerin çok yönlü gelişimleri açısından önemli role sahiptir. Dolayısıyla eğitimle bilinçlenen kişiler yeteneklerinin farkında olacak, spora olan ilgi ve günlük yaşama entegre olma çabası artarak ileri düzeyde gelişimi kolaylaştıracaktır. Spor insanın yaşamında varlığını her zaman devam ettirirken aynı zamanda hayatın içerisinde yer alan bir olgudur. Toplumları da direkt ve indirekt olarak etkileyip farklı duyguları da içerisinde bulunmasına yol açmaktadır (Sabah, 2022).

Öte yandan spor modern yaşamda toplumlar arası reklam aracı olarak kabul gördüğünden, siyasi ilişkiler açısından ülkelerin tanınırlığını artırmaktadır. Sporun süreç içerisinde her ne kadar toplumdan topluma ülkeden ülkeye değişmekte olduğu görülse de, uluslararası arenada bütünleştirici ve birleştirici gücü sayesinde insani değer yargılarını içeren ortak bir iletişim dili olarak kabul gördüğü ortadadır. Diğer yandan oyunun ne zaman başladığı ve nasıl geliştiği konusunda tam bir bilgi bulunmamaktadır. İlk insan mücadele etme isteği ile birlikte doğadaki oyunları taklit ederek oynamaya çalışmıştır (Altay ve Hazar, 2020: 55). Ayrıca insanın çevresinde bulunan saldırı ve mevcut tehlikelerden korunmak, doğadaki diğer canlıları da gözlemleyerek hareketlerini bu doğrultuda canlandırarak taklit olgusunu geliştirmeye çalıştığı görülmektedir. Tüm bu taklit olgusunu geliştirirken doğanın ve tabiatın sunduğu özelliklerin de önem teşkil ettiği söylenebilir. Örneğin; günümüzde oynanan oyunlarda jest ve mimiklerde, duruş ve hamlelerin sergilenerek taklitle oyuna varılması

gösterilebilir. Başka bir örnek ise hayvanların kendi arasında atılması, birbirine saldırması, boğuşması, birbirlerinin hareketini yaparak sevinmesi şeklinde verilebilir. Dolayısıyla taklit olgusu ile birlikte en basit oyunların açığa çıktığı görülmektedir (Altay ve Hazar, 2020:56). Günümüzde ise sürekli gelişen oyun yaşamımız içerisinde bayramlarda, yıldönümlerinde, özel günlerde, törenlerde vb. zamanlarda çeşitliliği artarak oynandığı bilinmektedir (Altay ve Hazar, 2020:56). Alanyazın incelendiğinde araştırmacılar oyunu farklı şekillerde tanımlamaktadırlar. Oyun; yer ve zamanı belli olan, kendine ait kurallar koyan, sosyal, kültürel ve bilişssel özellikleri geliştiren, daha çok fiziksel ve zihinsel yetenekleri içerisinde barındıran, eğlendiren etkinliklerdir (Çoban ve Devecioğlu, 2009). Gönüllü ve severek katılımın olduğu, bütün gelişim alanlarına kapsayan, amaçlı veya amaçsız olarak belirlenebilen, kurallı ya da kuralsız gerçekleştirilebilen doğal öğrenme ortamıdır (Koçyiğit ve diğerleri, 2007).

Günümüzdeki eğitim kurumlarındaki akademik başarı kaygısı beden eğitimi dersinde ve birçok derste eğitsel oyununun oynanmasının önüne geçmektedir. Tamda bu noktada eğitsel oyunun oyunlaştırarak öğretmesinin önemi orta çıkmaktadır. Eğitim süreci içerisinde eğitsel oyun oynatma etkinliğinin, öğrencilerin ilk olarak duyusal alanlarına etki etmesi ve dikkatlerini çekmeleri, eğitim sürecine katılımlarını artırarak, eğitsel oyunların sınıf içi ve sınıf dışında öğrencilerin yetenek ve fiziksel kapasiteleriyle birlikte performanslarına da katkılar sağladığı görülebilmektedir (Boztepe, Ekiz, Kır, 2022). Eğitsel oyun çocuklarda öğrenme kapasitesini artırmanın önünü açarak destek sağlayan aynı zamanda rekreasyonel zamanlarını verimli şekilde kullanmasını sağlayan, denge ve çevikliği geliştiren, motor ve algısal gelişimde de rol oynayan, duyuşsal ve sosyal alanlarda da gelişimini fiziksel uygunlukla birlikte imkân sağlamaktadır (Çamlıyer, 1999). Eğitsel oyunun eğitme özelliği göz önünde bulundurularak içerisinde başta bedensel ve sağlık olmak üzere birçok alana etki ederek aynı zamanda da öğretilecek konuyu oyunsallaştırarak öğrettiği görülebilmektedir. Bu bağlamada eğitsel oyunlar varlığını hissettirip eğitimde giderek artmaya başlaması, oyunlarla çeşitlendirilerek zenginliğinin artırılması, öğrenmenin kalıcı ve etkili olmasını sağlamıştır (Öz Pektaş, 2017). Diğer yandan çocukların yaparak yaşayarak öğrenmesi, öğrenirken eğlenmeleri, yeteneklerini keşfetmeleri, kendi öz farkındalıklarını benimsemeleri, dikkat ve algılarını geliştirdikleri, monotonluktan bir müddet de olsa sıyrıldıkları vb. birçok yönlerden dolayı öğrenilen konunun kalıcığını artırdığı yönünde katkı sağladığı söylenebilmektedir.

Eğitsel oyunlar; çocukların güzel davranış alışkanlıkları kazanmasını destekleyerek sağlıklı olmalarını da sağlayan diğer taraftan da eğlence ve sevinç yükleyen etkinliklerdir (Akandere, 2006). Aynı zamanda önceden planlanan, belli amaçlar doğrultusunda, oyun süresi, oyuncu seviyesi, oyuncu sayısı, oyun alanı ve kullanılan araç-gereçlerini de içerisinde bulunduran oyunlar olarak da adlandırılmaktadır (Özen ve vd, 2014). Kısacası eğitsel oyun; içerisinde kazanma-kaybetme olgusunu taşıyan, içerisinde gelişim alanlarının tümüne etki ederek, belli hedefler yönünde planlı şekilde hazırlanan, oyunun süre, seviye, sayı, alan ve araç-gereç özelliklerine göre değişkenlik ve çeşitlilik gösteren etkinlikler olarak tanımlanabilir.

Eğitsel oyunlar, öğrencilerin sadece fiziksel becerileri değil; duygusal, bilişsel ve sosyal yönden gelişimlerine katkı sağlamaktadır. Eğitim sürecinde öğretmenlerin eğitsel oyunları nasıl planladıkları ve çeşitlendirdikleri hakkında yapılan çalışmalar, öğretmenlerin pedagojik yaklaşımını güçlendirmeye yardımcı olarak yeni stratejiler geliştirilmesine imkân sağlayabilir. Dolayısıyla tüm bu bilgiler ışığında çalışmada beden eğitimi ve spor dersinde eğitsel oyunların çeşitliğine ilişkin öğretmen görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada beden eğitimi ve spor dersinde eğitsel oyunların çeşitliğine ilişkin öğretmen görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çalışma nitel araştırma desenleri kapsamında yer alan fenomenoloji desenindedir. Fenomoloji deseni birden fazla bireyin bir fenomen ya da belirli bir konuyla alakalı yaşanmış tecrübelerin ortak anlamını oluşturan bir desendir. Buradaki amaç, belirli olan bir olguyu ayrıntılı yaşayan kişilerin tecrübelerinin temelini farkına varabilmektir (Creswell, 2018, s. 77). Fenomolojik araştırmadaki hedef Husserl'in de ifade ettiği üzere konunun temeline, özüne varabilmektir (Husserl, 2012, s.14).

Evren ve Örneklem

Çalışmanın evrenini Amasya ilinde aktif olarak görev yapan beden eğitimi ve spor öğretmenleri oluşturmakta olup, örneklem grubu 6 öğretmen kapsamındadır. Araştırmanın örneklem grubu ölçü örneklem kapsamında

seçilmiştir. Çalışmadaki ölçüt, araştırmaya katılan beden eğitimi ve spor öğretmenlerinin aktif olarak görev yapması koşuludur.

Veri Toplama Aracı

Bu çalışmanın yürütülmesi hususunda, Amasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Etik Kurulu tarafınca 108.01-234011 sayılı etik kurul kararı ile onay alınmıştır. Veri toplama aracı olarak Baran ve Sabah (2024), tarafından 7 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır.

Verilerin Toplanması ve Analizi

Alınan izinler doğrultusunda çalışmada beden eğitimi ve spor öğretmenleri ile yüzyüze görüşmeler yürütülmüştür. Çalışmada veriler araştırmacı Baran ve Sabah (2024), tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formları aracılığıyla elde edilmiştir. Veriler, Nvivo programında içerik analiz yöntemi ile çözümlenmiştir. İçerik analizinde temel amaç, toplanan verileri açıklayabilmek ve fark edilmeyen kavram ve temaların keşfedilmesi durumu olarak adlandırılmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2016: 242). Verilerin çözümlenmesi sonucunda kod ve tema listesi oluşturulmuş ve kodlar uygun temalara atanmıştır.

BULGULAR

Aşağıda belirtilen tabloda nitel veri analiz sonuçlarına ilişkin bilgiler sunulmuştur.

Tablo 1: Beden eğitimi ve spor öğretmenlerine ilişkin demografik bilgiler

	Yaş	Cinsiyet	Eğitim Düzeyi	Gelir Düzeyi	Mesleki Kıdem
K1	45	Kadın	Lisans	Orta	21
K2	55	Erkek	Lisans	Orta	30
K3	46	Erkek	Lisans	Orta	21
K4	50	Erkek	Lisans	Orta	26
K5	56	Erkek	Lisans	Orta	30
K6	45	Kadın	Lisans	Orta	23

Tablo 1'de beden eğitimi ve spor öğretmenlerine ilişkin demografik bilgiler yer almaktadır. Çalışma, 2 kadın 4 erkek olmak üzere toplamda 6 beden eğitimi ve spor öğretmeni kapsamında yürütülmüştür. Öğretmenlerin tamamı orta düzeyde gelir durumuna sahip olmakla birlikte, lisans düzeyinde eğitim düzeyine sahiptir. Son olarak öğretmenlerin mesleki kıdem yılı 21 ila 30 yıl arasında değişkenlik göstermektedir.

Tablo 2: Eğitsel oyunların planlama süreci

Name	Node Type	Name	Coded Words	Coded Text
Planlama	Node	Öğretmenler	25	Okulun yapısı Performans Çevre şartları Eğlence ve eğitici Birlikte hareket etme Öğrencinin ilgisi Sayı Materyal Kuralları öğrenme Kazanma-Kaybetme Sınıf düzeyi Yarışma Yıllık plan Hava koşulları
Reports				

Tablo 2'de eğitsel oyunların planlama sürecine ilişkin öğretmen görüşleri alınmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda; beden eğitimi ve spor öğretmenlerinin eğitsel oyunları planlarken okulun fiziki yapısı, mevcut materyaller, öğrencinin performans düzeyi, öğrenci sayısı, hava koşulları, yıllık plan gibi hususları göz önünde bulundururken aynı zamanda eğitsel oyunların eğlenceli ve eğitici olması, öğrencinin ilgisi ve kurallı oyun olması gibi unsurlara da dikkat ettikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 3: Branş öğreniminde eğitsel oyunların etkisi

Name	Node Type	Name	Coded Words	Coded Text
Öğrenmeye Etkisi	Node	Öğretmenler	17	Basamaklama Kalıcılık Zihinde canlandırma Uygulamada kolaylık Pekiştirme Aktif katılım Uyumlu davranma Konuyu kavrama Bilişsel gelişim

				Teknik gelişim
Reports				

Tablo 3'te branş öğreniminde eğitsel oyunların etkisine yönelik öğretmen görüşleri yer almaktadır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda öğretmenler; eğitsel oyunların branş öğreniminde kalıcılık sağladığı, branşa özgü tekniği geliştirdiğini, oyun olduğu için aktif katılımın sağlandığı ve sürekli tekrarla konunun pekiştirildiği, öğrencinin uyumlu davranmayı öğrendiği şeklinde görüşlerini bildirmektedirler.

Tablo 4: Eğitsel oyunların çeşitlendirilmesi

Name	Node Type	Name	Coded Words	Coded Text
Çeşitlendirme	Node	Öğretmenler	13	Öğrenci isteği Öğrenci merkezli Fiziksel özellik Materyal Güvenlik Kazanım Spor dalı Kolaydan zora
Reports				

Tablo 4'te eğitsel oyunların çeşitlendirilmesine ilişkin öğretmen görüşleri yer almaktadır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda; öğretmenlerin tamamı eğitsel oyunları çeşitlendirdiklerini ve bu süreçte, öğrencinin ilgisini, mevcut materyalleri, öğrencinin fiziki yapısını, öğretilmek istenen spor branşı kapsamında oyunları kolaydan zora göre çeşitlendirdiklerini bildirmektedirler.

Tablo 5: Öğrencide gözlemlenen değişimler

Name	Node Type	Name	Coded Words	Coded Text
Değişim	Node	Öğretmenler	32	Sosyalleşme Takım ruhu Liderlik Konuyu kavrama Beceri Merak etme Araştırma Rakibe saygı Kontrol sağlama Kolay öğrenme Katılımda artış Spor dalında gelişme

				Branşta ilerlemek isteme
				Ders dışında oyun oynama
				Kurallara uymayı öğrenme
				Disiplin
Reports				

Tablo 5'te oyun temelli ders süreci sonunda, öğrencide gözlemlenen değişimlere ilişkin öğretmen görüşleri yer almaktadır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda beden eğitimi ve spor öğretmenleri; öğrenciler üzerinde sosyalleşme, liderlik, kurallara uyma, duygu (üzülme, öfke, sevinme vb.) kontrolü, rakibe saygı, derse aktif katılım, merak etme, araştırma vb. yönde gelişme gözlemlediklerini belirtmektedirler.

Tablo 6: Eğitsel oyunların özel öğrencilerin derse katılımında etkisi

Name	**Node Type**	**Name**	**Coded Words**	**Coded Text**
Özel Öğrenciler	Node	Öğretmenler	19	İlgide artış
				Takdir edildiğini hissetme
				Kendine güven duygusunda artış
				Yapabiliyorum hissi
				Oyunlara istekli katılma
				Görev verme
				Birkaç öğrencinin istememesi
Reports				

Tablo 6'da eğitsel oyunların özel öğrencilerin derse katılımında etkisine ilişkin öğretmen görüşleri yer almaktadır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda öğretmenler; özel öğrencilerin derse olan ilgisinin arttığını, bu süreçte öğrencilere görev verdiklerini, öğrencilerin yapabildiklerini düşündüklerini ve oyunlara istekli katıldıklarını, kendilerine olan güvenlerinde artış gözlemlediklerini belirtmektedirler.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada beden eğitimi ve spor dersinde eğitsel oyunların çeşitliğine ilişkin öğretmen görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada verilerin analizi sonucuna ilişkin aşağıda bilgilere yer verilmiştir.

Beden eğitimi ve spor öğretmenlerinin eğitsel oyunları planlarken okulun fiziki yapısı, araç-gereçler, hava koşulları, öğrencinin performans seviyesi, öğrenci sayısı, yıllık plan, eğitsel oyunların eğlenceli ve eğitici olması, öğrencinin ilgisi ve kurallı oyun olmasına dikkat ettikleri tespit edilmiştir. Bu kapsamda Akander(2013)'in çalışmasında belirttiği üzere eğitsel oyunlar, eğitimin amaçları doğrultusunda uygulanan oyunlardır. Eğitsel oyunlarda iki amaç bulunmaktadır. Bunlardan birincisi olan oyunun amacı; oyun içerisinde zevk alma ve oyunun çekiciliği sayesinde galip gelmeyi amaç edinmektedir. Oyunu seçen ve yönetene ait olan diğer amacı ise planlama ve uygulamayı gerçekleştirirken, oyuna katılanların istek ve çabalarını göz önünde bulundurarak oyunculardaki bulunan birtakım yetenekleri kazandırarak geliştirmeyi hedeflediğini belirtmektedir (Hazar, 2000). Bu konuda Kurşun ve ark. (2019) tarafından yürütülen çalışmada, öğretmenler tarafından eğitsel oyunlarla ilgili derslere uygun materyal desteğinin verilmesi, eğitim programlarında çeşitli oyunlara yer verilmesi ve fiziki şartların oyun oynamaya uygun olacak şekilde düzeltilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Öte yandan Jenkinson ve Benson (2010) ise, beden eğitimi dersine katılımın önündeki engellerle alakalı olarak araç-gereç eksikliği, gerekli görülen alan eksikliğine değinerek, öğretmenlerin bu eksiklikler karşısında iyi bir planlama ve yaratıcılıklarıyla (farklı fikir, ürün, tasarım) geliştirebilecekleri basit ve çeşitli materyallerin

problem çözücü olabileceğini ifade etmiştir. Ek olarak Özcan ve Mirzeoğlu (2014) tarafından yürütülen çalışmada ise, beden eğitimi öğretmenlerinin yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre ders işlemelerinde en önemli engellerin araç-gereç ve donanım eksikliği olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yürütülen çalışmada öğretmenlerin elde bulunan imkanlar doğrultusunda, öğrenci performansı ve yıllık plan başta olmak üzere birçok konuyu dikkate alarak oyunu çeşitlendirerek planlar yaptıkları görülmektedir. Oyun çeşitliliğinin artırılması ve daha çok gelişim alanına etki edebilmesi açısından ise fiziki şartların ve materyallerin iyileştirilmesi yönünde gerekli çalışma ve düzenlemelerin yapılması gerektiğinin önemli olduğu söylenebilir.

Bu bağlamda günümüzde görev yapan birçok öğretmenin okulun fiziki şartlarının elverişsiz olması ve materyallerin eksikliğinden dolayı oyunu yeterince çeşitlendiremediğini dolayısıyla öğrencinin tüm gelişim alanlarına da etki edemediğini düşünmek kaçınılmaz olacaktır. Çalışmada eğitsel oyunların branş öğreniminde kalıcılık sağladığı, öğrencinin konuyu zihinde canlandırdığı, aktif katılımın sağlandığı ve sürekli tekrarla konunun pekiştirildiği sonucuna ulaşılmaktadır. Alanyazın incelendiğinde örneğin; Özyürek ve Çavuş (2016)'un çalışmasında, ilkokul öğretmenlerine göre oyun ile öğrenmenin eğlenceli ve kalıcı olduğu, öğrencilerin derslere aktif katılım oranlarını arttırdığı soucuna varılmıştır. Diğer taraftan Hazar ve Altu'un (2018) çalışmasında ise ortaokul öğretmenlerine göre eğitsel oyunların eğlendirirken, öğrettiği ve kalıcı öğrenmeyi sağladığı saptanmıştır. Benzer şekilde Kurşun ve ark., (2019) yürüttükleri çalışmada ilkokul öğretmenlerinin oyunla öğretim sonucunda öğrencilerin öğrenmeleri konusunda etkili olduğu, kalıcı, kolay ve hızlı öğrenmelerin gerçekleşerek ve öğrenmenin eğlenceli hale geldiğini ifade etmişlerdir. Yılmaz (2012) yürütmüş olduğu çalışmada öğrencilerin ders içeriklerinin dikkat çekici ve eğlenceli olması, farklı spor branşlarının da öğretilmesi gerektiği şeklinde beklentilerinin olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte Somen ve Metin (2020)'in çalışmasında öğretmenlerin eğitici oyunların daha kalıcı ve eğlenceli bir öğrenme ortamı sağlayan teknik olduğu sonucuna görüşünde olduklarını belirtmiştir. Tüm bu çalışmalara ek olarak Boyle, Jones ve Waters (2008)' da öğretmen tutumunun öğrencilerin beden eğitimi dersine katılımında önemli engeller arasında yer aldığını belirterek, öğretmenlerin iyi bir planlama yaparak hazırlandıkları derslerde öğrencilere sunacakları çeşitli fırsat ve düzenlemelerin fiziksel olarak yetenekli olmayan öğrencilerle birlikte tüm öğrencilerin de katılımını etkileyebileceği belirtmişlerdir.

Eğitsel oyunların branş öğretimini aktif katılımla beraber zihinsel antrenmanlarla da destekleyerek, kalıcı ve eğlenceli şekilde konuyu pekiştirdiği anlaşılmaktadır. Daha çok aktif katılım ve konunun iyice kavranabilmesi, öğrenmenin kalıcı olabilmesi açısından farklı branşlara göre oyunun planlaması, yapısı, çeşitliliği ve kapsamı artırılıp genişletilerek kalıcılığın daha çok sağlamasına yönelik farklı etkinlikler ve düzenlemeler yapılabilir.

Çalışmada öğretmenlerin ders sürecinde eğitsel oyunları çeşitlendirdikleri ve bu süreçte, öğrencinin ilgisi, seviyesi, mevcut materyalleri, öğretilmek istenen spor branşı kapsamında oyunları kolaydan zora göre çeşitlendirdikleri belirlenmektedir. Nitekim çalışmada öğretmenlerin öğrenci merkezli yaklaşımla ilgili spor branşında ve doğrusal olarak oyunu çeşitlendirip uyguladıkları yorumu yapılabilir. Alanyazın incelendiğinde yapılan bazı çalışmalarda (Xiang, Gao ve McBride, 2011; Smith ve Cardaciotto 2011; Yoder ve Hochevar, 2005) ders içeriğini planlama, ders içeriğini düzenlerken öğrencilerin aktif bir şekilde derse katılımını sağlayacak ölçüde, beden eğitimi derslerinde öğrencilere eğitim içeriğini seçme imkânının verilmesinin, öğrencileri motive ettiği, öğrencilerin kendi kontrollerini ve derse katılımlarını artırdığı yönünde sonuçlara rastlanmıştır.

Çalışmada beden eğitimi ve spor öğretmenlerinin süreç içerisinde öğrenciler üzerinde sosyalleşme, liderlik, kurallara uyma, duygu (üzülme, öfke, sevinme vb.) kontrolü, rakibe saygı, derse aktif katılım, merak etme, araştırma vb. yönde gelişme gözlemledikleri tespit edilmektedir. Alanyazın incelendiğinde Boyle ve ark. (2008); Dagkas ve Stathi (2007) tarafından yürütülen araştırmada derse yönelik heyecan duyma, imkânlar ve çeşitliliklerin ders başarısını ve derse katılımı artırdığı yönünde olduğu saptanmıştır. Bunun yanında Rikard ve Banville (2006), beden eğitimi ve spor derslerinde performansların oyunla öğretilmesinin, öğrencilerin beceri (yetenek) seviyelerine göre gruplandırılma şekillerinin, öğrencilerin derse karşı olumlu tutumlarını etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Ek olarak Uğurel ve Moralı'nın (2008) çalışmasında; oyunun hem genel olarak bireyin eğitim hayatında (özellikle bilişsel gelişimde) hem de özelde matematik öğreniminde etkili ve fonksiyonel bir modern öğretme-öğrenme aracı olduğu ifade etmişlerdir.

Bunun yanı sıra Ünal ve ark. (2017) tarafından yürütülen çalışmada okul öncesi öğretmenlerinin oyunu; öğrenme, eğlenme, zamanı etkili ve verimli bir şekilde kullanma, tecrübe kazanma, kendini rahat ifade edebilme ve gerçekleştirebilme konusunda ayrıca her yönden gelişimi konusunda destekleme aracı olarak gördüklerini belirtmektedirler. Yapılan diğer araştırmalar ise eğitsel oyunların sadece öğrenci motivasyonunu artırmakla kalmadığını, diğer taraftan öğrencilerin problem çözme, eleştirel düşünme ve işbirliği gibi önemli

becerilerini de geliştirdiğini göstermektedir (Dede, 2009; Klopfer, Osterweil, & Salen, 2009).Yürütülen çalışmada öğrenciler üzerinde gözlemlenen değişimler derse aktif katılım, merak, eğlenme ve yarışmanın yanı sıra konuyu kavrama ile ilişkilendirilebilir. Böylece öğrenciler birçok konuyu eğitsel oyunlar sayesinde yaparak-yaşayarak, deneyimleyerek öğrenmektedirler. Bu öğrenme sonucunda ise öğrenciler duygusal, fiziksel, ve bilişsel yönlerini geliştirirken aynı zamanda toplum için daha yararlı bireyler olabilme konusunda ilerleme kaydedebilecekleri söylenebilir. Ayrıca gelecekte daha özgüvenli bireyler yetiştirilmesi açısından da oyun çeşitliliği materyallerin daha çok kullanımı sağlanarak artırılabilir.

Çalışmada son olarak ders sürecinde oynatılan eğitsel oyunların; özel öğrencilerin derse olan ilgisinin arttığı, bu süreçte öğrencilere ilgisini artırmak amacıyla görev verildiği, öğrencilerin yapabildiklerini düşündüklerinden istekli katılım sağlandığı ve kendilerine olan güvenlerinde artış gözlemledikleri saptanmaktadır.

Alanyazın incelendiğinde; Engstrand ve Rol-Pettersson (2014) tarafından yürütülen çalışmada gelişimi normal olan akran öğrencilerle birlikte kaynaştırma öğrencilerinin aynı eğitim ortamında bulunarak öğrenim görmesinin doğru olduğunu, kaynaştırma eğitiminin öğrenciye kazandırdığı akademik gelişimin yanında en çok sosyal yeterlik bakımından katkı sağladığının önemini belirtmektedir. Diğer taraftan Mert ve Samur (2018) yapmış oldukları çalışma sonucunda, oyunlaştırma uygulamasının dersteki kullanımında öğrenciler yönünden; akademik başarıyı olumlu anlamda etkilediği, öğrenci motivasyonu üzerinde ise pozitif bir etkisinin görüldüğü, öğrencilerin derse olan ilgilerini arttığı, sosyal-duygusal yönlerini pozitif yönde desteklediği ve yaş grubuna göre de oyunlaştırma uygulamasına gösterilen ilginin farklılaştığının görüldüğünü ifade etmektedirler. Öte yandan Sabah ve ark. (2020) yürütmüş olduğu çalışmada beden eğitimi öğretmenlerinin kaynaştırma öğrencilerini normal gelişim gösteren akranlarıyla birlikte derse kattığını ve onlara yönelik özel bir etkinlik uygulamadığını, normal öğrencilerin kaynaştırma öğrencilerine genellikle iyi davranmakta olduğunu ancak bazen az sayıda öğrencinin oyuna alınmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Yürütülen çalışmada özel öğrencilere oyun içerisinde birtakım görevlendirmeler yapılması, görevleri yerine getirme hissiyle birlikte katılım isteklerinin ve kendilerine olan güvenlerinin arttığı açıkça görülmektedir. Bununla birlikte sosyal yönleri başta olmak üzere birçok yönlerine olumlu etki ederek motivasyonlarını artırmakta olduğu söylenebilir. Nitekim oyun içerisinde özel öğrencilerin sosyal olarak topluma entegre olması için; oyunların onların gelişim özellikleri göz önünde bulundurularak tasarlanması ve çeşitlendirilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak; eğitsel oyunlar konunun öğretilmesi hususunda öğrenci merkezli olarak öğretim programı içerisinde özel öğrencilerin gelişim durumları da dikkate alınarak tasarlandığında öğrencinin yaparak-yaşayarak, deneyimleyerek, süreç içerisinde aktif, eğlenceli ve katılımını da canlı tutarak aynı zamanda tüm gelişim alanlarına etki ederek süreci olumlu yönde etkileyecektir. Böylece öğrenci merkezli tasarlanan eğitsel oyunlar öğretilen konuya göre çeşitlendirildiğinde de oyunu daha çekici, eğlenceli, eğitici ve kalıcı hale getirebilir.

Tüm bu bilgiler ışığında aşağıda çalışma kapsamında önerilere yer verilmiştir.

- ✓ Okulların fiziki yapılarında iyileştirme yapılmalı ve materyal yönünden içerikleri zenginleştirilmelidir.
- ✓ Beden eğitimi ve spor derslerine teknolojinin entegre edilmesi sağlanabilir. Örneğin, öğrencilere yeni branşların tanıtımı için video destekli görseller izletilerek hareketlerin uygulanması sağlanabilir.
- ✓ Özel öğrencileri oyun içerisine daha çok dâhil edip, yapabilecekleri şekilde daha çok görev ve sorumluluklar verilmelidir.
- ✓ Öğretmenlerin gerekli eğitimlere katılımının teşvik edilmesi ve bilgilendirilmesi, özel öğrencilerin ise durumlarındaki değişimin süreç boyunca gözlemlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir.
- ✓ Oyunlarda çeşitliliğin artırılması adına beden eğitimi ve spor kapsamında ders materyallerinin çeşitlendirilmesi gerekmektedir.
- ✓ Oyun alanlarının güvenli bir şekilde oluşturulması için yapımında ve çevresel düzenlenmesinde paydaşlardan ve eğitimcilerden görüş alınması önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

Adalı, E.(2024). *İstanbul ili ortaokul öğrencilerinin beden eğitimi ve spor dersine yönelik tutum ve öz güvenlerinin değerlendirilmesi* Yüksek Lisans Tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bartın.

Açak, M. (2005), *Beden eğitimi öğretmeninin el kitabı*, Yaycılık Matbaası İstanbul, s.9.

Akandere, M. (2006). *Eğitici okul oyunları*. 3. Baskı. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Akandere, M. (2013). *Eğitici okul oyunları*. 4. Baskı, Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Akandere, M. (2013). *Eğitici okul oyunları*. Ankara: Nobel.

Altay, F. ve Hazar, M. (2020) *Hareket eğitimi ve oyun I.* (edt. Mirzeoğlu A.D.). *Sporda öğrenme ve öğretme I.* (ss.55-63)Anadolu Üniversitesi Yayınları. Eskişehir

Boyle, S. D., Jones, G. L & Walters, S. J. (2008). Physical activity among adolescents and barriers to delivering physical education in Cornwall and Lancashire, UK: a qualitative study of heads of PE and heads of schools. *BMC PublicHealth,8,*273-281

Creswell, J. W. (2018). *Nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Siyasal Kitapevi.

Çamlıyer, H. (1999). *Eğitim bütünlüğü içinde çocuk hareket eğitimi ve oyun*. İzmir: Can Ofset Yayıncılık.

Çoban B, Devecioğlu S. *Top İle Oynanan Eğitsel Oyunlar*, Ankara: Nobel Basımevi 2009.

Dagkas, S. & Stathi, A. (2007). Exploring social and Environmental factors affecting adolescents' participation in physical activity. European Physical Education Review,13(3), 369-384.

Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. Science, 323(5910), 66-69. https://doi.org/10.1126/science.1167311

Ekiz, M. A., Boztepe, Ö., & Kır, S. (2022). Düzenli Eğitsel Oyun Oynayan Ve Oynamayan Öğrencilerin Fiziksel Uygunluk Düzeylerinin İncelenmesi. *Sciences*, *20*, 23.

Engstrand R. Z., Roll-Pettersson L. (2014). Inclusion of preschool children with autism in Sweden: *Attitudes and perceived efficacy of preschool teachers. Journal of Research in Special Educational Needs, 14*(3), 170-179.

Hazar, M. (2000*). Beden eğitimi ve sporda oyunla eğitim*. Ankara: Tutibay

Hazar, Z. & Altun, M. (2018). Eğitsel oyunlara yönelik öğretmen görüşleri ve yeterliliklerinin incelenmesi. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 13* (1), 52-72.

http://researchrepository.murdoch.edu.au/id/eprint/35774/1/gamingreport_v3.pdf erişim tarihi 23.12.2024

Husserl, E. (2012). *Ideas: general introduction to pure phenomenology*. New York:Routledge.

Jenkinson, K. A. & Benson, A. C. (2010).Barriers to providing physical education and physical activity in Victorian State Secondary Schools, *Australian Journal of Teacher Education,35*(8).

Klopfer, E., Osterweil, S., & Salen, K. (2009). Moving learning games forward: Obstacles, opportunities, and openness. The Education Arcade.

Koçyiğit, S., Tuğluk, M. N., Kök, M. (2007). Çocuğun GeliÇim Sürecinde Eğitsel Bir Etkinlik Olarak Oyun. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi, (16), 324-342*.

Kotan, Ç. (2007). *İlköğretim okullarında okuyan sporcu öğrencilerin spor yapmalarında okul ve aile faktörünün etkisi (sakarya ili örneği)* (Order No. 29157285). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (2689288793). https://www.proquest.com/dissertations-theses/ilköğretim-okullarında-okuyan-sporcu/docview/2689288793/se-2

KURŞUN, S., Turak, H., Turak, H. ve Koç, S. (2019). Oyunun öğrenme üzerindeki etkilerinin sınıf öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesi. *The Journal of Academic Social Science,* (97), 505-514.

Lee, S.M., C.R., Burgeson, J.E., Fulton ve C.G.Spain (2007), *Physical Education and Physical Activity: Results From the School Health Policies and Programs Study* 2006 Journal of School Health October 2007, Vol. 77, No.8, s.436.

Mert, Y. and Samur, Y. (2018). Students‟ Opinions Toward Game Elements Used In Gamification Application. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 9(2), 70-101.

Öz Pektaş, H. (2017). Geleneksel çocuk oyunlarının modern eğitimde kullanılması. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 49(10), 478-490.

Özcan, G. ve Mirzeoğlu, A.D. (2014). Beden eğitimi dersi öğretim programına ilişkin öğrenci, veli ve beden eğitimi öğretmenlerinin görüşleri. *Amasya Eğitim Fakültesi Dergisi,3*(1), 98-121.

Özen G, Timurkaan S, Güllü M, Timurkaan HS, Meriç F, Uğraş S, Çelik Çoban D. *Eğitsel Oyunlar*, 5.Baskı. Ankara: Korza Yayıncılık 2014

Özyürek, A. & Çavuş, Z. (2016). İlkokul öğretmenlerinin oyunu öğretim yöntemi olarak kullanma durumlarının incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 24*(5), 2157-2166.

Rikard, G. L. & Banville, D. (2006). High school student attitudes about physical education. *Sport, Education & Society,.11* (4), ss.385-400.

Sabah, S. (2022). *Yerel Yönetimler ve Spor*. Ankara: Gazi Kitabevi

Sabah, S., Taşmektepligil, M. Y., Tunç, T., Ermiş, A., & Çavuşoğlu, G. (2020). Kaynaştirma Öğrencilerinin Beden Eğitimi Dersine Yönelik Görüş Ve Gereksinimlerinin Incelenmesi. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, *18*(1), 81-95.

Smith, C. V. & Cardaeiotto, L. (2011). Student perceptions of active learning in large lecture classes. *Journal of Scholarship of Teaching and Learning*. *11*, 53-61.

Somen, T. & Metin Goksu, M. (2020). Teacher opinions on the use of educational games in social studies course. *International Journal of Progressive Education*, *16*(6), 164-183. https://doi.org/10.29329/ijpe.2020.280.10

TDK. Sozluk.gov.tr/ (Türk Dil Kurumu Sözlüğü) erişim tarihi: 23.12.2024

Tilki, F. (2011). *Beden eğitimi ve spor eğitimi alan öğrencilerin topluma hizmet uygulamaları dersini algılama düzeyleri:(Sakarya ili örneği)* (Master's thesis, Sakarya Universitesi (Turkey).

Uğurel, I., ve Moralı, S. (2008). Matematik ve oyun etkileşimi. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 28*(3), 75-98.

Ünal, F., Kök, E. E. & Pınar, Y. (2017). Öğretmenlerin penceresinden oyun ve eğitim programlarında oyuna yer verme durumları. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi (ASEAD), 4*(12), 731-746.

Wofgang, C. H. (2005). *Solving discipline and classroom management problems: methods and models for today's teachers*. Hoboken, NJ: Wiley Jossey Bass Education.

Xiang, P.,Gao, Z. & McBride, R.E. (2011). Student teachers' use of instructional choice in physical education. *Research Quarterly for Exercise and Sport,82*, 482-490.

Yang, D. J. (2005). Physical education and globalization: A new paradigm for the revitalization of holistic education through the globalization process. *The 46'th International Council for Health, Physical Education, Recreation, Sport and Dance Anniversary World Congress*. İstanbul.

Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri.* Ankara: Seçkin.

Yıldız, E., Şimşek, Ü., & Araz, H. (2016). Dolaşım sistemi konusunda eğitsel oyun yönteminin kullanılmasının öğrencilerin akademik başarı ve fen öğrenimi motivasyonu üzerine etkisi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 13*(36), 20-32.

Yılmaz, A. (2012). *Ortaöğretim kurumlarındaki yönetici, beden eğitimi öğretmeni ve öğrencilerin beden eğitimi dersine ilişkin görüşlerinin tespit edilmesi: Nitel bir çalışma*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Yoder, J. D.& Hochevar, C. M. (2005). Encouraging active learning can improve students' performance on examinations. *Teaching of Psychology, 32*, 91-95.

SINIF ÖĞRETMENLERİNİN BEDEN EĞİTİMİ VE OYUN DERSİNE İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ

Dilem ÇIRPAN

Yüksek Lisans Öğrencisi, Amasya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor

ORCİD: 009-0004-7016-9888

Seda SABAH

Doç. Dr., Amasya Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor

ORCİD: 0000-0002-7386-0314

ÖZET

Bu çalışmada sınıf öğretmenlerinin beden eğitimi ve oyun dersine ilişkin görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden yararlanılmıştır. Çalışma nitel araştırma desenleri kapsamında yer alan fenomenoloji desenindedir. Çalışmanın evrenini Amasya ilinde aktif olarak görev yapan sınıf öğretmenleri oluşturmakta olup, örneklem grubu 5 öğretmen kapsamındadır. Veri toplama aracı olarak Çırpan ve Sabah (2024), tarafından 6 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır. Verilerin analizi Nvivo programında içerik analiz yöntemi ile çözümlenmiştir. Elde edilen verilerin analizi sonucunda; sınıf öğretmenlerinin çoğunluğunun (4 kişi) bu anlamda kendilerini istenilen düzeyde yeterli görmedikleri, ders sürecinde öğrencilerin beklentilerini istenilen düzeyde karşılayamadıkları, sınıf mevcudunun fazla olması, okulun fiziki yapısının uygun olmaması, materyal eksikliği, spor salonun olmayışı vb. hususların süreci olumsuz etkilediği belirlenmiştir. İlaveten öğretmenlerin çoğunluğunun (3) öğrencileri keşfederek spor branşına yönlendirdikleri; ders içinde oyun planlarken yaş, okulun fiziki durumu, sınıf mevcudu, öğrencinin eğlenebileceği oyunları tercih ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Tüm bunlara ek olarak öğretmenlerin çoğunluğunun (4), derslerin verimli işlenmediği, okulun fiziki yapısının yetersiz olduğu hava soğuk olduğundan dersleri sınıfta işlemek zorunda kaldıkları, çocukların genç yaşta uzmanlar tarafından spora yönlendirilmesi, ilköğretim ve ortaöğretim bahçelerinin birbirinden ayrılması gerektiği şeklinde görüş ve önerilerinin olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Beden eğitimi, Oyun, Sınıf öğretmeni

CLASSROOM TEACHERS' PERSPECTIVES ON PHYSICAL EDUCATION AND PLAY LESSONS

ABSTRACT

In this study, it was aimed to examine the views of classroom teachers on physical education and games course. In line with this purpose, qualitative research methods were utilized in the study. The study is in the phenomenology design within the scope of qualitative research designs. The population of the study consists of classroom teachers actively working in the province of Amasya and the sample group consists of 5 teachers. A semi-structured interview form consisting of 6 questions was prepared by Çırpan and Sabah (2024) as a data collection tool. The data were analyzed by content analysis method in Nvivo program. As a result of the analysis of the data obtained; it was determined that the majority of the classroom teachers (4 people) did not consider themselves sufficient in this sense at the desired level, they could not meet the expectations of the students at the desired level during the lesson process, the high class size, the physical structure of the school, the lack of materials, the lack of a sports hall, etc. negatively affected the process. In addition, it was concluded that the majority of the teachers (3) directed the students to the sports branch by discovering the students; while planning games in the lesson, they preferred games that the students could have fun due to age, physical condition of the school, class size, and class size. In addition to all these, the majority of the teachers (4) stated that the lessons were not taught efficiently, the physical structure of the school was inadequate, they had to teach the lessons in the classroom because of the cold weather, and that children were taught sports by experts at a young age.

Keywords: Physical education, Games, Classroom teacher

GİRİŞ

Eğitim kurumlarının amacı çocukların en iyi şekilde yetişmesini sağlamaktır. Modern anlayıştaki eğitimin amacı da çocukların bilişsel, duygusal, sosyal ve fiziksel açıdan gelişmelerine imkân tanımaktır. Eğitim programları, bu amacı gerçekleştirmek için bazı dersleri yapılandırmıştır. Çocukların fiziksel gelişimine en büyük katkı sağlayan ders, ilkokul kademesinde verilen beden eğimi ve oyun dersidir. Diğer kademelerde ise bu ders beden eğitimi ve spor dersi olarak karşımıza çıkmaktadır (Güven ve Yıldız, 2014).

Beden eğitimi, öğrencilerin psikomotor, bilişsel ve duygusal gelişiminde önemli bir yer tutmaktadır (Council of Physical Education for Children, 2001). Beden Eğitimi, öğrencilerin fiziksel aktivite aracılığıyla psikomotor, bilişsel, sosyal ve duyuşsal becerilerini geliştirmelerine katkı sağlamaktadır (California Department of Education, 2010). Diğer yandan spor antrenmanlarına erken dönemde başlanılması ise vücudu sağlamlaştırır ve sertleştirir, vücudun hastalıklara karşı direncini artırır. Çocukların fiziksel özellikleri ve hareket etme kapasitesi gelişir, beceriler oluşur ve bağımsız motor aktivite için motivasyon oluşturur (Grozdeva, 2010). Yapılan diğer çalışmalarda da görülmektedir ki spor dahil olmak üzere fiziksel aktivitenin sınıf içindeki davranışı, eğitim başarısını ve dikkat ve konsantrasyon seviyeleri gibi zihinsel işlevler için faydalı olduğu tespit edilmiştir (Alvarez-Bueno vd., 2017; Bidzan-Bluma ve Lipowska, 2018; Greeff vd., 2018; Donnelly vd., 2016). Spor ve fiziksel aktivite sağlıklı bir yaşam şeklinin vazgeçilmez bir unsurudur. Çünkü düzenli egzersiz yalnızca kasları güçlendirmekle kalmaz aynı zamanda bağışıklığı güçlendirmekle birlikte vücuttaki zararlı maddeleri atmaya ve fiziksel dayanıklılığı güçlendirmeye de yardımcı olur (Merdzhanova, 2020).

Hareket etmeyi öğrenme ve hareketler aracılığı ile öğrenmeyi amaçlayan beden eğitimi, genel eğitimin amaçlarına ulaşmasına hareket sayesinde katkı sağlar (Eroğlu, 2011). Eğitimin temel amaçlarından biri bireylerin fiziksel duygusal, zihinsel ve toplumsal yönleriyle bir bütün olarak yetiştirmektir. Bu da müfredatımızda yer alan beden eğitimi ve spor dersini karşımıza çıkarmaktadır. Modern genel beden eğitimi programı, öğrencilerin öz güvenini artırır, fiziksel aktivite ihtiyacını, çeşitli beden eğitimi aktivitelerini arama, deneme ve bulma konusunda mantıklı eğilimi besler, öğrencileri yalnızca okulda beden eğitimi derslerinde, boş zamanlarında değil okuldan ayrıldıktan sonra da fiziksel olarak aktif olmaya teşvik eder (Pradinioir pagrindinio ugdymo bendrosios programos, 2008; Sandercock, Ogunleye, ve Voss, 2013). Beden eğitimi fiziksel faaliyetler ile bireyin gelişimine, bilgisine, tutumlarına, motor ve davranışsal becerilerine katkı sağlamak için yapılan ve süreklilik isteyen aktif bir yaşam biçimidir (Kangalgil, Hünük, Demirhan, 2006). Beden eğitimi etkinlikleri ayrıca bireyin kendi yeteneklerini ve başkalarının yeteneklerini tanımayı, yenilgiyi kabul etmeyi ve karşı tarafı takdir edebilmeyi mütevazı olabilmeyi ve boş zamanı en etkin şekilde kullanabilmeyi öğretir (Mirzeoğlu, 2003). Sağlıklı bir yaşam biçimi, olumlu sağlık davranışının temel bir göstergesidir. Hareket, çocukların doğal bir ihtiyacıdır ve çocukların sağlığını güçlendirmek için hareket etmek, temel bir önleyici unsurdur. İlerleyen süreçte çocukların ve öğrencilerin doğal ortamda oyun oynamak ve spor yapmak yerine boş zamanlarını televizyon veya bilgisayar başında geçirdiği gözlemlenmektedir. Nitekim bu durum, gelişim sürecinde olan çocuğun vücudunun sağlığı üzerinde olumsuz bir etkiye neden olan hareketsiz bir yaşam sürecini benimsemesine yol açabilir (Peneva ve Simeonov, 2010).

Çeşitli zamanlarda beden eğitimi ve spor dersi farklı isimler ile ilkokul kademesinde yer almıştır. 2012'de Oyun ve Fiziki Etkinlikler Dersi iken 2018 yılında düzenleme ile Beden Eğitimi ve Oyun Dersi adıyla müfredatımızda yer almaktadır. Beden Eğitimi ve Oyun Dersi, öğrencilerin; devinsel, bilişsel, sosyal ve duyuşsal alanlardan bütüncül ve uyumlu bir şekilde gelişimlerini sağlamaya yönelik bir ders olarak tanımlanmıştır (MEB, 2018). Bu ders sayesinde çocuklar gerçek hayatta ihtiyaç duyacağı tutum ve becerileri kazanmış olacaklardır (MEB, 2018). Beden eğitimi ve oyun dersi fiziksel yeterliliklerin geliştirilmesi, oyun kavramının öğrencilere benimsetilmesi, eğlenmek ve hayata hazırlanmak açısından önemlidir. Bu uygulamalarda oyun kavramının yeterli ve faydalı bir şekilde gerçekleştirilmesi için fiziksel etkinlik kartları kullanılmaktadır (MEB, 2017). Öğrencilerin fiziksel verimliliğinin daha ileri seviyelere çıkarılması, oyun ve etkinliklerin eş zamanlı bir şekilde düzenlenmesi ve uygulamaya geçirilmesi çocukların temel motorik özelliklerinin gelişiminde katkı sağlayacaktır (Yıldız ve Güven, 2016). Ayrıca oyun oynayan çocuk fiziksel bir kazanç elde etmekle birlikte; kişide hafıza kuvvetlendirme, adlandırma, eşleştirme ve sınıflandırma gibi yeteneklerin kazanılmasında yardımcı olur (Aral, Köksal ve Gürsay, 2000).

İlkokullarda yer alan Beden Eğitimi ve Oyun dersi çocuğun yeteneklerinin geliştiği önemli dönemlerden biridir (Dalaman ve Korkmaz, 2010). Oyun, belli bir amaç gütmeyen, keyifli ve gönüllülük esasına dayalı davranışlar olarak tanımlanabilir (Sezgin, 2016). Çocuklara okul dönemlerinde ve özellikle ilkokul dönemin de beden eğitimi dersleri vasıtasıyla spor yapma ve oyun oynama alışkanlığı edindirilmezse ilerleyen süreçlerde boş vakitlerini değerlendirme ve genel sağlıkla ilgili aktivitelere katılımlarında problem yaşamaları muhtemel olacaktır (Memiş ve Yıldıran, 2006). Diğer yandan oyuna dahil edilen çocuk karşılaştığı farklı kişi ve olayları canlandırmasıyla empati yeteneği gelişecektir (Karaman, 2012). Oyun çocukların ilerleyen yaş dönemlerinde rol ve değerleri kazanmasında keyifli zaman geçirmesinde temel etkenlerden biridir (Onur ve Güney, 2004). Ayrıca yine oyunlar çocuğun merak ettiği şeyleri açık bir şekilde belirttiği etkinliklerdir. Çünkü oyun çocuğun yaşadığı evreni yeniden keşfetmesine olanak tanır (Tural, 2005). Dolayısıyla ilkokul kademesinde çocuklara fiziksel beceriler doğrultusunda beden eğitimine yönelik dersler öğretilmekte ve bu dersler vasıtasıyla okulların fiziksel faaliyetleri arttırmaya ve desteklemeye yönelik katkı sağlaması beklenmektedir (Sağlık Bakanlığı, 2011).

Dünyanın birçok bölgesinde beden eğitimi ve oyun derslerinin yürütme sorumluluğu sınıf öğretmenlerine devredilmiştir (Öncü ve Cihan, 2012). Sınıf öğretmeni birçok becerinin temeli olan önemli bir dönemi kapsayan ilkokul öğrencilerini etkileyerek gelecek nesillerin gelişimini pozitif veya negatif etkileyen ve öğrencilerin yaşam şekillerini etkilemede önemli bir role sahip olan kimselerdir (Aydın, Şahin ve Topal; 2008). Sınıf öğretmenlerinin beden eğitimi ve oyun dersi ile ilgili donanımlarının geliştirilmesi ve öğrenciye aktarabilmesi, lisans eğitimleri süresince aldıkları beden eğitimi ile ilgili dersler aracılığı ile sağlanmaya çalışılmaktadır (Yök, 2007).

Çocukların eğitim hayatlarında sınıf öğretmenleri etkin rol oynamaktadır. Aynı zamanda sınıf öğretmenlerinin beden eğitimi ve spor dersine ilişkin algıları, bakış açıları, bu derslerin öğrenciler üzerindeki etkisini belirler. Başka bir ifadeyle öğretmenlerin bu derse ilişkin farkındalıkları ve müfredattaki yerini nasıl gördükleri dersin işleyiş sürecini doğrudan etkiler. Nitekim bu durum öğrencilerin derse katılımını ve dersin etkinliğini artırabilir ya da azaltabilir. Dolayısıyla bu çalışma, öğretmenlerin derslere yönelik farkındalıklarının, öğrencilerin gelişimine ne ölçüde katkı sağladığı ve derslere yönelik daha kapsamlı eğitim politikalarının geliştirilmesi hususunda yardımcı olabilir. Tüm bu bilgiler ışığında bu çalışmada sınıf öğretmenlerinin beden eğitimi ve oyun dersine ilişkin görüşlerinin incelenmesini amaçlamaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada sınıf öğretmenlerinin beden eğitimi ve oyun dersine ilişkin görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma nitel araştırma yöntemleri kapsamındadır. Çalışma nitel araştırma desenleri arasında yer fenomenoloji desenindedir. Fenomenoloji deseni farkında olduğumuz ancak derinlemesine ve ayrıntılı bir görüşe sahip olmadığımız olgulara odaklanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

Evren ve Örneklem

Çalışmanın evrenini Amasya ilinde aktif olarak görev yapan sınıf öğretmenleri oluşturmakta olup, örneklem grubu 5 öğretmen kapsamındadır. Araştırmanın örneklem grubu ölçüt örneklem kapsamındadır. Çalışmadaki ölçüt, araştırmaya katılan sınıf öğretmenlerinin aktif olarak görev yapması koşuludur.

Veri Toplama Aracı

Bu çalışmanın yürütülmesi hususunda, Amasya Üniversitesi Sosyal Bilimler Etik Kurulu tarafınca 108.01-234014 sayılı etik kurul kararı ile onay alınmıştır. Veri toplama aracı olarak Çırpan ve Sabah (2024), tarafından 6 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır.

Veri Toplama Aracı

Veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından 6 sorudan oluşan, yarı yapılandırılmış görüşme formu hazırlanmıştır.

Görüşme formlarında yer alan konu başlıklarına ilişkin bilgiler aşağıda sunulmuştur.
1)Beden Eğitimi ve oyun alanında yeterli bilgiye sahip olduğunuzu düşünüyor musunuz?
2) Öğrencinin Beden Eğitimi ve Oyun dersi ile ilgili beklentilerini karşıladığınızı düşünüyor musunuz?
3) Sportif anlamda başarı sağlayacak öğrenciyi daha önce keşfedip yönlendirdiğiniz oldu mu?

4)Öğrenciyi okul dışında herhangi bir sportif faaliyetlere veya kurslara yönlendiriyor musunuz?
5) Beden Eğitimi ve Oyun Dersinin hazırlığında neleri dikkate alıp (yaş, cinsiyet, sınıf mevcudu vb.) ne gibi çalışmalar planlıyorsunuz?
6)Beden Eğitimi ve Oyun derslerinin sağlıklı işlendiğini düşünüyor musunuz? Verimli işlenmediğini düşünüyorsanız ne gibi çözüm önerileri getirirdiniz?

Verilerin Toplanması ve Analizi

Çalışmada nitel veri toplama yöntemleri arasında yer görüşme tekniği kullanılmıştır. Görüşme, araştırmaya katılan bireylerin bir konu ya da durum hakkında duygu ve düşüncelerinin anlaşılmasıdır (Karataş, 2017). Alınan izinler doğrultusunda çalışmada sınıf öğretmenleri ile yüz yüze görüşmeler yürütülmüştür. Çalışmada veri toplama aracı olarak, araştırmacılar tarafından hazırlanan 6 sorudan oluşan, yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılmıştır. Veriler, Nvivo programında içerik analiz yöntemi ile çözümlenmiştir. İçerik analizi, " belirli kurallar dayalı kodlamalarla bir metnin bazı sözcüklerinin daha küçük içerik kategorileri ile özetlendiği sistematik, yinelenebilir bir tekniktir" şeklinde tanımlanmıştır (Büyüköztürk vd., 2013). Verilerin çözümlenmesi sonucunda kod ve tema listesi oluşturulmuş ve kodlar uygun temalara atanmıştır.

BULGULAR

Aşağıda belirtilen tabloda nitel veri analiz sonuçlarına ilişkin bilgiler sunulmuştur.

Tablo 1: Sınıf öğretmenlerine ilişkin demografik bilgiler

	Yaş	Cinsiyet	Eğitim Düzeyi	Gelir Düzeyi
K1	55	Erkek	Lisans	Orta
K2	40	Erkek	Lisans	Orta
K3	40	Erkek	Lisans	Orta
K4	35	Kadın	Lisans	Orta
K5	45	Kadın	Lisans	Orta

Tablo 1'de sınıf öğretmenlerine ilişkin demografik bilgiler yer almaktadır. Çalışma, 2 kadın 3 erkek olmak üzere toplamda 5 sınıf öğretmeni kapsamında yürütülmüştür. Öğretmenlerin yaş aralığı 35 ila 55 arasında değişkenlik göstermekle birlikte; tamamı orta düzeyde gelir durumuna ve lisans eğitim düzeyine sahiptir.

Tablo 2: Beden eğitimi ve oyun alanında yeterli bilgiye sahip olma

Name	Node Type	Name	Coded Words	Coded Text
Yeterlik	Node	Sınıf Öğretmenleri	41	K1 Yeterli bilgiye sahip değilim Alandaki öğretmenle aynı olamam K2 Yeterliyim Küçüklüğümden beri oyunu severim Kendimi geliştirdim Kurslara katıldım Çocuklarla etkinlik yapmayı severim K3 Çok yeterli değilim K4 Yeterli değilim Onların disiplini ve oyun anlayışı farklı K5 Tatilde kendimizi geliştiriyoruz Kursa gidiyoruz Bakanlık bünyesinde etkinliklere katılıyoruz
Reports				

Tablo 2'de beden eğitimi ve oyun alanında yeterli bilgiye sahip olma durumuna ilişkin öğretmen görüşleri alınmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda; sınıf öğretmenlerinin çoğunluğu (4 kişi) bu anlamda kendilerini istenilen düzeyde yeterli görmediklerini, kendilerini geliştirmeye çalıştıklarını, kurs ve eğitim seminerlerine katıldıklarını bildirirken; sadece bir sınıf öğretmen kendini bu alanda yeterli gördüğünü, süreç içerisinde kendini geliştirdiği şeklinde görüşlerini bildirmişlerdir.

Tablo 3: Öğrencinin beden eğitimi ve oyun dersi ile ilgili beklentilerini karşılama

Name	Node Type	Name	Coded Words	Coded Text
Beklenti	Node	Sınıf Öğretmenleri	42	K1 Belirli bir düzeye kadar Çocukla iletişimim bir noktada kesiliyor Materyaller yetersiz K2 Hizmet sürecinde kulüpleri yönettim Öğrencilere aktarabiliyorum K3 Alan bilgisinde yeterli değilim Materyal eksikliği süreci zorlaştırıyor K4 Sınıf mevcudu çok fazla Bireysel farklılıklar var K5 İstenilen düzeyde değil Okul şartları uygun değil Spor salonu yok
Reports				

Tablo 3'de öğrencinin beden eğitimi ve oyun dersi ile ilgili beklentilerini karşılama durumuna ilişkin öğretmen görüşleri alınmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda; sınıf öğretmenlerinin çoğunluğu (4 kişi) öğrencilerin beklentilerini istenilen düzeyde karşılayamadıklarını, sınıf mevcudunun fazla olması, okulun fiziki yapısının uygun olmaması, materyal eksikliği, spor salonun olmayışı vb. hususlarında süreci olumsuz etkilediği şeklinde görüşlerini ifade etmektedirler. Diğer taraftan sadece bir sınıf öğretmeni; öğrencinin beklentilerini karşılayabildiğini, hizmet sürecinde spor kulüplerini yönetmesinden kaynaklı olarak öğrencilere aktarımı ders sürecinde sağladığı şeklinde görüş bildirmektedir.

Tablo 4: Öğrencinin keşfetme ve yönlendirme

Name	Node Type	Name	Coded Words	Coded Text
Keşfetme	Node	Sınıf Öğretmenleri	24	K1 Yönlendirmedim Branşın yeterliklerini bilmiyorum Bu anlamda eğitim almadım K2 Keşfettim Hentbol ve futbola yönlendirdim K3 2 öğrencimi futbola yönlendirdim K4 Keşfetmedim K5 Jimnastik, halk oyunları, judo branşlarına yönlendirdim
Reports				

Tablo 4'te ders sürecinde öğrenciyi keşfetme ve spor branşına yönlendirme durumuna ilişkin öğretmen görüşleri alınmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda sınıf öğretmenlerinin çoğunluğu (3) öğrencileri keşfettiklerini, hentbol, voleybol, futbol, jimnastik, halk oyunları, judo gibi spor branşlarına yönlendirdiklerini belirtmektedirler. Öte yandan iki sınıf öğretmeni ise yönlendirmediğini, bu alanda yeterli eğitimi almadığı için yönlendirmediği şeklinde görüşlerini ifade etmektedirler.

Tablo 5: Beden eğitimi ve oyun dersinin planlanması

Name	Node Type	Name	Coded Words	Coded Text
Planlama	Node	Sınıf Öğretmenleri	32	K1 Okulun imkânları doğrultusunda K2 Planlamada yaşa dikkat ederim Yapabilecekleri oyunları tercih ederim Küçük parkurlar kurarım K3 Eldeki imkânlarla planlıyorum Çocukların eğlenmesini önemsiyorum K4 Özellikle ilgi çekici oyunlar planlıyorum K5 Sınıf mevcudunu dikkate alıyorum İlgilerine göre planlıyorum
Reports				

Tablo 5'te beden eğitimi ve oyun dersinin planlanmasına ilişkin öğretmen görüşleri alınmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda; sınıf öğretmenleri oyun planlamasında yaş, okulun fiziki durumu, sınıf mevcudu, küçük parkurlar, öğrencinin ilgisini çekebileceği ve eğlenebileceğini düşündükleri oyunları oynattıkları şeklinde sonuçlara ulaşılmaktadır.

Tablo 6: Beden eğitimi ve oyun dersine ilişkin görüş ve öneriler

Name	Node Type	Name	Coded Words	Coded Text
Öneriler	Node	Sınıf Öğretmenleri	57	K1 Yeterli araç-gereç yok Alanların düzenlenmesi Çocukların beslenme konusunda uzman tarafından bilgilendirilmesi Spora genç yaşta uzmanlar tarafından yönlendirilmesi K2 Derslerin verimli olduğunu düşünüyorum K3 Derslerin verimli işlendiğini düşünmüyorum Bu alanda yeterli değilim İlköğretim ve ortaöğretim bahçeleri ayrılmalı Fiziki şartlar iyileştirilmeli K4 Salon yok Hava soğuk olduğunda sınıfta işliyoruz Zekâ oyunları oynatıyorum Okulun bahçesi yetersiz K5 Maalesef çok verimli geçmiyor Fiziki koşullarda engelliyor
Reports				

Tablo 6'da beden eğitimi ve oyun dersine ilişkin sınıf öğretmenlerinin görüş ve önerileri yer almaktadır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda; sınıf öğretmenlerinden biri derslerin verimli işlediğini belirtirken; sınıf öğretmenlerinin çoğunluğu (4), derslerin verimli işlenmediğini, okulun fiziki yapısının yetersiz olduğunu, hava soğuk olduğundan dersleri sınıfta işlemek zorunda kaldıklarını, çocukların genç yaşta uzmanlar tarafından spora yönlendirilmesi gerektiğini, ilköğretim ve ortaöğretim bahçelerinin birbirinden ayrılması gerektiği şeklinde görüş ve önerilerini ifade etmektedirler.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada sınıf öğretmenlerinin beden eğitimi ve oyun dersine ilişkin görüşlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada verilerin analizi sonucuna ilişkin aşağıda bilgilere yer verilmiştir.

Elde edilen verilerin analizi sonucunda;

Sınıf öğretmenlerinin çoğunluğunun (4 kişi) bu anlamda kendilerini istenilen düzeyde yeterli görmedikleri tespit edilmiştir. Çalışmada her ne kadar sınıf öğretmenleri beden eğitimi ve oyun dersine yönelik lisans döneminde bir eğitim almış olduklarından bahsetseler de bu eğitim beden eğitimi öğretmenlerinin lisans programlarında almış oldukları eğitimi kadar yeterli değildir. Literatürde bu hususta yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde; Ertan (2013) tarafından yürütülen çalışmada sınıf öğretmenlerinin yeterli donanımda olmadıkları ve derse yeterli önemi vermedikleri sonucuna ulaşılmıştır. Buna ilaveten Ayan (2007) tarafından yürütülen çalışmada, sınıf öğretmenlerinin beden eğitimi ve oyun dersi için kendilerini yeterli donanımda görmedikleri, dersi yanlış veya eksik işledikleri, öğrencilerin ilköğretim birinci kademeden ikinci kademeye geçişte motor gelişim ve yeteneklerinin istenilen seviyeye ulaşmadığı ve dersin amacına ulaşması için bu dersin alanında uzman beden eğitimi branş öğretmenleri tarafından yürütülmesi gerektiği görüşünü vurguladıkları belirlenmiştir. İlaveten Arslan (2008) tarafından yürütülen araştırmada ise; sınıf öğretmenlerinin, beden eğitimi ve oyun dersine ilişkin görüşlerinin olumsuz olduğu ve ilkokul kademesinde yer alan beden eğitimi ve oyun dersini uygulamalarının istenilen düzeyde olmadığı sonucuna varılmıştır. Başka bir deyişle öğretmenlerin kendilerini yeterli donanımda görmedikleri ve hedeflenen amaçlara tam manasıyla ulaşamadıkları tespit edilmiştir. İlaveten sınıf öğretmenlerinin ortak amaçları doğrultusunda örneğin; dil sanatları, okuma, matematik vb. gibi hususlara yoğun bir şekilde odaklandığı beden eğitimi ve spor derslerine çok fazla önem vermedikleri belirlenmiştir (AAHPERD, 2010). Yine Yaylacı (2012) tarafından yürütülen araştırmada ise beden eğitimi dersine gereken önemin verilmediği, önemsiz ve basit bir ders olarak görüldüğü ifade edilmiştir.

Sınıf öğretmenlerinin çoğunluğunun (4 kişi) ders sürecinde öğrencilerin beklentilerini istenilen düzeyde karşılayamadıkları, sınıf mevcudunun fazla olması, okulun fiziki yapısının uygun olmaması, materyal eksikliği, spor salonun olmayışı vb. hususlarında süreci olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Çalışmada görülmektedir ki okulun fiziki yapısı beden eğitimi ve oyun dersinin uygulanması aşamasında yetersiz kalmaktadır. Nitekim bu durum beden eğitimi ve oyun derslerinin etkili ve verimli şekilde işlenmesini engelleyebilir. Dolayısıyla öğrencilerin beden eğitimi ve oyun derslerinde bireysel ihtiyaçlarının karşılanmasının önüne geçerek öğretim sürecinin kalitesini düşürebilir. Her öğrencinin yeteneği birbirinden farklı olduğu için bu durum fiziksel ve bilişsel gelişimi olumsuz yönde etkilemekle birlikte öğrencilerin derse olan motivasyonlarının düşmesine neden olabilir. Beden eğitimi ve oyun dersinin gelişim dönemindeki çocuklar için faydası göz ardı edilemez bir gerçektir. Alanyazın incelendiğinde; Çoban ve Nacar (2006)'a göre oyun çocuğu bedensel gelişimine etkisini üç ana başlık altında toplanmıştır: Bunlardan birincisi oyunun, çocuğun ince ve kaba motor becerilerini geliştirdiği; ikincisi açık alanda oynanan oyunların çocuğun güneş ışığından ve temiz havadan faydalanmasını sağladığı ve bedensel gelişimini hızlandırdığı, son olarak çocuğun metabolizmasını hızlandırarak iştahını açtığını, uykusunu düzenlediğini, fazla enerjisini atmasına yardımcı olduğu şeklindedir. Literatür incelendiğinde görülmektedir ki beden eğitimi ve oyun dersi çeşitli nedenlerden ötürü amacına ulaşamamaktadır. Örneğin; Altun (2016) yılında yürüttüğü araştırmada sınıf bazında öğrenci sayısının fazla ya da az olduğu okullarda öğretim programının verimli bir şekilde uygulanamadığı ve ders araç gereçlerinin yetersiz olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu derse ilişkin kazanımlarının tekrar incelenip öğrencilerin gelişim özellikleri, fiziksel koşullar ve okulların sahip olduğu imkânlar göz önünde bulundurularak yeniden düzenlenmesi gerektiği görüşüne ulaşmıştır. Bütçe kesintilerinin beden eğitimi derslerinin kalitesinin düşürmektedir. İyi olmayan öğretim uygulamaları nedeniyle önemli ölçüde azalma görülmektedir (Morgan & Bourke, 2008).

Sınıf öğretmenlerinin çoğunluğunun (3) öğrencileri keşfederek hentbol, voleybol, futbol jimnastik, halk oyunları, judo gibi branşlara yönlendirdikleri saptanmıştır. Kara (2007) Dalaman (2010) ve Demirhan (2019) tarafından sınıf öğretmenlerinin beden eğitimi dersi yeterlilik düzeylerini belirlemek amacıyla yapılan araştırmada sınıf öğretmenlerinin, beden eğitimi dersinin uygulanmasında kendilerini yeterli donanımda gördükleri sonucuna varılmıştır. İlaveten çalışmada sınıf öğretmenlerinin oyun planlaması yaparken baz aldıkları hususlar: yaş, okulun fiziki durumu, sınıf mevcudu, küçük parkurlar, öğrencinin ilgisini çekebileceği ve eğlenebileceğini düşündükleri oyunlar şeklindedir. Nitekim çalışmada bu bulgu, sınıf öğretmenlerinin oyun planlamasında bilinçli bir yaklaşım sergilediklerini aynı zamanda öğrencinin ilgi çekeceği oyunları oynatarak sosyal etkileşimde bulunmalarına katkı sağladıkları şeklinde yorumlanabilir. Alanyazın incelendiğimde; Liao vd. (2023) oyunların yalnızca öğrencilerin beden eğitimi derslerinden aldıkları keyfi artırmakla kalmayıp, ayrıca beceri gelişimine kolaylık sağladığı, rahat bir oyun ortamı oluşturduğu, bireyler arasındaki etkileşimleri teşvik ettiğini, iş birliği ve sosyalleşme imkanları sunduğunu da bildirmişlerdir.
Yine literatür incelendiğinde; Can-Ceylan, (2015) çalışmasında sınıf öğretmenleri yönünden bu dersin

zamanında ve düzenli bir şekilde yapıldığı ve amacına uygun olarak işlendiği; Kaya vd., (2018) yürüttüğü çalışmada ise beden eğitimi branş öğretmenleri ve sınıf öğretmenleri tarafından gerçekleştirilen beden eğitimi ve oyun dersinin ilkokul öğrencilerine edindirdiği bazı motor becerileri karşılaştırmayı amaçladığı belirlenmiştir. Sonuç olarak öğrencinin her iki öğretmenden fark etmeksizin bazı motorik yönden gelişimlerinin olumlu yönde etkilendiği tespit edilmiştir.

Sınıf öğretmenlerinin çoğunluğunun (4) derslerin verimli işlenemediği, okulun fiziki yapısının yetersiz olduğu, hava soğuk olduğundan dersleri sınıfta işlemek zorunda kaldıkları, çocukların genç yaşta uzmanlar tarafından spora yönlendirilmesi gerektiği, ilköğretim ve ortaöğretim bahçelerinin birbirinden ayrılması gerektiği şeklinde görüş ve önerilerinin olduğu tespit edilmiştir. Nitekim bu bulgu derslerin işleniş sürecinde bazı engellerle karşılaşıldığını ortaya koymaktadır. Başka bir deyişle öğrenim sürecinde, beden eğitimi ve oyun derslerinden istenilen verimin alınamadığını göstermektedir. Özellikle erken yaşta çocukların uzmanlar tarafından spora yönlendirilmesi gerektiği önerisi ise, beden eğitimi ve spor faaliyetlerinin uzmanlar tarafından yürütülmesinin önemini vurgulamaktadır. Aynı zamanda verimli bir öğrenme ortamının oluşturulması için koşulların iyileştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Alan yazın incelendiğinde; Güven ve Yıldız (2014)'ın yürüttüğü çalışmada, fiziksel koşullar ve ders araç gereç yetersizliği ve bu yetersizlikten doğan beden eğitimi ve spor dersinde uygulamada yaşanan sıkıntıları, sınıf öğretmenlerinin derse ilişkin alan bilgisi ve donanım eksikliği sebebiyle dersin amaçlarına yeterince ulaşamadıkları belirlenmiştir. Kazu ve Aslan (2014) tarafından yürütülen çalışmada ise öğretmenlerin fiziksel şartların yetersizliği sebebiyle sorun yaşadıkları, okullarda ders araç gereçlerinin yetersizliği ve temin edilmesi konusunda bütçe olmayışından dolayı, dersin uygulanmasını negatif yönde etkilediği, dersin öğretim programlarına ilişkin amaçlarına ulaşılmasında olumsuzluklar yaşandığı tespit edilmiştir.

Tüm bu bilgiler ışığında çalışmada elde edilen sonuçlar kapsamında aşağıda önerilere yer verilmiştir.

- ✓ Okulun fiziki yapısında beden eğitimi ve oyun dersinin daha verimli geçmesi adına iyileştirmeye gidilmelidir.
- ✓ Ders işlenişinin tam manasıyla amacına ulaşabilmesi için gerekli araç gereç temin edilmelidir.
- ✓ Araç-gereç temini ile ilgili gerekli yerel yönetimler, kaymakamlık, valilik, gençlik spor il müdürlükleri gibi gerekli kurumlar ile iletişime geçilebilir.
- ✓ İlkokullarda beden eğitimi ve oyun dersi müfredatı sınıf öğretmenleri tarafından verilmeye devam edilecekse sınıf öğretmenlerinin bu ders içeriği açısından daha donanımlı hale getirilmesi amacıyla, alanında uzman kişiler tarafından bu derste kullanılacak farklı öğretim yöntemlerini öğrenmek için hizmet içi eğitimlerin verilmesi süreci olumlu yönde destekleyebilir.
- ✓ Sınıf öğretmenlerinin beden eğitimi ve oyun dersinde kullanacağı kaynaklar geliştirilmelidir. Sınıf öğretmenlerinin beden eğitimi ve oyun dersinin önemini tam anlamıyla kavrayabilmeleri için bu derse yönelik sınıf öğretmenlerine kurs veya seminer verilebilir**.**

KAYNAKÇA

Altun, M. (2016). İlkokul Oyun ve Fiziki Etkinlikler dersi yeni öğretim programının sınıf öğretmenlerinin görüşleriyle değerlendirilmesi: Kırşehir ili örneği. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(2), 327-347.

Alvarez-Bueno, C., Pesce, C., Cavero-Redondo, I., Sanchez-Lopez, M., Martínez-Hortelano, J. A., & Martinez-Vizcaino, V. (2017). The effect of physical activity interventions on children's cognition and metacognition: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, *56*(9), 729-738.

American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance, (2010, Feburary1). Re: School Physical Education Budget Cause Alarm in News Trends Survey. Colorado Association for Health, Physical Education, Recreation & Dance, 35(2).

Aral N, Gürsay F, Köksal A.(2000). *Okul öncesi eğitiminde oyun*. İstanbul: Yapa Yayınları.

Arslan, Y. (2008). *Sınıf öğretmenlerinin ilköğretim birinci kademe beden eğitimi ders programlarına ve beden eğitimi dersine ilişkin görüşleri.[*Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü].

Ayan, S. (2007). *İlköğretim I. ve II. kademede beden eğitimi dersinin amaçlarına göre uygulama durumunun incelenmesi*.[Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü].

Aydın, R. Şahin, H. vd. (2008). Türkiye'de ilköğretime sınıf öğretmeni yetiştirmede nitelik arayışları. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi,* 12 (29), 119-142.

Bidzan-Bluma, I., & Lipowska, M. (2018). Physical activity and cognitive functioning of children: a systematic review. *International journal of environmental research and public health*, *15*(4), 800.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. A., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

California Department of Education. (2010). Physical Education Model Content Standards for California Public Schools: Kindergarten Through Twelve. California Department of Education.

Can-Ceylan, G. (2015). *İlkokul II. sınıf oyun ve fiziki etkinlikler dersi kazanımlarının gerçekleşme düzeyine ilişkin öğretmen görüşleri*. [Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü]

Council of Physical Education for Children (2001). Physical education is critical to a complete education. A position paper from the National Association for Sport and Physical Education

Çoban B, Nacar E. (2006), *Okul Öncesi Eğitimde Eğitsel Oyunlar*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 18-24,

Dalaman, O. (2010). *İlköğretim birinci kademede beden eğitimi dersi öğretim programı kazanımlarının gerçekleşme durumuna ilişkin öğretmen görüşleri*.[Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü].

Dalaman, O. ve Korkmaz, İ. (2010). İlköğretim birinci kademede beden eğitimi dersine giren öğretmenlerin beden eğitimi öğretim programı kazanımlarına ilişkin görüşleri. *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4, (3), 172-185.

De Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., & Hartman, E. (2018). Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, *21*(5), 501-507.

Demirhan, M. (2019). *Sınıf öğretmenlerinin beden eğitimi ve oyun derslerindeki yeterliliklerine ilişkin görüşleri*.[Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsi].

Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., ... & Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. *Medicine and science in sports and exercise*, *48*(6), 1197.

Eroğlu, B. (2011). *Öğretmenlik uygulamasının beden eğitimi öğretmeni adaylarının mesleki yeterlikleri ve mesleğe yönelik tutumları üzerine etkileri*.[Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü].

Ertan, A. (2013). İlkokul birinci sınıflarda oyun ve fiziksel etkinlikler dersi kazanımlarının amaca ulaşılabilirliğinin değerlendirilmesi.[Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü].

Grozdeva, N. (2010) Motor coordination for effective training in physical education and sports. Scientific Works of the University of Ruse 49(8.2).

Güven, Ö. ve Yıldız, Ö. (2014). Sınıf öğretmenlerinin oyun ve fizikî etkinlikler dersinden beklentileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(2), 525-538.

Kangalgil, M. , Hünük, D. , Demirhan, G. , (2006). İlkögretim, lise ve üniversite öğrencilerinin beden eğitimi ve spora ilişkin tutumlarının Karşılaştırılması. *H.Ü. Spor Bilimleri Dergisi*, 17 (2). 48-57.

Kara, İ. (2007). *İlköğretimde sınıf öğretmenlerinin beden eğitimi dersi öğretimine ilişkin yeterlik düzeylerinin incelenmesi*.[Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü].

Karaman, S. (2012). *Okul öncesi eğitim kurumuna devam eden 6 yaş çocuklarının matematik becerileri ile sosyodramatik oyunun boyutları arasındaki ilişkinin incelenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü].

Karataş, Z. (2017). Sosyal bilim araştırmalarında paradigma değişimi: Nitel yaklaşımın yükselişi. *Türkiye Sosyal Hizmet Araştırmaları Dergisi,* 1(1), 68-86. https://dergipark.org.tr/tr/pub/tushad/issue/31792/350444.

Kaya, M., Sarıtaş, N., Köroğlu, Y., Özkatar Kaya, E. ve Sucan, S. (2018). Farklı öğretmenlerden beden eğitimi dersi alan çocukların bazı motorik özelliklerinin karşılaştırılması. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi,* 1(2), 99-107.

Kazu, H. & Aslan, S. (2014). Oyun ve Fiziki Etkinlikler dersinin birinci sınıf öğretmenlerinin görüşlerine göre değerlendirilmesi (Elâzığ İli Örneği). *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 24(1), 49-63.

Liao CC, Hsu CH, Kuo KP, Luo YJ, Kao CC. Ability of the sport education model to promote healthy lifestyles in university students: a randomized controlled trial. Int J Environ Res Public Health. 2023;20(3).

MEB, (2017). Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Öğretim Programları (Oyun ve Fiziki Etkinlikler Dersi). http://mufredat.meb.gov.tr/ adresinden 21.02.2024 tarihinde erişilmiştir.

MEB, (2018). *Beden eğitimi ve oyun dersi öğretim programı.* MEB Yayınları. http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/20181023115223781-06 Beden%20E%C4%9Ftimi%20ve%20Oyun%202018-124%20Eki%20%C3%96P.pdf.pdf

Memiş, A.U. ve Yıldıran, İ. (2006). *Erken yaşlarda fiziksel aktivite alışkanlığı kazanılmasının toplum sağlığı açısından önemi.* Ulusal Sınıf Öğretmenliği Kongresi, 14-16 Nisan 2006, Ankara, Gazi Üniversitesi, Kök Yayıncılık, II, 442-448.

Merdzhanova, E., Petrova, G., & Lalova, V. (2020). Analysis of adolescents'(11-14 years old) somatotype in Plovdiv, Bulgaria. *Journal of IMAB–Annual Proceeding Scientific Papers*, *26*(1), 3005-3010.

Mirzeoğlu. N. (Editör). (2003). Spor Bilimlerine Giriş. Ankara: Bağırgan Yayımevi.

Morgan, P., & Bourke, S. (2008). Non-specialist teachers' confidence to teach PE: The nature and influence of personal school experiences in PE. Physical Education & Sport Pedagogy, 13(1), 1-29.

Onur B. ve Güney N. (2004). Türkiye'de çocuk oyunları: Derlemeler. Ankara: Ankara Üniversitesi Çocuk Kültürü Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayınlar.

Öncü, E. ve Cihan, H. (2012). Sınıf öğretmeni adayları için beden eğitimi dersi tutum ölçeğinin geliştirilmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18, 31-47.

Peneva P, Simeonov K (2010) The playful nature of training in physical education and sports – a factor for the complex development of adolescents. Scientific Works of the University of Ruse 49(8.2)

Pradinio ir pagrindinio ugdymo bendrosios programos. (2008). Retrieved from http://www.pedagogika.lt

Sağlık Bakanlığı, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2011). Türkiye'de okul çağı çocuklarında (6-10 yaş grubu) büyümenin izlenmesi (TOCBI) projesi Araştırma Raporu. Ankara: Kuban Yayıncılık.

Sandercock, G. R. H., Ogunleye, A., & Voss, C. (2013). Screen time and physical activity in youth: Thief of time or lifestyle choice. Journal of Physical Activity and Health, 9(7), 977–984

Sezgin, S. (2016). Öğrenme ve öğretimin oyunlaştırılması: Çalışma ve eğitim için oyun tabanlı yöntem ve stratejiler. *Açıköğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi,* 2(1), 187-197.

Tural, H. (2005). *İlköğretim matematik öğretiminde oyun ve etkinliklerle öğretimin erişi ve tutuma etkisi.* [Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü] .

Yaylacı, F. (2012), "İlköğretim Okullarında Nasıl Bir Beden Eğitimi Dersi İstiyorum?", *Milli Eğitim Dergisi*,42 (195) ,194-210.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2005). Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri (5. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldız, Ö., Güven, Ö. (2016). Sınıf öğretmenlerinin oyun ve fizikî etkinlikler dersinden beklentileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(2), 525-538.

YÖK, (2007). Öğretmen yetiştirme ve eğitim fakülteleri (1982-2007). Ankara: Yükseköğretim Kurulu Yayını.

THE EFFECT OF ORGANISATION-BASED SELF-ESTEEM ON ORGANISATIONAL COMMITMENT: A FIELD STUDY IN KİLİS IN TÜRKİYE

Mustafa Tuncer OKUMUŞ

Assist. Prof., Kahramanmaraş Istiklal University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Kahramanmaraş, Türkiye, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6495-3252

Rumeysa Nur UYGUN

Kahramanmaraş Istiklal University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Kahramanmaraş, Türkiye, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-1691-3731

ABSTRACT

Introduction and Purpose: This study aims to investigate the impact of organisational-based self-esteem on the organizational commitment of high school teachers. It is examined whether there is an increase or decrease in the organizational commitment of high school teachers according to their organisational-based self-esteem levels. This study is essential for understanding the organisational-based self-esteem levels of high school teachers and the effect of organisational commitment in a city that has been hosting more immigrants than its population for years, due to the Syrian war, and receiving services as students.

Materials and Methods: The data were collected from 193 teachers working in high schools in the Kilis center. Firstly, frequency analysis, normality findings, and Cronbach's alpha reliability values were examined in the SPSS program. Correlation and regression analyses were used to determine the effect of teachers' organisational-based self-esteem levels on their organizational commitment.

Results: The research revealed that organisational-based self-esteem has a significant impact on organizational commitment. It was concluded that organizational commitment increases as organisational-based self-esteem rises among high school teachers.

Discussion and Conclusion: Kilis is a city in Turkey on the Syrian border and has been hosting more people than its population during the Syrian war, who have taken refuge as victims of the war and have been living as guests for years. Their children, who were of school age, continued their education in the city's schools for many years. It was found that the organisational commitment levels of high school teachers in Kilis increased due to their organisational-based self-esteem. In light of this finding, it is suggested that educational administrators in the city should implement plans and programmes that will contribute to teachers' organisational-based self-esteem, as this will also increase organisational commitment.

Key Words: Organisational-Based Self-Esteem, Organizational Commitment, Education

INTRODUCTION

This study examines the correlation between organization-based self-esteem and organizational commitment among high school educators. Changes in the organizational commitment of high school teachers are anticipated in a city experiencing a persistent immigration impact owing to the Syrian crisis. Organization-based self-esteem is regarded as a potential variable that enhances organizational commitment among high school teachers, with both organization-based self-esteem and organizational commitment identified as research variables.

Organisation-Based Self-Esteem

Self-esteem may serve as a crucial predictor of individuals' attitudes and behaviors. A fundamental theoretical proposition arising from this perspective is that individuals will cultivate their attitudes and behaviors in alignment with their self-esteem levels (Lee, 2003:1046). Organization-based self-esteem is regarded as a facet of an individual's belief system on their competence. Organisation-based self-esteem refers to the extent to which an individual perceives themselves as competent, necessary, and deserving as a member of an

organisation (Pierce, 1989). Organization-based self-esteem is enhanced when employees believe their peers consider them as valued (Chen et al., 2016:89). Organization-based self-esteem pertains to the degree to which an individual perceives themselves as making a significant contribution to their organization, specifically the company employing them. An elevated organization-based self-esteem indicates that an individual perceives themselves as effectively accomplishing their designated responsibilities. He perceives himself as significant and impactful concerning organizational objectives (Kanning and Hill, 2012:14).

Organisational Commitment

Organizational commitment is a psychological condition that defines the employee's connection to the organization. This affects the continuation of their membership in the organization (Abdul Rashid et al., 2003, p. 709). Organizational commitment refers to the extent to which an employee is inclined to remain a member based on their alignment with the organization's objectives and values (Manetje & Martins, 2009:93). Affective commitment refers to the intensity of an individual's affiliation with and engagement in the organization. Continuance commitment refers to an employee's dedication to the organization due to the investments made and the costs incurred from departing the organization. Normative commitment is a type of commitment rooted in an individual's sense of obligation to remain with the organization, as it is perceived as the moral and appropriate course of action (Visagie & Steyn, 2011:102-103).

Several variables that demonstrate a positive correlation with organization-based self-esteem include intrinsic motivation, job satisfaction, affective organizational commitment, ethical behavioral intentions, extra-role behaviors, in-role performance, feedback seeking, and intent to remain with the organization (Gardner and Pierce, 2011:684). In this study, organization-based self-esteem is predicted to increase organizational commitment and the research hypothesis is formed as follows:

H1. Organization-based self-esteem has a positive effect on organizational commitment.

METHODOLOGY

Research Model and Hypotheses

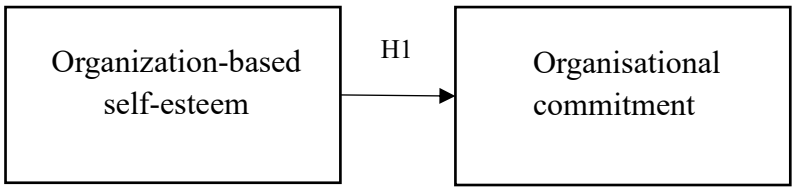


Figure1. Research Model

H1. Organization-based self-esteem has a positive effect on organizational commitment.

Research Method

The data were collected from 193 teachers working in high schools in the Kilis center. Firstly, frequency analysis, normality findings, and Cronbach's alpha reliability values were examined in the SPSS program. Correlation and regression analyses were used to determine the effect of teachers' organisational-based self-esteem levels on their organizational commitment.

The “Organization-Based Self-Esteem Scale” was developed by Pierce et al. (1989), and a study on its Turkish translation, validity, and reliability was conducted by Erden (2011). The scale consists of one factor and comprises 10 questions.

The "Organizational Commitment Scale" was created by Meyer et al. (1993), and an 18-item scale was utilized. Dağlı et al. conducted a study on the validity and reliability of the Organizational Commitment Scale.

To measure the statements, the questionnaire was coded as follows: “1. Strongly Disagree” and “5. Strongly Agree”.

Reliability of the Research

The reliability of the scales was tested using Cronbach's Alpha. Cronbach's Alpha values are given in Table 1. The Cronbach's Alpha coefficients of the variables were 0.923 for Organization-based self-esteem and 0.725 for organizational commitment.

Table 1. Reliability Table of Organization-Based Self-Esteem, Organizational Commitment Variables

Variables	Number of Statements	Cronbach's Alpha
Organization-based self-esteem	10	0,923
Organizational commitment	18	0,725

Table 2 presents the findings on normality. Although various tests are conducted to determine the normal distribution of data in general, in the field of the Social Sciences, normal distribution can be determined by examining skewness and kurtosis values. It is seen that the data are between +2 and -2. According to these findings, it is evident that the kurtosis and skewness values fall within the required range and are typically distributed.

Table 2. Normality Findings for Organization-Based Self-Esteem, Organizational Commitment

Variables	Mean	Median	Std. Dev.	Skewness	Kurtosis
Organization-based self-esteem	3.9451	3.9000	0.65271	0,030	-0.615
Organizational commitment	3.0201	3.0556	0.50614	-0,449	1.160

FINDINGS

Correlation Analysis

The correlation between organization-based self-esteem and organizational commitment is shown in Table 5. It is understood from the findings that organization-based self-esteem has a significant positive relationship with organizational commitment (r = 0.225**).

Table 3. Organization-Based Self-Esteem, Organizational Commitment Correlation Table

Variables	1	2
1. Organization-based self-esteem	1	
2. Organizational commitment	.225**	1

** p< 0.01

Regression Analysis

The results of the regression analysis on the effect of organization-based self-esteem on organizational commitment are shown in Table 4. As a result of the simple linear regression analysis conducted to test the hypothesis "H1. Organization-based self-esteem has a positive effect on organizational commitment.", the model is significant (F=10.139; p=0.02; p<0.05) and organization-based self-esteem explains 5% of organizational commitment. As organization-based self-esteem increases, organizational commitment also increases. The findings confirm the hypothesis (H1) of the study.

Table 4. Regression Analysis of Organization-Based Self-Esteem, Organizational Commitment

Değişken	***Beta***	***t***	***p***
Organization-based self-esteem (Independent) **Organizational Commitment** (Dependent)	0.225	3.184	.002
R^2: .050 Adj R^2: .045	F: 10.139		p: .002

CONCLUSION

The Cronbach's Alpha coefficient for the reliability of the scales was 0.923 for organization-based self-esteem and 0.725 for organizational commitment. It was observed that kurtosis and skewness were within the required values (+1.5, -1.5), and the data were normally distributed (- 0.449, 1.160).

According to the research findings, a significant positive relationship exists between organization-based self-esteem and organizational commitment. Considering the level of effect within the scope of the research hypothesis, it was observed that organization-based self-esteem had a 5% impact on organizational commitment.

According to the study's hypothesis, organizational commitment decreases as organization-based self-esteem increases. Implementing practices to enhance the organization-based self-esteem levels of university students will reduce their organizational commitment.

Kilis is a city in Turkey on the Syrian border and has been hosting more people than its population during the Syrian war, who have taken refuge as victims of the war and have been living as guests for years. Their children, who were of school age, continued their education in the city's schools for many years. It was found that the organisational commitment levels of high school teachers in Kilis increased due to their organization-based self-esteem. In light of this finding, it is suggested that educational administrators in the city should implement plans and programs that contribute to teachers' organization-based self-esteem, as this will also increase organizational commitment.

One limitation of the study is that it was conducted in only one province in high schools. It is recommended that further studies be performed in other provinces with dense migrant populations.

REFERENCES

Abdul Rashid, Z., Sambasivan, M., & Johari, J. (2003). The influence of corporate culture and organisational commitment on performance. *Journal of Management Development*, *22*(8), 708-728.

Chen, M. F., Ho, C. H., Lin, C. F., Chung, M. H., Chao, W. C., Chou, H. L., & Li, C. K. (2016). Organisation-based self-esteem mediates the effects of social support and job satisfaction on intention to stay in nurses. *Journal of nursing management*, *24*(1), 88-96.

Dağlı, A., Elçiçek, Z. & Han, B., (2018). Örgütsel bağlılık ölçeği'nin türkçeye uyarlanması: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, *17*(68), 1788-1800.

Erden, N. S. (2011). Örgüte bağlılık ile örgütsel adalet arasındaki ilişkide örgüt temelli özsaygının rolü. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul

Gardner, D. G., & Pierce, J. L. (2011). A question of false self-esteem: Organization-based self-esteem and narcissism in organizational contexts. *Journal of Managerial Psychology*, *26*(8), 682-699.

Kanning, U. P., & Hill, A. (2012). Organization-based self-esteem scale–adaptation in an international context. *Journal of business and media psychology*, *3*(1), 13-21.

Lee, J. (2003). An analysis of the antecedents of organization-based self-esteem in two Korean banks. *The International Journal of Human Resource Management*, *14*(6), 1046-1066.

Manetje, O., & Martins, N. (2009). The relationship between organisational culture and organisational commitment. *Southern African Business Review*, *13*(1), 87-111.

Meyer, J. P., Allen, N. J. & Smith, C. A. (1993). Commitment to organizations and occupations: Extensionand test of a three-component conceptualization. Journal of Applied Psychology. 78, 538-551.

Pierce, J. L., Gardner, D. G., Cummings, L. L. & Dunham, R. B. (1989). Organization-based self-esteem: Construct definition, measurement, and validation. *Academy of Management Journal*, 32(3), 622648.

Visagie, C. M., & Steyn, C. (2011). Organisational commitment and responses to planned organisational change: An exploratory study. *Southern African Business Review*, *15*(3), 98-121.

KAHRAMANMARAŞ DEPREMLERİNİ DENEYİMLEYEN KADINLARIN PSİKOLOJİK DAYANIKLILIKLARININ TOPLUMSAL CİNSİYET EKSENİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Buse Nur DAĞCI

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü,

Sosyal Hizmet Bölümü Yüksek Lisans Mezunu, Samsun, Türkiye

ORCID ID: 0000-0001-5347-5163

Senem GÜRKAN

Doç. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,

Sosyal Hizmet Bölümü, Samsun, Türkiye

ORCID ID: 0000-0002-2061-6385

NOT: Bu çalışmanın bir kısmı, birinci yazarın, ikinci yazar danışmanlığında sunduğu "Feminist Sosyal Hizmet Perspektifiyle Kahramanmaraş Depremlerini Deneyimleyen Kadınların Travma Düzeyleriyle Psikolojik Dayanıklılıklarının İncelenmesi" başlıklı yüksek lisans tezinden yararlanılarak üretilmiştir.

ÖZET

Araştırmanın amacı, 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ta gerçekleşen depremleri deneyimleyen kadınların psikolojik dayanıklılıklarının, sosyo-demografik özellikleri bakımından incelenmesidir. Araştırma aynı zamanda depremzede kadınların durumunu toplumsal cinsiyet ekseninde tartışmayı hedeflemektedir. Nicel araştırma yöntemine göre yürütülen araştırmanın katılımcılarını 320 depremzede kadın oluşturmuştur. Veriler sosyo-demografik soru formu (yaş, medeni durum, eğitim durumu, depremzedelerin deprem sırasında bulundukları yer ve şu anda yaşadıkları yer) ve Yetişkinler İçin Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği (Basım ve Çetin, 2011) aracılığı ile toplanmıştır. Araştırmanın etik onayı, Ondokuz Mayıs Üniversitesine bağlı Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulundan elde edilmiştir.

Araştırmada elde edilen bulgular, depremzede kadınların psikolojik dayanıklılık düzeylerinin yaş, medeni durum ve eğitim gibi sosyo-demografik değişkenlere göre anlamlı farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Özellikle bekar kadınların evli kadınlara kıyasla psikolojik dayanıklılık düzeylerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca eğitim düzeyi yükseldikçe psikolojik dayanıklılık puanlarında da artış gözlenmiştir. Deprem sırasında bulunulan yerin psikolojik dayanıklılık üzerinde anlamlı bir etkisi olmamasına karşın, katılımcıların şu anda yaşadıkları yerin dayanıklılık üzerinde belirleyici olduğu saptanmıştır.

Bu sonuçlar, deprem gibi afet durumlarında kadınlarla gerçekleştirilecek psikososyal destek programlarının toplumsal cinsiyet duyarlılığı taşıması ve sosyoekonomik koşulların dikkate alınması gerektiğini göstermektedir. Araştırma bulguları, kadınların yaşadıkları çevrenin ve toplumsal rollerinin, psikolojik dayanıklılıklarının güçlendirilmesinde kritik öneme sahip olduğunu vurgular niteliktedir. Bu nedenle araştırma, afet sonrası müdahalelerde kadınların özgül ihtiyaçlarını göz önünde bulunduran kapsamlı ve eşitlikçi politikaların geliştirilmesi gerekliliğini gözler önüne sermektedir.

Anahtar Sözcükler: 2023 Kahramanmaraş Depremleri, Depremzede kadın, Toplumsal cinsiyet, Psikolojik dayanıklılık.

A GENDER-BASED EVALUATION OF THE PSYCHOLOGICAL RESILIENCE OF WOMEN WHO EXPERIENCED KAHRAMANMARAŞ EARTHQUAKE DOUBLET

ABSTRACT

The research aims at examining the psychological resilience of women who experienced Kahramanmaraş earthquake doublet on February 6, 2023, in terms of their socio-demographic characteristics. The participants of this quantitative research consisted of 320 women earthquake victims. Data were collected through a socio-

demographic questionnaire (age, marital status, educational backgrounds, the place they experienced the earthquake doublet and the place they live now), and the Psychological Resilience Scale for Adults (Basım and Çetin, 2011). Ethical approval for the research was obtained from the Social and Human Sciences Ethics Committee of Ondokuz Mayıs University.

The findings revealed that the psychological resilience levels of women affected by the earthquake doublet showed significant differences in terms of socio-demographic variables such as age, marital status and educational backgrounds. It has been determined that especially single women have higher psychological resilience levels compared to that of married women. Moreover, as the education level increased, psychological resilience scores also increased. Although the place where they were during the earthquake did not have a significant effect on psychological resilience, it was found out that the place the participants currently live was a determinant on resilience.

These results demonstrate that psychosocial support programs which are carried out with the disaster women victims such as earthquakes should be gender sensitive and when preparing these programs, socioeconomic conditions should be taken into consideration. Research findings also underline that the environment in which women live and their social roles are of critical importance in strengthening their psychological resilience. Therefore, the research shows the need to develop comprehensive and equitable policies focusing on the specific needs of women in post-disaster interventions.

Keywords: 2023 Kahramanmaraş Earthquake Doublet, Earthquake victim women, Gender, Psychological resilience.

GİRİŞ

Afetler, toplumların yaşamını derinden etkileyen, aniden gerçekleşen yıkıcı olaylardır. Aynı zamanda fiziksel, ekonomik ve sosyal düzeyde ciddi kayıplara ve kesintilere yol açarak can ve mal güvenliğini tehdit edebilmektedir (Tural Dikmen, 2019; Karancı, 2007). Doğal afetlerden biri olan deprem ise tektonik hareketler veya volkanik faaliyetler sonucunda yer kabuğunda meydana gelen kırılmalar ile açığa çıkan enerjinin yeryüzünde güçlü sarsıntılara yol açması olayıdır (AFAD, 2019). Depremler yalnızca fiziksel zararla kalmamakla birlikte bireylerin psikolojik ve sosyal yaşamlarında kalıcı etkiler bırakabilmektedir (BDTİM, 2020). Deprem sonrasında yaşanan travmalar, bireylerin psikolojik dayanıklılıklarını sınamakta ve bu dayanıklılık, afet sonrası iyileşme sürecinde hayati bir rol oynayabilmektedir.

Depremzedelerin yaşadıkları psikolojik zorluklarla mücadele edebilmelerini sağlayan en önemli faktörlerden biri olarak "psikolojik dayanıklılık" kavramı öne çıkmaktadır. Psikolojik dayanıklılık, bireylerin stresli ve travmatik durumlar karşısında duygusal olarak direnç gösterebilme, zorluklarla başa çıkabilme ve normal yaşamlarına geri dönebilme kapasitesidir (Friborg et al., 2003). Bir diğer tabirle psikolojik dayanıklılık bireyin zorlu yaşam olaylarına rağmen ayakta kalabilme ve yeni koşullara uyum gösterebilme becerisidir (Masten, 2001). Başka bir anlatımla deprem gibi yıkıcı olayların ardından yaşanan kayıplar, korkular ve belirsizlikler karşısında kendini toparlayabilme ve olumsuz durumların üstesinden gelme sürecidir (Çetin vd., 2015: 81).

Araştırmanın konusu bağlamına bakıldığında Türkiye, jeolojik yapısı ve bulunduğu coğrafi konum sebepleriyle sık sık depremlerin yaşandığı "deprem ülkesi" olarak nitelendirilen bir coğrafyadır. 1900 yılından itibaren Türkiye'de büyüklüğü 7 ve üzeri olan toplam 20 büyük deprem gerçekleşmiştir. Bu gerçek, Türkiye'yi deprem kaynaklı kayıplar bakımından dünya genelinde üst sıralara taşımaktadır. 1900-2023 yılları arasında ülkede can kaybı ve ekonomik zarara neden olan 269 deprem kayıt altına alınmıştır. Bu dönemde, en fazla can kaybı ve maddi yıkıma yol açan depremler; 2023 Kahramanmaraş, 1939 Erzincan ve 1999 Marmara (Gölcük merkezli) depremler olarak dikkat çekmektedir (Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2023). 6 Şubat 2023 tarihinde gerçekleşen depremde, Kahramanmaraş'ın Pazarcık ve Elbistan ilçeleri merkezli meydana gelen 7,7 ve 7,6 büyüklüğündeki iki büyük deprem, yaklaşık dokuz saat arayla gerçekleşmiş ve Türkiye'nin 11 ilini (Kahramanmaraş, Hatay, Gaziantep, Adıyaman, Malatya, Diyarbakır, Elazığ, Kilis, Şanlıurfa, Adana ve Osmaniye) derinden etkilemiştir. "Asrın Felaketi" (TRT, 2024) olarak anılan bu depremler hem büyüklükleri hem de etkiledikleri alanın genişliği açısından yakın tarihin en yıkıcı afetlerinden biri olarak kayıtlara geçmiştir. Resmî verilere göre, bu depremlerde 53.537 insan yaşamını yitirmiş, yüz binlerce kişi yaralanmış ve milyonlarca insan doğrudan ya da dolaylı biçimde etkilenmiştir (İçişleri Bakanlığı, 2024; Uslu-Azarak, 2023).

Güncel deprem literatürü, kadınların depremlerden en çok zarar gören dezavantajlı gruplar arasında yer aldığını vurgulamaktadır (Koçoğlu vd., 2023; Xu and Wu, 2011; Özmenler vd., 2001). Zira 6 Şubat 2023 depreminden etkilenen yaklaşık 14 milyon kişinin yarısının kadınlar ve kız çocuklarından oluştuğu tespit edilmiştir (UN WOMEN, 2023). Bu bulgu deprem sonrasında yeterince toplumsal cinsiyet eşitsizliklerinin gözetilmediğine işaret etmektedir. Depremler toplumsal cinsiyet temelli sonuçlar doğurduğundan depremzede kadınlar daha savunmasız bir konumda yer alabilmekte ve erkeklere kıyasla çok daha fazla riskli durumlarla karşılaşmaktadır (Liu et al. 2014; Yakıt Ak ve Uyurdağ, 2024).

Deprem sonrası yaşanılan psikolojik dayanıklılık durumlarına bakıldığında, İme (2024) 6 Şubat depremlerinden üç ay sonra gerçekleştirdiği çalışmasında, psikolojik dayanıklılık ile sosyal destek arasında pozitif bir ilişki olduğunu ve sosyal desteğin depremi deneyimlemiş bireylerin dayanıklılığını artırdığını saptamıştır. Milojev ve diğerleri (2014) tarafından yapılan araştırmada ise deprem gibi doğal afetlerin sebep olduğu psikolojik zorluklarla mücadelede bireyin kişilik özelliklerinin, karar alma süreçleri ve tepkileri üzerinde belirleyici bir etkisi olduğunu göstermektedir. Deprem bağlamında kadınların psikolojik dayanıklılık süreçlerine ilişkin literatüre bakıldığında ise Canlı ve Yılmaz (2024), 6 Şubat depremlerinden sonra doğrudan depremi yaşayanlar ile depreme tanık olanların ölüm ve deprem kaygısı ile psikolojik dayanıklılık düzeylerini karşılaştırmıştır. Depremi doğrudan yaşayanlarda kaygı düzeylerinin daha yüksek olduğu belirlenmiş, kadınların erkeklere göre daha fazla kaygı yaşadığı, erkeklerin ve çalışanların ise kadınlar ve çalışmayanlara kıyasla psikolojik dayanıklılıklarının daha güçlü olduğu bulunmuştur. Ayrıca psikolojik dayanıklılık arttıkça kaygının azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Önder (2022) tarafından 2020 İzmir depremi sonrasında yapılan bir çalışmada, psikolojik dayanıklılığın alt boyutlarından olan kendilik algısı, gelecek algısı ve aile uyumu puanlarının; cinsiyet, eğitim düzeyi, medeni durum, deprem öncesi ruhsal hastalık durumu, deprem sonrası kalınan yer ile deprem nedeniyle maddi ve psikolojik destek alma durumlarına göre farklılık gösterdiği ortaya konmuştur. Kadın katılımcıların kendilik algısı, gelecek algısı ve aile uyumu puanlarının erkeklere kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bu kapsamda deprem, psikolojik dayanıklılık ve kadın konuları bir arada ele alınarak afet sonrası kadınların karşılaştığı zorluklar ve dayanıklılık mekanizmaları üzerine sınırlı çalışma olduğu görülmektedir. Bu yüzden araştırmanın amacı, 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ta gerçekleşen depremleri deneyimleyen kadınların psikolojik dayanıklılıklarının, sosyo-demografik özellikleri bakımından incelenmesidir. Araştırma aynı zamanda depremzede kadınların durumunu toplumsal cinsiyet ekseninde tartışmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda araştırma süresince yanıt aranacak araştırma soruları ise aşağıda sunulmuştur:

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerini deneyimleyen kadınların psikolojik dayanıklılıkları;

1. yaşlarına göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
2. medeni durumlarına göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
3. eğitim durumlarına göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
4. deprem sırasında bulundukları yere göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
5. şu anda yaşadıkları yere göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
6. ile sosyo-demografik özellikler arasındaki ilişki, toplumsal cinsiyet ekseninde nasıl yorumlanabilir?

YÖNTEM

Bu araştırmada, katılımcıların sosyo-demografik özellikleri ile diğer değişkenler arasındaki olası anlamlı bağlantıları incelemek amacıyla istatistiksel analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır. Bulguların nesnel verilere dayanması için nicel araştırma yaklaşımının süreçleri, yöntemleri ve teknikleri tercih edilmiştir. Nicel yöntem, ele alınan konuyu sayısal verilere dönüştürerek daha geniş örneklemleri analiz etmeyi hedefleyen; elde edilen verileri istatistiksel olarak değerlendirerek anlamlı sonuçlara ulaşmayı amaçlayan bir yöntemdir. Bu yaklaşımda nesnellik esas alınır ve standartlaştırılmış veri toplama araçları kullanılır (Akarsu ve Akarsu, 2019).

1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmanın temel amacı, 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş merkezli olarak meydana gelen depremleri yaşamış kadınların psikolojik dayanıklılık düzeylerini, sosyo-demografik değişkenler çerçevesinde incelemektir. Bununla birlikte, çalışma kapsamında depremzede kadınların durumları toplumsal cinsiyet bakış açısıyla değerlendirmeyi hedeflemektedir. Bu amaç doğrultusunda, araştırmada nicel yöntemlerden biri olan ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır.

2. Evren, Örneklem ve Örnekleme Teknikleri

Araştırmanın evrenini, 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Kahramanmaraş merkezli depremler sonrasında, depremden etkilenen 11 ilden (Kahramanmaraş, Hatay, Gaziantep, Adıyaman, Malatya, Kilis, Şanlıurfa, Adana, Osmaniye, Diyarbakır ve Elazığ) Samsun'a göç eden kadınlar oluşturmaktadır. Katılımcıları, 2024 yılı Kasım-Aralık ve 2025 yılı Ocak-Şubat aylarında Samsun'da ikamet eden, 18 yaş ve üzeri, deprem sonrası göç deneyimi yaşamış kadınlar oluşturmaktadır. Araştırma örneklemine ulaşmak amacıyla Samsun'daki yerel yönetim ve STK'larla iletişime geçilmiş, kartopu örnekleme tekniği ile depremzede katılımcılara ulaşım sağlanmıştır. Diğer yandan, ölçme aracındaki madde sayısının en az beş katı kadar katılımcıya ulaşmanın, evreni temsil etme açısından yeterli olabileceği (Aydemir ve Köroğlu, 2004; Hair et al., 2010) düşüncesiyle, örneklem sayısı 320'de sabitlenmiştir.

2.1. Katılımcıların Sosyo-demografik Özellikleri

Değişkenler	Grup	n	%
Yaş	35 ve altı	161	50,3
	36-60	131	40,9
	61 ve üzeri	28	8,8
Medeni durum	Evli	181	56,6
	Bekar	139	43,4
Eğitim durumu	Okuma yazma bilmiyor	7	2,2
	Okuma yazma biliyor	20	6,3
	İlkokul mezunu	27	8,4
	Ortaokul mezunu	28	8,8
	Lise mezunu	89	27,8
	Ön Lisans mezunu	54	16,9
	Lisans mezunu	80	25,0
	Lisansüstü mezunu	15	4,7
Deprem sırasında bulunulan yer	Kendi evimde	262	81,9
	Bir başkasının evinde	46	14,4
	Sokakta	6	1,9
	Bir taşıt aracında	6	1,9
Şu anda yaşanılan yer	Kendi evimde	148	46,3
	Yurtta	23	7,2
	Ev kiraladım	115	35,9
	Bir yardımseverin kiraladığı evde	21	6,6
	Konteyner evde	10	3,1
	Çadırda	3	0,9
		Ort.	**SS**

		Yaş	37,69	14,58

Tablo 1. Katılımcıların Sosyo-demografik Özellikleri

Tablo 1'de katılımcıların sosyo-demografik özelliklerine dair bulgular yer almaktadır. Araştırmaya katılan depremzede kadınların yaş dağılımına göre, 161'i (%50,3) 35 yaş ve altı, 131'i (%40,9) 36-60 yaş aralığında ve 28'i (%8,8) 61 yaş ve üzerindedir. Katılımcıların yaş ortalaması 37,69 olup, standart sapmaları 14,58'dir. Katılımcıların medeni durumlarına bakıldığında, 181'i (%56,6) evli, 139'u (%43,4) bekardır. Eğitim durumu incelendiğinde, 7 katılımcı (%2,2) okuma yazma bilmemekte, 20'si (%6,3) sadece okuma yazma bilmektedir. İlkokul mezunu olanların sayısı 27 (%8,4), ortaokul mezunu olanların sayısı 28 (%8,8), lise mezunu olanların sayısı ise 89'dur (%27,8). Bununla birlikte 54 katılımcı (%16,9) ön lisans, 80'i (%25,0) lisans ve 15'i (%4,7) lisansüstü mezunudur. Deprem sırasında bulunulan yer açısından, 262 katılımcı (%81,9) kendi evindeyken, 46'sı (%14,4) bir başkasının evinde, 6'sı (%1,9) sokakta ve 6'sı (%1,9) bir taşıt aracında bulunduğu görülmektedir. Şu anda yaşadıkları yerler incelendiğinde, 148 katılımcı (%46,3) hâlâ kendi evinde yaşamaktadır. Bunun dışında 115'i (%35,9) ev kiralamış, 23'ü (%7,2) yurtta kalmakta, 21'i (%6,6) bir yardımseverin kiraladığı evde yaşamaktadır. Ayrıca 10 katılımcı (%3,1) konteyner evde, 3'ü (%0,9) ise çadırda ikamet etmektedir.

3. Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada veri toplamak amacıyla iki farklı ölçme aracı kullanılmıştır. Katılımcıların sosyo-demografik özelliklerini belirlemek üzere araştırmacı tarafından hazırlanan yaş, medeni durum, eğitim düzeyi, deprem anında bulundukları yer ve şu anda bulundukları yer gibi temel sosyo-demografik değişkenleri içeren, 5 soruluk bir "Depremzede Kişisel Bilgi Formu" hazırlanmıştır. Katılımcıların psikolojik dayanıklılık düzeylerini ölçmek amacıyla Basım ve Çetin (2011) tarafından Türkçeye uyarlanan 'Yetişkinler İçin Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği' kullanılmıştır. Bu ölçek, 6 alt boyuttan ve toplam 33 maddeden oluşan 5'li Likert tipi bir değerlendirme aracıdır. Travma sonrasında bireylerin duygusal dayanıklılık, stresle başa çıkma becerisi, iyimserlik ve uyum sağlama gibi özelliklerini ölçmeyi amaçlamakta olup, bu araştırmada katılımcıların psikolojik esneklik düzeylerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Ölçekten alınabilecek toplam puanlar 33 ile 165 arasında değişmekte olup yüksek puanlar daha yüksek psikolojik dayanıklılığı ifade etmektedir. Ölçeğin orijinal çalışmadaki Cronbach's alfa güvenirlik katsayısı 0,86 olarak bildirilmiştir (Basım ve Çetin, 2011). Bu araştırmada ise ölçeğin genel iç tutarlılık katsayısı α=0,949 olarak hesaplanmıştır. Alt boyutlara ilişkin Cronbach's alfa değerleri ise şu şekildedir: Kendilik Algısı: α=0,901, Gelecek Algısı: α=0,883, Yapısal Stil: α=0,642, Sosyal Yeterlilik: α=0,732, Aile Uyumu: α=0,778 ve Sosyal Kaynaklar: α=0,834.

4. Verilerin Analizi

Verilerin analizi SPSS-27 istatistik yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara ilişkin sosyo-demografik sorular, frekans tabloları aracılığıyla analiz edilmiştir. İki gruba sahip değişkenler arasındaki farkları incelemek amacıyla parametrik bağımsız örneklemler t-testi uygulanmıştır. Üç ya da daha fazla grubu içeren değişkenlerde ise non-parametrik Kruskal-Wallis H testi tercih edilmiş; anlamlı farklılık saptanan durumlarda gruplar arasındaki farkın kaynağını belirlemek için post-hoc karşılaştırmalar yapılmıştır. Tüm istatistiksel işlemler %5 anlamlılık düzeyi (α=0,05) esas alınarak yürütülmüştür.

5. Araştırmanın Etik Boyutu

Bu araştırma sürecinde katılımcı hakları ile etik kurallara özenle riayet edilmiştir. Çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu'ndan 2023-1640 numaralı onay ile etik izin alınarak yürütülmüştür. Ayrıca veri toplama sürecine geçilmeden önce kullanılan ölçme araçlarına ilişkin gerekli yasal izinler temin edilmiştir. Katılımcıların kimlik bilgileri gizli tutulmuş; anket formlarında isim gibi kişisel veriler yer almamış ve anonimlik ilkesine bağlı kalınmıştır.

6. Geçerlilik ve Güvenirlik

Ölçek	n	Ort.	SS	Kolmogorov Smirnov (p)	Çarpıklık	Basıklık	Cronbach's Alpha
Kendilik Algısı	320	16,86	7,118	,000	-,129	-1,113	,901
Gelecek Algısı	320	10,63	4,846	,000	,181	-1,059	,883
Yapısal Stil	320	11,17	4,190	,000	-,048	-,703	,642
Sosyal Yeterlilik	320	19,59	5,594	,000	-,318	-,480	,732
Aile Uyumu	320	20,89	5,498	,000	-,531	,116	,778
Sosyal Kaynaklar	320	23,82	7,139	,000	-,522	-,365	,834
Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği	320	102,96	29,048	,072*	-,235	-,612	,949

Tablo 2. Yetişkinler için Psikolojik Dayanıklılık Ölçeğinin Normallik Varsayımı Analizi ve Güvenirlik Analizi Sonuçları

Tablo 2'de normallik ve güvenirlik analizlerine ilişkin bulgular yer almaktadır. Kolmogorov-Smirnov testi sonuçlarına göre, Yetişkinler için Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği normal dağılım göstermektedir (p>0,05). Basıklık ve çarpıklık değerleri ise ±2 sınırları içerisinde kaldığından, verilerin normal dağıldığı kabul edilmiştir. Bu nedenle analizlerde parametrik testler tercih edilmiştir. Ancak bazı gruplarda gözlem sayısının 30'un altında olması durumunda non-parametrik testlere başvurulmuştur (George and Mallery, 2010). Ölçeğin güvenirlik düzeyi de yeterli bulunmuştur. Katılımcıların Yetişkinler için Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği'nden aldıkları puan ortalaması ise 102,96 (±20,048) olarak belirlenmiştir.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Bu bölümde, 6 Şubat 2023 tarihinde Kahramanmaraş'ta meydana gelen depremleri deneyimleyen kadınların psikolojik dayanıklılık düzeyleri, çeşitli sosyo-demografik değişkenler doğrultusunda incelenmiştir. Araştırma, yaş, medeni durum, eğitim seviyesi, deprem sırasında bulunulan yer ve şu an yaşadıkları yer gibi değişkenlerin psikolojik dayanıklılık üzerindeki etkilerini analiz etmektedir. Elde edilen bulgular, toplumsal cinsiyet perspektifiyle ele alınarak depremzede kadınların yaşadıkları deneyimlerin kadın olma haliyle nasıl kesiştiği tartışılmıştır.

1. Depremzede Kadınların Psikolojik Dayanıklılıklarının Yaşa Göre Analiz Bulguları ve Tartışması

Ölçek	Grup	n	Ort.	SS	SD	H	p	Fark
Kendilik Algısı	a) 35 ve altı	161	17,66	6,381	2	3,925	,140	
	b) 36-60	131	15,86	7,568				
	c) 61 ve üzeri	28	16,89	8,543				
	Toplam	320	16,86	7,118				
Gelecek Algısı	a) 35 ve altı	161	11,19	4,808	2	4,660	,097	
	b) 36-60	131	9,95	4,818				
	c) 61 ve üzeri	28	10,61	4,969				
	Toplam	320	10,63	4,846				
Yapısal Stil	a) 35 ve altı	161	11,89	4,067	2	9,124	,010*	a>b
	b) 36-60	131	10,49	4,139				
	c) 61 ve üzeri	28	10,18	4,538				
	Toplam	320	11,17	4,190				
Sosyal Yeterlilik	a) 35 ve altı	161	19,88	5,181	2	2,796	,247	
	b) 36-60	131	19,02	5,976				
	c) 61 ve üzeri	28	20,64	5,958				
	Toplam	320	19,59	5,594				
Aile Uyumu	a) 35 ve altı	161	20,34	5,558	2	7,741	,021*	c>a,b
	b) 36-60	131	21,11	5,739				
	c) 61 ve üzeri	28	23,07	2,930				
	Toplam	320	20,89	5,498				
Sosyal Kaynaklar	a) 35 ve altı	161	24,20	7,075	2	1,962	,375	
	b) 36-60	131	23,11	7,400				
	c) 61 ve üzeri	28	25,00	6,092				
	Toplam	320	23,82	7,139				

Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği	a) 35 ve altı	161	105,15	28,225	2	3,147	,207
	b) 36-60	131	99,54	30,157			
	c) 61 ve üzeri	28	106,39	27,788			
	Toplam	320	102,96	29,048			

*p<0.05

Tablo 3. Yaş Değişkeni Kruskal Wallis-H Analizi

Tablo 3'te yaş değişkenine ilişkin non-parametrik Kruskal-Wallis H testi sonuçları sunulmuştur. Yaş gruplarına göre yapılan analizde, Kendilik Algısı Puanı (p=,140>0,05), Gelecek Algısı Puanı (p=,097>0,05), Sosyal Yeterlilik Puanı (p=,247>0,05), Sosyal Kaynaklar Puanı (p=,375>0,05) ve Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği Puanı (p=,207>0,05) açısından anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Buna karşılık, Yapısal Stil Puanı yaş gruplarına göre anlamlı düzeyde farklılık göstermektedir (p=,010<0,05). 35 yaş ve altı bireylerin Yapısal Stil Puanı ortalaması, 36-60 yaş arası bireylerin ortalamasından anlamlı düzeyde daha yüksektir. Benzer şekilde, Aile Uyumu Puanı da yaş gruplarına göre anlamlı farklılık göstermektedir (p=,021<0,05). 61 yaş ve üzeri bireylerin Aile Uyumu Puanı ortalaması, 35 yaş ve altı ile 36-60 yaş grubu bireylerin ortalamalarından anlamlı düzeyde daha yüksektir. Yaş gruplarına göre yapılan analizde, kendilik algısı, gelecek algısı, sosyal yeterlilik, sosyal kaynaklar ve genel psikolojik dayanıklılık puanlarında anlamlı bir farklılık bulunmaması, bu boyutların yaşa bağlı olarak büyük ölçüde benzer düzeyde seyredebildiğini göstermektedir. Ancak yapısal stil ve aile uyumu puanlarında yaşa bağlı anlamlı farklılıklar saptanmıştır.

35 yaş ve altı bireylerin yapısal stil puanlarının 36-60 yaş grubuna göre daha yüksek olması, genç bireylerin stresle başa çıkma ve dayanıklılık stratejilerinde daha aktif ya da farklı yaklaşımlar geliştirdiğini düşündürebilir. Öte yandan, 61 yaş ve üzeri bireylerin aile uyumu puanlarının diğer yaş gruplarından daha yüksek çıkması, yaşlı bireylerin aile bağlarını daha güçlü tutma ve destek alma eğiliminde olduklarını işaret etmektedir. Bu durum, ileri yaşta sosyal ve duygusal destek arayışının artmasıyla ilişkilendirilebilir. Örneğin Karataş (2016), ileri yaştaki bireylerin psikolojik dayanıklılık seviyelerinin düşük yaşlara nazaran daha yüksek olduğunu belirtmektedir. Demirel ve Kökrek'in (2024) ise çalışmasında, psikolojik dayanıklılık düzeyi en fazla 45 yaş ve üzeri grupta gözlemlenmiştir. Bu bulgular, yaş ilerledikçe bireylerin yaşam deneyimleri, krizlerle başa çıkma becerileri ve sosyal destek ağlarının güçlenmesinin psikolojik dayanıklılığı artırdığına işaret etmektedir. Bu bulguların tam aksine, Bonanno vd. (2007) ve Kırcalı (2020), farklı yaş gruplarındaki bireylerin travmatik olaylara karşı gösterdikleri psikolojik dayanıklılığın farklılık arz edeceğini söylemektedir. Bununla birlikte araştırma bulgusuyla paralel, yaşın psikolojik dayanıklılık üzerinde anlamlı bir etki oluşturmadığını ortaya koyan araştırmalar da mevcuttur (Brouskeli, Kaltsi and Loumakou, 2018; Genç, 2014; Polat and İskender, 2018).

2. Depremzede Kadınların Psikolojik Dayanıklılıklarının Medeni Duruma Göre Analiz Bulguları ve Tartışması

Ölçek	Grup	n	Ort.	SS		t	Sd	p
Kendilik Algısı	Evli	181	15,59	7,647	,000	-3,827	317,843	,000*
	Bekar	139	18,51	6,000				
Gelecek Algısı	Evli	181	9,75	4,878	,075	-3,807	318	,000*
	Bekar	139	11,78	4,571				
Yapısal Stil	Evli	181	10,10	4,208	,021	-5,471	310,892	,000*
	Bekar	139	12,55	3,754				
Sosyal Yeterlilik	Evli	181	19,07	5,969	,008	-1,966	315,525	,051
	Bekar	139	20,27	5,004				
Aile Uyumu	Evli	181	21,06	5,440	,881	,599	318	,550
	Bekar	139	20,68	5,586				
Sosyal Kaynaklar	Evli	181	23,02	7,247	,574	-2,318	318	,021*
	Bekar	139	24,87	6,882				
Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği	Evli	181	98,58	29,845	,036	-3,162	309,420	,002*
	Bekar	139	108,67	27,032				

*p<0,05

Tablo 4. Medeni Durum Değişkeni T-Test Tablosu

Tablo 4'te medeni durum değişkenine ilişkin bağımsız örneklem parametrik T-testi sonuçları sunulmuştur. Medeni durum gruplarına göre yapılan analizde, Kendilik Algısı Puanı (p=,000<0,05), Gelecek Algısı Puanı (p=,000<0,05), Yapısal Stil Puanı (p=,000<0,05), Sosyal Kaynaklar Puanı (p=,021<0,05) ve Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği Puanı (p=,002<0,05) değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Bekar bireylerin bu puan ortalamaları, evli bireylerin ortalamalarından anlamlı düzeyde yüksek

bulunmuştur. Öte yandan, Sosyal Yeterlilik Puanı (p=,051>0,05) ve Aile Uyumu Puanı (p=,550>0,05) açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Medeni durumun depremzede kadınların psikolojik dayanıklılığı üzerinde anlamlı etkileri olduğu görülmüştür. Bekar kadınlar, kendilik algısı, gelecek algısı ve sosyal kaynaklar gibi alt boyutlarda evli kadınlara kıyasla daha yüksek puanlar almıştır. Bu durum, bekar bireylerin kriz anlarında daha özerk ve esnek başa çıkma stratejileri geliştirebildiğini gösterebilir. Öte yandan, evli kadınların üstlendiği bakım ve ev içi roller, psikolojik yükü artırarak dayanıklılığı olumsuz etkileyebilir. Sosyal yeterlilik ve aile uyumu boyutlarında ise anlamlı fark bulunmamıştır. Alanyazında da benzer şekilde çelişkili bulgulara rastlanmaktadır; bazı çalışmalar evliliğin özellikle kadınlar için sosyal destek sağlayarak dayanıklılığı artırdığını (Parmaksız, 2020; Jamebozorgi et al., 2022; Bektaş, 2018), bazıları ise medeni durumun belirleyici olmadığını veya bekar bireylerin daha yüksek dayanıklılık sergilediğini ortaya koymuştur (Kırımoğlu vd., 2010; Canlı ve Yılmaz, 2024; Kırımoğlu vd., 2012). Bu durum, psikolojik dayanıklılığın belirlenmesindeki çok yönlülüğü göstermektedir.

3. Depremzede Kadınların Psikolojik Dayanıklılıklarının Eğitim Durumuna Göre Analiz Bulguları ve Tartışması

Ölçek	Grup	n	Ort.	SS	SD	H	p	Fark
Kendilik Algısı	a)Okuma yazma bilmiyor	7	24,43	3,101	7	36,220	,000*	a>b,c,d
	b)Okuma yazma biliyor	20	16,40	6,893				a>e,f,g
	c)İlkokul mezunu	27	14,59	7,657				
	d)Ortaokul mezunu	28	17,96	7,280				
	e)Lise mezunu	89	15,16	6,884				
	f)Ön Lisans mezunu	54	14,69	7,684				
	g)Lisans mezunu	80	19,21	5,758				
	h)Lisansüstü mezunu	15	21,33	5,948				
	Toplam	320	16,86	7,118				
Gelecek Algısı	a)Okuma yazma bilmiyor	7	14,71	2,059	7	34,343	,000*	a>b,c
	b)Okuma yazma biliyor	20	10,00	4,168				a>e,f
	c)İlkokul mezunu	27	9,33	4,591				
	d)Ortaokul mezunu	28	11,04	4,948				
	e)Lise mezunu	89	9,29	4,495				
	f)Ön Lisans mezunu	54	9,59	5,558				
	g)Lisans mezunu	80	12,39	4,356				

	h)Lisansüstü mezunu	15	13,47	4,257				
	Toplam	320	10,63	4,846				
Yapısal Stil	a)Okuma yazma bilmiyor	7	12,29	2,289	7	35,982	,000*	g>c,e
	b)Okuma yazma biliyor	20	10,00	4,218				h>b,c,d
	c)İlkokul mezunu	27	8,81	4,029				h>e,f
	d)Ortaokul mezunu	28	10,71	3,971				
	e)Lise mezunu	89	10,48	4,051				
	f)Ön Lisans mezunu	54	10,67	4,502				
	g)Lisans mezunu	80	12,81	3,759				
	h)Lisansüstü mezunu	15	14,33	3,109				
	Toplam	320	11,17	4,190				
Sosyal Yeterlilik	a)Okuma yazma bilmiyor	7	25,43	3,505	7	17,397	,015*	a>c,e,f
	b)Okuma yazma biliyor	20	19,80	5,033				
	c)İlkokul mezunu	27	17,96	6,340				
	d)Ortaokul mezunu	28	19,86	6,023				
	e)Lise mezunu	89	18,85	5,414				
	f)Ön Lisans mezunu	54	18,50	5,993				
	g)Lisans mezunu	80	20,68	4,970				
	h)Lisansüstü mezunu	15	21,53	5,303				
	Toplam	320	19,59	5,594				
Aile Uyumu	a)Okuma yazma bilmiyor	7	23,14	2,734	7	6,991	,430	
	b)Okuma yazma biliyor	20	20,05	4,286				

	c)İlkokul mezunu	27	19,63	6,096				
	d)Ortaokul mezunu	28	22,46	5,732				
	e)Lise mezunu	89	20,61	5,495				
	f)Ön Lisans mezunu	54	20,35	5,324				
	g)Lisans mezunu	80	21,26	5,852				
	h)Lisansüstü mezunu	15	22,00	4,766				
	Toplam	320	20,89	5,498				
Sosyal Kaynaklar	a)Okuma yazma bilmiyor	7	29,57	4,577	7	19,718	,006*	a>c,f
	b)Okuma yazma biliyor	20	23,45	4,763				
	c)İlkokul mezunu	27	21,22	7,633				
	d)Ortaokul mezunu	28	24,29	6,732				
	e)Lise mezunu	89	23,44	7,344				
	f)Ön Lisans mezunu	54	21,76	7,653				
	g)Lisans mezunu	80	25,59	6,558				
	h)Lisansüstü mezunu	15	25,73	7,304				
	Toplam	320	23,82	7,139				
Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği	a)Okuma yazma bilmiyor	7	129,57	12,998	7	31,215	,000*	a>b,c
	b)Okuma yazma biliyor	20	99,70	22,597				a>e,f
	c)İlkokul mezunu	27	91,56	31,378				
	d)Ortaokul mezunu	28	106,32	30,406				
	e)Lise mezunu	89	97,83	27,661				
	f)Ön Lisans mezunu	54	95,56	31,587				

g)Lisans mezunu	80	111,94	25,829
h)Lisansüstü mezunu	15	118,40	27,593
Toplam	320	102,96	29,048

*p<0.05

Tablo 5. Eğitim Durumu Değişkeni Kruskal Wallis-H Analizi

Tablo 5'te eğitim durumu değişkenine ilişkin non-parametrik Kruskal-Wallis H testi sonuçları sunulmuştur. Eğitim durumu gruplarına göre kendilik algısı puanı anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,000<0,05). Okuma yazma bilen, ilkokul, ortaokul, lise, ön lisans ve lisans mezunlarının puanları, okuma yazma bilmeyenlerden anlamlı ve yüksek bulunmuştur. Gelecek algısı, sosyal yeterlilik ve psikolojik dayanıklılık puanları da eğitim durumuna göre anlamlı farklılık göstermektedir (sırasıyla p=0,000, p=0,015, p=0,000 <0,05). Okuma yazma bilmeyenlerin bu puanları, okuma yazma bilen ve diğer eğitim gruplarından anlamlı ve yüksek düzeydedir. Yapısal stil puanı da eğitim grupları arasında anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,000<0,05). Lisans mezunlarının puanları ilkokul ve lise mezunlarından, lisansüstü mezunlarının puanları ise okuma yazma bilen, ilkokul, ortaokul, lise ve ön lisans mezunlarından anlamlı ve yüksek bulunmuştur. Sosyal kaynaklar puanı açısından da anlamlı fark vardır (p=0,006<0,05). Okuma yazma bilmeyenlerin puanları ilkokul ve ön lisans mezunlarından anlamlı ve yüksektir. Aile uyumu puanı ise eğitim durumuna göre anlamlı farklılık göstermemektedir (p=0,430>0,05).

Araştırmanın bu bulguları, depremzede kadınların kendilik algısı, yapısal stilleri ve sosyal kaynaklara erişim düzeylerinin eğitim seviyesi arttıkça yükseldiğini ortaya koymuştur. Bu bulgu, Bozgeyikli ve Şat (2024) ile Bonanno vd. (2007) tarafından da desteklenmektedir. Eğitimli kadınlar bilgi ve desteğe daha kolay ulaşabildikleri için krizlerde daha etkili başa çıkma stratejileri geliştirdikleri söylenebilir. Ayrıca eğitimli kadınlar eşitsizliklere karşı daha eleştirel tutumlar sergileyebilir. Buna karşılık, gelecek algısı, sosyal yeterlilik ve genel psikolojik dayanıklılık puanlarının okuryazar olmayanlarda daha yüksek çıkması, geleneksel ve kültürel başa çıkma yollarının etkisini gösterebilir. Aile uyumu ise eğitimden bağımsız görünmektedir. Küçüktatlıdil (2016), Yılmaz ve Yalçın (2020) gibi çalışmalar ise eğitim düzeyinin dayanıklılık üzerinde belirleyici olmadığını öne sürmektedir. Bu bulgular, psikolojik dayanıklılığın yalnızca eğitim değişkeniyle sınırlanmadığını toplumsal roller, çevre ve bireysel deneyimlerle şekillendiğini göstermektedir.

4. Depremzede Kadınların Psikolojik Dayanıklılıklarının Deprem Sırasında Bulunulan Yere Göre Analiz Bulguları ve Tartışması

Ölçek	Grup	n	Ort.	SS	SD	H	p	Fark
Kendilik Algısı	a) Kendi evimde	262	16,90	7,188	3	4,747	,191	
	b) Bir başkasının evinde	46	15,59	6,917				
	c) Sokakta	6	20,83	5,037				
	d) Bir taşıt aracında	6	20,83	5,193				
	Toplam	320	16,86	7,118				
Gelecek Algısı	a) Kendi evimde	262	10,67	4,952	3	4,199	,241	
	b) Bir başkasının evinde	46	9,83	4,424				
	c) Sokakta	6	13,50	3,619				
	d) Bir taşıt aracında	6	12,17	3,251				
	Toplam	320	10,63	4,846				
Yapısal Stil	a) Kendi evimde	262	11,10	4,254	3	5,133	,162	
	b) Bir başkasının evinde	46	10,93	3,963				
	c) Sokakta	6	15,17	3,430				
	d) Bir taşıt aracında	6	11,83	1,329				
	Toplam	320	11,17	4,190				
Sosyal Yeterlilik	a) Kendi evimde	262	19,54	5,689	3	1,478	,687	
	b) Bir başkasının evinde	46	19,37	5,343				
	c) Sokakta	6	22,50	4,930				
	d) Bir taşıt aracında	6	20,50	3,782				
	Toplam	320	19,59	5,594				
Aile Uyumu	a) Kendi evimde	262	20,78	5,589	3	1,910	,591	
	b) Bir başkasının evinde	46	21,85	5,142				
	c) Sokakta	6	18,67	6,186				
	d) Bir taşıt aracında	6	20,83	2,639				
	Toplam	320	20,89	5,498				
	a) Kendi evimde	262	23,83	7,243	3	,970	,809	

Sosyal Kaynaklar	b) Bir başkasının evinde	46	23,26	7,012				
	c) Sokakta	6	26,17	5,456				
	d) Bir taşıt aracında	6	25,33	5,391				
	Toplam	320	23,82	7,139				
Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği	a) Kendi evimde	262	102,82	29,584	3	1,990	,575	
	b) Bir başkasının evinde	46	100,83	27,281				
	c) Sokakta	6	116,83	26,784				
	d) Bir taşıt aracında	6	111,50	19,305				
	Toplam	320	102,96	29,048				

*p<0.05

Tablo 6. Deprem Sırasında Bulunulan Yer Değişkeni Kruskal Wallis-H Analizi

Tablo 6'da deprem sırasında bulunulan yer değişkeni için yapılan Kruskal-Wallis-H testi sonuçları gösterilmiştir. Deprem sırasında olunan yere göre psikolojik dayanıklılık ölçeği, ölçeğin alt boyutları ile genel puan arasında anlamlı fark bulunmamıştır (p>0,05). Literatüre bakıldığında, Vanderbilt-Adriance (2001) tarafından yapılan çalışmada psikolojik dayanıklılığın, yoğun bir şekilde olumsuz yaşam olaylarına maruz kalan bireylerde ortaya çıkan özgün bir uyum kapasitesi olduğu ve bu kapasitenin sağlıklı gelişim gösteren bireylerin uyum becerilerinden ayrıştığı belirtilmiştir. Araştırmanın bulgularında deprem anında bulunulan yerin psikolojik dayanıklılık üzerinde anlamlı fark yaratmaması, travmanın mekânsal olmaktan daha çok sosyo-demografik ve psikososyal etkenlerle şekillendiğini gösterir niteliktedir. Toplumsal cinsiyet perspektifinden bakıldığında, kadınların dayanıklılığı aile içi roller, sosyal destek ve toplumsal beklentiler gibi yapısal faktörlerden etkilenmektedir. Bu durum psikososyal müdahalelerin mekândan bağımsız olarak ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

5. Depremzede Kadınların Psikolojik Dayanıklılıklarının Şu Anda Yaşanılan Yere Göre Analiz Bulguları ve Tartışması

Ölçek	Grup	n	Ort.	SS	SD	H	p	Fark
Kendilik Algısı	a) Kendi evimde	148	19,30	6,234	5	44,020	,000*	a,b,e>c
	b) Yurtta	23	18,26	6,723				
	c) Ev kiraladım	115	13,38	6,934				
	d) Bir yardımseverin kiraladığı evde	21	16,67	8,248				
	e) Konteyner evde	10	18,80	4,131				
	f) Çadırda	3	13,67	6,028				

	Toplam	320	16,86	7,118				
Gelecek Algısı	a) Kendi evimde	148	12,09	4,491	5	41,033	,000*	a,e>c
	b) Yurtta	23	11,61	5,557				
	c) Ev kiraladım	115	8,50	4,388				
	d) Bir yardımseverin kiraladığı evde	21	9,86	5,388				
	e) Konteyner evde	10	13,20	3,360				
	f) Çadırda	3	9,33	3,786				
	Toplam	320	10,63	4,846				
Yapısal Stil	a) Kendi evimde	148	12,32	3,709	5	38,868	,000*	a,b,e>c
	b) Yurtta	23	12,91	4,177				
	c) Ev kiraladım	115	9,33	4,250				
	d) Bir yardımseverin kiraladığı evde	21	10,48	4,389				
	e) Konteyner evde	10	13,00	2,160				
	f) Çadırda	3	10,00	1,732				
	Toplam	320	11,17	4,190				
Sosyal Yeterlilik	a) Kendi evimde	148	21,20	5,080	5	29,316	,000*	a>c
	b) Yurtta	23	20,00	6,289				
	c) Ev kiraladım	115	17,52	5,499				
	d) Bir yardımseverin kiraladığı evde	21	18,76	6,495				
	e) Konteyner evde	10	20,80	2,974				
	f) Çadırda	3	18,00	4,000				

	Toplam	320	19,59	5,594				
Aile Uyumu	a) Kendi evimde	148	21,43	5,202	5	4,562	,472	
	b) Yurtta	23	22,09	6,367				
	c) Ev kiraladım	115	20,10	5,390				
	d) Bir yardımseverin kiraladığı evde	21	20,38	6,637				
	e) Konteyner evde	10	21,30	6,019				
	f) Çadırda	3	18,33	6,351				
	Toplam	320	20,89	5,498				
Sosyal Kaynaklar	a) Kendi evimde	148	25,45	6,381	5	21,983	,001*	a>c
	b) Yurtta	23	25,91	7,543				
	c) Ev kiraladım	115	21,56	7,257				
	d) Bir yardımseverin kiraladığı evde	21	22,00	8,503				
	e) Konteyner evde	10	25,30	5,599				
	f) Çadırda	3	22,00	7,211				
	Toplam	320	23,82	7,139				
Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği	a) Kendi evimde	148	111,80	25,707	5	37,981	,000*	a>c
	b) Yurtta	23	110,78	31,713				
	c) Ev kiraladım	115	90,39	27,292				
	d) Bir yardımseverin kiraladığı evde	21	98,14	36,405				
	e) Konteyner evde	10	112,40	21,329				
	f) Çadırda	3	91,33	27,135				

Toplam	320	102,96	29,048

*p<0.05

Tablo 7. Şu Anda Yaşanılan Yer Değişkeni Kruskal Wallis-H Analizi

Tablo 7'de şu anda yaşanılan yer değişkeni için non-parametrik Kruskal Wallis-H Analizi sonuçları verilmiştir. Kendilik algısı puanı açısından anlamlı farklılık vardır (p=0,000<0,05). Kendi evinde, yurtta ve konteyner evde yaşayanların puanları, ev kiralayanlardan anlamlı ve yüksektir. Gelecek algısı puanı da anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,000<0,05). Kendi evinde ve konteyner evde yaşayanlar, ev kiralayanlardan anlamlı ve yüksek puan almıştır. Yapısal stil puanı açısından da gruplar arasında anlamlı fark bulunmuştur (p=0,000<0,05). Kendi evinde, yurtta ve konteyner evde yaşayanların puanları ev kiralayanlardan yüksektir. Sosyal yeterlilik puanı anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,000<0,05). Kendi evinde yaşayanların puanları ev kiralayanlardan daha yüksektir. Aile uyumu puanı açısından ise gruplar arasında anlamlı fark yoktur (p=0,472>0,05). Sosyal kaynaklar puanı anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,001<0,05). Kendi evinde yaşayanlar, ev kiralayanlardan daha yüksek puan almıştır. Psikolojik dayanıklılık puanı da anlamlı farklılık göstermektedir (p=0,000<0,05). Kendi evinde yaşayanların puanları ev kiralayanlardan anlamlı ve yüksektir.

Bulgular, depremzede kadınların psikolojik dayanıklılık düzeylerinin barınma biçimine göre farklılaştığını göstermektedir. Kendi evinde, yurtta veya konteynerde kalanların, ev kiralayanlara kıyasla daha yüksek puanlar alması, kalıcı ve güvenli barınmanın iyileşme sürecindeki önemini ortaya koymaktadır. Akbal ve Taşbaş (2024), çadır kentlerde yaşayan kadınların kendilerini daha güvende hissettiklerini belirtmiştir. Barınma alanlarının güvenlik, mahremiyet ve bakım rolleriyle ilişkili olarak kadınların dayanıklılığını etkilediği söylenebilir. Aile uyumu puanlarının mekândan bağımsız olması, aile ilişkilerinin fiziksel çevreden çok sosyal bağlara dayandığını düşündürmektedir. Bu durum, afet sonrası barınma ve sosyal destek temelli müdahalelerin önemini vurgulamaktadır.

6. Depremzede Kadınların Psikolojik Dayanıklılıklarının Sosyo-demografik Özelliklerle İlişkisi ve Toplumsal Cinsiyet Eksenli Tartışması

Bu çalışmada, depremzede kadınların psikolojik dayanıklılık düzeyleri çeşitli sosyo-demografik özellikler temelinde incelenmiş ve anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Yaş değişkeninde yapısal stil puanlarının 35 yaş ve altı bireylerde, aile uyumu puanlarının ise 61 yaş ve üzerindekilerde daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu bulgular, kadınların yaşam döngüsündeki toplumsal rollerin dayanıklılık düzeylerini etkilediğini göstermektedir. Oflas (2017) çalışmasında, bireylerin psikolojik dayanıklılık seviyelerinin yüksek olmasındaki etkenlerden birinin çocuklukta gayri resmi yollarla öğrenilen toplumsal cinsiyet rolleri olduğunu belirtmiştir. Toplumsal cinsiyet rollerinin, bireylerin dayanıklılık ve uyum sağlama becerilerini biçimlendirmede kritik bir etkisi olduğu, bu rollerin daha katı ve kısıtlayıcı hale gelmesiyle psikolojik dayanıklılığın azaldığına dikkat çekerek toplumsal cinsiyet normlarının bireylerin risklerle mücadele yeteneklerini etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Medeni durum açısından, bekar kadınların genel dayanıklılık ve birçok alt boyutta evli kadınlardan daha yüksek puan alması, evli kadınların toplumsal sorumluluklarının psikolojik yüklerini artırabileceğini düşündürmektedir (Yakıt Ak ve Uyurdağ, 2024). Eğitim düzeyi de belirleyici bir faktör olup kendilik algısı, yapısal stil ve sosyal kaynaklar eğitim düzeyi yüksek kadınlarda daha yüksek; gelecek algısı, sosyal yeterlilik ve genel dayanıklılık ise okuryazar olmayanlarda daha yüksektir. Bu durum, dayanıklılığın hem bilgi ve kaynaklara erişimle hem de yaşam koşullarına uyumla şekillendiğini gösterebilir. Deprem anında bulunulan yerin etkisiz olması, travmanın mekândan bağımsız yaşandığını ancak hâlihazırda yaşanılan yerin etkili olması, güvenli barınmanın psikolojik iyilik hâli üzerindeki rolünü ortaya koymaktadır. Aynı zamanda katılımcıların psikolojik dayanıklılık puan ortalaması orta ve üzeri düzeyde olsa da toplumsal cinsiyet ekseninde kadınların üzerindeki bakım, sorumluluk ve eşitsizlik yükleri bu dayanıklılığı etkileyebilir. Bu bağlamda, toplumsal cinsiyet faktörünün bireylerin stresle başa çıkma becerilerini (Budak ve Ulus, 2024) ve dayanıklılık düzeylerini etkilediği söylenebilir. Bu nedenle psikolojik dayanıklılığı artırmak için toplumsal cinsiyet temelli müdahaleler önem taşımaktadır. Tüm bulgular toplumsal cinsiyet perspektifiyle değerlendirildiğinde, kadınların psikolojik dayanıklılığının bireysel faktörlerden ziyade toplumsal cinsiyet rolleri, sorumluluklar ve destek sistemleriyle yakından ilişkili olduğu görülmektedir. Bu nedenle afet müdahale programlarının, kadınların özel ihtiyaçlarına duyarlı ve toplumsal cinsiyet temelli stratejiler içermesi gerektiği söylenebilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, depremzede kadınların psikolojik dayanıklılıkları ile sosyo-demografik özellikleri arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Yaş gruplarına göre yapısal stil (p=0,010<0,05) ve aile uyumu (p=0,021<0,05) puanlarında anlamlı farklılıklar bulunmuş, 35 yaş ve altı grubun yapısal stil puanı ile 61 yaş ve üzeri grubun aile uyumu puanı diğer yaş gruplarına göre daha yüksek tespit edilmiştir. Medeni durum açısından, kendilik algısı (p=0,000<0,05), gelecek algısı (p=0,000<0,05), yapısal stil (p=0,000<0,05), sosyal kaynaklar (p=0,021<0,05) ve psikolojik dayanıklılık (p=0,002<0,05) puanları bekar kadınlarda evli kadınlara kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Eğitim durumuna göre ise kendilik algısı (p=0,000<0,05), gelecek algısı (p=0,000<0,05), sosyal yeterlilik (p=0,015<0,05), yapısal stil (p=0,000<0,05) ve sosyal kaynaklar (p=0,006<0,05) puanlarında anlamlı farklılıklar ortaya çıkmıştır. Okuma yazma bilmeyen bireylerin bazı alanlarda puanları yüksek bulunurken, lisans ve lisansüstü mezunlarının yapısal stil puanları diğer eğitim gruplarından anlamlı şekilde daha yüksektir. Deprem sırasında olunan yer değişkeni ise tüm psikolojik dayanıklılık ve alt boyut puanlarında anlamlı farklılık yaratmamıştır (p>0,05). Buna karşılık, şu anda yaşanılan yer değişkenine göre birçok psikolojik dayanıklılık alt boyutunda anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir (p<0,05).

Bu çalışmada elde edilen bulgular, depremzede kadınların psikolojik dayanıklılık düzeylerinin yaş, medeni durum ve eğitim gibi sosyo-demografik değişkenlerle anlamlı biçimde ilişkilendiğini göstermektedir. Özellikle bekar kadınların evli kadınlara kıyasla kendilik algısı, gelecek algısı, yapısal stil, sosyal kaynaklar ve genel psikolojik dayanıklılık puanlarının daha yüksek bulunması; kadınların evlilik kurumu içinde daha fazla yük ve sorumluluk üstlenmeleri, karar alma özerkliğinin azalması ve bakım rolleriyle sınırlı kalmaları gibi toplumsal cinsiyet temelli eşitsizlikleri düşündürmektedir. Eğitim düzeyi arttıkça bireysel yeterliklerin ve sosyal kaynak kullanımının artması, yapısal eşitsizliklerin bireysel düzeyde telafi edilme ihtimalini ortaya koyarken okuryazarlığı olmayan bireylerin bazı alanlarda yüksek puan alması, dayanıklılığın sadece bilişsel veya akademik becerilerle sınırlı olmadığını, toplumsal dayanışma ağlarının da etkili olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte şu anda yaşanılan yerin psikolojik dayanıklılıkla anlamlı ilişki göstermesi, kadınların güvende hissettikleri sosyal ve fiziksel çevrelerin önemini vurgulamaktadır. Bu bulgular, kadınların afet sonrası psikolojik dayanıklılıklarını belirleyen etkenlerin sadece bireysel olarak ele alınmaması gerekliliğine aynı zamanda toplumsal cinsiyet rolleri, bakım emeği, güvenli yaşam alanlarına erişim gibi yapısal faktörlerle de şekillendiğine işaret etmektedir. Dolayısıyla afet sonrası müdahalelerde toplumsal cinsiyet duyarlılığı taşıyan psikososyal destek politikalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Afet müdahale ve destek süreçlerinde bu faktörlerin göz önünde bulundurulması, kadınların psikolojik dayanıklılığının artırılması için kritik önem taşımaktadır. Bu çalışmanın bulguları doğrultusunda, kadınların psikolojik dayanıklılıklarını artırmak ve kırılganlıklarını azaltmak amacıyla sosyal hizmet disiplininin mikro, mezzo ve makro düzeyde bütüncül müdahaleler geliştirmesi önem arz etmektedir.

Mikro düzeyde önerilere bakıldığında, bireysel danışmanlık ve psikososyal destek hizmetleri yaygınlaştırılabilir. Özellikle yapısal stil, kendilik algısı ve gelecek algısı boyutlarında düşük puan alan evli kadınlara yönelik bireyselleştirilmiş müdahale planlarının geliştirilmesi önemlidir. Ayrıca okuma yazma bilmeyen ya da düşük eğitim seviyesine sahip kadınların sosyal yeterlilik ve psikolojik dayanıklılıklarını artırmaya yönelik temel yaşam becerileri eğitimi sunulabilir. Aile içi dayanışmayı güçlendirecek, bakım emeğini gözeten sosyal hizmet uygulamalarına da öncelik verilebilir.

Mezzo düzeyde önerilere bakıldığında, afet sonrası kadınlara yönelik psikososyal destek gruplarının oluşturulması, benzer deneyimler yaşamış bireylerin grup temelli dayanışma yoluyla güçlenmelerine katkı sağlayabilir. Mahalle, köy ya da geçici barınma alanlarında kadın odaklı topluluk merkezlerinin kurulması ve bu merkezlerde sosyal destek mekanizmalarının (kadın dayanışma ağları, beceri atölyeleri vb.) geliştirilmesi kadınların toplumsal kaynaklara erişimini artırabilir. Eğitim ve sosyalleşme olanaklarının bu alanlarda güçlendirilmesi de toplumsal bütünleşme açısından önemlidir.

Makro düzeyde önerilere bakıldığında ise deprem sonrası hizmetlerin planlanmasında toplumsal cinsiyet eşitliği perspektifi temel alınabilir. Politika düzeyinde, bekar kadınlar ve düşük sosyoekonomik konumda olan gruplar için kapsayıcı ve eşitlikçi sosyal politikalar geliştirilebilir. Eğitim düzeyinin psikolojik dayanıklılık üzerindeki etkisi dikkate alınarak, afet sonrası kadınların eğitime erişimini artıracak yapısal düzenlemeler gerçekleştirilebilir. Sistemler, kadınların afet sonrası yaşadıkları mekânsal değişikliklerin psikolojik dayanıklılıkları üzerindeki etkileri göz önünde bulundurularak yerleşim yeri temelli ve ihtiyaç odaklı biçimde yeniden yapılandırılabilir.

KAYNAKÇA

AFAD. (2019). Açıklamalı Afet yönetimi Terimleri Sözlüğü, T.C Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara, https://www.afad.gov.tr/aciklamaliafet-yonetimi-terimleri-sozlugu

Akarsu, B. ve Akarsu, B. (2019). *Bilimsel Araştırma Tasarımı: Nicel, Nitel ve Karma Araştırma Yaklaşımları.* İstanbul: Cinius Yayınları.

Akbal, A. ve Taşbaş, S. (2024). Depremde kadın olmak: Osmaniye Düziçi çadır kent örneği. *Kent Akademisi*, 17(2), 651-666.

Artan, T., Atak, I., Karaman, M. ve Cebeci, F. (2020). Koronavirüs (COVID-19) salgınında sosyodemografik özellikler, Psikolojik Sağlamlık ve Kaygı Düzeyleri arasındaki ilişki. *Electronic Turkish Studies*, 15(6), 79-94.

Aydemir, Ö. ve Köroğlu, E. (2004). *Psikiyatride kullanılan klinik ölçekler.* Ankara: Hekimler Yayın Birliği.

Basım, H. N. ve Çetin, F. (2011). Yetişkinler için psikolojik dayanıklılık ölçeği'nin güvenilirlik ve geçerlilik çalışması. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 22(2), 104-114.

BDTİM. (2020). *Büyük depremler.* Erişim: 28 Haziran 2025, http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-bilgileri/buyuk-depremler/.

Bektaş, M. (2018). *Evli bireylerin psikolojik sağlamlık düzeylerinin yordanması.* Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Brouskeli, V., Kaltsi, V. and Loumakou, M. (2018). Resilience and occupational wellbeing of secondary education teachers in Greece. *Issues in Educational Research*, 28(1), 43-60.

Bonanno, G. A., Galea, S., Bucciarelli, A. and Vlahov, D. (2007). What predicts psychological resilience after disaster? The role of demographics, resources, and life stress. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 75(5), 671-682.

Bonanno, G. A., Westphal, M. ve Mancini, A. D. (2011). Resilience to loss and potential trauma. Annual Review of Clinical Psychology, 7, 511-535.

Bozgeyikli, H. ve Şat, A. (2014). Öğretmenlerde psikolojik dayanıklılık ve örgütsel vatandaşlık davranışlarının bazı değişkenler açısından incelenmesi: Özel okul örneği. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi,* 3(5), 172-191.

Budak, M. ve Ulus, İ. Ç. (2024). Çalışan kadınların toplumsal cinsiyet algılarının psikolojik sağlamlık düzeyleri ve stresle baş etme ilişkisinin incelenmesi. *Bartın Universitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi,* 8(2), 150-162.

Canlı, D. ve Yılmaz, F. (2024). Deprem sonrasında bireylerin deprem kaygısı, ölüm kaygısı ve psikolojik sağlamlık düzeylerinin değerlendirilmesi. *Bozok Tıp Dergisi,* 114(1), 9-17.

Çetin, F., Yeloğlu, H. O. ve Basım, H. N. (2015). Psikolojik dayanıklılığın açıklanmasında beş faktör kişilik özelliklerinin rolü: Bir kanonik ilişki analizi. *Türk Psikoloji Dergisi,* 30(75), 81-92.

Demirel, B. ve Kökrek, Z. (2024). Kahramanmaraş merkezli depremde görev alan psikologların psikolojik dayanıklılık ve ikincil travma analizi. *Bull Leg Med.*, 29(3), 230-235.

Friborg O., Hjemdal, O., Rosenvinge, J.H. and Martinussen, M. (2003). A new rating scale for adult resilience: what are the central protective resources behind healthy adjustment? *Int J Methods Psychiatr Res.*, 12(2), 65-76.

Genç, A. (2014). *Psikolojik dayanıklılığın örgütsel bağlılık ve işten ayrılma niyetine etkisi: Görgül bir araştırma.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Başkent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

George, D. and Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference, 17.0 update* (10th ed.). Pearson.

Hair, J. F., Black, W. C., Tatham, R. L. and Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis.* Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

İçişleri Bakanlığı. (2023). *Türkiye'nin birlik ve dayanışma gücü depremle sınandı: Asrın felaketi, asrın dayanışmasına dönüştü.* Türkiye Cumhuriyeti İçişleri Bakanlığı. Erişim: 26 Haziran 2025, https://www.icisleri.gov.tr/turkiyenin-birlik-ve-dayanisma-gucu-depremle-sinandi-asrin-felaketi-asrin-dayanismasina-donustu8.

İme, Y. (2024). Social support and resilience among 2023 Türkiye earthquake survivors: Spirituality as a mediator. *Spiritual Psychology and Counseling*, 9(1), 45–56.

Jamebozorgi, M. H., Karamoozian, A., Ilaghinezhad Bardsiri, T. and Sheikhbardsiri, H. (2022). Nurses burnout, resilience, and its association with socio-demographic factors during COVID-19 pandemic. *Frontiers in Psychiatry*, 12.

Karancı, N.A. (2007). *Deprem zararlarını azaltmak ve hazırlıklı olmak: halk katılımının önemi.* ODTÜ Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi.

Karataş, R. (2016). *Özel eğitim okullarında çalışan öğretmenlerin psikoloji dayanıklılık düzeyleri ve başa çıkma stratejilerinin incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Psikolojik Danışmanlık ve Rehberlik Bilim Dalı, Ankara.

Kırcalı, E, (2020). *Yas sürecinin yordayıcıları: Geçmiş deneyimler, duygu düzenleme becerisi, psikolojik dayanıklılık, sosyal destek ve başa çıkma becerileri.* Yüksek Lisans Tezi. Başkent Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Psikoloji Anabilim Dalı, Ankara.

Kırımoğlu, H., Çokluk, G. F. ve Yıldırım, Y. (2012). Türk antrenörlerin yılmazlık düzeylerinin incelenmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(39), 115- 127.

Kırımoğlu, H., Yıldırım, Y. ve Temiz, A. (2010). İlk ve ortaöğretim okullarında görev yapan beden eğitimi ve spor öğretmenlerinin yılmazlık düzeylerinin incelenmesi (Hatay İli Örneği). *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4(1), 88-97.

Koçoğlu, E., Demir, F. B., Ulukaya Öteleş, Ü. ve Özeren, E. (2023). Post-earthquake trauma levels of university students evaluation: example of 6 February Kahramanmaraş earthquake. *Higher Education Studies*, 13(2), 121-127.

Küçüktatlıdil, S. (2016). *Sigorta sektöründe çalışan kişilerin psikolojik dayanıklılık ve stresle başetme stratejilerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi. Nişantaşı Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Psikoloji Ana Bilim Dalı, İstanbul.

Liu, C. and Mishna, F. (2014). Resilience in a cultural context: Taiwanese female earthquake survivors. *Qualitative Social Work*, 13(2), 288-303.

Masten, A. S. (2001). Ordinary Magic: Resilience Processes In Development. *American Psychologist*, 56(3), 227-238.

Milojev, P., Osborne, D. and Sibley, C. G. (2014). Personality resilience following a natural disaster. S*ocial Psychological and Personality Science*, 5(7), 760–768.

Oflas, S. G. (2017). *Üniversite öğrencilerinin psikolojik dayanıklılık düzeylerinin toplumsal cinsiyet rollerine, kültürlerarası duyarlılığa ve risk faktörlerine göre yordanması.* Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Önder, D. (2022). *2020 İzmir depremi sonrası depremzedelerin travma sonrası stres, klostrofobi gelişimi ve psikolojik dayanıklılık açısından değerlendirilmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Ege Üniversitesi.

Özmenler, N. K., Karlıdere, T. ve Battal, S. (2001). Depremzede ruhsal danışma merkezine başvuranların sosyodemografik özellikleri ve semptom sıklıkları. *Kriz Dergisi*, 9(1), 13-16.

Parmaksız, İ. (2020). İyimserlik, özgecilik ve medeni durumun psikolojik dayanıklılık üzerindeki etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 48, 285- 302.

Polat, D. D. and İskender, M. (2018). Exploring teachers' resilience in relation to job satisfaction, burnout, organizational commitment and perception of organizational climate. *International Journal of Psychology and Educational Studies*, 5(3), 1-13.

Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2023). *2023 Kahramanmaraş ve Hatay depremleri raporu,* Erişim: 1 Temmuz 2025, https://www.sbb.gov.tr/2023-kahramanmaras-ve-hatay-depremleri-raporu/.

TRT. (2024). *Asrın felaketinden, asrın dayanışmasına…* Erişim: 3 Temmuz 2025, https://www.trthaber.com/haber/gundem/asrin-felaketinden-asrin-dayanismasina-834638.html

Tural Dikmen, A. (2019). *Türkiye'de doğal afetlerin makroekonomik etkileri* (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi.

Uslu Azarak, L. (2023). Tarihin izdüşümünde Antakya (Antiokheia) kentinin depremselliği. *Vakanüvis-Uluslararası Tarih Araştırmaları Dergisi*, 8 (Özel Sayı: Dr. Recep Yaşa'ya Armağan), 3210-3228.

UN WOMEN (2023). *UN WOMEN brief on earthquake in Türkiye: Impacts and priorities for women and girls.* Erişim: 2 Temmuz 2025, https://eca.unwomen.org/en/digital-library/publications/2023/03/un-women-brief-on-earthquake-in-turkiye-impacts-and-priorities-for-women-and-girls.

Xu, J. and Wu, Z. (2011). One-year follow-up analysis of cognitive and psychological consequences among survivors of the Wenchuan earthquake. *International Journal of Psychology,* 46(2), 144-152.

Vanderbilt-Adriance, E. (2001), *Protective factors and the development of resilience among boys from low-income families.* Unpublished Master's Thesis. University Of Pittsburg, Pittsburg.

Yakıt Ak, E. ve Uyurdağ, N. (2024). Afetin toplumsal cinsiyet boyutu: Türkiye'nin Diyarbakır şehrinde depremi yaşayan kadınlarla ilgili bir örnek olay incelemesi. *Akdeniz Kadın Çalışmaları ve Toplumsal Cinsiyet Dergisi*, 7(1), 142-160.

Yılmaz, A. ve Ceylan, Ç. B. (2011). İlköğretim okul yöneticilerinin liderlik davranış düzeyleri ile öğretmenlerin iş doyumu ilişkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi,* 2(2), 277-394.

A NEW TYPE OF STRESS BECOMING COMMON IN REMOTE WORKERS: TECHNOSTRESS

Birol ALTUN

Dr., Çalışma Ekonomisi ve Endüstri İlişkileri, ORCİD: 0000-0002-9452-2752

ABSTRACT

The Covid-19 epidemic, which emerged in Wuhan, the capital of China's Hubei region, in 2019 and spread throughout the world in a short time, was declared a pandemic by the World Health Organization in March 2020. The pandemic had an impact all over the world until May 2022. With the measures taken during this period and intensive vaccination, it lost its impact, although it did not completely disappear. During the pandemic period, countries around the world implemented quarantine and lockdown measures after it was understood that the epidemic was spreading through human-to-human contact and air. These measures began to have a negative impact on the functioning of economies, and in order to eliminate this impact, countries have switched to a remote working model in their labor markets to do jobs that can be done remotely. Advanced technological products have contributed to the implementation of this model. During this period, due to the pandemic, a type of remote working model, working from home, was implemented. Especially in developed countries, remote working rates have reached 40% in labor markets during these periods. During and after the pandemic, employees who implemented the remote working model continued their work with the help of technological devices. The rapid transition to a remote working model, especially during the pandemic period, had negative effects on employees who had not previously used technological devices extensively in their business lives. Thousands of employees in the labor markets had to do their jobs with technological devices due to the pandemic. Those who did not use technology extensively while working started using technology with the transition to remote working due to the pandemic. Employees communicate with their offices through technological devices. They carry out their transactions with the computers in front of them. Widespread internet and wifi networks are indispensable for employees. The ability to use the technological devices they use properly and not to experience problems while working with technological devices are important for the healthy execution of work. Technostress is a type of stress that occurs due to technological developments. The concept of technostress, which emerged as a result of the inclusion of computer technologies in business life, is defined as "a modern adaptation disease caused by the inability to cope with new computer technologies in a healthy way. Technology is rapidly becoming widespread not only in remote working but also in standard working environments. Technological devices are becoming a part of business life. Therefore, precautions should be taken against the developing sense of technostress in employees.

Keyword: Covid-19, Remote Working, Technostress

UZAKTAN ÇALIŞANLARDA YAYGINLAŞAN YENİ STRES TÜRÜ: TEKNOSTRES

ÖZET

2019 yılında Çin'in Hubei bölgesinin başkenti olan Vuhan'da ortaya çıkıp kısa zamanda tüm dünyaya yayılan Covid-19 salgını, Dünya Sağlık Örgütü tarafından Mart 2020 yılında pandemi olarak ilan edilmiştir. Pandemi Mayıs 2022 dönemine kadar etkisini tüm dünyada göstermiştir. Bu dönemde alınan önlemler ve yoğun aşılama ile birlikte tamamen ortadan kalkmasa bile etkisini yitirmiştir. Pandemi döneminde salgının insandan insana temas ve hava yolu ile yayıldığının anlaşılması üzerine dünya genelinde ülkeler karantina ve kapanma önlemleri uygulamışlardır. Bu önlemler ekonomilerin işleyişinde olumsuz etki yaratmaya başlamıştır bu etkinin giderilebilmesi için uzaktan yapılabilir işlerin yapılması için ülkeler işgücü piyasalarında uzaktan çalışma modeline geçiş yapmışlardır. Bu modelin uygulanmasında ileri teknolojik ürünler katkı sağlamıştır. Bu dönemde pandemiden dolayı uzaktan çalışma modelinin bir türü olan evden çalışma uygulamasına geçilmiştir. Özellikle gelişmiş ülkelerde olmak üzere uzaktan çalışma oranları işgücü piyasalarında bu dönemlerde %40 seviyelerine çıkmıştır. Pandemi döneminde ve sonrasında uzaktan çalışma modelini uygulayan çalışanlar işlerini teknolojik aletler sayesinde sürdürmüşlerdir. Özellikle pandemi döneminde uzaktan çalışma modeline hızlı geçiş daha önce iş yaşamında teknolojik aletleri yoğun olarak kullanmayan çalışanlar üzerinde olumsuz etkiler yapmıştır. İşgücü piyasalarında binlerce çalışan pandemi nedeniyle işlerini

teknolojik aletlerle yapmak durumunda kalmışlardır. Çalışırken teknolojiyi yoğun olarak kullanmayan kesimler pandemi nedeniyle uzaktan çalışmaya geçilmesi ile teknolojiyi kullanmaya başlamışlardır. Çalışanlar ofisleriyle iletişimlerini teknolojik aletlerle sağlamaktadırlar. İşlemlerini önlerinde bulunan bilgisayarlarla gerçekleştirmektedirler. Yaygın internet ve wifi ağı çalışanlar için vazgeçilmezdir. Kullandıkları teknolojik aletleri düzgün kullanabilme becerisi ve teknolojik aletlerde çalışırken sorunlar yaşanmaması işlerin sağlıklı yürütülmesi açısından önemlidir. Teknostres teknolojik gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan bir stres türüdür. Bilgisayar teknolojilerinin iş yaşamına dâhil olması sonucu ortaya çıkan teknostres kavramı "yeni bilgisayar teknolojileriyle sağlıklı bir şekilde baş edememenin neden olduğu modern bir adaptasyon hastalığı" olarak tanımlanmaktadır. Sadece uzaktan çalışırken değil standart çalışma ortamlarında da teknoloji hızla yaygınlaşmaktadır. Teknolojik aletler iş yaşamının bir parçası olmaktadır. Bu nedenle çalışanlarda gelişen teknostres duygusuna karşı önlemler alınması gerekmektedir.

Anahtar Kelime: Covid-19, Teknostres, Uzaktan Çalışma

1. GİRİŞ

2019 yılı Aralık ayında Çin'de ortaya çıkıp, kısa süre içerisinde tüm dünyayı saran Covid-19 pandemisi, WHO (Dünya Sağlık Örgütü) tarafından 11 Mart 2020 tarihinde pandemi (salgın hastalık) olarak ilan edilmiştir (WHO, 2020). Pandemi değişik mutasyonlara uğrayarak etkisini Mart 2022 tarihine kadar sürdürmüştür. 2019 yılının sonlarında Çin'in Wuhan eyaletinden başlayıp tüm dünyaya yayılan ve 2022 yılının Mart ayına kadar devam eden Covid-19 pandemisi bir sağlık krizi olmasına rağmen ekonomik, sosyal ve çevresel etkiler meydana getirmiştir. Pandeminin yayılmasını önlemek ve pandemiyi ortadan kaldırmak amacıyla alınan karantina ve kapanma önlemleri, dünya ekonomileri üzerinde olumsuz etkiler yapmıştır. Turizm, seyahat ve perakende gibi iş alanları bu durumdan çok fazla olumsuz etkilenmişlerdir. Alınan önlemler dünya işgücü piyasalarına olumsuz etkiler yapmış olup, işgücü piyasalarında bozulmalara neden olmuştur. Özellikle işsizlik ve istihdam alanında olumsuz etkiler göstermiş olup, tüm ülkelerde işsizlik oranları artma eğilimine girmiştir (Barrero, J. M., Bloom, N., and Davis, S. J. (2021).

Pandemi ile mücadele kapsamında alınan karantina ve kapanma önlemlerine bağlı olarak işlerin yürütülmesi için bu dönemde uzaktan çalışma (pandemi nedeniyle çalışanların işlerini teknolojik alet kullanarak evlerinden gerçekleştirmeleridir) modeline geçilmiştir. Ayrıca hibrit çalışma modeli de (Çalışanlar işlerini teknolojik aletler kullanarak bazı günler evlerinden bazı günler ofislerden gerçekleştirmektedirler) tüm dünyada hem kamu sektöründe hem de özel sektörde uygulamaya sokulmuştur. (ILO, 2020) Dördüncü Sanayi Devrimi ile gelişen teknolojik ve dijital ilerlemeler uygulamayı kolaylaştırmaktadır. Özellikle pandemi döneminde yoğun olmak üzere dördüncü sanayi devriminden sonra teknolojik araçlar işgücü piyasalarında yoğun kullanılmaya başlamıştır. Teknolojik gelişmelerdeki artış ve dijitalleşmenin yaygınlaşması iş yapma biçimlerimizi etkilemektedir. Dünya işgücü piyasalarında teknolojik aletlerin kullanımı bu aletleri kullanan çalışanlar açısından dönem dönem stres konusu olmuştur (Baert, , Lippens,, Moens, , Weytjens, , and Sterkens, . 2020).

Çalışanlar ofis ortamlarında, fabrika da veya tarla da çalışırken kullandıkları teknolojik aletlerle ilgili sorunlar çıktığında gerekli desteği alarak durumun bir stres konusu olmasının önüne geçebilmektedir. Ya da ofis ortamında çalışırken yüz yüze olduğu için sorunlarını kısa süre de çözebilmektedir. Fakat pandemi ile yaygınlaşan uzaktan çalışma sırasında zorunlu nedenle evde çalışmak durumunda kalmak çalışan için zorluklar ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu dönemde büyük uzaktan çalışma deneyimi gerçekleştirilmiştir. Teknolojik aletlerle ilgili tecrübesi ve deneyimi olmayan kişiler bu şekilde çalışmak durumunda kalmışlardır. İşin yapılışında ve organizasyonunda sorunlar çıkmıştır. Bilgisayar, internet, kamera, mikrofon, yazıcı bu aletlerin düzenli çalışmaması stres yaratmaktadır. Uzaktan bu aletleri yoğun kullanıp iş yürütülmesi de stres yaratmaktadır. Çünkü çalışanlar bu dönemde çalışmak için çok uygun olmayan ortamlarda tek başlarına mücadele etmektedirler. Stres çok kesinlik kazanmamış bir terimdir. Genellikle, stresli durumları ve kişiler stresli olduklarında gösterdikleri belirtileri yaratan iç ve dış koşullar çerçevesinde tanımlanır. Stres kavramı daha çok ortaya çıkan koşullara göre verilen reaksiyonlar olarak ifade edilebilir. Stres yaşamın her yerinde var olmaktadır. İş hayatında stres yatay ve dikey hiyerarşi içerisinde meydana gelen değişimler, örgüt içerisinde çalışanların isteklerine uygun olmayan değişimler stres kaynaklarını oluşturabilir.

Günümüz işgücü piyasalarında stresin değişik kaynakları vardır. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan stres kaynakları mevcuttur. Ayrıca çalışanların işyerlerinden beklentilerine bağlı olarak ortaya çıkan durumlar da vardır. Bunlar ücret, tazminat, izin, çalışma saatleri, terfi, çalışma ortamı, işin yapılış şekli gibi unsurlar çalışanlar için stres kaynağı konumundadırlar. Pandemi ile birlikte daha önce hiç tecrübe etmedikleri

bir çalışma modeline geçiş yapan çalışanlar başlangıçta büyük stres yaşamışlardır. Uzaktan çalışma modeli kendilerinin deneyimlemedikleri bir modeldir. Uzaktan çalışma modeli hem teknostres hem de klasik stres kaynaklarını içermektedir.

Sanayi toplumundan bilgi toplumuna geçiş süreci, iş dünyasında teknolojinin kullanımını zorunlu hâle getirmiştir. Bu zorunluluk, çalışanların teknolojiye karşı geliştirdiği olumlu ya da olumsuz tutumlarla birlikte çeşitli psikolojik sorunları da gündeme getirmiştir. Bu sorunlardan biri olan teknostres, bireylerin teknoloji kullanımına karşı yaşadıkları anksiyete, tükenmişlik ve yetersizlik duyguları ile karakterize edilmektedir. Özellikle pandemi sonrası dönemde dijitalleşme süreci hız kazanmış ve uzaktan çalışma modelleri yaygınlaşmıştır. Bu durum, iş ve özel yaşam dengesini bozmuş ve çalışanların teknolojik araçlarla sürekli etkileşim içinde olmaları nedeniyle teknostres seviyelerini artırmıştır. Dijitalleşmenin iş hayatına entegrasyonu her geçen gün artmaktadır. Bu süreç, verimlilik ve esneklik gibi pek çok avantaj sunarken aynı zamanda yeni psikososyal riskleri de beraberinde getirmektedir. Dünya genelinde internet kullanımı toplam nüfus oranına göre 2019 yılında (%57), 2020 yılında (%59), 2021 yılında (%59,5) 2022 yılında (%62,5) ve 2023 yılında (%64,4) rakamlarında gösterdiği gibi tüm dünyada internet kullanım ve internete ulaşma imkânı yaygınlaşmaktadır. 2022 Mart döneminde Covid-19 pandemisi etkisini azaltmış olsa dahi internet kullanım oranları artmaya devam etmektedir. İnternetin yaygın kullanımının artması dünya işgücü piyasalarında dönüşüm ve dijitalleşme oranını arttırmaktadır. Dünya genelinde toplam nüfus oranlarına göre mobil telefon kullanıcılarının oranı 2019 yılında (%67) 2020 yılında (%67) 2021 yılında (%66,6) 2022 yılında (%104) 2023 yılında (%105) oranındadır. Dünya genelinde toplam nüfus oranına göre 2019 yılında sosyal medya kullanım oranı sabit hat üzerinden %45 ve mobil hat üzerinden ise %42 oranındadır. Bu oran 2020 yılında sabit hat üzerinden %49 oranındadır. 2021 yılında aktif sosyal medya kullanıcı oranı %53,6, 2022 yılında ise aktif sosyal medya kullanıcı oranı %58,4 ve 2023 yılında aktif sosyal medya kullanıcı oranı %59,4 şeklindedir. Zaman içerisinde tüm dünya insanlarının sosyal medya kullanım oranının düzenli olarak arttığı söylenebilir (Guvenliweb, 2023; Wearesocial, 2023). Bu çalışma, literatürde yer alan bulgular ışığında teknostresin farklı boyutlarını analiz etmeyi ve çözüm yolları geliştirmeyi amaçlamaktadır.

2.TEORİK ÇERÇEVE

2.1. TEKNOSTRES TANIMI

Stres çok kesinlik kazanmamış bir terimdir. Genellikle, stresli durumları ve kişiler stresli olduklarında gösterdikleri belirtileri yaratan iç ve dış koşullar çerçevesinde tanımlanır. Stres kavramı daha çok ortaya çıkan koşulara göre verilen reaksiyonlar olarak ifade edilebilir. Stres yaşamın her yerinde varolmaktadır. İş hayatında stres yatay ve dikey hiyerarşi içerisinde meydana gelen değişimler, örgüt içerisinde çalışanların isteklerine uygun olmayan değişimler stres kaynaklarını oluşturabilir. Teknolojik gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkan bir stres türü de teknostresdir. Bilgisayar teknolojilerinin iş yaşamına entegre olması sonucu ortaya çıkan teknostres kavramı "yeni bilgisayar teknolojileriyle sağlıklı bir şekilde baş edememenin neden olduğu modern bir adaptasyon hastalığı" olarak tanımlanmıştır. Örgütsel bağlamda teknostres, bireyin organizasyonel görevlerde modern bilgi ve teknoloji sistemlerinin kullanımından dolayı ortaya çıkan stres fenomeni şeklinde ifade edilmiştir. Teknostres, teknolojinin bireyler üzerindeki olumsuz psikolojik etkilerini ifade eden bir kavramdır. Tarafından tanımlandığı şekliyle teknolojiye uyum sağlamaya çalışırken bireyin yaşadığı adaptasyon zorlukları sonucu oluşan stres türü olarak değerlendirilmektedir (Tarafdar,2007**).** Teknostres ilk kez Brod (1984) tarafından "teknolojik araçlara maruz kalmanın sonucunda bireyde oluşan zihinsel ve fizyolojik bozulma" olarak tanımlanmıştır (Brod, 1984). Bir başka tanımda teknostres "teknolojinin doğrudan veya dolaylı olarak tutumlar, düşünceler, davranışlar veya vücut fizyolojisi üzerinde oluşturduğu herhangi bir olumsuz etki" olarak tanımlanmıştır. Yakın tarihli bir çalışma da ise teknostres, "kullanıcıların uygulama çoklu görevleri, sürekli bağlantı, bilgi aşırı yükü, sık sistem güncellemeleri ve buna bağlı belirsizlik, sürekli yeniden öğrenme ve buna bağlı iş kaynaklı güvensizlikler ve BİT'in kurumsal kullanımına bağlı teknik sorunlar sonucu deneyimlediği stres" olarak tanımlanmıştır. Günümüzde literatürde yaygın olarak kabul gören bir diğer tanıma göre ise teknostres, "kuruluşlardaki son kullanıcıların bilgisayar teknolojilerinin kullanımından kaynaklanan stres olgusu" olarak tanımlanmaktadır (Kumar, 2024; Molino, Ingusci,Senyör,Manuti, Luisa Giancaspro, Russo, Zito ve Cortese, 2020, Şen, 2022: 175-194).

2.2. TEKNOSTRES TÜRLERİ

Teknostresin çeşitleri mevcuttur.

Tekno-Aşırı Yüklenme (Techno-Overload): Kullanıcıları daha fazla ve daha hızlı çalışmaya zorladığı durumları ifade eder. Günümüzde her alanda kullanılan hız çağı işgücü piyasasında çalışanların ayak uydurması gereken bir durumdur. Aşırı iş yoğunluğu ve bilgi akışı buna bağlı olarak gelişen çoklu görev tanımlamaları çalışanlar üzerinde stres oluşturmaktadır.

Tekno-İstila (Techno-Invasion): Kullanıcılarından her zaman ve her yerde sürekli ulaşılabilir olma durumunu ifade eder. Çalışma saatlerinin insanların tatil ve dinlenme zamanlarına denk gelmesi ve iş yaşam dengesinin bozulmasıdır. Çalışan üzerinde stres yapmaktadır.

Tekno-Karmaşıklık (Techno-Complexity): En son çıkan donanım, yazılım ve uygulamalara ait teknik özelliklerin ve terminolojinin karmaşıklaşması sonucunda çalışanların teknoloji kullanımı konusunda kendilerini yetersiz hissetmesi durumudur. İşgücü piyasasında yeni işe başlayan kişiler ve değişime ayak uydurmakta zorlanan yaşlı kesim teknolojinin karmaşıklaşması nedeniyle stres yaşamaktadır. Ayrıca her yeni uygulama yani uzaktan çalışma gibi, stresin kaynağını oluşturmaktadır.

Tekno-Güvensizlik (Techno-Insecurtiy): İşverenlerin yeni teknolojileri daha iyi kullanan çalışanları tercih etmesi mevcut çalışanlarda tedirginlik yaratabilir. Yeni teknolojileri kendilerinden daha iyi kullanan çalışanlar karşısında bireyler işlerini kaybetme korkusu yaşayabilir, bu da gerginliğe ve strese yol açar. Örneğin günümüzde tartışılan yapay zeka uygulamaları. İş hayatına girmeye başladıklarında çok fazla çalışan için stres kaynağı olacaktır.

Tekno-Belirsizlik (Techno-Uncertainity): Sürekli değişen ve güncellenen yeni teknolojiler karşısında çalışanlar kendilerini tedirgin ve rahatsız hissederler. Çalışanlar her ne kadar başlangıçta yeni uygulamaları ve teknolojileri öğrenme konusunda hevesli olsalar da yenileme ve güncelleme için sürekli gereksinimler sonunda hayal kırıklığı ve endişe yaratır. Bu durum tekno-belirsizlik olarak adlandırılır (Erer, 2021: 82; Nastjuk , Trang ,Viktor Grummeck-Braamt, Adam & Monideepa Tarafdar, 2023: 361-382; Rosado, Cerdá-Suárez,Ortiz de Zevallos, Espinosa-Cristia ,2023; Simon, Buzas, Rosta-Filep, Faragó, Csilla Pachner, Edith Kiss, 2024)

3.TEKNOSTRESİN ETKİLERİ

Konu ile ilgili yapılmış olan çalışmalar çalışanlarda görülen kaygı, fiziksel hastalıklar, davranışsal gerginlik, teknofobi, zihinsel yorgunluk, hafıza bozuklukları, konsantrasyon eksikliği, sinirlilik, bitkinlik hissi ve uykusuzluk gibi etkilerin teknostresle ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda teknostresin sık görülen başlıca sonuçları arasında, çalışan üretkenliğinin, iş performansının, iş tatmininin ve örgütsel bağlılığın azaldığını, BİT kullanım niyetinin düştüğünü ve işten ayrılma niyetlerinin arttığını tespit edilmiştir. Başka bir sonuç ise teknoloji kullanımına bağlı iş yükü ve esneklikle artan iş-aile ve iş-yaşam çatışmasıdır. Ayrıca teknolojinin yoğun kullanım iş-ev çatışması ve arabulucu olarak rol belirsizliği yoluyla stres yaratmaktadır(Dragano, and Lunau, 2020: 407-413; Hackney, Yung, , Somasundram, , Nowrouzi-Kia, Oakman,, and Yazdani,2022; Kanık, 2023:499-526; Molino, Ingusci,Senyör,Manuti, Luisa Giancaspro, Russo, Zito ve Cortese, 2020).

3.1. Teknostresin Psikolojik Etkileri: Teknostresin psikolojik etkileri arasında tükenmişlik, anksiyete, depresyon ve dikkat dağınıklığı bulunmaktadır. Yapılan bir çalışma da, çalışanların teknoloji kaynaklı stresin etkisiyle işten soğuma eğiliminde oldukları ortaya konmuştur (Ayyagari, Grover, Purvis, 2011:831-858; Berger, Schaefer , Schmidt , Regal ve Gimpel , 2023: 1051–1113; Hanaylı, 2024; Spagnoli , Molino , Molinaro , Luisa Giancaspro , Manuti ,Ghislieri ,2020; Yıldız ve Gündüz, 2018: 45-60).

- Tükenmişlik: İş yaşamında teknolojik aletlerin yoğun kullanımı çalışanlarda tükenmişlik duygusunun gelişmesine neden olmaktadır. Çalışan kişi bu yoğun kullanımdan dolayı kendini yorgun hissedebilmektedir.

- Anksiyete ve Depresyon: Teknolojik aletleri kullanırken çalışanlar konu hakkında çok fazla bilgi sahibi değillerse bu kendilerinde gerilimlere neden olmaktadır.

- Dikkat Dağınıklığı ve Bilişsel Yük: Teknolojik aletleri aşırı kullanım çalışanlarda nicel bilgi anlamında yüklenmelere neden olmaktadır.

3.2. Örgütsel Etkiler

Teknostres, iş performansında düşüşe, işten ayrılma niyetinde artışa ve örgütsel bağlılıkta azalmaya neden olmaktadır. Türkiye'de yapılan çalışmalarda da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan araştırmada beyaz yaka çalışanların yüksek teknostres düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir (Kırmanoğlu ve Öztürk, 2024:21-34; Koçak, 2020: 142-155 Nastjuk , Trang ,Viktor Grummeck-Braamt, Adam & Monideepa Tarafdar, 2023: 361-382; Tarafdar, Tu, Ragu-Nathan,Ragu-Nathan, 2007: 301–328).

- Verimlilik Düşüşü: Çalışanların teknolojik aletlerin kullanım ahengine uyum sağlayamamaları verimliliklerinde düşüşe neden olmaktadır. Bu durum örgütün işleyişine olumsuz etki yapmaktadır.

- İşten Ayrılma Niyeti: Teknolojik aletlerin yoğun kullanımının yarattığı teknostres sonucunda çalışan bireylerde örgütten ayrılma düşüncesi yaygınlaşmaktadır.

- İç İletişim Bozulması: Teknolojik aletlerin düzenli ve etkin kullanılamaması örgüt içerisinde iç iletişimin bozulmasına neden olmaktadır.

4. TEKNOSTRES İLE MÜCADELE YOLLARI

4.1. Bireysel Düzeyde Mücadele

- Dijital okuryazarlığın artırılması: Günümüz teknoloji çağıdır. Bu çağda iş hayatının her yönünü teknolojik aletler ve dijitalleşme kaplamış durumdadır. Çalışanlara bu yeni durumla ilgili eğitim verilmesi gerekmektedir. Bu eğitim küçük yaşlardan başlayarak tüm kesimlere verilmelidir. Böylece çalışanlar değişimi sağlıklı bir şekilde algılayacaklar ve teknolojik malzemeleri etkin olarak kullanabileceklerdir.

- Zaman Yönetimi Becerilerinin Geliştirilmesi: Günümüz her anlamda hız çağıdır. İşgücü piyasalarında rekabet yoğundur. Biriktirilemeyen ve geri getirilemeyen şey zamandır. Bu nedenle çalışanlara zamanı nasıl kullanacakları öğretilmelidir. Zamanla yarışabilme becerilerinin kazandırılması gerekmektedir.

- Farkındalık Teknikleri: İşgücü piyasaları geldiğimiz çağda standart çalışma becerilerine sahip çalışanlar talep etmemektedir. Günümüz işgücü piyasalarında yer alacak bireylerin farkındalık yaratmaları gerekmektedir.

- Dijital Arınma Uygulamaları: Günümüz bilgi çağıdır. Bilgi teknolojik aletler sayesinde yoğun olarak işlenmektedir. Bu durum çalışanlarda dijital yorgunluklara neden olmaktadır. Bedensel ve özellikle zihinsel yorgunluklardan kurtulmak için bazı önlemler alınması gerekmektedir. Tatil yapmak, spor ve sanatsal etkinlikler yapmak, çalışanlarda olumlu etki yapacaktır.

4.2. Örgütsel Düzeyde Mücadele

- Teknoloji Eğitimi ve Rehberlik programları: Örgütler güncel gelişmelere bağlı olarak çalışanlarına hizmet içi eğitim programları düzenleyebilirler. Ayrıca kendilerini geliştirmeleri için belli programlara katılımlarını sağlayabilirler.

- Çalışan Destek Programları: Örgütler çalışanları için teknostresi azaltıcı psikolojik ve sosyolojik destekler sağlayabilirler.

- Esnek Çalışma Saatleri: Çalışanların kendi programlarını yapabilecekleri esnek çalışma saatleri örgüt içerisinde uygulanabilir.

- Yönetici Desteği ve Açık İletişim Kültürü: Örgütlerde yönetici ve çalışan ilişkileri çok önemlidir. Otoriter bir yönetici çalışanların motivasyonunu ve verimliliğini olumsuz etkilemektedir. Yöneticilerin her konuda çalışanlarına destek olmaları önemlidir. Birde şirket içi iletişimlerde şeffaflık, açık iletişim çalışanların duygu ve düşüncelerini serbestçe ifade etmelerini sağlayacaktır. Bu durum stresin azalmasına neden olacaktır.

5. UZAKTAN ÇALIŞMA İLE İLGİLİ OLARAK YAPILAN NİTEL ÇALIŞMADAN ELDE EDİLEN VERİLER

Pandemi döneminde yaygınlaşan uzaktan çalışma modeli ile ilgili olarak 33 yarı yapılandırılmış soru setinden ve 27 katılımcıdan oluşan fenomonolojik bir nitel çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma da çalışanlara stres konusu da sorulmuştur. Kendilerinden stres ve teknostres konularında veriler elde edilmiştir. Pandemi ile

birlikte daha önce hiç tecrübe etmedikleri bir çalışma modeline geçiş yapan çalışanlar başlangıçta büyük stres yaşamışlardır. Uzaktan çalışma modeli kendilerinin deneyimlemedikleri bir modeldir. Uzaktan çalışma modeli hem teknostres hem de klasik stres kaynaklarını içermektedir. Uzaktan çalışırken stresi arttıran ve azaltan unsurlarla ilgili elde edilen verilerin bir kısmı aşağıda yer almaktadır.

5.1.Stresi arttıran faktörler:

İş bitiş saatinin belirsizliği-fazla mesai**:** Normal zamanda çalışırken çalışanlar belli bir mesai saatleri içerisinde (09.00-18.00) çalışabiliyorlardı fakat evden çalışmaya geçince bu mesai düzenini oluşturmak zor olmaktadır. Çalışma saatleri artmıştır. Bu durum çalışanda strese neden olmaktadır.

Normal zamanlarda normal mesai saatleri içerisinde (09-18) çalışıyordum. Fakat dış ilişkiler departmanında olduğum için işlerin yoğun olduğu dönemlerde fazla çalıştığım saatler çok oluyordu. Benim açımdan çok yorucu oluyordu. Fakat fazla çalıştığım saatlerin ücretleri bana ödenmiyordu. Sanırım bu dönemde çoğu şirkette fazla çalışılan sürelerin ödemeleri yapılmıyordu.

Çalışırken evde ailevi nedenlerle çalışmanın bölünmesi**:** Pandemi nedeniyle alınan önlemlere bağlı olarak çocuklar ve eşler evde bulunuyorlardı. Ayrıca bakıma ihtiyacı olan yaşlılar bulunuyorsa çalışanın sessiz ve sakin çalışması pek mümkün olmuyordu.

Uzaktan çalışırken dikkat dağıtıcı unsurlar daha fazla oldu. Evde çocuk da olunca işe yoğunlaşmak dönem dönem zorlaştı. Bazı zamanlarda dikkatimi toplamakta zorlandım.

Sık sık bağlantının kopması ya da sürekli bağlantı içinde olmak: Evden çalışırken kullandığınız malzemelerin kalitesi önemlidir. Birde uygun bir altyapıya sahip olmak gerekir. Alt yapı sorunlarından kaynaklanan sıkıntılar teknostrese neden olmaktadır. Pandemi ve evden çalışma modeli bize teknolojik altyapının geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. İnternet sağlayıcılarının ve şirketlerin teknolojik altyapıya yatırım yapmalarının önemi ortaya konulmaktadır.

Finans işi yaptığımız için hem işyerimizle hemde müşterilerimizle sürekli bağlantı halindeydim. çalışma düzenim normal mesai saatleri içerisindeydi. fazla mesai olmuyordu. mesai saatlerini aşan esnek çalışma düzenim olsa idi bağlantı kesme hakkımın olmasını isterdim. yalnız bu durum ülkemiz işverenleri tarafından sanırım hoş karşılanmazdı.

İş ile ilgili bilgilendirmelerde gecikme: Uzaktan çalışırken iş akışının düzenli olmaması çalışanlar açısından stres oluşturmaktadır. Kullandığınız aletlerde yaşanan sorunlar teknostres yapmaktadır.

"Acil işler oluyor ve hızlı dönüşler almanız gerekiyor fakat bazen kullandığınız teknolojik aletlerde meydana gelen bozulmalar bazen de herkesin zamanlamasının uymaması işlerin hızla bitirilmesine engel oluyordu. Bu da insanı strese sokuyordu".

Ev işlerinin yoğunluğu: Uzaktan çalışanlar ev işlerinin yoğunluğunun da kendilerinde stres yarattığını belirtmektedir.

"Evli ve çocuklu olduğum için işlerim dışında ev işlerini de yapmam gerekiyordu. Yemek, temizlik, çocuk bakımı gibi işler bazen çok yorucu oluyordu ve işlerimi aksatıyordum. Bu durum benim için stres konusuydu".

Evde uygun bir çalışma ortamı oluşturamamak: Evden çalışırken ev ortamında ofise benzer bir mekân oluşturup çalışabiliyorsanız şanslısınızdır. İşlerinizi daha organize gerçekleştirebilirsiniz. Böyle bir ortamınız yoksa ve bir köşede çalışıyorsanız işler ve işleyiş zor olmaktadır.

Maalesef ofis ortamındaki gibi bir ortamım olmadı. elimde laptop bazen mutfakta bazen salonda bazende musaitse odada çalışabildim. Bu da benim için zor oldu.

Hastalığın bulaşmasından duyulan endişe**:** Pandemi döneminde en büyük stres kaynağı covid-19 hastalığına yakalanmaktır. Medyada her gün çıkan haberler insanların morallerini bozarken streslerinin artmasına neden olmaktadır.

"Ben ve çocuklar evdeydik. Hastalıkla ilgili haberler moralimizi bozuyordu. Hastalığa yakalanmamak için gerekli tedbirleri alıyorduk fakat yeterli olmayacağını düşünüyorduk. Eşim dışarda çalışıyordu ve her gün hastalanma korkusu yaşıyorduk. Bazen işime konsatre olamıyordum. Nihayetinde eşim hastalandı ve bizlere de bulaştı. Çoçuklar için çok korkuyordum. Çalışsam bile aklım hep onlarda idi. İyileşene kadar çok stres yaptım. İşime bile yansıdı.

5.2. Stresi azaltan faktörler

Her sabah hazırlanma telaşında olmamak: Evden çalışırken kişiler mekân değiştirmek durumunda kalmamaktadırlar. Normal çalışma düzeninde özellikle bayanlar bir özbakım ihtiyacı duymaktadırlar. Erkenden kalkıp hazırlanmak gerekmektedir. İşe geç kalmakta bir stres nedenidir. Evden çalışırken bu telaş ortadan kalkmaktadır.

Uzaktan çalışmanın benim açımdan avantajı erken kalkmak durumunda değilsiniz. Trafiğe çıkmak durumunda değilsiniz. Sürekli kıyafet değiştirmeniz gerekmiyor. Yol ve yemek masraflarından kurtuluyorsunuz. Bir de ben yazılım işi yaptığımdan dolayı benim çalışma saatlerim daha esnek olmaktadır.

Eşine ve çocuklarına vakit ayırabilmek: Çalışma hayatında çalışanlar için iş ve özel hayat dengesini kurmak çok önemlidir. Dengede götürülebilirse çalışan mutlu olmaktadır. Evli ve çocuklu çalışan, eşine ve çocuklarına zaman ayırmak durumundadır.

"Evden çalışmak benim için iyiydi. İşlerimi planlayabiliyordum. Eşime ve çocuklarıma zaman ayırabiliyordum. Bu durum beni mutlu ediyordu. Bu nedenle kendimi suçlamak durumunda kalmıyordum."

Yöneticilerinle ve arkadaşlarınla uyumlu çalışmak: Örgüt içerisinde uyum sağlanması örgütün işleyişi açısından önemlidir. Çalışanların birbirleriyle ve yöneticileri ile uyumlu çalışmaları örgüt hedeflerinin gerçekleştirilmesinde etkili olmaktadır. İnsanlar kendilerini rahat hissettikleri ortamlarda çalışmak isterler. Bu durum çalışanların stresini azaltırken, verimliliklerini de arttıracaktır. Çalışırken arkadaşlarınızla ya da yöneticilerinizle anlaşabiliyorsanız bu durum stres seviyenizi azaltmaktadır. Evden çalışma uygulamasına geçilince uyum konusunun nasıl sağlanacağı, çalışanlar ve yöneticiler için soru işareti olmuştur. Fakat katılımcılar bu konuda sorun yaşamadıklarını ifade etmektedirler.

"Evden çalışırken ofis ortamındaki uyumu yitireceğimizi düşünüyorduk. Çünkü yüzyüze iletişim halindeydik. Fakat tüm altyapı oturunca aynı uyumu uzaktan çalışırkende yakaladık. Bu durum beni mutlu etti."

Trafikte ve yollarda uzun zaman geçirmemek: Özellikle şehir hayatında işe gitmek çoğu zaman zor olmaktadır. Araçlara yetişmeye çalışmak, insanlarla mücadele etmek çok yorucu olmakta ve ayrıca uzun bir zamana mal olmaktadır. Evde çalışırken bu mücadele yoktur. Ayrıca yollarda harcadığınız zaman size kalmaktadır.

İşime toplu taşıma araçlarıyla gidiyordum. Çok kalabalık oluyorlardı. Bazen nefes alacak yer kalmıyordu. Pandemi döneminde böyle bir yolculuk çok riskli olurdu. Adeta insanlarla mücadele ediyordunuz. İtiş kakış oluyordu.

Evde sakin bir çalışma ortamına sahip olmak: Evde ya da ofiste olsun çalışma ortamınızın size ait olduğu bir mekân varsa rahat çalışma imkânı olacaktır. O nedenle ofis ortamları her çalışanın rahat çalışabileceği şekilde düzenlenmektedir. Her çalışanın kendine ait bir masası ve ofis malzemeleri bulunmaktadır. Gürültü ve çalışmayı engelleyecek dış unsurlardan ofis ortamları yalıtılmaktadır. Çalışanlarda bu hususlara dikkat etmektedirler. Evden çalışma modelinde ev ortamında bu sakinliğin sağlanması, çalışanları olumlu etkileyecektir. Katılımcılar kendilerine ait bir ortamın olmasının önemine değinmektedirler.

"Evimiz müsaitti. Odanın birini ofis gibi dekore ettim. Mesai saatlerinde girip, bitiminde ve aralarda dışarı çıkıyordum. İşim bitince kapıyı kilitliyordum. Malzemelerim oradaydı ve çocuklar ulaşamıyorlardı. Mesai saatleri içerisinde sessiz sakin çalışıyordum. Böyle imkânı olmayan arkadaşlarım çok stres yapıyorlardı."

6.SONUÇ

Pandeminin etkisi ile büyük uzaktan çalışma deneyi gerçekleştirilmiştir. Pandeminin yayılmasını önlemek ve ekonomik işleyişe devam etmek için bu dönemde uzaktan çalışma ve hibrit çalışma modeli yaygınlaştırılmıştır. Çalışanlar teknolojik aletler kullanarak çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Tüm dünyada uygulanması daha önce teknolojik aletleri yoğun olarak kullanmayan kesimlerinde teknolojik aletleri kullanmasına neden olmuştur. Geleneksel çalışma ortamlarından farklı olarak çalışanlar işlerini yoğun olarak evlerinden gerçekleştirmişlerdir. Geleneksel ortamlarda teknolojik aletlerin kullanımından kaynaklanan teknostres, işlerin evlere taşınması ile daha farklı boyutlar kazanmıştır. Çalışanlar evlerinde teknolojik aletleri kullanmışlardır ve bu durum teknostresin artışına neden olmuştur. Yeterli eğitimi almadan bir anda bu aletleri kullanmak durumunda kalmak çalışanlar üzerinde olumsuz etkiler yapmıştır.

Dördüncü Sanayi Devrimi'nin yaygınlaştığı 1970 yıllardan itibaren teknolojik aletler iş yaşamının bir parçası olmuştur. Teknolojik aletlerin kullanımı geleneksel stres unsurları yanında teknostres unsurlarının da

yayılmasına neden olmuştur. Pandemi döneminde bu yoğunluk daha da artmıştır. Günümüz teknoloji ve dijitalleşme çağıdır. İş yaşamının her alanında teknolojik aletler yaygınlaşmaktadır. Bununla beraber teknostres yoğunluğu artmaktadır. Bu nedenle iş hayatında çalışanlara yönelik bir takım tedbirlerin alınması yerinde olacaktır. Tüm kuşaklara teknoloji okuryazarlığı eğitiminin verilmesi gerekmektedir. Çalışanlara yönelik düzenli teknoloji eğitimleri verilmelidir. İş yerlerinde yaşanan teknostres miktarını ölçmeye yönelik çalışmalar yapılmalıdır. Çalışanlara danışmanlık hizmetlerinin verilmesi gerekmektedir. Dijitalleşmenin yarattığı yorgunluğa karşı sınırların belirlenmesi gerekmektedir. Örgüt içerisinde hiyerarşik yapı oluşturulurken ilişkilerin demokratik bir ortamda sürdürülmesine dikkat edilmelidir. Günümüzün teknoloji çağı olduğu fikri tüm topluma anlatılmalı ve uygun politikalar geliştirilmelidir. Endüstri 4 kavramının tartışıldığı günümüz gelişmiş toplumlarından geri kalmamak için her alanda düzenlemeler yapmak gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Ayyagari, R., Grover, V. Purvis, R. (2011*). Technostress: Technological Antecedents and Implications.* MIS Quarterly, 35(4), 831–858.

Baert, S., Lippens, L., Moens, E., Weytjens, J., and Sterkens, P. (2020). *The Covid- 19 crisis and telework: a research survey on experiences, expectations and hopes,* in IZA Discussion Papers Institute of Labor Economics (IZA).

Bahamondes-Rosado, M.E. Cerdá-Suárez,Gino L.M. Ortiz de Zevallos, F.D., Juan Felipe Espinosa-Cristia, J.F. ve Espinosa-Cristia, J.F. (2023) *Technostress at work during the COVID- 19 lockdown phase (2020–2021): a systematic review of the literatüre* Sec. Health Psychology Volume 14 - 2023 | https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1173425

Barrero, J. M., Bloom, N., and Davis, S. J. (2021). *Why Working From Home Will Stick*. Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.

Berger, M.,Ricarda Schaefer, R., Schmidt ,M. Regal ,C. ve Gimpel, H. (2023), *How to prevent technostress at the digital workplace: a Delphi study*, open Access, Cilt 94 , sayfalar 1051–1113, (2024)

Brod, C. (1984). *Technostress: The Human Cost of the Computer Revolution*. Addison-

Wesley.

Dragano, N., and Lunau, T. (2020). *Technostress at work and mental health: concepts and research results. Curr. Opin. Psychiatry* 33, 407–413. doi: 10.1097/YCO.0000000000000613)

Erer, B. (2021) *Teknolojinin Karanlık Yüzü: Teknostres* Management and Political Sciences Review, 2021; 3(1), ss: 80-90

Güvenli Web (2023) (Çevrimiçi) https://www.guvenliweb.org.tr/dosya/HQTLP.pdf- Erişim Tarihi: 07.07.2023

Hackney, A., Yung, M., Somasundram, K. G., Nowrouzi-Kia, B., Oakman, J., and Yazdani, A. (2022*). Working in the digital economy: a systematic review of the impact of work from home arrangements on personal and organizational performance and productivity.* PLoS ONE 17:e0274728. doi: 10.1371/journal.pone.0274728

Hanaylı, B.(2024)*Teknostresin Yaşam Doyumu Üzerindeki Etkisinde Psikolojik Dayanıklılığın Rolü*, Dokuz Eylül Üniversitesi S.B.E. Doktora tezi

ILO (2020) (Çevrimiçi) *Covid-19 guidance for labour statistics data collection. Defining and measuring remote work, telework, work at home and home- based work,* https://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/publications/WCMS_747075/lang--en/index.htm, Erişim Tarihi: 15.05.2023

Kanık, L. (2023). Kütüphanelerde teknostresin nedenleri, etkileri ve çözüm önerileri. Külliye, yayınları, [Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. Yılı Özel Sayısı], 499-526. https://doi.org/10.48139/aybukulliye.1351388

Kırmanoğlu F. ve Öztürk, D. (2024) *Teknostresin Çalışanların Motivasyonu ve Verimliliği Üzerindeki Etkisi.* Ordu Ünye İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6(2), S. 21-34 21

Koçak, A. (2020). *Dijitalleşmenin Getirdiği Bir Sorun: Teknostres Üzerine Bir Değerlendirme*. İş ve İnsan Dergisi, 7(2), 142-155.

Kumar, P.S. (2024) *TECHNOSTRESS: A comprehensive literature review on dimensi ons,impacts, and management strategies* .Computers in Human Behavior Reports 16 (2024) 100475

Molino,M.,Ingusci,E.,Senyör, F. Manuti, A., Giancaspro,M.A., Russo,V. Zito , M. ve Cortese,G.E. (2020) *Wellbeing Costs of Technology Use during Covid-19 Remote Working: An Investigation Using the Italian Translation of the Technostress Creators* Scale Sustainability 2020, 12 (15), 5911; https://doi.org/10.3390/su12155911

Nastjuk, I. ,Trang, S. , Grummeck-Braamt, J.V.,Marc T., Adam P.& Tarafdar, M. (2023) *Integrating and synthesising technostress research: a meta-analysis on technostress creators, outcomes, and IS usage contexts* Pages 361-382 Cite this article https://doi.org/10.1080/0960085X.2022.2154712

Simon, A.C, Buzas, B. Filep, O.R. Faragó, C. Pachner, O.C. Kiss, O.E. (2024) *The indirect impact of the technostress subfactors on the satisfaction and desire to work from home* Organizational Psychology Volume 15 - 2024 | https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1417916

Spagnoli P.,Molino,M. , Molinaro, D. , Giancaspro, M.A. , Manuti, A , Ghislieri, C. (2020) *Workaholism and Technostress During the COVID-19 Emergency: The Crucial Role of the Leaders on Remote Working* Front Psychol . 2020 Dec 23;11:620310. doi: 10.3389/fpsyg.2020.620310

Şen, C. (2022) *Dijitalleşmenin Karanlık Yüzü: Teknostres* , Kitap: Dijital Çağda Yönetim Üzerine Güncel Konular ve Araştırmalar s.s.175-194, Nobel/Ankara .Editörler: Dr. Öğr. Üyesi Sümeyra Ceyhan, Prof. Dr. Serkan Ada

Tarafdar, M., Tu, Q., Ragu-Nathan, B. S., & Ragu-Nathan, T. S. (2007*). The Impact of Technostress on Role Stress and Productivity.* Journal of Management Information Systems, 24(1), 301–328.

We Are Social(2023) (Çevrimiçi) *The changing world of dijital in 2023* https://wearesocial.com/us/blog/2023/01/the-changing-world-of-digital-in- 2023 Erişim Tarihi:31-03-2023

WHO 2020), (Çevrimiçi) *Media briefing on covid-19* http://www. who. Int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020 DSÖ. Erişim Tarihi: 15.04.2023

Yıldız, A.; Gündüz, Y. (2018). *Öğretmenlerde Teknoloji Kullanımı Kaynaklı Teknostres Düzeyleri.* Eğitim ve Teknoloji Dergisi, 9(3), 45-60.

EMEKLİLİK VE İYİLİK HALİ

Ahmet ÇABUK[1]

[1] Dr. Ahmet ÇABUK (ORCID: 0000-0002-5302-1847)

Karabük Üniversitesi, Eskipazar Meslek Yüksekokulu, İş Sağlığı ve Güvenliği Programı, Karabük, Türkiye

Serap TEPE[2]

[2]Doç. Dr. Serap TEPE (ORCID: 0000-0002-9723-6049)

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sosyal Hizmet Bölümü, İstanbul, Türkiye

ÖZET

Emeklilik, bireyin bütün yaşamını etkileyen, statüsünün değişmesine yol açan ve genel inanışa göre bireyin yaşamının son dönemine girdiğini gösteren önemli bir dönüm noktasıdır. Bu çalışmanın motivasyonu fiziksel, sosyal ve ruhsal açıdan tam iyi olma hali olarak adlandırılan sağlık kavramının kişilerin genel hayat kalitesini ifade etme adına fiziksel, zihinsel, duygusal ve sosyal bileşenlerden oluşan denge halini içeren ve kişinin nasıl hissettiği ile ilgilenen "iyi olma hali" ile emeklilik arasındaki ilişkiyi incelemek ve emekliliğin iyilik hali üzerine olumlu veya olumsuz etkileri hakkında farkındalık oluşturmaktır. Yaş ortalamasının giderek arttığı dünyamızda emeklilik halinin iyilik hali ile ilişkisi çalışanın kısa ve uzun vadede planlarını etkilerken, bu durumun bireyin hayatına ve toplum bakış açısına kattığı değerlerin yeniden incelenmesi gerekliliği hasıl olmuştur. Söz konusu çalışma amacını gerçekleştirebilmek için emeklilik, sağlık ve iyilik hali kavramları üzerine mevcut literatürün incelenmesi, bu konularla ilgili geçmiş çalışmaların sonuçlarının değerlendirilmesi yöntem olarak kullanılmış, emeklilik ile birlikte iyilik hallerindeki meydana gelebilecek değişimlerle ilgili olası öngörülerde bulunulmuş ve çözüm önerileri sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Emeklilik, İyi Olma Hali, Meslek Hastalığı, İş Kazası

RETIREMENT AND WELL-BEING

ABSTRACT

Retirement represents a significant milestone that impacts an individual's entire life, alters their social status, and is commonly perceived as the transition into the final stage of life. The primary motivation of this study is to examine the relationship between retirement and well-being, a concept closely tied to the state of health defined as complete physical, mental, and social well-being. Well-being encompasses a balance among physical, mental, emotional, and social components, reflecting an individual's perception of their overall quality of life. This study aims to raise awareness about the positive and negative effects of retirement on well-being. In a world where the average age of the population is steadily increasing, the connection between retirement and well-being influences employees' short- and long-term plans, underscoring the necessity of reassessing the values that retirement brings to individuals and societal perspectives. To achieve this objective, the study employs a comprehensive review of existing literature on retirement, health, and well-being. It evaluates the findings of prior research, provides insights into potential changes in well-being associated with retirement, and proposes solutions to address these changes..

Keywords: Retirement, Well-being, Occupational Disease, Occupational Accident

GİRİŞ

Maddi gelirde kayba, sosyal rol ve yetkilerde değişikliğe yol açabilen, olumsuz duygu ve düşüncelerin (değersiz, önemsiz, çaresiz, boşlukta, yalnız hissetme) oluştuğu ve geliştiği, kişinin hayat döngüsü içerisindeki en önemli değişim dönemlerinden bir tanesi emekliliktir (SGK,2024). Emeklilik, bireylerin kalıcı çalışma

yaşamlarını sonlandırarak sosyal güvenlik sistemlerinden emekli maaşı almaya hak kazandıkları bir evredir (Carrino vd., 2020). Bir başka deyişle; emeklilik, bireylerin orta yaş sonrası uzun süreli bir kariyer veya organizasyonel pozisyondan ayrılarak, iş hayatına olan psikolojik bağlılıklarını azaltma niyetiyle girdikleri bir yaşam dönemi olarak tanımlanabilir. Bu süreç, kişinin kendi emeklilik algısına dayanan öznel bir karar olabileceği gibi, objektif ölçütlerle de değerlendirilebilen bir statü değişikliğini içerebilir. Emeklilik, iş hayatının sona ermesinden ziyade, iş hayatına olan zihinsel ve duygusal bağlılığın azalması anlamına da gelir (De Preter vd., 2013). Özellikler, tercihler ve inançlar insanların emeklilik kararı almasında önemli olan faktörlerdendir. Kişinin sağlık probleminin varlığı, işin sahip olduğu tehlikeler (ergonomik, psikososyal, fiziksel, kimyasal, biyolojik riskler), iş tasarımının uygun olmaması, finansal durum, bakmakla yükümlü olunan kişiler ve özellikleri, bireyin eşinin emeklilik durumu emeklilik kararı alınmasında etkili olan sebepler arasındadır (Fontana vd., 2024).

Emekliliğin yalnızca iş hayatından ayrılmak anlamına gelmediğini, aynı zamanda zihinsel ve duygusal bağlılığın azalmasıyla ilgili olduğu düşünüldüğünde bu durum, emekliliğin psikolojik yönünü ön plana çıkaran önemli bir perspektif haline gelmektedir. İş hayatına uzun yıllar boyunca katkıda bulunmuş bireyler için bu değişim, kimlik ve anlam arayışını etkileyebilmektedir. Bireyin zorunlu eğitimler sonrası hayatının çok önemli ve büyük bir bölümü bir işte çalışarak geçmektedir. Bireylerin aile hayatı, kişisel ilgi alanları, hangi şehirde yaşayacakları kısacası 20-25 yıllık tüm serüveni çalıştıkları işe göre şekil almaktadır. Bireyin hayatının merkezinde ve etki gücü yüksek şekilde yer tutan iş hayatından ayrılmak beraberinde birçok sorun getirmektedir. Günlük meşguliyetlerin değişmesi, iş hayatının her daim yetişmesi gereken işleri, stres, yapılacaklar, anlaşmazlıklar bir yanda; statü kaybı yaşama endişesi diğer yanda birey, emeklilik kavramının zihninde yer etmesiyle ile birlikte psikolojik açıdan değişim yaşamaya başlar.

Emeklilik kararının bireyin sağlık durumu, işin tehlike seviyesi, finansal durum ve sosyal sorumluluklar gibi birçok faktörden etkilendiği düşünüldüğünde bu çok katmanlı sürecin detaylı bir şekilde incelenmesi gerekliliği ve emekliliğin kişisel bir tercih olduğu kadar nesnel koşullara da bağlı olduğu gerçeğinin "iyi olma hali"ni nasıl etkilediği sorusu gündeme gelmektedir. Bu yaklaşım, kararın ne kadar zorlayıcı olabileceğini de içermektedir. Özellikle işin, bireyin sosyal kimliği üzerindeki etkisi düşünüldüğünde, emeklilik süreci bu kimlikteki önemli bir dönüşüm anlamına gelebilir. Kişiler, iş dışında kendilerini yeniden tanımlama ihtiyacı duyabilirler, bu durum da olumsuz duygulara yol açabilir. "Değersizlik", "önemsizlik" gibi duyguların ortaya çıkması, kişinin kendine olan güveninin azalabileceğini ve sosyal ilişkilerinde kopukluk yaşayabileceğini ima edebilir. Bu yaklaşım da emeklilikte sosyal destek sistemlerinin önemini göstermektedir. Fiziksel, sosyal ve ruhsal açıdan tam iyi olma hali olarak adlandırılan sağlık kavramının kişilerin genel hayat kalitesini ifade etme adına fiziksel, zihinsel, duygusal ve sosyal bileşenlerden oluşan denge halini içeren ve kişinin nasıl hissettiği ile ilgilenen "iyi olma hali" ile emeklilik arasındaki ilişkiyi inceleme ve emekliliğin iyilik hali üzerine olumlu veya olumsuz etkileri hakkında farkındalık oluşturma amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmanın ilerleyen bölümleri iki kavram arası ilişkiyi detaylıca inceleyerek aralarındaki etkileşimle ilgili bilgi verme üzerine organize edilmiştir.

1. EMEKLİLİK VE İYİ OLMA HALİ

1.1. Emekliliğin Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi

Çalışılan ortamların kalitesi kişinin yaşam kalitesine oldukça önemli seviyede etki ettiği düşünülmektedir. Çalışma ortamlarının kalitesinin düşük olması yaşam kalitesi üzerine olumsuz etki yapmakta ve kişinin fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden zarar görmesine neden olmaktadır. Düşük ödül, yüksek çaba, çaba/ ödül oranı ve çaba/ kontrol oranı gibi olumsuz psikososyal çalışma koşulları çalışanların kırılganlığının artmasında ciddi bir rol oynamaktadır. Yasal emeklilik yaşı geçmiş olan ve bu ortamlarda çalışan bireylerin fiziksel, zihinsel ve sosyal sağlıklarının olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir. Bireyin hayatının büyük bölümünü kaplayan çalışma ortamı nitelik yönünden değersizleştikçe çalışanda işe karşı duyarsızlaşma ve isteksizlik akabinde de monotonluk baş göstermektedir. Emeklilik ile birlikte belirtilen çalışma ortamlarından uzaklaşılması sağlığın olumlu yönde gelişmesine imkân sağlamaktadır (Kalousova & Mendes de Leon, 2015). Düşük beceri ve ücret gerektiren işlerde çalışanlar sağlıklarının bozulmasına ve daha fazla fiziksel yönden zorlayıcı işlere maruz kalmalarına rağmen çalışma hayatını uzatmaktadır. Bu çalışanların çalışma hayatında uzun kalması onların yaşam kalitesinin bozulmasına sebep olmakta ve sağlık yönünden riskler meydana getirmektedir (Ardito, 2021). Söz konusu çalışma ortamlarından emekli olan bireyler fazladan boş zamanı olmasıyla daha sağlıklı alışkanlıklar edinmektedir (Insler, 2014).

Sıkıntılı bir çalışma ortamından uzaklaşmak veya fiziksel imkanları kısıtlı iş koşullarından ayrılmak suretiyle emeklilik sürecini başlatmak yaşam kalitesini olumlu yönde etkilerken, bir başka husus gündeme gelmekte ve emeklilikle birlikte gelirde azalma yaşanabileceğinden bu durum da bireylerin ekonomik güvenliğini dolayısıyla yaşam kalitelerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Kozak & Çevik Akyıl, 2021).

Emeklilik, kişilerin sosyal rollerinde değişimler oluşturabilir, ilişki şekillerinin değişmesi yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Tüm hayatı boyunca etrafında birçok kişinin olmasına alışmış, işlerin belirli bir sistematik içerisinde ilerlemesine yatkın ve bulunduğu konumu kendisi ile özdeşleştirmiş bir birey için emeklilik sonun başlangıcı olabilir. Emeklilik, bireyde kontrol kaybı hissi yaratarak depresyon ve anksiyeteye neden olabilir. Özellikle, güç kaybı, maddi kaygılar veya sağlık sorunları bu durumu şiddetlendirebilir. Emeklilik sonrası yeni bir yaşam düzenine adapte olmak zaman alabilir. Bu süreçte, birey kendine yeni bir rutin ve kimlik oluşturmak durumundadır. Bu durum yaşam kalitesi üzerinde etkili olabilir. Emeklilik ile birlikte sağlık sorunlarının ortaya çıkması, düzenli kontroller, artan muayene sıklıkları kişilerin yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir (Çakır vd., 2013). Öte yandan emeklilik ile birlikte hobilere vakit ayrılması, sosyal etkinliklere katılma vb. durumlar kişilerin yaşam kalitesini artırabilmektedir. Emeklilik sürecinde yaşam kalitesinin artması için kişilerin sosyal, ekonomik ve sağlıkla ilgili destek mekanizmalarına erişimi önem arz etmektedir.

1.2. Emekliliğin Sağlık Üzerine Etkisi

Kişinin emeklilikten önce sağlık durumu, çalışma ortamı ve şartlarının özellikleri, işin özellikleri (fiziksel ve psikososyal yönden zorlayıcı ve yıpratıcı olması), çalışanın mavi yakalı veya beyaz yakalı çalışan olması, el becerisinin işte fazla gerekli olması ve düşük ücret emekliliğin sağlık üzerindeki etkisi (Ardito vd., 2020; Carrino vd., 2020) ile emeklilik isteğini belirlemektedir (Ardito, 2021). Literatür incelendiğinde emeklilik ve sağlık arası ilişki ile ilgili farklı görüşler olduğu gözlenmektedir. Emeklilik bireyin fiziksel ve zihinsel sağlığına olumlu katkı yapmaktadır (Eibich, 2015). Emekliliğin sağlık üzerindeki olumlu etkileri emeklilik sonrası kişinin kendisine daha fazla zaman ayırabilmesi, hastalıklardan uzaklaşması, beslenme düzeninin değişmesi, sosyal etkinliklere katılım göstermesi, düzenli uyku ve aktivite saatlerinin artması olarak sıralanmaktadır (Garrouste & Perdrix, 2022). Emekliliğin sağlık üzerinde iş yaşamına göre daha fazla olumlu etkisi bulunmaktadır (Insler, 2014). Emeklilik özellikle düşük sosyoekonomik statüye sahip bireylerin fiziksel sağlığında olumlu etkiye sahiptir. Düşük sosyoekonomik statüye sahip bireylerin hastaneye yatma olasılığını azaltmaktadır. Fiziksel yoğun çalışan bireylerde emeklilikle birlikte ağrıların azalmasına, günlük aktivitelerde sağlık kısıtlarının azalmasına imkân verildiği görülmektedir (Grøtting & Lillebø, 2020). Diğer taraftan literatürde emeklilik yaşının uzamasının insan sağlığı ve ölüm yaşı üzerinde belirgin bir etkisi bulunmadığını ifade eden çalışmalar da mevcuttur (Bozio vd., 2021). Emekliliğin sağlık üzerindeki ortalama etkisinin çok küçük ve neredeyse önemsizdir (Filomena & Picchio, 2023). Söz konusu çalışmalara bakıldığında emeklilik ile sağlık ilişkisi için farklı yorumlamalarda bulunulduğu gözlenmektedir.

1.2.1. Emekliliğin sağlık üzerindeki olumlu etkileri

Emekliliğin özellikle erkeklerin sağlığı üzerinde olumlu etki yaptığına dair bulgu içeren çalışmalara bakıldığında kişinin emekliliği kendisinin istemesinin erkeklerin sağlığında olumlu gelişme sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca eğitim seviyesinin yüksek olduğu kişilerde emeklilik sağlıkta olumlu gelişme sağlamaktadır (Coe & Lindeboom, 2008). Emeklilik, bireylerin öznel sağlık durumlarını iyileştirmekte, zihinsel sağlık üzerinde olumlu etki yapmakta, ayakta tedavi hizmetlerinin kullanımında azalmayı sağlamaktadır (Eibich, 2015). Emeklilik ile bireylerin kendilerinin bildirdikleri sağlık durumunda iyileşme olmakta, depresyon oranı azalmakta, sağlık hizmetlerini tüketme sayısında azalmakta olmaktadır (Garrouste & Perdrix, 2022). Emeklilikte geçirilen yıllar kardiyovasküler hastalıkların riskinin azalmasına imkân vermektedir (Ardito vd., 2020). Emeklilikte geçirilen her yıl kardiyovasküler hastalıkların riskini erkeklerde %17 kadınlarda %29 oranında azaltmaktadır (Fontana vd., 2024). Emeklilik ile birey üzerinde meydana gelen iş baskısı ortadan kalkmakta ve iş stresi azalmakta, bireyin uyku süresi ayrıca fiziksel aktivite ve hareketlilik oranı artmaktadır. Bu durumlar bireyin hem fiziksel hem de zihinsel sağlığına olumlu katkı yapmakta ve iyileştirmektedir (Eibich, 2015). Emeklilik döneminde insanların evli olması, fiziksel aktivitelerde bulunması, yarı zamanlı çalışması emekliliğin sağlık üzerindeki olumsuz etkilerin azalmasına katkı sağlamaktadır (Dave vd., 2008). Tüm bu faktörler düşünüldüğünde emeklilik halinin sağlıklı olma haline etkisi olduğu değerlendirilmektedir.

1.2.2. Emekliliğin sağlık üzerindeki olumsuz etkileri

Emekliliğin sağlık üzerine olumlu etkilerinin olduğunu içeren çalışmalar olduğu gibi olumsuz etkilerden de bahseden çalışmalar da literatürde mevcuttur.

Emeklilik hem fiziksel hem de zihinsel sağlık üzerinde olumsuz etki yapmaktadır. Emekli bireylerde hareket etme ve günlük aktivitelerde %5- 14 arasında azalma, hastalık oranlarında %4- 6 arasında artma, zihinsel sağlıkta %6- 9 oranında azalma meydana gelmektedir. İsteğe bağlı olmayan yani zorunlu emeklilikte ise sağlık üzerindeki olumsuz etkiler daha da artmaktadır (Dave vd., 2008). Erken emekliliğin erkeklerin sağlığı üzerinde olumsuz bir etkisi bulunmamaktadır (Coe & Lindeboom, 2008).

Emeklilik kardiyovasküler hastalık, kanser, kolesterol, kan basıncı üzerinde olumsuz etkiler yapmaktadır. Ayrıca emeklilik var olan hastalıkların kötüleşmesine yol açmaktadır (Behncke, 2012). Emeklilik yaşının uzun olduğu ülkelerde kadınlarda depresyon ve ruh sağlığı problemlerinde %12'lik bir artış meydana gelmektedir. Özellikle yüksek iş talebinin ve kişinin iş üzerindeki kontrolünün düşük olduğu işlerde çalışanlarda depresyon ve ruh sağlığı problemleri daha fazla yaşanmaktadır (Carrino vd., 2020). Emeklilik ile bireylerin bilişsel işlevlerinde azalma meydana gelmektedir (Garrouste & Perdrix, 2022). Zorunlu veya istem dışı emekliliğin sağlık üzerinde olumsuz bir etkisi olduğu tespit edilmiştir, ancak bu etkinin büyüklüğü oldukça küçüktür (Filomena & Picchio, 2023). Geç yaşlarda emekli olmak yaşlı bireyler için kötü sağlık sonuçlarını azaltmakta veya geciktirmekte, bireyin refahının artmasına imkân vermekte, sağlık hizmetlerini kullanımını azaltmaktadır (Dave vd., 2008). Daha geç emekliliğin ölüm oranı üzerine bir etkisi bulunmamakta, sağlık hizmetleri tüketiminde azalmayı sağlamakta ancak birey tarafından bildirilen sağlık üzerinde olumsuz etkisi bulunmaktadır (Garrouste & Perdrix, 2022). Erken emeklilik, bazı bireyler için fiziksel sağlık üzerinde olumlu etkiler yaratabilir. İş stresinin ve fiziksel yorgunluğun azalması, genel sağlık durumunun iyileşmesine katkıda bulunabilir. Ayrıca, erken emeklilik bazı bireylerde depresyon ve anksiyete gibi psikolojik sorunların azalmasına yol açabilir. Ancak, bu durum sosyal izolasyon ve amaçsızlık hissi gibi olumsuz etkiler de yaratabilir. Erken emeklilik, bireylerin hobilerine ve sosyal etkinliklere daha fazla zaman ayırmalarına imkân tanır. Öte yandan, geç emeklilik, bireylerin daha uzun süre aktif kalmalarını sağlayarak fiziksel sağlıklarını koruyabilir. İş hayatına devam etmek, bazı bireyler için zihinsel uyarım ve sosyal etkileşim sağlayarak demans ve diğer bilişsel bozuklukların riskini azaltabilir. Ayrıca, geç emeklilik, bireylerin daha uzun süre gelir elde etmelerini sağlayarak ekonomik güvenliği artırabilir ve bu durum stres ile kaygıyı azaltabilir. Genel anlamda emekliliğin bir son olarak kabul görüldüğü anlayışlarda gerek fiziksel gerekse psikolojik sağlık sorunlarının arttığı, yaşamdan geri çekilme, sosyal izolasyon, ilişik kesme veya pasifize olma gibi durumlarda artış görüldüğü gözlenmektedir. Bu durum çalışma hayatında aktifken kendine dikkat etmeyen bireyin emeklilikle birlikte sağlık sorunlarının ortaya çıkması ile eş zamanlı olabilir.

2. EMEKLİLİK SONRASI ÇALIŞMA VE İYİLİK HALİ İLİŞKİSİ

Günümüzde emeklilik, birçok insan için sosyal bağlantıların azalması anlamına gelebilmektedir. İş yerindeki günlük etkileşimler sona erdiğinde, kişi kendini daha izole hissedebilir. Ancak, emeklilik sonrası çalışmak, yeni iş arkadaşları edinmeyi ve sosyal etkileşimlerin devam etmesini sağlar. Bu, özellikle yalnız yaşayan veya aileden uzakta yaşayan emekliler için önemli olabilir. Örneğin emeklilik sonrası yarı zamanlı bir işte çalışmak, kişinin sosyal çevresini genişletir ve düzenli olarak sosyalleşme fırsatları sunar. Çalışmak, bireyin günlük yaşamında bir yapı ve düzen sağlayacağından özellikle emeklilik sonrası boş zamanın nasıl değerlendirileceği konusunda zorluk yaşayan kişiler için çalışmak iyi bir alternatif olarak düşünülebilir. Bir işte çalışmak, kişinin sabah kalkma ve belirli bir saatte işe gitme gibi rutinleri devam ettirmesine yardımcı olur. Emeklilikten sonra çalışmak, kişinin günlük rutinini korumasını ve kendini daha aktif hissetmesini sağlayabilmektedir. Çalışmak, aynı zamanda beyin aktivitelerini sürekli olarak uyarır ve zihinsel keskinliği korur. Yeni beceriler öğrenmek, problem çözme ve analitik düşünme gibi bilişsel işlevler, yaşla birlikte azalabilen bilişsel yeteneklerin sürdürülmesine yardımcı olur, bu nedenle zihinsel uyarımın devamlılığı emeklilik sonrası çalışma ile sağlanabilmektedir. Emeklilikte ek bir gelir kaynağı, mali güvenliği artırabilir ve ekonomik kaygıları azaltabilir. Bu durum, özellikle emeklilik maaşı yeterli olmayan veya beklenmedik harcamalarla karşılaşan kişiler için önemlidir.

Emeklilik sonrası çalışmanın yukarıda söz edilen olumlu etkilerinin yanı sıra olumsuz etkileri de gözlenebilmektedir. Emeklilik sonrası çalışmak, kişinin dinlenme ve rahatlama sürecini sınırlayabilir. İşin talepleri ve baskıları, stres seviyesini artırabilir. Özellikle fiziksel olarak zorlayıcı işler, yaşlı bireylerde fiziksel yorgunluğa yol açabilir. Emeklilik sonrası çalışmak, aile ile geçirilen zamanın ve kişisel ilgi alanlarına ayrılan zamanın azalmasına neden olabilir. Bu durum, aile ilişkilerinde gerginlikler yaratabilir ve kişinin hobilerine

veya dinlenme aktivitelerine yeterince vakit ayıramamasına yol açabilir. Çalışma koşulları ve işin doğası, emeklilikten sonra çalışmayı seçen bireyin beklentilerini karşılamayabilir. Bu durum, iş tatminsizliğine veya hayal kırıklığına yol açabilir. İş ortamındaki stres, psikolojik olarak olumsuz etkiler yaratabilir. Emeklilik sonrası yüksek beklentilerle başladığı bir işte beklediği tatmini bulamayan bir birey, hayal kırıklığı yaşayabilir. Fiziksel olarak zorlayıcı veya stresli işler, yaşlı bireylerin sağlık durumunu olumsuz etkileyebilir. Bu durum, kronik hastalıkların artmasına veya mevcut sağlık sorunlarının kötüleşmesine yol açabilir. Uzun saatler ayakta durmayı gerektiren bir iş, kronik bel veya bacak ağrılarına yol açabilir.

İyilik hali, bireyin kendi psikolojik durumuna ne kadar önem verdiği ve etkili bir psikolojik işlevsellik sergileyip sergilemediği temelinde tanımlanmaktadır (Wang ve Shi, 2014: 226). Emekliliğin iyilik hali üzerindeki etkileri, emeklilikle ilgili çalışmalarda sıkça araştırılmıştır (Charles, 2002; Dave vd, 2008). Araştırma bulguları, emekliliğin iyilik hali üzerinde çok boyutlu etkilerinin bulunduğunu göstermektedir. Bu etkiler, bireyler arasında farklılık göstermekle birlikte, aynı bireyler için de zaman içerisinde değişkenlik gösterebilmektedir.

Genel bir değerlendirme yapıldığında, emeklilikte iyilik halini etkileyen unsurlar arasında bireysel özellikler, emeklilik öncesi işle ilgili faktörler, emeklilik geçiş süreci ve sonrası koşullar ile ailevi faktörler yer almaktadır. Bu faktörlerin, bireylerin emeklilikteki psikolojik durumlarını farklı şekillerde etkilediği görülmektedir. Bazı faktörler doğrudan emeklilikle bağlantılıyken, bazıları emeklilik sürecinden bağımsız olarak etki göstermektedir. Tüm bu etkenlerin sonucunda, emeklilik sonrası dönemde bireyler hem olumlu hem de olumsuz psikolojik durumlar deneyimleyebilmektedir. İyilik halinin devamlılığını sağlama adına emeklilik sonrası çalışma gerçekleştiğinde dikkat edilmesi gereken noktalar bulunmaktadır. Emeklilik sonrası çalışmanın psikososyal etkileri kişisel, çevresel ve işin doğası gibi birçok faktöre bağlıdır. Bireyin sağlık durumu, kişisel tercihleri, finansal durumu ve sosyal destek ağı, bu etkilerin ne derece olumlu veya olumsuz olacağını belirlemede önemli rol oynar. Emeklilik sonrası çalışma kararı alınırken bu faktörler göz önünde bulundurulmalı ve kişinin yaşam kalitesini artıracak, iyi olma halini devam ettirecek dengeli bir çözüm üretilmeye çalışılmalıdır.

Sonuç ve Tartışma

Emeklilik, modern toplumların en karmaşık sosyal olgularından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Emeklilik, içerisinde birçok bileşeni barındıran ve çok boyutlu incelenmesi gereken bir alan olduğundan iyi olma haline etkileri geniş bir perspektiften değerlendirilmelidir. Çalışma hayatı devam ederken farkında olmadan kazanılan alışkanlıklar, doğru bilinen yanlışlar, çalışma hayatından ayrıldıktan sonra ortaya çıkması muhtemel meslek hastalıkları, emeklilik sonrası ikinci çalışma hayatının iş kazaları üzerindeki etkisi, emeklilik kararının sosyal boyutları gibi bileşenler durumu karmaşık hale getirmektedir. Örneğin; emekliler yeniden işe girip çalışmaya başladıklarında, meslek hastalıkları ve iş kazaları riski birkaç faktöre bağlı olarak değişebilmektedir. Emeklilik sonrası işe dönme, genellikle yaşla birlikte artan sağlık sorunlarını beraberinde getirmektedir, kas-iskelet sistemi sorunları, kalp-damar hastalıkları veya diğer sağlık sorunları, meslek hastalıkları ve iş kazaları riskini artırabilmektedir. Yeni işin fiziksel gereksinimleri, iş kazası riskini etkileyebilir. Emekli bir kişi, genç çalışanlara kıyasla muhtemelen daha düşük bir fiziksel dayanıklılığa sahip olabileceğinden kaza riski artabilir.

Uzun yıllar edinilen iş deneyimi, emeklilerin önemli bir avantajı olarak görülse de yeni çalışma ortamına ve prosedürlere adaptasyon süreci başlı başına bir risk faktörü olabilir. İş güvenliği açısından, özellikle geçiş döneminde artan kaza riskleri dikkatle değerlendirilmelidir. Çalışma saatlerinin uzunluğu ve iş kaynaklı stres faktörleri, yaşlı bireylerde sağlık problemlerini tetikleyebilmekte ve dolaylı olarak iş kazaları riskini artırabilmektedir.

Çalışanların meslek hastalıkları ve iş kazalarına karşı yasal hakları ve sigorta kapsamı düşünülecek olursa emekliler yeniden işe başladığında, bu hakların ve sigorta kapsamının ne şekilde işleyeceğini bilmek önemlidir. İş hukuku ve sosyal güvenlik perspektifinden bakıldığında, emeklilerin yeniden çalışmaya başladıklarında sahip oldukları yasal haklar ve sigorta kapsamının netleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. İşyerlerinin iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini yeterli düzeyde alıp almadığının denetimi, bu süreçte kritik bir kontrol noktası haline gelmektedir.

Uzun çalışma saatleri ve yüksek stres, yaşlı bireylerde sağlık problemlerini tetikleyebilir. Bu da dolaylı olarak iş kazaları ve meslek hastalıkları riskini artırabilmektedir. Bu faktörlerin dikkate alınarak, emeklilerin işe dönerken ve onları çalıştıracak birimlerin işe alımlarda sağlık ve güvenlik önlemlerine dikkat etmeleri önemlidir. Ayrıca, işyeri tarafından sağlanan eğitim ve güvenlik prosedürlerine uyum da iş kazalarının ve

meslek hastalıkların önlenmesinde kritik rol oynar. Emeklilik sürecinin psikolojik ve sosyal boyutları da göz ardı edilmemelidir. Çalışma hayatından tamamen çekilmek yerine kısmi zamanlı veya danışman olarak çalışmaya devam etmek, birçok emekli için sosyal bağları koruma ve aktif kalma açısından önemli bir tercih olabilir. Ancak bu tercihin getirdiği sorumluluklar ve riskler de dikkatle değerlendirilmelidir.

Şüphesiz emekliliğin yaşam kalitesine, sağlığa, iş kazalarına, meslek hastalıklarına, psikolojik veya sosyal iyi oluşa etkileri yaşlı nüfusun giderek arttığı günümüz dünyasında daha dikkatli incelenmesi gereken bir konu haline gelmesine sebep olmaktadır. Günümüzde yaşlı nüfusun artışı, bu konuların daha detaylı ve kapsamlı bir şekilde incelenmesini gerektirmektedir. Kanun koyucular, sağlık uzmanları ve toplumun diğer paydaşları, emeklilik sürecini daha iyi anlamak ve yaşlı bireylerin yaşam kalitesini artırmak için çeşitli stratejiler geliştirmelidir. Emekliliğe hazırlık sürecinde, bireylerin bilinçlendirilmesi ve eğitimi özel önem taşımaktadır. Bu eğitimler, fiziksel ve zihinsel sağlığın korunması, finansal planlama, sosyal ilişkilerin sürdürülmesi ve yeni hobiler edinilmesi gibi konuları kapsamalıdır. İşyerlerinin de emekli çalışanlar için özel eğitim programları ve güvenlik prosedürleri geliştirmesi gerekmektedir.

Teknolojik gelişmelerin emeklilik sonrası çalışma hayatına etkileri de değerlendirilmelidir. Dijitalleşme ve otomasyon, bir yandan bazı fiziksel iş yüklerini azaltırken, diğer yandan yeni öğrenme gereksinimler yaratmaktadır. Bu değişime uyum sağlamak, emekli çalışanlar için ek bir zorluk oluşturabilir.

Kaliteli sağlık hizmetlerine erişimi artırmak, sosyal destek ağlarını güçlendirmek, iş gücü piyasasında yaşlı bireylerin haklarını korumak, emekliliğe hazırlık eğitimleri ile bilgilendirmeler yapmak ve psikolojik destekler sağlamak gibi adımların bu süreçte karşılaşılacak zorlukların aşılması için etkin bir şeklide yardımcı olacağı düşünülmektedir. Emeklilik sonrası çalışma hayatının sürdürülmesi, toplumsal ve bireysel açıdan önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu sürecin en önemli olumlu yönlerinden biri, deneyimli çalışanların bilgi ve tecrübelerini genç nesillere aktarabilmesidir. Yıllarca edinilen mesleki bilgi ve pratik deneyimin paylaşılması, kurumlarda bilgi devamlılığının sağlanması açısından kritik öneme sahiptir. Aktif yaşlanma perspektifinden bakıldığında, çalışma hayatının devam etmesi zihinsel ve fiziksel sağlığın korunmasına katkı sağlamaktadır. Düzenli bir iş hayatı, emeklilerin sosyal bağlarını güçlendirmekte ve günlük rutinlerini korumalarına yardımcı olmaktadır. Bu durum, yaşlılıkta sık görülen depresyon ve yalnızlık gibi psikolojik sorunların önlenmesinde etkili bir rol oynamaktadır. Farklı ülkelerde emeklilik sonrası çalışma hayatına yönelik başarılı uygulamalar göze çarpmaktadır. Örneğin Japonya'da "Silver Human Resources Centers" programı, emeklilere yarı zamanlı iş fırsatları sunarak hem aktif kalmalarını sağlamakta hem de ekonomiye katkıda bulunmalarına imkân tanımaktadır. İskandinav ülkelerinde uygulanan esnek çalışma modelleri, emeklilerin kendi tempolarında ve kapasitelerinde çalışmaya devam etmelerine olanak sağlamaktadır. Almanya'da "Senior Experts" programı, emekli profesyonellerin deneyimlerini genç girişimcilerle paylaşmasını teşvik etmektedir. Bu program sayesinde hem emekliler aktif kalmakta hem de yeni işletmeler deneyimli mentorlerden faydalanabilmektedir. Hollanda'da uygulanan "köprü istihdam" modeli, tam emeklilik öncesinde kademeli geçiş sağlayarak, bireylerin adaptasyon sürecini kolaylaştırmaktadır.

Teknolojik gelişmeler, emeklilik sonrası çalışma hayatında yeni fırsatlar yaratmaktadır. Uzaktan çalışma imkanları, fiziksel mobilite sorunu yaşayan emekliler için ideal bir çözüm sunmaktadır. Dijital platformlar üzerinden danışmanlık hizmetleri vermek, online eğitmenlik yapmak gibi yeni çalışma modelleri, emeklilere esneklik ve rahatlık sağlamaktadır. Yapay zekâ ve otomasyon teknolojileri, fiziksel iş yükünü azaltarak emeklilerin çalışma hayatına katılımını kolaylaştırmaktadır. Ancak bu teknolojilere adapte olabilmek için sürekli öğrenme ve gelişim gereklidir. Bu nedenle birçok şirket, emekli çalışanlarına yönelik dijital yetkinlik eğitimleri düzenlemektedir. Giyilebilir teknolojiler ve akıllı iş güvenliği sistemleri, emeklilerin sağlık durumlarının anlık takibini mümkün kılmakta ve iş kazası risklerini minimize etmektedir. Ergonomik çalışma istasyonları ve adaptif teknolojiler, fiziksel kısıtlamaları olan emeklilerin rahat çalışmasına imkân tanımaktadır.

Sonuç olarak, emeklilik sonrası çalışma hayatının devamı, doğru planlandığında ve uygun koşullar sağlandığında hem bireyler hem de toplum için faydalı sonuçlar doğurmaktadır. Global örnekler, bu sürecin başarılı bir şekilde yönetilebileceğini göstermektedir. Teknolojik gelişmeler ise, emeklilerin çalışma hayatına katılımını kolaylaştıran yeni fırsatlar sunmaktadır. Önemli olan, her ülkenin kendi sosyal ve ekonomik koşullarına uygun modeller geliştirerek, emeklilerin deneyim ve bilgisinden maksimum düzeyde faydalanabilmesidir. Emeklilik ve sonrasında çalışma hayatına devam etme kararı, çok boyutlu ve dikkatle değerlendirilmesi gereken bir süreçtir. Bireysel sağlık durumu, iş güvenliği riskleri, yasal haklar, sosyal ve psikolojik faktörler bir bütün olarak ele alınmalıdır. Toplumun yaşlanma eğilimi göz önüne alındığında, bu konunun önemi gelecek yıllarda daha da artacaktır. Bu nedenle, tüm paydaşların iş birliği içinde çalışarak,

emeklilerin hem sağlığını hem de yaşam kalitesini koruyacak sürdürülebilir çözümler geliştirmesi gerekmektedir.

Kaynakça

Ardito, C. (2021). The unequal impact of raising the retirement age: Employment response and program substitution. *IZA Journal of Labor Economics*, *10*(1). https://doi.org/10.2478/izajole-2021-0003

Ardito, C., Leombruni, R., Blane, D., & d'Errico, A. (2020). To Work or Not to Work? The Effect of Higher Pension Age on Cardiovascular Health. *Industrial Relations: A Journal of Economy and Society*, *59*(3), 399-434. https://doi.org/10.1111/irel.12257

Behncke, S. (2012). Does retirement trigger ill health? *Health Economics*, *21*(3), 282-300. https://doi.org/10.1002/hec.1712

Bozio, A., Garrouste, C., & Perdrix, E. (2021). Impact of later retirement on mortality: Evidence from France. *Health Economics*, *30*(5), 1178-1199. https://doi.org/10.1002/hec.4240

Carrino, L., Glaser, K., & Avendano, M. (2020). Later retirement, job strain, and health: Evidence from the new State Pension age in the United Kingdom. *Health Economics*, *29*(8), 891-912. https://doi.org/10.1002/hec.4025

Coe, N. B., & Lindeboom, M. (2008). Does Retirement Kill You? Evidence from Early Retirement Windows. *SSRN Electronic Journal*. https://doi.org/10.2139/ssrn.1295315

Charles, K.K. (2002). Is Retirement Depressing? Labor Force Inactivity and Psychological Well Being in Later Life, National Bureau of Economic Research, Working Paper 9033.

Çakır, Ö., Aksaraylı, M., Çınar, E., & Denizli, U., (2013). Günlük Yaşam Aktiviteleri Yaşam Kalitesi Psikolojik ve Fiziksel İyilik Hali İlişkisi Türkiye de Emekliler Açısından Bir İnceleme. 19. Ulusal Ergonomi Kongresi, Turkey

Dave, D., Rashad, I., & Spasojevic, J. (2008). The Effects of Retirement on Physical and Mental Health Outcomes. *Southern Economic Journal*, *75*(2), 497-523. https://doi.org/10.1002/j.2325-8012.2008.tb00916.x

De Preter, H., Van Looy, D., Mortelmans, D., & Denaeghel, K. (2013). Retirement timing in Europe: The influence of individual work and life factors. *The Social Science Journal*, *50*(2), 145-151. https://doi.org/10.1016/j.soscij.2013.03.006

Eibich, P. (2015). Understanding the effect of retirement on health: Mechanisms and heterogeneity. *Journal of Health Economics*, *43*, 1-12. https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2015.05.001

Filomena, M., & Picchio, M. (2023). Retirement and health outcomes in a meta-analytical framework. *Journal of Economic Surveys*, *37*(4), 1120-1155. https://doi.org/10.1111/joes.12527

Fontana, D., Ardito, C., Leombruni, R., Strippoli, E., & d'Errico, A. (2024). Does the time spent in retirement improve health? An IV-Poisson assessment on the incidence of cardiovascular diseases. *Social Science & Medicine*, *354*, 117084. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2024.117084

Garrouste, C., & Perdrix, E. (2022). Is there a consensus on the health consequences of retirement? A literature review. *Journal of Economic Surveys*, *36*(4), 841-879. https://doi.org/10.1111/joes.12466

Grøtting, M. W., & Lillebø, O. S. (2020). Health effects of retirement: evidence from survey and register data. *Journal of Population Economics*, *33*(2), 671-704. https://doi.org/10.1007/s00148-019-00742-9

Insler, M. (2014). The Health Consequences of Retirement. *Journal of Human Resources*, *49*(1), 195-233. https://doi.org/10.3368/jhr.49.1.195

Kalousova, L., & Mendes de Leon, C. (2015). Increase in frailty of older workers and retirees predicted by negative psychosocial working conditions on the job. *Social Science & Medicine*, *124*, 275-283. https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.11.055

Kozak, F., & Çevik Akyıl, R. (2021). Yaşlı Bireylerde Sağlık Okuryazarlığı ile Yaşam Kalitesi İlişkisi. Hemşirelik Bilimi Dergisi, 4(3), 122-132. https://doi.org/10.54189/hbd.997788

Wang, M. & Shi, J. (2014). Psychological Research on Retirement, Annual Review of Psychology, 65, 209–233.

PSYCHOSOCIAL BURDEN ON FLIGHT CREWS IN CIVIL AVIATION: RISKS, IMPACTS, AND INTERVENTION STRATEGIES

Sıtkı Buğra KÖSEOĞLU[1]

[1]Istanbul Gedik University, Institute of Graduate Education Istanbul, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1310-0161

Serap TEPE[2]

[2] University of Health Sciences, Hamidiye Faculty of Health Sciences, Department of Social Work, Istanbul, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9723-6049

Mustafa YAĞIMLI[3]

[3]Istanbul Gedik University, Faculty of Health Sciences, Istanbul, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003- 4113-8308

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Civil aviation is a domain that demands sustained attention, a high level of coordination, and complex interpersonal dynamics. Cabin and cockpit crews working in this sector are burdened not only with technical responsibilities but also with psychological resilience and social competence. In addition to flight safety, the mental and social well-being of personnel has a direct impact on operational success. Therefore, the psychosocial factors affecting aviation personnel must be addressed at both individual and organizational levels. Among these factors, stress is particularly prominent. The aviation environment presents various sources of stress, including time pressure, technical malfunctions, and passenger behavior (Wickens et al., 2015). While cockpit crews are tasked with making rapid decisions, cabin crews must respond simultaneously to the diverse needs of multiple passengers. Over time, this contributes to an increased risk of burnout (Maslach & Leiter, 2016). Communication and teamwork are critical for the effectiveness of flight crews, and poor communication has been identified as a leading cause of aviation accidents (Helmreich & Merritt, 2000). To address this, Crew Resource Management (CRM) training programs are designed to foster open communication, collaboration, and mutual trust. Inadequate implementation of CRM can lead to interpersonal conflicts, misunderstandings, and task-related errors. The constant need for travel can also give rise to negative emotional states such as social isolation and loneliness. Prolonged periods away from family may weaken social ties and contribute to emotional exhaustion (Cohen & Wills, 1985). Additionally, irregular shifts and time zone changes can cause jet lag and sleep disturbances, adversely affecting both physical and psychological performance (Arendt, 2009). Cultural diversity, especially in international operations, further complicates crew interactions. Differences in communication styles, perceptions of hierarchy, and value systems can elevate the risk of conflict (Hofstede, 2001). Cultural awareness training has been found to be an effective strategy in mitigating such issues.

Materials and Methods: This study employed purposive sampling to select 12 participants: 6 cabin crew members (3 female, 3 male) and 6 cockpit crew members (3 captains, 3 first officers). Participants were chosen from various airlines on a voluntary basis, with a minimum of five years of professional experience in international flights. The sample aimed to provide both in-depth, experience-based insights and a diversity of perspectives based on occupational roles. Data were collected through semi-structured in-depth interviews, each lasting approximately 45 to 60 minutes. Interviews were audio-recorded and transcribed for analysis. A thematic analysis was conducted, resulting in the following themes and subthemes:

Sources of Stress: Time pressure, passenger behavior, technical failures

Emotional Burden: Feelings of burnout, loneliness, sleep deprivation

Communication Dynamics: Intra-crew conflicts, leader-subordinate relations, the role of CRM training

Social Isolation: Prolonged time away from family, weakened social ties

Cultural Differences: Language barriers, differing protocols, misunderstandings

Organizational Support: Lack of psychological counseling, challenges in shift scheduling

Results: Findings indicate that cabin and cockpit crews are significantly affected by high stress levels, emotional exhaustion, and social isolation. The study revealed inconsistencies in training implementation and perceived inadequacy of psychological support systems offered by airlines. It underscores that flight safety is influenced not only by technical factors but also by psychosocial dimensions.

Discussion and Conclusion: Psychosocial factors experienced by cabin and cockpit crews have a direct impact not only on their individual well-being but also on overall flight safety. Therefore, airline companies must develop systematic strategies to safeguard the psychological and social health of their personnel. Psychological support programs, regular training, flexible shift scheduling, and cultural awareness initiatives play a vital role in enhancing crew efficiency and operational safety.

Key Words: Civil aviation, cabin crew, occupational safety, occupational health, psychosocial risk

BRICS ÜLKELERİNDE SANAYİLEŞME, DOĞAL KAYNAK KİRASI VE FİNANSAL GELİŞMENİN ÇEVREYE ETKİSİ: MMQR YAKLAŞIMI İLE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN DÜZENLEYİCİ ROLÜ

Meral ÇABAŞ

Dr., Bağımsız Araştırmacı, ORCID ID: 0000-0002-3335-3297

ÖZET

Hızla gelişmekte olan BRICS ülkeleri karbon üretimini de artırmaktadır. Sürdürülebilir çevre için karbon yoğunluğunu azaltmak küresel bir hedeftir. Bu sebeple çalışma BRICS ülkelerinde sanayileşme, doğal kaynak kirası ve finansal gelişmenin karbon yoğunluğuna etkisini yenilenebilir enerjinin düzenleyici rolüyle birlikte MMQR kantil regresyon ile inceliyor. 1990-2021 arası yıllık verilerin kullanıldığı çalışma ayrıca ekonomik büyüme ve kentleşmenin çevresel etkilerine dair içgörüler sunmaktadır. Çalışma BRICS ülkelerinde çevre yaklaşımına farklı kantillerden kanıtlar sağlamaktadır. Sanayileşme, doğal kaynak kirası ve finansal gelişme birbirleriyle entegre bir şekilde düşük kantillerde karbon yoğunluğunu azaltırken orta ve yüksek kantil seviyelerinde artırarak çevre tahribatı yaratmaktadır. Ekonomik büyüme yüksek kantillerde karbon yoğunluğunu artırırken kentleşme ve yenilenebilir enerji tüm seviyelerde çevreyi iyileştirmektedir. Sonuçlar BRICS ülkelerinde finansal gelişmeyle birlikte artan sanayileşmenin çok fazla karbon ürettiğini göstermektedir. Aynı şekilde doğal kaynak kiraları da fazla karbon üretimine katkı sağlamaktadır. Sürdürülebilir bir çevre için sanayide fosil yakıt kullanımı dönüştürülerek yenilenebilir enerji kullanımının artırılması gerekmektedir. Finansal gelişmenin karbon yoğunluğuna katkı sağlamaması için yeşil finans araçlarının kullanımı artırılarak finansal dijital dönüşüm sağlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Karbon Yoğunluğu, Sanayileşme, Doğal Kaynak Rantı, Finansal Gelişme, MMQR

THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF INDUSTRIALIZATION, NATURAL RESOURCE RENTS AND FINANCIAL DEVELOPMENT IN BRICS COUNTRIES: THE REGULATORY ROLE OF RENEWABLE ENERGY WITH THE MMQR APPROACH

ABSTRACT

The rapidly developing BRICS countries are also increasing their carbon production. Reducing carbon intensity for a sustainable environment is a global goal. For this reason, the study examines the effects of industrialization, natural resource rent and financial development on carbon intensity in BRICS countries with the moderating role of renewable energy using MMQR quantile regression. Using annual data from 1990 to 2021, the study also provides insights into the environmental impacts of economic growth and urbanization. The study provides evidence from different quantiles on the environmental approach in BRICS countries. Industrialization, natural resource rent and financial development are integrated with each other, reducing carbon intensity at low quantiles while increasing it at medium and high quantiles, creating environmental destruction. Economic growth increases carbon intensity at higher quantiles, while urbanization and renewable energy improve the environment at all levels. The results show that industrialization, which increases with financial development in BRICS countries, produces too much carbon. Similarly, natural resource rents contribute to excess carbon production. For a sustainable environment, fossil fuel use in industry should be transformed and renewable energy use should be increased. In order for financial development not to contribute to carbon intensity, the use of green finance instruments should be increased and financial digital transformation should be achieved.

Keywords: Carbon Intensity, Industrialization, Natural Resource Rent, Financial Development, MMQR

THE ADOPTION AND LMPACT OF AI IN SMALL AND MEDIUM- SIZED ENTERPRISES (SMES):A REVIEW OF TRADING SECTOR

Inas NABHANI

Istanbul Nisantasi University, Department of Business Management, Istanbul, Turkey[1]

Tuğba DAYIOĞLU

Dr. Öğr. Üyesi, Istanbul Nisantasi University, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences, Istanbul, Turkey[2]

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) has emerged as a powerful driver of innovation, efficiency, and competitiveness across modern industries. As organizations increasingly integrate AI into their operations, its influence on productivity and business strategies becomes more evident. However, Small and Medium-Sized Enterprises (SMEs), especially in Türkiye's trading sector, often face significant challenges in embracing these technologies. These SMEs are vital contributors to the national economy, playing crucial roles in retail services, supply chain management, and customer relations. Despite their importance, many SMEs lack the financial resources, technical expertise, and organizational readiness needed for successful AI adoption. Limited budgets restrict investments in new technologies, while a shortage of skilled professionals prevents effective implementation and integration. Additionally, internal resistance to change can further slow down digital transformation. These barriers have left a gap in both practice and academic research, particularly regarding how Turkish SMEs in the trading industry can benefit from AI solutions.This thesis aims to explore the extent of AI adoption among these enterprises, assess its impact on their operations, and identify the key factors that hinder or enable successful implementation. Using a quantitative approach, data was collected through structured surveys from 300 SMEs, supported by industry reports and real-world case studies. Early adopters of AI report improvements in efficiency, cost savings, and customer satisfaction, particularly in areas like logistics, inventory control, and marketing.The study concludes that with proper support—such as financial incentives, technical training, and awareness programs—SMEs can better navigate the challenges of AI integration. These recommendations aim to close resource and knowledge gaps, ultimately empowering Türkiye's SMEs to thrive in an increasingly digital and competitive marketplace.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), SMEs (Small and Medium-Sized Enterprises)**,** Adoption Barriers, Innovation, Policy Support

TAX HAVENS: HOW THE RICH GET RICHER AND THE POOR GET POORER

Lina El Hadri

İstanbul Nişantaşı University, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences,

Department of Business Management, Istanbul, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-6025-5312

Ayşen BAKKALOĞLU

Prof. Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul Nişantaşı University, Faculty of Economics, Administrative and Social Sciences,

Department of Macroeconomics, Istanbul, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2500-146X

ÖZET:

Vergi cennetleri, küresel ekonomik eşitsizliğin önemli bir tetikleyicisi haline gelmiş, zengin elitlerin ve çok uluslu şirketlerin varlıklarını gizlemelerine ve vergi yükümlülüklerini en aza indirmelerine olanak tanımıştır. Bu tez, vergi cennetlerinin zenginler arasındaki servet yoğunlaşmasını nasıl artırdığını ve aynı zamanda yoksulluğu ve kamu maliyesindeki açıkları nasıl derinleştirdiğini incelemektedir. Bu araştırma, Literatür Taraması Yöntemi (LRM) kullanarak, önceki akademik çalışmalar, uluslararası kuruluş raporları, ifşacı belgeleri ve seçili ülkeler üzerine yapılan vaka analizleri aracılığıyla vergi cennetleri ile artan servet eşitsizliği arasındaki dinamikleri sistematik olarak analiz etmektedir.

Bulgular, vergi cennetlerinin yaygınlaşması ile küresel servet eşitsizliğinin artması arasında güçlü bir korelasyon olduğunu ortaya koymaktadır. Yüksek net servete sahip bireyler ve çok uluslu şirketler, bu bölgelerdeki yasal boşlukları ve finansal gizlilik imkanlarını kullanarak önemli miktarda kamu gelir kaybına yol açmaktadır. Bunun sonucunda, hükümetler bütçe açıklarıyla karşı karşıya kalmakta, kamu hizmetlerine yapılan yatırımlar azalmakta ve daha düşük gelirli kesimlere orantısız şekilde yüklenen dolaylı vergilere daha fazla bağımlı hale gelinmektedir. Panama Belgeleri ve Paradise Belgeleri gibi ifşalar, vergi cenneti faaliyetlerinin gizli doğasını ortaya çıkarmada kritik rol oynamıştır.

Bu çalışma ayrıca, vergi cennetleriyle mücadeledeki uluslararası düzenleyici çabaların etkin olamadığını, bunun arkasında ise siyasi ve ekonomik çıkarların yattığını eleştirel bir şekilde değerlendirmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerin bu süreçte daha savunmasız olduğu ve kaynak kaybı nedeniyle ekonomik ve sosyal kalkınmada ciddi zorluklar yaşadığı belirlenmiştir. Bu doğrultuda, tez güçlü uluslararası iş birliği, finansal şeffaflığın artırılması, ifşacıların korunması ve küresel asgari vergi standartlarının oluşturulması gibi politika önerileri sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Vergi Cennetleri; Servet Eşitsizliği; Küresel Ekonomi; Vergi Kaçakçılığı; Finansal Gizlilik; İfşacılar; Uluslararası Vergi Reformu; Ekonomik Adalet; Offshore Finans; Kamu Gelir Kaybı

ABSTRACT

Tax havens have emerged as significant contributors to global economic inequality, enabling the wealthy elite and multinational corporations to shield their assets and minimize tax obligations. This thesis examines how tax havens intensify wealth concentration among the rich while exacerbating poverty and fiscal shortfalls for the majority. Using a Literature Review Methodology (LRM), this research systematically analyzes previous studies, reports from international organizations, whistleblower revelations, and case studies across selected countries to explore the dynamics linking tax havens to rising wealth disparities.

The findings reveal a strong correlation between the proliferation of tax havens and the intensification of global wealth inequality. High-net-worth individuals and corporations exploit legal loopholes and financial secrecy offered by these jurisdictions, leading to significant losses in public revenues. Consequently, governments face budget deficits, reduced investment in public services, and greater reliance on regressive forms of taxation that disproportionately impact lower-income populations. The role of whistleblowers, such as those behind the Panama Papers and Paradise Papers, has been pivotal in exposing the hidden operations within offshore financial systems.

This study also critically evaluates the ineffectiveness of international regulatory efforts to curb tax haven activities, highlighting the political and economic interests that hinder meaningful reform. Developing countries are found to be particularly vulnerable, losing crucial resources needed for their economic and social development. In light of these findings, the thesis proposes policy recommendations including stronger international cooperation, enhanced transparency requirements, protection for whistleblowers, and the establishment of global minimum taxation standards.

Keywords:

Tax Havens; Wealth Inequality; Global Economy; Tax Evasion; Financial Secrecy; Whistleblowers; International Tax Reform; Economic Justice; Offshore Finance; Public Revenue Loss

MELATONİNİN MEME KANSERİ HÜCRE BÜYÜMESİ VE DNA METİLASYONUNDAKİ ROLÜ

Tugba ELGUN
Dr.Öğr.Üyesi, Department of Medical Biology, Faculty of Medicine, Biruni University, Istanbul, Turkey, 0000-0002-1311-6892

Yasemin MUSTERI OLTULU
Prof.Dr, Department of Medical Biology, Faculty of Medicine, Biruni University, Istanbul, Turkey, 0000-0001-8248-2100

Gül Ipek GUNDOGAN
Doç.Dr.Department of Histology and Embryology, Faculty of Medicine, Biruni University, Istanbul, Turkey, 0000-0002-9438-6113

Asiye GOK YURTTAS
Department of Biochemistry, Faculty of Pharmacy, Istanbul Health and Technology University, Doç.Dr., Istanbul, Turkiye, 0000-0002-6424-7411

Halil Ibrahim ARSLAN
Biruni University Research Center (B@MER), Biruni University, 34015, Istanbul, Türkiye, 0009-0001-4172-4748

ÖZET

Genel Bilgi: Melatonin, pineal bezden salgılanan bir hormondur ve çoğunlukla sirkadiyen ritmin düzenlenmesiyle ilişkilidir ve üreme biyolojisinde çok yönlü etkilere sahip önemli bir biyojenik amin olarak tanımlanır.

Amaç: Bu çalışma, melatoninin insan meme kanseri hücre çoğalması ve DNA metilasyonu üzerindeki etkilerini ayrıntılı olarak incelemeyi amaçlamaktadır.

Materyaller ve Yöntemler: MDA-MB-231 hücreleri, American Type Culture Collection'dan (Manassas, VA, ABD) türetilmiştir. Sağlıklı kontrol hücre hattı olarak HUVEC (ATCC: CRL-1730, ABD) kullanılmıştır. İn vitro deneyler sırasında uygulanan melatonin dozları 1, 10, 100 ve 1000 µM'dir. Hücre çoğalması deneyleri, xCELLigence RTCA-DP cihazı ve MTT [3-(4.5-dimetiltiazol–2-il)-difenil tetrazolium bromür] (Cambridge, İngiltere) testi ile karşılaştırmalı olarak gerçekleştirilmiştir. DNA metilasyon analizleri Methyl flash TM Global DNA metilasyonu (5-mC) ELISA Easy Kit (Epigentek Group Inc, ABD) kullanılarak gerçekleştirildi.

Bulgular: HUVEC kontrol hücreleri için 10 µM dozunda melatoninin anti-proliferatif etkisi görülmezken, MDA-MB-231 hücreleri için önemli bir anti-proliferatif etkiye sahip olduğu görülmektedir. IC50 değeri 12,24 µM olarak belirlendi. HUVEC hücrelerinde 1000 µM melatonin dozunda metilasyon seviyelerinde önemli bir azalma gözlendi ($p<0,05$). MDA-MB-231 hücrelerinde 10 ve 100 µM melatonin dozunda metilasyon seviyelerinde $p<0,05$ önem düzeyinde bir azalma gözlendi.

Tartışma: Proliferasyon ve metilasyon analizlerinden elde ettiğimiz veriler bize melatoninin insan meme kanseri tedavisinde potansiyel bir destekleyici tedavi ürünü olduğunu göstermektedir. Bu bulgular meme hücre biyolojisinin epigenetik mekanizmalarını anlamakta kritik öneme sahiptir.

Anahtar kelimeler: Melatonin, İnsan Meme Kanseri, Proliferasyon, DNA Metilasyonu

THE ROLE OF MELATONIN IN BREAST CANCER CELL PROLIFERATION AND DNA METHYLATION

ABSTRACT

General Information: Melatonin is a hormone secreted from the pineal gland and is mostly associated with the regulation of circadian rhythm, and is defined as an important biogenic amine with multifaceted effects in reproductive biology.

Objective: This study aims to examine the effects of melatonin on human breast cancer cell proliferation and DNA methylation in detail.

Materials and Methods: MDA-MB-231 cells were derived from American Type Culture Collection (Manassas, VA, USA). HUVEC (ATCC: CRL-1730, USA) was used as a healthy control cell line. Melatonin doses applied during in vitro experiments were 1, 10, 100 and 1000 µM. Cell proliferation experiments were performed comparatively with the xCELLigence RTCA-DP device and MTT [3-(4.5-dimethylthiazol–2-yl)-diphenyl tetrazolium bromide] (Cambridge, UK) test. DNA methylation analyses were performed using the Methyl flash TM Global DNA methylation (5-mC) ELISA Easy Kit (Epigentek Group Inc, USA).

Results: While there was no anti-proliferative effect of melatonin at a dose of 10 µM for HUVEC control cells, it shows that it has a significant anti-proliferative effect for MDA-MB-231 cells. The IC50 value was determined as 12.24 µM. A significant decrease in methylation levels was observed in HUVEC cells at a dose of 1000 µM melatonin ($p<0.05$). In MDA-MB-231 cells, a decrease in methylation levels was observed at a significance level of $p<0.05$ at 10 and 100 µM melatonin dose.

Discussion: The data we obtained from proliferation and methylation analyses show us that melatonin is a potential supportive therapy product in the treatment of human breast cancer. These findings are of critical importance in understanding the epigenetic mechanisms of breast cell biology.

Keywords: Melatonin, Human Breast Cancer, Proliferation, DNA Methylat

DOES THE ADMINISTRATION OF SARS COV 2 INACTIVE VEROCELL VACCINE IN LACTATING RAT PUPPIES HAVE AN EFFECT ON THE MOTOR REFLEX AND PHYSICAL DEVELOPMENT OF THE PUPPIES?

Canberk YILMAZ[1]

[1]Dr., Health Sciences University, Tepecik Research and Training Hospital, Department of Child Health and Diseases, Izmir, ORCID ID:0000-0002-0049-7614

Osman YILMAZ[2]

[2]Prof. Dr., Dokuz Eylül University, Faculty of Medicine, Experimental Animal Laboratory, Balçova, Izmir, ORCID ID:0000-0001-7817-7576

ABSTRACT

The COVID-19 global pandemic has caused the death of nearly seven million people worldwide. SARS-CoV-2 appears to affect children less than adults, causing fewer symptoms and less severe disease, and is associated with much lower mortality rates. However, it has been shown that children are as likely to be infected with SARS-CoV-2 as adults, but are less likely to develop severe symptoms. Although SARS-CoV-2 infection in children is less effective, it is an important source of transmission in homes, schools, and communities. Vaccination of children is important in the context of establishing effective herd immunity. Herd immunity is important because it can interrupt the chain of transmission for infectious diseases. The aim of this study was to answer the question "Does SARS CoV 2 inactivated verocell (Sinovac) vaccine have an effect on motor reflexes and physical development in lactating rat pups?" For this purpose, the first dose of Wistar Albino newborn rat pups was administered intramuscularly to the pups separated into the vaccine group (n: 7) on the 10th day after birth, and isotonic (0.9% NaCL-normal saline) was administered intramuscularly to the control group (n: 7). Each pup from the vaccine group was administered 0.125 ml (150 U) of the COVID 19 inactive vaccine to both hind legs in equal amounts of 0.062 ml. The pups in the vaccine group were vaccinated intramuscularly with the same dose 3 times at 14-day intervals. As a result, no negativity was observed between the control and vaccine group rats due to the in-cage vaccination of the pups. When the physical developments of the rat pups in both groups such as crawling, walking, furring time, teething time, and eye and ear opening time were compared, no significant difference was found between the two groups ($p>0.05$). When the motor reflex tests of the two groups were compared, it was determined that there was no significant difference between the two groups ($p>0.05$).

Keywords: Newborn Rat, COVID 19 Inactivated Vaccine, Physical and Motor Reflex Development

1. INTRODUCTION

The World Health Organization (WHO) declared the coronavirus outbreak as a pandemic in 2019 [1]. Many different vaccines have been rapidly developed and used to protect people from the SARS-CoV-2 virus that caused the COVID-19 pandemic and to prevent its spread. The first vaccine against the SARS-CoV-2 virus was the inactivated virus vaccine technology in the COVID-19 pandemic. Inactivated vaccines have been used in COVID-19 vaccines due to their ease of production and use and their potential to create immunity against different components of the virus (for example, Sinovac's CoronaVac and Bharat Biotech's Covaxin)[2]. Studies conducted on these vaccines have shown that two doses of the vaccine prevent SARS-CoV-2 infections by 85%, improve symptoms of the disease by 97%, reduce hospitalizations due to the disease by 93%, intensive care unit (ICU) admissions by 96% and COVID-19-related deaths by 95% [3].

It has been reported that COVID-19 infections in children have lower morbidity and mortality rates than adults and the elderly [4,5]. However, it is associated with high morbidity and mortality, similar to adults, especially in infants under 1 year of age and children with chronic diseases. In addition, it is known that life-threatening multisystem inflammatory syndrome (MIS-C) develops after COVID-19 infection in children who were previously known to be healthy. It is known that vaccination protects against MIS-C [6]. In children, SARS CoV-2 infections have been shown to be asymptomatic, which is very important as it can be a source of

infection for more susceptible adults and the elderly [7]. Increasing frequency of coronavirus variants [8], has been associated with increased infection rates in children [9]. The increase in these variants has therefore prompted several countries, including the US Centers for Disease Control and Prevention (CDC) and the European Medicines Agency (EMA), to extend the licensing of existing adult mRNA vaccines to children over the age of 5[10,11]. This has made it a medical priority to develop effective vaccines or to determine existing vaccines in accordance with the use of children, to maintain this population and to increase herd immunity. Inactive SARS-COV-2 vaccine has been well tolerated in children aged 2-18 and has been proven to be effective against symptomatic and asymptomatic COVID-19 with immunogenicity, neutralizing antibody response[12] . Inactivated COVID-19 vaccine (CoronaVac) in children aged 7-14 years in Taizhou, China, was concluded to have a low incidence of side effects and an acceptable tolerability profile for use in children[13]. Fatigue, headache, imbalance, tremors and myalgia/muscle pain are the most important side effects seen in the acute phase after SARS-CoV-2 virus inactive vaccination [14].

Although some of the efficacy and biocompatibility tests have been conducted on vaccines developed against Covid 19 before they are offered to human use due to the rapid transformation into a global epidemic and the increase in deaths, more research and information is needed on these vaccines. The aim of preclinical studies is to predict the safety of clinical application by determining the short- and long-term potential toxicity of new vaccines in animals. In this way, the risks taken by clinical users will be reduced and a basis will be provided for the formulation of clinical research protocols[3].

The most effective and economical method to stop the COVID-19 global pandemic is vaccines. One of the vaccines developed against this pandemic is the inactivated SARS-CoV-2 (verocell) vaccine. It has been shown that two intramuscular applications of this vaccine in adult rats did not have any toxic changes related to the vaccine[15,16]. In the preclinical experimental study ("Betuspheres") of "Betuvax-CoV-2", it was shown that the vaccine, repeated at 10-day intervals to demonstrate acute, subchronic and reproductive toxicity, was not toxic in adult mice, rats and Chinchilla rabbits [17].

COVID-19 vaccine is not administered to children under 6 months of age worldwide and there is no data on the efficacy and side effect profile in this age group. Our knowledge is limited to the use of inactive vaccines developed against coronavirus infection in newborns. In this study, we aimed to investigate the possible side effects of inactive SARS CoV 2 vaccine, which was repeated starting from the 14th day of the lactation period in newborn rat pups, on physical development and motor reflex development.

2. MATERIAL AND METHODS

The vaccines used in this study were CORONOVAC Vaccine (Vero Cell inactivated-Lot No: H202107057) of Sinovac life Sciences CO. LTD, SARS-CoV-2 virus vaccines with an expiration date of 13 july 2024. The vaccines were stored at +2-8 degrees until used in animals.

The animals used in the study were 14 rat pups born to Wistar Albino female rats from the Multidisciplinary Experimental Animals Laboratory of Dokuz Eylül University, Faculty of Medicine. The immune system development in the newborn rat pups we used in our study has been shown to have the same characteristics as young adult rats between the 7th and 14th days after birth [18]. In light of this literature information, the first vaccine dose was administered to rat pups on the 14th day after birth. The pups of two mothers were included in the study. The mother rats were placed in standard rat cages with their pups, and the room temperature was 22±2 degrees, relative humidity was 55%, and lighting was provided for 12 hours at night and 12 hours during the day. The mother rats were fed with standard pellet feed ad libitum. Approval was obtained from the Dokuz Eylül University Animal Experiments Local Ethics Committee before starting the study. All procedures in the experimental procedure were carried out in accordance with the 3R basic laboratory animal use ethical principles in the use of rat pups.

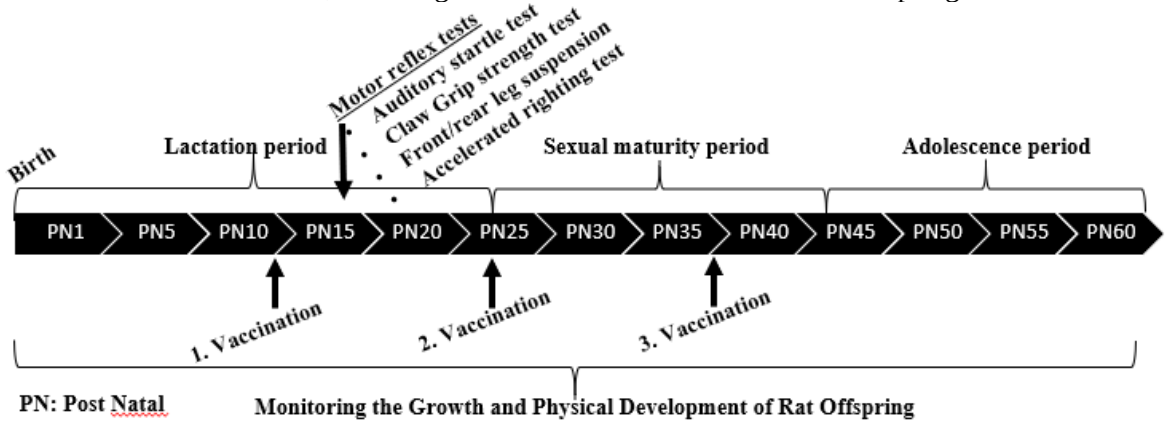
In the study, 14 Wistar Albino rat pups were randomly selected and included in the control group (n:7) and the vaccine group (n:7). Huang et al. (2021)[15] In their study, 0.5 ml of SARS-CoV-2 inactive vaccine dose was administered to 150-200 gram rats twice intramuscularly with an interval of 14 days and they showed that they achieved successful immunization. In this study, each rat pup was immunized with the same dose of 0.50 ml of Corovac- SARS-CoV-2 inactive vaccine, administered intramuscularly to the two hind legs of the rats in equal amounts three times on days 14, 28 and 42. In the control group, the same dose of 0.5 ml physiological serum was administered intramuscularly to the two hind legs of the rats three times with an interval of 14 days. Sterile single-use 26G syringes were used for all vaccine injections to the pup rats (1cc Insulin Syringe 26G).

Clinical observations on vaccinated and unvaccinated pups were performed three times on vaccination days, half an hour, one hour and six hours after each vaccination injection in the cage. Clinical observation was performed once a day in the morning on days when vaccination was not performed. Rectal body temperature was measured once a day on days when vaccination was injected.

Weight gains, frequency of breastfeeding and post-lactation feed/water consumption were measured in vaccinated and unvaccinated pups. The birth weights of normally born newborn rat pups were weighed and the pups that completed the first 24 hours after birth were considered to be one day old. The live weights of the pups were weighed at the same time every day. The live weight gains of the pups were monitored for approximately 2 months after birth and the live weight changes of the pups that were treated and not treated were compared. After lactation, the feed and water consumed by the experimental and control groups on a weekly cage basis were measured and the amounts of feed and water per pup in the cage were calculated. Monitoring the physical development of vaccinated and unvaccinated offspring: In the evaluation of the physical development of rat offspring, growth and development parameters such as separation of the pinna from the body, crawling, walking, feathering, opening of the eyes, eruption of incisors and transition to solid food were monitored.

Evaluation of Motor Reflex Development of Offspring; It was monitored to see whether the vaccine application to newborn rat offspring would have an effect on the development of motor reflexes such as auditory startle, accelerated righting, grip strength. Motor tests were performed according to the literature[19,20] were performed once a day between 9:00 and 12:00 a.m. between 3 and 18 days after birth. Motor tests were recorded with a video camera and scored by two researchers from the experiment. Motor development was assessed with motor reflex tests to follow neurodevelopment such as auditory startle, accelerated righting, and grip strength in lactating rat pups. The times of motor development tests are given in Figure 1.

Figure 1. Vaccination Schedule, Life Stages and Motor Reflex Tests of Rat Offspring



Statistical analysis; SPSS 21.0 was used for statistical analysis and t-test was used for comparison between two groups. P <0.05 was accepted to show statistical difference. Levene test was performed for data homogeneity test. If the data are uniform (P>0.05), one-way ANOVA is performed; if the ANOVA difference is significant (P <0.05), Dunnett's multiple comparison (parametric method) is performed. If the Levene test results are significant (P <0.05), Kruskal-Wallis nonparametric test was performed. If the Kruskal-Wallis nonparametric test results are significant (P <0.05), Mann-Whitney U test was used for comparison between pairs.

3. RESULTS

Clinical observation results; All pups included in the study survived and no loss occurred. After the vaccine injection, no redness, swelling, hardening or abscess developed in the vaccination site of the rats. No adverse effects affecting the general health of the rats in the cage were observed. Since the vaccine injection of the rats was administered into the hind leg muscles, no restriction of movement in the hind legs or negative walking was observed after this injection. Since the pups were in the suckling period in the first vaccine application,

there was no change in the breastfeeding behavior of their mothers in the 24-hour period after vaccination, no negative behaviors such as increased separation of the pups from their mothers and lack of interest in the mothers' pups were observed. When the increase in body temperature was compared between the two groups, there was no statistically significant difference ($p>0.05$). In line with these results, it is possible to say that the application of the inactive SARS-CoV-2 inactive vaccine during the lactation period did not have a negative effect on the local and general health of the rat pups.

Results of body weight gain, feed and water consumption monitoring: The body weights of vaccinated and unvaccinated rats showed a continuous increase during the experiment. When the body weight gains of the two groups were compared, no statistically significant difference was found ($p> 0.05$). It was concluded that the SARS CoV-2 inactive vaccine had no negative effect on live weight gain. The weekly feed and water consumption of the vaccinated and unvaccinated groups gradually increased each week in accordance with their growth and development. When the weekly feed and water consumption of the two groups were compared with each other, no statistically significant difference was found between the two groups ($p> 0.05$). In line with these results, it is possible to say that the application of the inactive SARS-CoV-2 inactive vaccine during the lactation period did not have a negative effect on the live weight gain and feed and water consumption of rat offspring.

Results of physical development monitoring in vaccinated and unvaccinated offspring: In the evaluation of the physical development of rat offspring, no difference was observed in growth and development parameters such as separation of the pinna from the body, crawling, walking, feathering, opening of the eyes, emergence of incisors and transition to solid food when vaccinated and unvaccinated offspring were compared. In line with these results, it is possible to say that the application of inactive SARS-CoV-2 inactive vaccine during the lactation period did not have a negative effect on the physical development of rat offspring.

Evaluation of motor reflex development of vaccinated and unvaccinated pups; It was followed to show whether the vaccinated and unvaccinated pups would have an effect on the motor reflex development process of auditory startle, accelerated righting, grip strength. The results of neurodevelopmental motor tests such as eye opening, auditory startle, accelerated righting, grip strength of lactating rat pups were compared and no statistical difference was found. In line with these results, it is possible to say that the inactive SARS-CoV-2 inactive vaccine administration during the lactation period does not have a negative effect on motor reflex development.

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

The most commonly used animal models in safety and toxicity studies of newly developed vaccines are rodents [15,21,22]. In this study, 3 doses of vaccine were administered with 14-day intervals starting from the lactation period with the support of literature information and all baby rats included in the study survived. No abnormal symptoms such as local erythema, hyperemia, swelling, ulcer, hardening in the cage behavior, piloerection, isolation of the babies, mobility, lameness and weakness in the hind legs, and increased temperature were observed in the vaccine injection areas of the rats vaccinated three times starting from the lactation period and no significant local and systemic clinical discomfort was detected in the general health of the rats related to the vaccine. In addition, no significant difference was found between the live weight gains, feed and water consumption of the vaccine and control group rats in our study. It is possible to say that repeated dose administration with the SARS-CoV-2 inactive vaccine did not have a negative effect on the growth and development of the rats. In the study conducted to examine the preclinical safety evaluation of the CoronaVac (inactive SARS-CoV-2 vaccine) vaccine and the toxicity of repeated administration, it was stated that the vaccine did not cause any local and general discomfort in the two-dose repeated vaccination application to rats [15,22,23]. When these literature results are evaluated, they are compatible with our study.

SARS CoV 2 inactivated vaccines are the most effective and economical way known to protect against and control the coronavirus outbreak. Since the main purpose of vaccination against SARS CoV 2 and its variants is to immunize healthy individuals, the safety requirement of vaccines must be met very high when used in healthy children. Inactivated SARS CoV 2 vaccines are among the vaccines developed against the COVID 19 pandemic that have received emergency use authorization in humans, but have not had sufficient preclinical safety assessments and have been put into rapid use. For this reason, preclinical studies on inactivated and other vaccines developed against the SARS-CoV-2 virus are still ongoing.

As a result, it was concluded that repeated vaccination with three doses of SARS-CoV-2 inactivated vaccine administered to suckling rat pups at 14-day intervals starting from the 14th day of lactation was well tolerated by the rats, did not change the breastfeeding behavior of the mothers, did not have any negative effects on eye opening and motor reflex development, and did not cause local and systemic toxicity. Before these preclinical research results are transferred to clinical human applications, it is necessary to support the results by repeating the repeated administration of inactivated SARS CoV 2 vaccine with animal models other than the rat species during the suckling period.

Limitations

This study should be supported with other vertebrate suckling animal models to support its results.

Acknowledgements

We would like to thank Prof. Dr. Şükran Köse for sharing his experiences with us in this study

5. REFERENCE

(1) Wu, Z.; McGoogan, J. M. Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72 314 Cases From the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA* **2020**, *323* (13), 1239–1242. https://doi.org/10.1001/jama.2020.2648.

(2) Khoshnood, S.; Arshadi, M.; Akrami, S.; Koupaei, M.; Ghahramanpour, H.; Shariati, A.; Sadeghifard, N.; Heidary, M. An Overview on Inactivated and Live-Attenuated SARS-CoV-2 Vaccines. *J. Clin. Lab. Anal.* **2022**, *36* (5), e24418. https://doi.org/10.1002/jcla.24418.

(3) Liu, Q.; Qin, C.; Liu, M.; Liu, J. Effectiveness and Safety of SARS-CoV-2 Vaccine in Real-World Studies: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Infect. Dis. Poverty* **2021**, *10* (1), 132. https://doi.org/10.1186/s40249-021-00915-3.

(4) Ludvigsson, J. F. Systematic Review of COVID-19 in Children Shows Milder Cases and a Better Prognosis than Adults. *Acta Paediatr. Oslo Nor. 1992* **2020**, *109* (6), 1088–1095. https://doi.org/10.1111/apa.15270.

(5) Ladhani, S. N.; Amin-Chowdhury, Z.; Davies, H. G.; Aiano, F.; Hayden, I.; Lacy, J.; Sinnathamby, M.; de Lusignan, S.; Demirjian, A.; Whittaker, H.; Andrews, N.; Zambon, M.; Hopkins, S.; Ramsay, M. E. COVID-19 in Children: Analysis of the First Pandemic Peak in England. *Arch. Dis. Child.* **2020**, *105* (12), 1180–1185. https://doi.org/10.1136/archdischild-2020-320042.

(6) Hamad Saied, M.; van der Griend, L.; van Straalen, J. W.; Wulffraat, N. M.; Vastert, S.; Jansen, M. H. A. The Protective Effect of COVID-19 Vaccines on Developing Multisystem Inflammatory Syndrome in Children (MIS-C): A Systematic Literature Review and Meta-Analysis. *Pediatr. Rheumatol. Online J.* **2023**, *21* (1), 80. https://doi.org/10.1186/s12969-023-00848-1.

(7) Bi, Qifang et al., B., Qifang et al. Epidemiology and Transmission of COVID-19 in 391 Cases and 1286 of Their Close Contacts in Shenzhen, China: A Retrospective Cohort Study. *Lancet Infect. Dis.* **2020**, *Volume 20* (Issue 8), 911–919.

(8) Otto, S. P.; Day, T.; Arino, J.; Colijn, C.; Dushoff, J.; Li, M.; Mechai, S.; Van Domselaar, G.; Wu, J.; Earn, D. J. D.; Ogden, N. H. The Origins and Potential Future of SARS-CoV-2 Variants of Concern in the Evolving COVID-19 Pandemic. *Curr. Biol. CB* **2021**, *31* (14), R918–R929. https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.06.049.

(9) Mallapaty, S. Will COVID Become a Disease of the Young? *Nature* **2021**, *595* (7867), 343–344. https://doi.org/10.1038/d41586-021-01862-7.

(10) US Food and Drug Administration, FDA Authorizes Pfizer-BioNTech COVID-19 Vaccine for Emergency Use in Children 5 through 11 Years of Age, (Accessed May 25, 2022)., 2021.

(11) European Medicines Agenc, *Comirnaty COVID-19 vaccine: EMA recommends approval for children aged 5 to 11(accessed May 25, 2022).*

(12) Vadrevu, Krishna Mohan et al. Immunogenicity and Reactogenicity of an Inactivated SARS-CoV-2 Vaccine (BBV152) in Children Aged 2–18 Years: Interim Data from an Open-Label, Non-Randomised, Age De-Escalation Phase 2/3 Study, *Lancet Infect. Dis.* **2022**, *Volume 22*, (Issue 9,), 1303–1312.

(13) Zhang, D.; Bao, X.; Zhu, J.; Zheng, W.; Sun, L. Safety of an Inactivated COVID-19 Vaccine (CoronaVac) in Children Aged 7-14 Years in Taizhou, China. *Diagn. Microbiol. Infect. Dis.* **2024**, *109* (2), 116253. https://doi.org/10.1016/j.diagmicrobio.2024.116253.

(14) Gao, P.; Cai, S.; Liu, Q.; Du, M.; Liu, J.; Liu, M. Effectiveness and Safety of SARS-CoV-2 Vaccines among Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Vaccines* **2022**, *10* (3), 421. https://doi.org/10.3390/vaccines10030421.

(15) Huang, Z.; Jiang, Q.; Wang, Y.; Yang, J.; Du, T.; Yi, H.; Li, C.; Li, Y.; wu, Z.; Fan, S.; Liao, Y.; Zhang, Y.; Wang, L.; Jiang, G.; Tang, D.; Ye, Y.; Wang, C.; Li, Z.; Li, Z.; Zhang, C.; Ma, K.; Li, Q. SARS-CoV-2 Inactivated Vaccine (Vero Cells) Shows Good Safety in Repeated Administration Toxicity Test of Sprague Dawley Rats. *Food Chem. Toxicol.* **2021**, *152*, 112239. https://doi.org/10.1016/j.fct.2021.112239.

(16) Köse, Ş.; Yılmaz, C.; Kıratlı, K.; Çelebi, Ç.; Akan, P.; Kumas Kulualp, M.; Duman, S.; Yılmaz, O. Effects of Repeated Doses of the Vero Cell Vaccine (SARS-Cov-2 Inactivated Vaccine) on Renal Functions in Balb/C Albino Mice. *J. Inflamm. Res.* **2024**, *17*, 2851–2860. https://doi.org/10.2147/JIR.S455682.

(17) Vakhrusheva, A. V.; Kudriavtsev, A. V.; Kryuchkov, N. A.; Deev, R. V.; Frolova, M. E.; Blagodatskikh, K. A.; Djonovic, M.; Nedorubov, A. A.; Odintsova, E.; Ivanov, A. V.; Romanovskaya-Romanko, E. A.; Stukova, M. A.; Isaev, A. A.; Krasilnikov, I. V. SARS-CoV-2 Subunit Virus-like Vaccine Demonstrates High Safety Profile and Protective Efficacy: Preclinical Study. *Vaccines* **2022**, *10* (8), 1290. https://doi.org/10.3390/vaccines10081290.

(18) Parker, G. A.; Picut, C. A.; Swanson, C.; Toot, J. D. Histologic Features of Postnatal Development of Immune System Organs in the Sprague-Dawley Rat. *Toxicol. Pathol.* **2015**, *43* (6), 794–815. https://doi.org/10.1177/0192623315578720.

(19) Feather-Schussler DN; Ferguson TS. A Battery of Motor Tests in a Neonatal Mouse Model of Cerebral Palsy. *J Vis Exp* **2016**, *3* (17), 53569. https://doi.org/doi: 10.3791/53569.

(20) Nguyen AT; Armstrong EA; Yager JY. Neurodevelopmental Reflex Testing in Neonatal Rat Pups. *J Vis Exp* **2017**, *24* (122), 55261. https://doi.org/doi: 10.3791/55261.

(21) Mancebo, A.; Casacó, A.; Sánchez, B.; González, B.; Gómez, D.; León, A.; Bada, A. M.; Arteaga, M. E.; González, Y.; González, C.; Pupo, M.; Fuentes, D. Repeated Dose (14 Days) Rat Intramuscular Toxicology Study of Her1 Vaccine. *Regul. Toxicol. Pharmacol.* **2012**, *64* (3), 425–434. https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2012.10.002.

(22) Zhao, Y.; He, Z.; Wang, Z.; He, Y.; Zhao, X.; Liang, H.; Guo, Y.; Wang, Y.; Zhang, X.; Zhu, H.; Dong, Y.; Liu, Y.; Li, W.; Ding, L.; Zhu, X.; Lan, H.; Zhang, Y.; Wang, H.; Yang, X. Repeat-Dose Toxicity of Candidate Omicron COVID-19 Vaccine in Sprague-Dawley Rats. *COVID* **2023**, *3* (1), 51–64. https://doi.org/10.3390/covid3010003.

(23) Wang, Z.; Zhang, H. J; Lu, J.; Xu, K. W. Low Toxicity and High Immunogenicity of an Inactivated Vaccine Candidate against COVID-19 in Different Animal Models. *Emerg. Microbes Amp Infect.* **2020**, *9* ((1),), 2606-2618.

EFFECTS OF INTERMITTENT FASTING ON METABOLISM AND ITS EFFECTS ON CANCER PREVENTION AND TREATMENT

Canberk Yılmaz[1]

[1]Dr., Health Sciences University, Tepecik Research and Education Hospital, Department of Child Health and Diseases, Izmir, ORCID ID:0000-0002-0049-7614

Damla Oğuz Yılmaz[2]

[2] Dietician Specialist, Izmir Diet & Psychology Counseling Center, ORCID ID:0009-0002-2521-1595

ABSTRACT

Despite valuable research on cancer all over the world, it continues to be one of the most common causes of death in all societies. The reason why cancer is one of the most serious health problems is that it is very diverse and has many unknowns. Considering that the world population is rapidly aging, the frequency of cancer in the society will gradually increase in the coming years. However, even if there is a significant improvement in the overall survival of patients diagnosed with cancer with current cancer treatments, the quality of life of those who survive with common symptoms such as cellular and organ damage, neuropathy, fatigue, cognitive problems and pain in patients who receive chemotherapy and radiation therapy is significantly reduced. Wouldn't it be more effective to focus some of the research conducted for cancer diagnosis and treatment on cancer prevention in society? The reasons associated with the formation of cancer in the society are shown as tobacco use, inactivity, excessive weight, processed foods, low consumption of antioxidant vitamins and phytochemicals. In this context, focusing on efforts to protect people from cancer may offer an opportunity to reduce the frequency of cancer through a healthier lifestyle. In recent years, research has intensified on cancer prevention and calorie restriction diets in the development of cancer. Calorie restriction without malnutrition has been shown to be effective in preventing cancer in rodents and monkeys. Calorie restriction promotes anticarcinogenic adaptations in humans, such as decreased production of growth factors, inflammatory cytokines and anabolic hormones, and decreased DNA damage caused by oxidative stress and free radicals. The dietary model defined as intermittent fasting in the literature may be an alternative solution in cancer prevention. There are many different types of intermittent fasting. Intermittent fasting regimen can be applied in different ways, such as fasting for 16 hours a day and consuming food in the remaining 8 hours, or fasting for 24 hours, 2 days a week. As a result, it would be appropriate to emphasize that intermittent fasting can reduce cancer incidence and have positive effects on cancer treatment outcomes in studies conducted in rodents and humans. As cancer researchers intensify their research on intermittent fasting, more effective recommendations can be made on the lifestyle and nutritional patterns of the society.

Keywords: Intermittent Fasting, Cancer Incidence, Cancer Treatment,

1.INTRODUCTION

Despite valuable research on cancer worldwide, it continues to be one of the most common causes of death in all societies. Despite significant advances in the field of oncology, cancer continues to be the second leading cause of death and morbidity in the United States. [1,2], caused an estimated 608,570 deaths in 2021 alone [2]. This rate is expected to increase further, considering that the world population is getting older. The estimated lifetime risk of being diagnosed with cancer is 40.14% for men and 38.70% for women[3], and it is estimated that there will be 22 million cancer survivors in the United States by 2030 [4]. However, even with a significant improvement in overall survival at 5 years, the quality of life of survivors is reduced due to post-cancer treatment discomfort such as cellular and organ damage, neuropathy, fatigue, cognitive problems, and pain resulting from chemotherapy and/or radiation therapy [5]. Such physical and psychosocial symptoms often persist for much longer than 5 years and [6] Survivors report unmet needs even 10 years after treatment [7]. Worse than that, around 8% of those treated develop a second cancer, and half of them are likely to die from a second malignancy [8].The most important reason why cancer is one of the serious health problems is due to the fact that there are different types of cancer and many unknowns. Considering that the world population is also

rapidly aging, it is predicted that the frequency of cancer in the society will increase in the coming years. Although there is a significant improvement in the overall survival of patients diagnosed with cancer due to the current cancer treatments, the severe damage caused to the cells and organs of patients who receive chemotherapy and radiation therapy causes widespread symptoms such as immune system, nervous system damage, neuropathy, fatigue, cognitive problems and pain, and significantly decreases the quality of life of survivors. Considering all these, wouldn't it be more effective to transfer some of the funds to the protection and prevention of cancer in the society in addition to the research conducted for cancer diagnosis and treatment? Couldn't the society be better guided by focusing on the causes of cancer in the society, such as use, inactivity, excessive weight, processed foods and other risk factors? In this context, focusing on the efforts to protect people from cancer in the society can offer very serious and effective opportunities to reduce the frequency of cancer through healthier lifestyles.

Recently, research has focused on calorie restriction diets, which are believed to be effective in preventing cancer formation and cancer development. Experimental studies on this subject have shown that calorie restriction without malnutrition is effective in preventing cancer in rodents and monkeys. Calorie restriction promotes anticarcinogenic adaptations in humans, such as decreased production of growth factors, inflammatory cytokines and anabolic hormones, and decreased DNA damage caused by oxidative stress and free radicals [9]. Chronic daily calorie restricted diet (CR) has a strong effect in preventing spontaneous and chemically induced tumors in animal models without malnutrition [10]. At the molecular level, long-term CR in rodents and humans activates DNA repair, autophagy, antioxidant and heat shock protein chaperone pathways while inhibiting cell proliferation and biomarkers of cell senescence. [11].

Although CR studies in cancer prevention are positive, many people find CR difficult to maintain for long periods of time. Intermittent fasting (IF) is suggested as an alternative because it may be more sustainable. Fasting has a rich history rooted in religious traditions and has been practiced for thousands of years, making it easier for people to adapt [12]. The fact that fasting is considered a religious act of worship and advocated in Christianity, Judaism, Buddhism and Islam makes it easier to implement in societies with different religious beliefs. [13]. Fasting has been studied by the medical community since the early 1900s for a variety of conditions, including obesity, and has recently gained popularity in many parts of the world. IF refers to episodic periods of little or no calorie intake. Variations of IF include fasting for a full 24 hours on certain days [14] or fasting on 1 or 2 non-consecutive days per week, which are typically referred to as the 6:1 and 5:2 diets, respectively [15].

Mice starve to death after a 48- to 60-hour fast due to their high metabolic rate. In comparison, even thin humans can fast for 57 to 73 days total before death occurs[16]. This suggests that a 24-hour fasting cycle in mice is likely approximately equivalent to repeated 5-day fasting cycles in humans. There may also be notable gender differences, as ketone body levels have been found to be lower in men than in women after fasting, possibly due to differences in glucose requirements[17]. Furthermore, rodent models undergoing IF are fed nutritionally balanced foods during non-fasting periods, whereas humans consuming a typical Western diet are likely to consume additional empty calories from a range of ultra-processed, nutrient-poor foods. Although preclinical models provide added value in attempting to elucidate the underlying mechanisms of IF, their translation to humans is imperfect. Therefore, future studies focused on clinical testing of IF in humans have the greatest potential to provide meaningful results for patients with cancer.

Although some mechanisms of fasting and chronic CR are similar, the formation of ketone bodies is specific to fasting. Under fasting conditions, ketone bodies are produced in the liver from fatty acids as the main source of brain energy [18]. Ketone bodies have been shown to inhibit histone deacetylases and may reduce tumor growth [19]. In addition, the ketone body β-hydroxybutyrate acts as an endogenous histone deacetylase inhibitor, causing downstream signaling that protects against oxidative stress [20]. However, in mice, plasma concentrations of ketones increase after only 4 to 7 hours of fasting and peak after 24 hours. In humans, ketone bodies do not increase until 18 to 24 hours and do not peak until 2 weeks of fasting [21].

The diet model defined as intermittent fasting in the literature above could be an alternative solution in preventing cancer and preventing cancer development? As intermittent fasting has become widespread, there have been serious speculations about it. In recent years, many important benefits of intermittent fasting, such as easy weight loss, increased mental clarity, strengthening the immune system and reducing the risk of cancer, have been emphasized. What is intermittent fasting? Does it have such serious benefits? Is it safe to apply? Important questions such as these are asked by people and tried to be answered. Intermittent fasting is a meal plan within a regular program. Intermittent fasting regimen can be applied as fasting for 24 hours and 2 days a week or as restricted nutrition. As a result, it would be appropriate to emphasize that intermittent fasting can

reduce the incidence of cancer and have positive effects on cancer treatment results in rodent and human studies. As cancer researchers intensify their research on intermittent fasting, more effective suggestions can be made on the lifestyle and nutritional patterns of the society. Intermittent fasting is a dietary trend in which you eat normally at certain times and take in very little or no food at other times. There are no specific foods you should or shouldn't eat with intermittent fasting, just rules about the timing or amount of food you eat. Intermittent fasting is also known as intermittent energy restriction. When you do intermittent fasting, there are times when you don't eat anything at all, which means you eat less overall in a day or week. The times you do eat should be eaten normally, focusing on nutritious foods. You can drink water whenever you want, including when you're fasting. There are many different ways to do intermittent fasting. These include daily restricted eating, where you eat in an 8-hour window in a 16:8 ratio and fast for the remaining 16 hours, the 5:2 diet, where you choose to eat only small amounts of food for 2 days a week and eat normally for the other 5 days, or the eat-stop-eat diet, where you fast for 24 hours for 1 or 2 days a week. Water and zero-calorie beverages like black coffee and tea are allowed during intermittent fasting. During your eating periods, "eating normally" doesn't mean going crazy. Studies show that if you fill your mealtimes with high-calorie foods, fried foods, and treats, you're less likely to lose weight or become healthier. But what some experts like about intermittent fasting is that it allows you to eat and enjoy a variety of foods. Sharing good, nutritious foods with others and savoring the mealtime experience increases satisfaction and promotes good health. Most nutritionists consider the Mediterranean diet a good plan for what to eat, whether you're intermittent fasting or not. You can hardly go wrong when you choose complex, unrefined carbohydrates like leafy greens, healthy fats, lean protein, and whole grains [22].

It has been shown that the intermittent fasting diet regimen does more than just burn stored fat during the fasting period. When these metabolic changes occur, it affects the body and the brain," she explains [23]. Studies have shown a number of health benefits associated with the practice, including a longer life, a leaner body, and a sharper mind. Many mechanisms occur during intermittent fasting that can protect organs against chronic diseases such as type 2 diabetes, heart disease, age-related neurodegenerative disorders, and even inflammatory bowel disease and many types of cancer[24]. There is research being done on other ways intermittent fasting might work, such as whether it might affect how your body processes energy while fasting. No definitive results have been published yet. It suggests that intermittent fasting could play an important role in cancer treatment by encouraging conditions that limit the ability of cancer cells to adapt, survive, and grow [22].

Studies show that intermittent fasting is a way to manage your weight and prevent or even reverse some types of disease. Fasting has potential benefits on many organs, including digestion, liver, pancreas, heart, brain, and immune system; these include detoxification, weight control, blood sugar regulation, blood pressure control, and improved cognitive function.

Among the benefits that intermittent fasting has so far been shown to have significant positive effects on thinking and memory, heart health, physical performance, type 2 diabetes, and obesity, animal studies have shown that intermittent fasting prevents obesity, and adult people prone to obesity have lost weight with intermittent fasting. People with type 2 diabetes may benefit from: Most current research shows that intermittent fasting can help people lose body weight and lower fasting glucose, fasting insulin, and leptin levels, reduce insulin resistance, lower leptin levels, and increase adiponectin levels. Some studies have found that some patients who practice intermittent fasting under the supervision of their doctors were able to reverse their need for insulin therapy. In animals, intermittent fasting has reduced tissue damage and improved outcomes in surgery.

Some people try intermittent fasting for weight management, and others use it to address chronic conditions like irritable bowel syndrome, high cholesterol, or arthritis. But intermittent fasting isn't for everyone. Before trying intermittent fasting (or any diet), you should first consult your primary care provider. Some people should avoid intermittent fasting, including children and teens under the age of 18, women who are pregnant or breastfeeding, and people with type 1 diabetes who use insulin. While intermittent fasting has been shown to be safe in people with type 2 diabetes, no studies have been done in people with type 1 diabetes. "Since people with type 1 diabetes use insulin, there is concern that intermittent fasting may lead to unsafe levels of hypoglycemia during the fasting period. However, people who are not in these categories and can safely practice intermittent fasting can continue the regimen indefinitely. It can be a lifestyle change and has benefits. Intermittent fasting can have different effects on different people. If anxiety, headaches, nausea or other symptoms occur frequently after starting intermittent fasting, it is important to consult a doctor.

Surgical tumor removal, radiation and chemotherapy, along with the recently discovered immunotherapy, have become routine treatment protocols for cancer patients due to incredible advances in oncology; however, the overall survival time and prognosis of patients are not satisfactory. [25]. Moreover, patients have to endure various side effects along with the risk of disease relapse while receiving standard treatment, which affects patients on various levels: physically, emotionally, cognitively, financially, and socially. Emerging evidence suggests that intermittent fasting may help prevent and treat cancer by increasing the efficacy and tolerance of anticancer drugs and improving the quality of life of cancer patients through various biological mechanisms of adaptation induced by intermittent fasting [26]. Fasting causes changes in the activity of various metabolic pathways as the body shifts to a mode where it produces energy and metabolites predominantly from fat tissue and, to a lesser extent, from muscle. Normal cells are protected from chemotherapy attacks by changes in circulating hormones and metabolites, resulting in reduced cell differentiation and metabolic activity. Cancer cells may respond differently than normal cells and become more susceptible to chemotherapy and other cancer treatments if they violate the anti-growth directives required by these fasting environments. In order to meet the body's fuel needs during fasting, metabolic stress causes insulin levels to fall and glucagon levels to rise, increasing the breakdown of liver glycogen reserves (glucose) and triglycerides (glycerol and free fatty acids). As a result, long-term fasting benefits the brain, muscle, liver, and fat tissue through several biological mechanisms[24,27]. The brain gradually adjusts to using ketone bodies in addition to glucose to meet its energy needs, while other tissues use fatty acids for energy. Gluconeogenesis is fueled by ketone bodies formed in the liver from fatty acids, fat-derived glycerol, and amino acids in the ketogenic state. Therefore, glucose levels are maintained at approximately 70 mg per dL, which is used primarily by the brain.[28]. Histone deacetylases are inhibited by ketone bodies, which may slow down tumor development. In addition, β-hydroxybutyrate, a ketone body, acts as an inhibitor of endogenous histone deacetylases. [29].

2. CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

In light of the literature above, intermittent fasting affects and activates hormones and genes that affect metabolism. When you don't eat for a period of time, your body changes and activates a gene expression that increases your muscles' ability to use stored body fat. Studies have shown that intermittent fasting can help you lose weight, burn fat, and improve blood lipids. In terms of blood sugar management, fasting supports the use of fasting as a way to improve blood sugar control and potentially reduce the risk of diabetes; however, gender may also play a role and more studies are needed. The benefits of intermittent fasting for people with type 2 diabetes include lowering fasting glucose and fasting insulin, reducing insulin resistance, and lowering levels of the appetite hormone leptin. Another benefit of fasting for gut health is suggested to be its positive effect on both the diversity and number of beneficial bacteria in the gut. This has been shown to have a beneficial effect on weight change, waist size, and metabolism.

Heart health studies have shown that intermittent fasting may reduce some of the risk factors for heart disease, including blood pressure, cholesterol, and markers of inflammation. It may help prevent disease. Lightening up your normal eating pattern appears to give your body time to focus on other important functions, including disease prevention. This is because when we fast, the body initiates a process called autophagy. It's likened to the body's 'housekeeping' of removing waste products from cells. Autophagy is thought to improve the body's ability to manage chronic inflammation, thereby reducing the risk of diseases such as heart disease, multiple sclerosis, and rheumatoid arthritis.

It may delay aging and support growth and metabolism. Fasting, and particularly a low-protein diet, has been linked to increased lifespan in animal studies. Fasting appears to increase levels of human growth hormone, a hormone that plays an important role in growth and repair, metabolism, weight loss, muscle strength, and exercise performance. Since longevity research is largely done in animals today, more studies are needed to fully understand how this may affect human aging.

It can reset your circadian rhythm. Studies suggest that intermittent fasting directly affects the gut microbiome, leading to changes in levels of chemicals called metabolites that act as signaling molecules to our central body clock. In this way, fasting may help reset our circadian rhythm and benefit conditions associated with a dysregulated body clock, such as obesity.

May support brain function. Animal studies suggest that fasting may protect against and improve outcomes in Parkinson's and Alzheimer's, and may also improve brain function by supporting memory and brain processing. Similarly, animal studies suggest that fasting may protect brain health and increase the production

of nerve cells. More research is needed to determine its importance in humans and whether age, body weight, and intake of certain nutrients are more important than fasting.

Human studies suggest that fasting may reduce symptoms of anxiety and depression and improve social connection. More studies are needed to assess these effects, but the findings to date are encouraging. Prolonged fasting has been shown to affect different systems in the body in patients. During fasting, the breakdown of liver glycogen reserves (into glucose) and triglycerides (into glycerol and free fatty acids) occurs. The brain gradually adjusts to using ketone bodies in addition to glucose to meet its energy needs, while other tissues use fatty acids for energy. Gluconeogenesis is supported by ketone bodies formed in the liver from fatty acids, fat-derived glycerol, and amino acids during the ketogenic phase of fasting.

In summary, it has been proven in studies that intermittent fasting can improve health, provide longevity and keep excess weight off. In addition, chronic calorie experimental and human studies have emphasized its strong cancer prevention effects. According to the results of experimental animal models of chronic calorie restriction, people have increased their interest in intermittent fasting. Intermittent fasting is strongly recommended due to the positive effects of intermittent fasting on cancer in terms of prevention and increasing the effectiveness of treatment. The results of intermittent fasting models in rodents and animal models are not fully accepted by oncologists in adapting to a cancer patient. Therefore, the effects of intermittent fasting on human cancer incidence and prognosis, the results of high-quality randomized clinical trials are essential and necessary. Some clinical studies suggest that long-term fasting is safe in some patients with cancer and can potentially reduce chemotherapy-related toxicity and tumor growth. However, more extensive research is needed to explain the risks and benefits of fasting in cancer patients. Intermittent fasting may be considered in adults due to its benefits in cancer prevention, but more research is needed as its benefits in cancer treatment are not fully elucidated.

3. REFERENCES

(1) Xu J; Murphy SL; Kochanek KD; Kochanek KD; Arias E. Mortality in the United States, *2018 NCHS Data Brief***2020**, *2355*, 1–8.

(2) Sung H; Ferlay J; Siegel RL; LaversanneM;Soerjomataram I; Jemal A,; Bray F. Global Cancer Statistics 2020 GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin***2021**, *71(3):209-249.* (3), 209–249. https://doi.org/doi: 10.3322/caac.21660.

(3) N Howlader, N. H.; AM Noone; M Krapcho,SEER Cancer Statistics Review, 1975-2016., 2019.

(4) Miller KD; Nogueira L; Mariotto AB; et all. Cancer Treatment and Survivorship Statistics, 2019. *CA Cancer J Clin***2019**, *69* (5), 363–385. https://doi.org/doi: 10.3322/caac.21565.

(5) BeckjordEB; Reynolds KA; van Londen GJ; et all. Population-Level Trends in Posttreatment Cancer Survivors' Concerns and Associated Receipt of Care: Results from the 2006 and 2010 LIVESTRONG Surveys. *J Psychosoc Oncol***2014**, *32*, 125–151.

(6) Foster C; Wright D; Hill H; Hopkinson J. Psychosocial Implications of Living 5 Years or More Following a Cancer Diagnosis: A Systematic Review of the Research Evidence. *Eur J Cancer Care***2009**, *18*, 223-247.

(7) Burg MA; Adorno G; Lopez EDS. Current Unmet Needs of Cancer Survivors: Analysis of Open-Ended Responses to the American Cancer Society Study of Cancer Survivors II. *Cancer.***2015**, *121:* 623–630.

(8) DoninN;Filson C,; Drakaki A,. Risk of Second Primary Malignancies among Cancer Survivors in the United States, 1992 through 2008. *Cancer.***2016**, *122*,3075–3086.

(9) Longo VD; Fontana L. Calorie Restriction and Cancer Prevention: Metabolic and Molecular Mechanisms. *Trends Pharmacol Sci***2010**, *31:* 89-98.

(10) Redman LM;Ravussin E. Caloric Restriction in Humans: Impact on Physiological, Psychological, and Behavioral Outcomes. *Antioxid Redox Signal***2011**, *14:* 275–287.

(11) MerckenEM; Crosby SD; Lamming DW. Calorie Restriction in Humans Inhibits the PI3K/AKT Pathway and Induces a Younger Transcription Profile. *Aging Cell***2013**, *12*645-651.

(12)KerndtPR; Naughton JL; Driscoll CE; Loxterkamp DA. Fasting: The History, Pathophysiology and Complications. *West J Med***1982**, *137:* 379-399.

(13)HoddyKK; Marlatt KL; Cetinkaya H; Ravussin E. Intermittent Fasting and Metabolic Health: From Religious Fast to Time-Restricted Feeding. *Obes. Silver Spring***2020**, *28(suppl 1):* S29-S37.

(14)Anson RM; Guo Z; de Cabo R, Intermittent Fasting Dissociates Beneficial Effects of Dietary Restriction on Glucose Metabolism and Neuronal Resistance to Injury from Calorie Intake. *Proc Natl Acad Sci U A***2003**, *100:* 6216-6220.

(15)Harvie MN;Pegington M,; Mattson MP,. The Effects of Intermittent or Continuous Energy Restriction on Weight Loss and Metabolic Disease Risk Markers: A Randomized Trial in Young Overweight Women. *Int. J. Obes.***2011**, *35:*714-727.

(16)Leiter LA;Marliss EB. Survival during Fasting May Depend on Fat as Well as Protein Stores. *JAMA.***1982**, *248.*, 2306–2307.

(17)Haymond MW; Karl IE; Clarke WL; Pagliara AS; Santiago JV. Differences in Circulating Gluconeogenic Substrates during Short-Term Fasting in Men, Women, and Children. *Metabolism.***1982**, *31:*33–42.

(18)Kimura I; Inoue D Maeda T; Short-Chain Fatty Acids and Ketones Directly Regulate Sympathetic Nervous System via G Protein-Coupled Receptor 41 (GPR41). *Proc Natl Acad Sci U A***2011**, *108:* 8030–8035.

(19)Newman JC,

; Verdin E. Ketone Bodies as Signaling Metabolites. *Trends Endocrinol Metab***2014**, *25:* 42-52.

(20)Shimazu T; Hirschey MD; Newman J,. Suppression of Oxidative Stress by β-Hydroxybutyrate, an Endogenous Histone Deacetylase Inhibitor. *Science.***2013**, *339:*, 211-214.

(21)Schreiber RA; Yeh YY. Temporal Changes in Plasma Levels and Metabolism of Ketone Bodies by Liver and Brain after Ethanol and/or Starvation in C57BL/6J Mice. *Drug Alcohol Depend***1984**, *13:* 151–160.

(22)Tiwari S; Sapkota N; Han Z. Effect of Fasting on Cancer: A Narrative Review of Scientific Evidence. *Cancer Sci***2022**, *113* ((10)), 3291-3302. https://doi.org/10.1111/cas.15492.

(23)Patterson RE; Sears DD. Metabolic Effects of Intermittent Fasting. *.Annu Rev Nutr***2017**, *21* (37), 371–393. https://doi.org/doi: 10.1146/annurev-nutr-071816-064634.

(24)Mattson MP; Longo VD; Harvie M. Impact of Intermittent Fasting on Health and Disease Processes. *Ageing Res Rev***2017**, *5* (39), 46-58. https://doi.org/10.1016/j.arr.2016.10.00.

(25)Miranda-Filho A; Bray F; Charvat H; Rajaraman SSoerjomataram I. The World Cancer Patient Population (WCPP): An Updated Standard for International Comparisons of Population-Based Survival. *Cancer Epidemiol***2020**. https://doi.org/doi: 10.1016/j.canep.2020.101802.

(26)Nencioni A, I, C.; Cortellino S, Longo VD. Fasting and Cancer: Molecular Mechanisms and Clinical Application. *Nat Rev Cancer***2018**, *8* (11), 707-719. https://doi.org/doi: 10.1038/s41568-018-0061-0.

(27)Clifton KK; Ma CX, Fontana L, Peterson LL. Intermittent Fasting in the Prevention and Treatment of Cancer. *CA Cancer J Clin***2021**, *71*, 527-546.

(28)Hall ME, H. ME.; Hall JE,.*Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology*; e-Book. Elsevier Health Sciences; 2020.

(29)Newman JC, Verdin E. Ketone Bodies as Signaling Metabolites. *Trends Endocrinol Metab***2014**, *25* (1), 42–52. https://doi.org/doi: 10.1016/j.tem.2013.09.0.

6 TIMES MORE COMMON IN WOMEN: A SINGLE-CENTRE EPIDEMIOLOGICAL STUDY OF SJOGREN SYNDROME

Bilal TUNÇTÜRK[1]

[1] Uzm. Dr., Diyarbakır Selahaddin Eyyubi State Hospital, Department of Medical Pathology, Diyarbakır, Turkey

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1738-1025

Ulaş ALABALIK [2]

[2] Prof. Dr.**,** Dicle University, Faculty of Medicine, Department of Medical Pathology, Diyarbakır, Turkey

[2]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-4551-8439

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Sjögren syndrome (SS) is a chronic autoimmune disease that primarily affects the salivary and lacrimal glands. The pathophysiology of this disease is complex, involving interactions between genetic predisposition and triggers such as infections. The diagnosis of SS is based on clinical symptoms (particularly dry eyes and dry mouth), serological tests, and histopathological examination. Histopathological examination reveals lymphocytic infiltration in foci and findings of chronic sialadenitis. SS is approximately nine times more common in women and typically occurs between the ages of 40 and 60.

Materials and Methods: Between the beginning of 2017 and May 2025, 897 cases with a preliminary diagnosis of SS who had undergone biopsy at the Department of Pathology, Faculty of Medicine, Dicle University, were retrospectively reviewed and included in our study. Demographic, clinical, and laboratory findings obtained from the hospital information management system were added to the evaluation.

Results: Thirty-two (3.5%) of the biopsies were deemed insufficient because they lacked salivary gland tissue or were not of adequate size for evaluation. No findings indicative of SS were observed in 254 (28%) cases, while 611 (68%) cases received histopathological findings supportive of SS diagnosis. The distribution of patient cases between 2017 and 2025 by year was 71, 104, 66, 21, 74, 58, 99, 88, and 30. Of the patients, 520 (85%) were female and 91 (15%) were male. The overall mean age of diagnosed patients was 45.5 years; the mean age for females was 46.7 years, and for males, 40 years. The youngest patient was 13 years old, and the oldest was 82 years old. 309 (50%) patients were between 40 and 60 years old. The IgG4 immunohistochemical stain routinely used in SS evaluation was positive in 11 patients, 7 female and 4 male.

Discussion and Conclusion: Only 32 (3.5%) of the 897 cases were considered inadequate, indicating a high adequacy rate for biopsies. The lowest number of cases, 21, was recorded in 2020, a finding of particular note. This significant difference highlights the impact of the COVID-19 pandemic. Fifty percent of patients were between the ages of 40 and 60, which is consistent with the literature. The disease was observed to be approximately six times more common in women, and sources in the literature commonly report this ratio as nine. Although the proportion of female patients in our study is lower than that reported in the literature, it remains substantially high. In SS, men are diagnosed at a more advanced age than women and extraglandular involvement may also be observed. However, in our study, the age of diagnosis in men was approximately seven years earlier than in women. This difference indicates the need to investigate geographical and genetic factors. IgG4 immunohistochemical stain can be routinely performed to ensure that IgG4-related disease, which is included in the differential diagnosis of SS, is not overlooked. In our study, this positivity was observed in 11 patients. In conclusion, dry eye and dry mouth symptoms, which seriously affect quality of life, should be considered in the differential diagnosis of SS, especially when observed in women between the ages of 40 and 60.

Key Words: Sjögren syndrome, Salivary gland, Autoimmune disease, Epidemiology

KADINLARDA 6 KAT DAHA FAZLA: SJÖGREN SENDROMU'NA TEK MERKEZLİ EPİDEMİYOLOJİK BİR BAKIŞ

ÖZET

Giriş ve amaç: Sjögren sendromu (SS), özellikle tükürük ve gözyaşı bezlerini hedef alan kronik otoimmün bir hastalıktır. Bu hastalığın, genetik yatkınlık ve tetikleyiciler olan enfeksiyonların etkileşimiyle ortaya çıkan karmaşık bir patofizyolojisi vardır. SS'nun tanısında klinik belirtiler (özellikle kuru göz ve kuru ağız), serolojik testler ve histopatolojik

inceleme temel taşlardır. Histopatolojik incelemede kümeler şeklinde l**enfositik infiltrasyon** ve kronik sialoadenit bulguları görülür. SS, kadınlarda yaklaşık 9 kat daha sık görülür ve genellikle 40-60 yaş arasında ortaya çıkar.

Materyal ve metod: Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi, Patoloji Anabilim Dalı'nda 2017 yılının başı ile 2025'in 5. ayı arasında SS ön tanısı ile biyopsi alınan 897 vaka retrospektif olarak taranmış ve çalışmamıza dahil edilmiştir. Olguların hastane bilgi yönetim sisteminden elde edilen demografik, klinik ve laboratuvar bulguları değerlendirmeye eklendi.

Bulgular: Alınan biyopsilerin 32'si (%3,5) ya tükrük bezini hiç içermediğinden ya da değerlendirmeye uygun büyüklükte olmadığından yeterli değildi. 254'ünde (%28) SS'na ait bir bulgu izlenmezken, 611'i (%68) SS tanısını destekler nitelikte tanı almıştır. 2017 ve 2025 yılları arasındaki hasta olguların yıllara göre dağılımı sırasıyla 71, 104, 66, 21, 74, 58, 99, 88, 30 idi. Hastaların 520'si (%85) kadın, 91'i (%15) erkekti. Tanı alan hastaların genel yaş ortalaması 45,5, kadınların yaş ortalaması 46,7, erkeklerin yaş ortalaması 40 idi. En genç hasta 13, en yaşlı hasta 82 yaşındaydı. 309 (%50) hasta 40-60 yaş arasındaydı. SS değerlendirmesinde rutin kullanılan IgG4 immünhistokimyasal boyası 7'si kadın, 4'ü erkek 11 hastada pozititi.

Tartışma ve sonuç: 897 olgudan sadece 32'si (3,5) yetersiz olarak değerlendirilmiş olup, biyopsilerin yeterlilik oranları yüksektir. Yıllara göre dağılımda en düşük sayının 21 ile 2020 yılında görülmesi dikkat çekmektedir. Bu belirgin farkın ortaya çıkması Covid-19 pandemisinin etkisini akla getirmektedir. Hastaların %50'si 40-60 yaş arasında izlenmiş olup literatür ile uyumludur. Hastalık kadınlarda yaklaşık 6 kat daha fazla izlenmiş olup literatürde bu oranı 9 olarak veren kaynaklar yaygındır. Bu açıdan çalışmamızdaki kadın hastaların oranı literatürdekine göre daha düşük olsa da hala çok baskındır. SS'da erkekler kadınlara göre daha ileri yaşlarda tanı alıp ekstraglandüler tutulum da görülebilir. Ancak çalışmamızda erkeklerde tanı yaşı kadınlara göre yaklaşık yedi yıl daha erkendir. Bu farklılık coğrafi ve genetik faktörlerin araştırılması gerektiğini gösterir. SS değerlendirmesinde ayırıcı tanıya giren IgG4 ilişkili hastalığın atlanmaması için IgG4 immünhistokimyasal boyası rutin olarak uygulanabilir. Çalışmamızda 11 hastada bu pozitiflik izlenmiştir. Sonuç olarak hayat kalitesini ciddi etkileyen kuru göz ve kuru ağız bulguları, özellikle 40-60 arasındaki bir kadında görüldüğünde SS ayırıcı tanıda bulundurulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Sjögren sendromu, Tükrük bezi, Otoimmün hastalık, Epidemiyoloji

PIGMENT PRODUCTION FROM MICROALGAE: A PROMISING ALTERNATIVE

Belkıs Gökçen YEŞİLYURT

Res. Asst. Atatürk University, Faculty of Science

Medine GÜLLÜCE

Prof. Dr. Atatürk University, Faculty of Science

ABSTRACT

Recently, the growing awareness of the positive effects of natural products on human health and heightened understanding of environmental issues have caused a rise in the use of these products across various sectors. Natural pigments are one of the natural products that have gained popularity compared to synthetic alternatives. Microorganisms have attracted increasing attention for pigment production owing to their advantageous traits. Among all microorganisms, microalgae are considered to be the most promising candidates for producing natural pigments.

Microalgae are microscopic photosynthetic organisms capable of synthesizing a wide range of bioactive compounds, including pigments. They contain three main pigment groups: chlorophylls and carotenoids, and phycobilins. Chlorophylls function as essential photosynthetic pigments. Phycobilins are utilized in the food, cosmetic, and clinical research industries. Carotenoids are lipid soluble pigments and exhibit anticancer and anti-inflammatory activities, attributed to their antioxidant properties. Astaxanthin and β-carotene are the most widely commercially evaluated microalgal carotenoids. Astaxanthin has been reported to possess strong antioxidant activity. *Haematococcus lacustris*-based astaxanthin has the highest dry weight astaxanthin content among all natural sources. β-carotene from *Dunaliella salina* serves as vitamin-A precursor.

According to the Web of Science Database, there were 3,359 studies on "microalgae pigments", and the number of studies from 2004 to 2024 increased by 1426.09%. The large-scale cultivability of microalgae is an advantage in pigment production. Although the low levels of non-photosynthetic pigments and the high cost of large-scale cultivation limit microalgae's competitiveness with chemical alternatives, research on optimizing their pigments continues.

Türkiye has high potential in microalgal pigment research but studies in this area remain limited. Nevertheless, the studies on microalgae during the 2020 Antarctic Science Expedition and investigation of their photosynthetic capacity and metabolic changes in Türkiye's first manned space mission in 2024 are significant for the future of the field.

Key Words: Microalgae, Pigment, Astaxanthin

INTRODUCTION

In recent years, there has been an increasing demand for natural products in many different sectors. This is attributed to the demonstration of the positive effects of natural products on human health and a growing public awareness of environmental issues (Bayraktar and Kızılkaya, 2018). One of the natural products that have become popular recently is pigments. As a result of the association of the use of artificial colorants with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) and the other hyperactivity types, natural pigments are widely used in the market (Nwoba et al. 2020).

Historically, plants and animals were utilized as primary sources of colorants; however, in recent years, the use of microorganisms as alternative sources has become increasingly prevalent. Light, heat, temperature sensitivity and low water solubility are disadvantages of pigments obtained from plants (Di Salvo et al. 2023). Besides, in response to increasing industrial demands, microorganisms that are both resilient and fast-growing have come to the forefront (Nwoba et al. 2020). Among all microorganisms, microalgae are considered to be the most promising candidates for producing natural pigments (Hu et al. 2018).

ALGAE

Algae are organisms with a thalloid structure, lacking differentiated true roots, stems, and leaves.Although algae share certain similarities with higher plants, they are not classified within the Kingdom Plantae. They are mostly eukaryotic and those are classified under the Kingdom Protista. Cyanobacteria, which are also referred to as blue-green algae in the literature, are considered prokaryotic forms (Chu, 2012; Sasa et al. 2020). Algae exist in both microscopic and macroscopic forms. They are also classified according to their colors as red, green or brown algaes. (Chu, 2012). They inhabit a wide range of aquatic and semi-aquatic environments, including oceans, rivers, freshwater lakes, streams, creeks, polar lakes, ponds, and similar habitats. Algae constitute one of the primary producers in aquatic ecosystems. They generate about two-thirds of the photosynthetically fixed carbon required worldwide (Özdemir and Erkmen, 2013, Sasa et al. 2020; Karakurluk and Yücer, 2024). They represent essential and irreplaceable members of our ecosystems.

In addition to their contributions to the atmosphere, algae are also used as natural resources in many biotechnological and industrial fields. Algae contain high-value bioactive compounds such as polyunsaturated fatty acids (PUFAs), phycotoxins, pigments and polysaccharides. One of these crucial compounds is pigments. Algae contain three main pigment groups: carotenoids, phycobiliproteins, and chlorophylls. Of these, chlorophylls are green, mostly lipid-soluble, and essential photosynthetic pigments. Among the different types of chlorophyll (a, b, c, d, and f), types a and b are the most widespread. Chlorophyll a is present in all photosynthetic organisms, whereas chlorophyll b is found in plants and green algae. Chlorophyll c is primarily found in dinoflagellates, chlorophyll d in red algae, and chlorophyll f in cyanobacteria (Chu, 2012; Bayraktar and Kızılkaya, 2018; Sasa et al. 2020). Carotenoids are colored, liposoluble pigments composed of tetraterpenes. They exist in more than 600 structural variations. Carotenoids are widely utilized in various biotechnological purposes (Milani et al. 2017). Carotenoids can be classified into two main categories. Carotenoids consist of hydrocarbon structures called carotenes and their oxygenated derivatives known as xanthophylls (Gong and Bassi 2016). They exhibit anticancer and anti-inflammatory activities, attributed to their antioxidant properties. Phycobiliproteins are water-soluble accessory pigments. Based on their spectral properties, they are classified into three main types: phycocyanin, phycoerythrin, and allophycocyanin. They are widely used in cosmetic and biomedical research (Chu, 2012). Microalgae, which are microscopic forms of algae, have become prominent organisms in the production of these pigments.

MICROALGAE PIGMENTS

Microalgae have recently gained prominence in microbial pigment production due to their rapid reproduction, ability to survive under adverse conditions, capability for large-scale cultivation to produce desired chemicals, and the advantage of being cultivable without requiring arable land (Chu, 2012; Nwoba et al. 2020; Sasa et al. 2020). They are widely used in sectors such as food, medicine, pharmaceuticals, aquaculture, cosmetics and nutraceuticals due to their advantages such as being natural and non-toxic, unlike synthetic alternatives. Carotenoids are one of the most extensively utilized pigment groups in biotechnological applications. Among the carotenoids, the most significant commercially valuable pigments derived from microalgae are astaxanthin, β-carotene, lutein, lycopene, and canthaxanthin (Sasa et al. 2020). Some of the most studied microalgal carotenoids are shown in the Table 1.

Pigments	Microalgae
Astaxanthin	*Haematococcus lacustris*
β-caroten	*Dunaliella salina*
Canthaxanthin	*Coelastrella striolata*
Fucoxanthin	*Phaeodactylum tricornutum, Isochrysis galbana*

Table 1: Most studied microalgal pigments and microalgae species

Astaxanthin is a pigment with numerous beneficial bioactivities that is industrially produced from the various natural sources especially microalga *Haematococcus lacustris* (also known as *Haematococcus pluvialis*).

Astaxanthin is a xanthophyll carotenoid that, while closely related to other carotenoid types, possesses unique properties due to its hydroxyl and keto end groups. These structural features confer specific characteristics such as esterification capability, increased polarity, and enhanced antioxidant activity. Astaxanthin is considered one of the most potent antioxidant compounds, reported to be 65 times stronger than vitamin C, 100 times more powerful than vitamin E, and 10 times more effective than β-carotene, zeaxanthin, lutein, and canthaxanthin. Among living organisms, *Haematococcus lacustris* accumulates the highest levels of astaxanthin, with concentrations varying between 4% and 7.7% of its dry biomass under laboratory-scale cultivation (Butler and Golan, 2020). Studies have shown that astaxanthin has anticancer (Hwang et al. 2024), antidiabetic (Zhuge et al. 2021), antiaging (Huangfu et al. 2013), anti-inflammatory (Kohandel et al. 2022) and cardiovascular health-improving (Monroy-Ruiz et al. 2011) activities.

One of the important carotenoids obtained from microalgae is β-carotene. β-carotene acts as a precursor to vitamin A. The microalga *Dunaliella salina* is capable of producing β-carotene up to 14% of its dry weight (Chu, 2012). β-carotene has been reported to have antioxidant (Murthy et al. 2005) and anti-inflammatory activity (Badr et al. 2014). Lutein and zeaxanthin, two other pigments obtained from microalgae, have been reported to have beneficial effects on eye health (Ma et al. 2010).

A study conducted by Bayraktar and Kızılkaya in 2018 demonstrated that the microalgae *Chlorella vulgaris*, *Haematococcus pluvialis*, and *Porphyridium cruentum* possess potential for use in textile dyeing applications. It was reported that particularly good results were obtained from methanol extracts of the *H. pluvialis* species.

Studies focusing on microalgal pigments, especially carotenoids, continue to advance rapidly, with growing interest in their use across the cosmetic, healthcare, food, pharmaceutical, and nutraceutical sectors.

RESULTS AND DISCUSSION

Studies on microalgae pigments have become one of the trending topics in the scientific community. According to the Web of Science Database, there were 3,359 studies on “microalgae pigments”, and the number of studies from 2004 to 2024 increased by 1426.09%. This number reveals the importance of the issue with objective data.

On a global scale, East and Southeast Asia dominate algae cultivation. There are studies showing that this situation is also reflected in scientific studies. A bibliometric analysis from the 2021 study by Khaw et al. on fucoxanthin, identified Japan (379 articles), the United States (319 articles), and China (230 articles) as the three most productive countries in this research area. Türkiye has considerable potential in microalgal pigment research; however, studies in this field remain limited. For instance, the 2020 Antarctic Science Expedition led by Turkish scientists resulted in the isolation and identification of novel microalgal strains with biotechnological potential (TÜBİTAK MAM Polar Research Institute, 2020). More recently, Türkiye’s first manned space mission in 2024 included experiments investigating the photosynthetic capacity and metabolic responses of microalgae under microgravity, marking an important advancement in the country's engagement with space biotechnology (Daily Sabah, 2024).

Despite the numerous benefits of microalgae pigments, there are aspects of their production processes that need to be improved, and studies in this area seem likely to continue in the light of current data.

REFERENCES

Badr, A. M., Shabana, E. F., Senousy, H. H., & Mohammad, H. Y. (2014). Anti-inflammatory and anti-cancer effects of β-carotene, extracted from Dunaliella bardawil by milking. J. Food Agric. Environ, 12(3), 24-31.

Butler, T., & Golan, Y. (2020). Astaxanthin production from microalgae. Microalgae biotechnology for food, health and high value products, 175-242.

Chu, W. L. (2012). Biotechnological applications of microalgae. IeJSME, 6(1), S24-S37.

Daily Sabah. (2024, January 19). *Türkiye’s first space mission: 14 days of pioneering experiments*. https://www.dailysabah.com/life/science/turkiyes-first-space-mission-14-days-of-pioneering-experiments

Di Salvo, E., Lo Vecchio, G., De Pasquale, R., De Maria, L., Tardugno, R., Vadalà, R., & Cicero, N. (2023). Natural pigments production and their application in food, health and other industries. Nutrients, 15(8), 1923.

Gong, M., & Bassi, A. (2016). Carotenoids from microalgae: A review of recent developments. Biotechnology advances, 34(8), 1396-1412.

https://www.webofscience.com

Hu, J., Nagarajan, D., Zhang, Q., Chang, J. S., & Lee, D. J. (2018). Heterotrophic cultivation of microalgae for pigment production: A review. Biotechnology advances, 36(1), 54-67.

Huangfu, J., Liu, J., Sun, Z., Wang, M., Jiang, Y., Chen, Z. Y., & Chen, F. (2013). Antiaging effects of astaxanthin-rich alga Haematococcus pluvialis on fruit flies under oxidative stress. Journal of agricultural and food chemistry, 61(32), 7800-7804.

Hwang, E. J., Jeong, Y.-I., Lee, K.-J., Yu, Y.-B., Ohk, S.-H., & Lee, S.-Y. (2024). Anticancer Activity of Astaxanthin-Incorporated Chitosan Nanoparticles. Molecules, 29(2), 529.

Karakurluk, M., & Yücer, T. D. (2024). Algal Biyoaktif Bileşenler. Recep Tayyip Erdogan University Journal of Science and Engineering, 5(2), 204-215.

Khaw, Y. S., Yusoff, F. M., Tan, H. T., Noor Mazli, N. A. I., Nazarudin, M. F., Shaharuddin, N. A., & Omar, A. R. (2021). The critical studies of fucoxanthin research trends from 1928 to june 2021: A bibliometric review. Marine drugs, 19(11), 606.

Kızılkaya, İ. T., & Bayraktar, E. (2018). Alg Pigmentlerinin Tekstilde Doğal Boyar Madde Olarak Kullanımı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *22*, 50-57.

Kohandel, Z., Farkhondeh, T., Aschner, M., Pourbagher-Shahri, A. M., & Samarghandian, S. (2022). Anti-inflammatory action of astaxanthin and its use in the treatment of various diseases. Biomedicine & pharmacotherapy, 145, 112179.

Ma, L., & Lin, X. M. (2010). Effects of lutein and zeaxanthin on aspects of eye health. Journal of the Science of Food and Agriculture, 90(1), 2-12.

Milani, A., Basirnejad, M., Shahbazi, S., & Bolhassani, A. (2017). Carotenoids: biochemistry, pharmacology and treatment. British journal of pharmacology, 174(11), 1290-1324.

Monroy-Ruiz, J., Sevilla, M. Á., Carrón, R., & Montero, M. J. (2011). Astaxanthin-enriched-diet reduces blood pressure and improves cardiovascular parameters in spontaneously hypertensive rats. Pharmacological Research, 63(1), 44-50.

Murthy, K. C., Vanitha, A., Rajesha, J., Swamy, M. M., Sowmya, P. R., & Ravishankar, G. A. (2005). In vivo antioxidant activity of carotenoids from Dunaliella salina—a green microalga. Life sciences, 76(12), 1381-1390.

Nwoba, E. G., Ogbonna, C. N., Ishika, T., & Vadiveloo, A. (2020). Microalgal pigments: a source of natural food colors. *Microalgae biotechnology for food, health and high value products*, 81-123.

Özdemir, N., & Erkmen, J. (2013). Yenilenebilir biyoplastik üretiminde alglerin kullanımı. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 3(8), 89-104.

Sasa, A., Şentürk, F., Üstündağ, Y., & Erem, F. (2020). Alglerin gıda veya gıda bileşeni olarak kullanımı ve sağlık üzerine etkileri. Uluslararası Mühendislik Tasarım ve Teknoloji Dergisi, 2(2), 97-110.

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi (MAM) Kutup Araştırmaları Enstitüsü. (2020). *New microalgae and bacteria discoveries in polar studies*. https://kare.mam.tubitak.gov.tr/en/duyuru/new-microalgae-and-bacteria-discoveries-polar-studies

Zhuge, F., Ni, Y., Wan, C., Liu, F., & Fu, Z. (2021). Anti-diabetic effects of astaxanthin on an STZ-induced diabetic model in rats. Endocrine Journal, 68(4), 451-459.

HURMA ÇEKİRDEĞİ KULLANIMININ EGZERSİZE BAĞLI KAS HASARI, İNFLAMASYON VE PERFORMANS ÜZERİNE ETKİSİ

[1]Hatice Esra CANAN

[1]İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6957-9354

[2] Halime UĞUR

[2] Doç. Dr., İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye

[2]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-2932-4215

ÖZET

Hurma (*Phoenix dactylifera* L.) başlıca tropikal ve subtropikal bölgeler olmak üzere Orta Doğu ve Afrika ülkelerinde yaygın olarak yetişmektedir. Hurma meyvesinin %10-15'ini oluşturan bir yan ürünü olan hurma çekirdekleri ise gıda endüstrisinde genellikle atık olarak değerlendirilmektedir. Ancak hurma çekirdekleri birçok meyve ve meyve çekirdeklerine kıyasla içeriğindeki toplam fenolik bileşikler açısından oldukça zengin bir üründür. Başlıca esansiyel amino asitlerden lösin, lizin, fenilalaninin yanı sıra diyet lifleri, vitamin ve mineraller ile kafeik asit, klorojenik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, gallik asit gibi fenolik asitleri de içeriğinde barındırır. Yapılan çalışmalarda anti-inflamasyon, antidiyabetik, antibakteriyel, antiviral ve antikanser özellikler gibi sağlık yararları nedeniyle besinsel bir terapötik madde olarak önem taşımaktadır. Hurma çekirdeklerinin bilinen sağlık faydaları ve fonksiyonel bir besin özelliği taşıması sebebiyle endüstriyel alanda da kullanımı yaygınlaşmıştır. Kahve, mayonez, diyet yağı, bisküvi ve keklerde zenginleştirme ürünü ve kozmetikten biyodizel bir yakıt olarak kullanımına kadar birçok alanda kullanımı görülmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda hurma çekirdeklerinin ayrıca egzersiz performansına olan etkisi de incelenmiştir. Kas dokusu, hem fiziksel aktivite hem de genel sağlık açısından kritik öneme sahiptir. Ancak yoğun veya alışılmadık egzersizler sonrasında kas dokusunda mikroskobik düzeyde yapısal hasar meydana gelebilir. Bu durum literatürde "*Egzersize Bağlı Kas Hasarı (Exerxise – Induced Muscle Damage, EIMD)"* olarak tanımlanmaktadır. Egzersize bağlı kas hasarının en yaygın belirtileri kasta ağrı, sertlik ve kas fonksiyonunda azalma ile karakterize oksidatif stres biyobelirteçlerinde ve inflamatuar sitokinlerde artış görülmesidir. Hurma çekirdeklerinin egzersiz sonrası inflamatuar sitokinleri düşürdüğü ve dayanıklılık parametrelerini iyileştirdiği gözlemlenmiştir. Hurma çekirdeği egzersiz kaynaklı kas hasarını hafifletme, inflamasyonu modüle etme ve performansı artırma potansiyeli ile sporcu beslenmesi ve fonksiyonel besin uygulamalarında değerlendirilebilecek umut verici bir doğal kaynak olarak düşünülmektedir. Bu doğrultuda, bu derleme bir atık madde olarak değerlendirilen hurma çekirdeğinin egzersize bağlı kas hasarı, inflamasyon ve performans üzerine etki potansiyelini ortaya koyarak işlevsel bileşen olma özelliğine dikkat çekmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hurma çekirdeği, egzersiz, kas hasarı, inflamasyon, performans

THE EFFECTS OF DATE SEED CONSUMPTION ON EXERCISE-INDUCED MUSCLE DAMAGE, INFLAMMATION, AND PERFORMANCE

ABSTRACT

Date palm (Phoenix dactylifera L.) is widely cultivated in tropical and subtropical regions, particularly in Middle Eastern and African countries. Date seeds, a by-product constituting approximately 10–15% of the fruit, are generally regarded as waste in the food industry. However, compared to many fruits and fruit seeds, date seeds are remarkably rich in total phenolic compounds. They contain essential amino acids such as leucine, lysine, and phenylalanine, along with dietary fibers, vitamins, minerals, and phenolic acids including

caffeic acid, chlorogenic acid, p-coumaric acid, ferulic acid, and gallic acid. Studies have demonstrated that date seeds possess nutritional and therapeutic properties due to their anti-inflammatory, antidiabetic, antibacterial, antiviral, and anticancer effects. Because of these health-promoting attributes and their functional food potential, date seeds have found broader applications in various industrial sectors, ranging from coffee, mayonnaise, dietary oils, biscuits, and cakes to cosmetics and even biodiesel fuel production. Recent studies have also investigated the effects of date seeds on exercise performance. Skeletal muscle tissue plays a critical role in both physical activity and overall health. However, intensive or unfamiliar exercise may lead to microscopic structural damage in muscle fibers, a condition referred to in the literature as *Exercise-Induced Muscle Damage* (EIMD). Common symptoms of EIMD include muscle soreness, stiffness, and a decline in muscle function, often accompanied by elevated biomarkers of oxidative stress and pro-inflammatory cytokines. Research has shown that date seed supplementation can decrease inflammatory cytokine levels and improve endurance-related parameters. Due to its potential to alleviate exercise-induced muscle damage, modulate inflammation, and enhance physical performance, date seed is considered a promising natural resource for use in sports nutrition and functional food applications. This review aims to highlight the functional potential of date seeds—often regarded as waste material—by emphasizing their possible effects on exercise-induced muscle damage, inflammation, and performance.

Keywords: Date seed, exercise, muscle damage, inflammation, performance

GİRİŞ

Kas dokusunda uzun, yoğun ve alışılmadık egzersizler sonucu ortaya çıkan mikroskobik düzeyde yapısal hasara egzersize bağlı kas hasarı (Exercise-Induced Muscle Damage, EIMD) adı verilmektedir. EIMD, genellikle eksantrik egzersizler sonucu ortaya çıkar ve kasta ağrı, güçsüzlük, kas sertliği, hareket açıklığında azalma (ROM) ile karakterizedir (Sousa ve ark., 2014). Kas hasarı, egzersiz esnasında meydana gelen mekanik zorlanmanın sonucu miyofibriller bozulma ve sonrasında hasarlı dokulara hücre infiltrasyonu ile karakterize ikincil bir inflamatuar yanıt ile tanımlanmaktadır. EIMD'nin en yaygın belirtileri (kas ağrısı, sertlik, hassasiyet, kas fonksiyonunda bozulma) egzersizden sonraki birkaç saat içinde ortaya çıkar ve birkaç gün sürebilmektedir. Ayrıca çoğunlukla kas şişmesi, ağrı eşiğinde azalma, oksidatif stres biyobelirteçlerinde ve inflamatuar sitokinlerde artış görülmektedir. Ek olarak kas hasarını takiben kreatin kinaz (CK), miyoglobin (MYO), laktat dehidrogenaz (LDH) gibi kas içi proteinlerde de ilerleyen günlerde anlamlı artışlar görülebilmektedir (Bongiovanni ve ark., 2020). Bu semptomlara direnç antrenmanları, uzun süreli koşu, inişli koşu ve aralıklı yüksek şiddetli egzersizler gibi egzersizler neden olabilmektedir (Jamurtas A., 2018).

Egzersize bağlı kas hasarının sık görülen belirtilerinden biri de gecikmeli kas ağrısıdır (Delayed onset muscle soreness, DOMS). Genelde egzersizden 8-24 saat sonra başlar, 24-48 saatte zirveye ulaşır ve 96 saat içinde azalır (Damas ve ark., 2016). EIMD belirtilerinin şiddeti, süresi ve performansa etkileri, kas hasarının derecesi, egzersizinin süresi, etkilenen kas grubu, egzersiz türü, yoğunluğu ve hacminden etkilenmektedir. Ayrıca bireyin cinsiyeti, yaşı ve genetik yapısı da kas hasarı duyarlılığını etkileyebilmekte ve iyileşme süresinin uzamasına neden olabilmektedir (Baumert ve ark., 2016). Araştırmalar kas hasarından sonra inflamasyon ve oksidatif stresin arttığını göstermektedir (Jamurtas A., 2018).

Fonksiyonel besinler, insan sağlığının korunmasına, iyileştirilmesine ve hastalıkların önlenmesine yönelik potansiyel etkileri olan besinlerdir. Egzersiz bilimciler, bu besinleri yoğun fiziksel aktivite ile ilişkili olumsuz etkileri yönetmede potansiyel sinerjik çözümler olarak belirtmektedir. Fonksiyonel besinlerin bu özellikleri antrenmanları ve yarışmaları etkileyebileceğinden önem taşımaktadır (Owens ve ark., 2018).

Hurma *(Phoenix dactylifera L.)* başlıca tropikal ve subtropikal bölgeler olmak üzere Orta Doğu ve Afrika ülkelerinde yaygın olarak yetişmektedir. Hurma meyvesinin %10-15'ini oluşturan bir yan ürünü olan hurma çekirdekleri ise gıda endüstrisinde genellikle atık olarak kabul edilmektedir (Salomon ve ark., 2020). Ancak hurma çekirdekleri birçok meyve ve meyve çekirdeklerine kıyasla içeriğindeki toplam fenolik bileşikler açısından oldukça zengin bir üründür. Son yıllarda yapılan çalışmalarda hurma çekirdeklerinin ayrıca egzersiz performansına olan etkisi de incelenmiştir. Egzersiz sonrası kas hasarı biyobelirteçlerinden kreatin kinaz ve laktat dehidrojenaz gibi enzimlerin salınımını azalttığı, inflamatuar sitokinleri düşürdüğü ve dayanıklılık parametrelerini iyileştirdiği gözlemlenmiştir (Moslemi ve ark., 2023). Hurma çekirdeği egzersiz kaynaklı kas hasarını hafifletme, inflamasyonu modüle etme ve performansı artırma potansiyeli ile sporcu beslenmesi ve fonksiyonel besin uygulamalarında değerlendirilebilecek umut verici bir doğal kaynak olarak düşünülmektedir. Bu doğrultuda, bu derleme bir atık madde olarak değerlendirilen hurma çekirdeğinin

egzersize bağlı kas hasarı, inflamasyon ve performans üzerine etki potansiyelini ortaya koyarak işlevsel bileşen olma özelliğine dikkat çekmeyi amaçlamaktadır.

EGZERSİZE BAĞLI KAS HASARI VE FONKSİYONEL BESİNLER

Egzersiz sonrasında mekanik stres, metabolik stres ve oksidatif hasar olmak üzere üç tür stres oluşmaktadır. Mekanik stres, kas ve bağ dokularda hasara neden olur ve hücre içinde kalsiyum, prostaglandin E2 (PGE2) ve CK salınımı gerçekleşir. Bu etkiler kasta ağrı ve şişliğe sebep olur. Daha sonra metabolik stres görülerek büyüme hormonu, kortizol ve benzeri (vb.) hormonların hem merkezi hem de çevresel olarak artışı ile hormonel aktivasyon tetiklenir. Oksidatif hasar ile serbest oksijen radikalleri oluşur, lipit peroksidasyonu başlar ve hücresel bileşenler zarar görür. Tüm bu etkiler sonucunda IL-1, IL-2, IL-6 ve TNF gibi sitokinler salınır ve inflamatuar süreç başlar (Pyne D., 1994). Sonuç olarak inflamasyon, gecikmeli kas ağrısı (DOMS), hareket aralığında azalma (ROS) görülür ve atletik performans düşer (Markus ve ark., 2021). Bu süreçler sonucunda vücut inflamasyona karşı makrofajların salınımı ile kollajen sentezini destekleyerek doku hasarını onardığı bir döngüye girerek egzersize bağlı kas hasarının iyileşmesini sağlar (Pyne D., 1994). EIMD ile uyarılan akut oksidatif stres ve inflamatuar yanıt sonucunda endojen antioksidanlar aktive olmaktadır (Fernández-Lázaro ve ark., 2020). Egzersiz sonrası toparlanma sürecinde beslenme, endojen yakıt depolarının yeniden doldurulması ve kas hasarının onarılması açısından önemli bir rol oynamaktadır (Beelen ve arl., 2010).

Son yıllarda vücudun genel durumunun iyileştirilmesi, hastalıkların tedavisi, sağlık hizmeti maliyetlerindeki artış, yaşam süresinin uzaması ve ömrün son yıllarında yaşam kalitesinin daha iyi bir seviyede olması isteği gibi nedenler fonksiyonel besinlere olan talebi artırmıştır (Rivera ve Obón, 2004). Fonksiyonel besinler; bir yiyeceğin temel besin ögelerine ek olarak, içeriğinde bir veya birden fazla bileşenin artırıldığı, değiştirdiği ya da biyoyararlılığı artırmak amacıyla belirli bileşenlerin ilave edildiği besinlerdir (Güldane ve ark., 2017). Fonksiyonel besinler potansiyel olarak hastalığın tedavisi, önlenmesi ve riskinin azaltılması ile büyük önem taşımaktadır. Egzersiz yapan bireyler, dengeli beslenmeye ek olarak iyi görünme, psikolojik olarak iyi hali sürdürme, performanslarını optimize etme veya yorucu bir egzersizi takiben homeostazın bozulmasını önlemek amacıyla fizyolojik etkilerinden dolayı fonksiyonel besinlere yönelmektedir (Granato ve ark., 2018). Egzersiz yapan bireylerin fonksiyonel besinlere olan tutumunu değerlendirmek üzere yapılan bir çalışmada, katılımcıların en sık tükettikleri fonksiyonel besinlerin %48,7'sinin yeşil çay, %46,7'sinin domates, %43,3'ünün ceviz/fındık gibi sert kabuklu yemişler, %42,3'ünün siyah çay, %36,7'sinin kefir, %30,0'unun yulaf/yulaf kepeği ve %24,0'ünün probiyotik yoğurt olduğu saptanmıştır. Çalışmada fonksiyonel besinleri daha çok tüketen bireylerin daha sık egzersiz yapanlar olduğu ve bu bireylerin fonksiyonel besinler konusunda daha fazla bilgiye sahip olduğu bulunmuştur. Bu durum, sağlığını korumak isteyen bireylerin fonksiyonel besinlere olan ilgisinin artması şeklinde açıklanmaktadır (Güney ve Göbel, 2022).

Literatürde fonksiyonel besinlerin egzersize bağlı kas hasarı, inflamasyon ve performans üzerine etkisini inceleyen birçok çalışma vardır. Randomize kontrollü bir müdahale çalışmasında, maksimum koşu bandı egzersizi sırasında kas ve oksidatif stes belirteçleri, kardiyovasküler tepkiler, efor ve tükenme süresinde açai fonksiyonel içeceğinin etkisi incelenmiştir. İçecek sporcular için ergojenik bir destek olarak geliştirilmiş ve doz başına 27,6 mg antosiyanin içerecek şekilde oluşturulmuştur. Çalışmanın bulguları açai içeceğinin egzersize bağlı oluşan metabolik stresi hafiflettiği, algılanan eforu azalttığı ve kardiyovasküler tepkileri geliştirdiği tespit edilmiştir (Carvalho- Pexixoto ve ark., 2015). Fonksiyonel besinler üzerine yapılan bir başka çalışmada, lösin ve diğer temel amino asitlerin zengin bir kaynağı olan antep fıstığı tüketiminin egzersize bağlı kas hasarı, kas ağrısı ve fonksiyonu üzerine etkisi araştırılmış, yokuş aşağı koşu bandı koşusu yapan sporcularda yüksek dozda antep fıstığı ezmesi (85g/gün) tüketiminin kas ağrısını bir miktar hafifletebileceği ancak orta düzeyde (42,5g/gün) antep fıstığı ezmesi tüketiminin kas fonksiyonu üzerinde herhangi bir etki oluşturmadığı gösterilmiştir (Philpott ve ark., 2023). Dört aylık, plasebo kontrollü, randomize bir çalışmada ise, çoklu besin bileşenleriyle zenginleştirilmiş sütün, orta yaşlı kadınlarda multimodal direnç egzersiz programı uygularken rastgele olarak tüketilmesi sonucunda birincil sonuç olan merdiven çıkış gücünde plasebo grubuyla benzer iyileşmeler olduğu; ancak kas boyutu, denge, aerobik kapasite ve esneklik dahil olmak üzere çeşitli ikincil fonksiyonel performans ve vücut kompozisyonu ölçümlerinde plasebo grubuna göre anlamlı iyileşmeler sağladığı bulunmuştur (Daly ve ark., 2020). Dokuz elit erkek haltercinin katıldığı çift kör, plasebo kontrollü bir çalışmada ise, katılımcılara ağırlık antrenmanı öncesi ve sonrasında polifenolden zengin nar suyu veya plasebo verilmiş ve akut (3 dk) ve gecikmeli (48 saat) hormon ve homosistein yanıtları değerlendirilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre 48 saatlik toparlanmada, homosistein sadece nar suyu

grubunda düşmüştür ancak tüm parametreler her iki grupta da başlangıç değerlerine dönmüştür (Ammar ve ark., 2020).

Egzersiz bilimcileri, uygulayıcılar ve sporcular fonksiyonel besinleri, yoğun fiziksel aktivite ile ilişkili olumsuz etkileri yönetmede potansiyel sinerjik çözümler olarak konumlandırmaktadır. Bu etki özellikle, kas hasarının sonraki antrenmanları ve yarışmaları etkileyebileceği sporlar için önem taşımaktadır (Owens ve ark., 2018). Egzersize bağlı kas hasarının ve inflamasyonun tespiti için CK, LDH, miyoglobin (Mb), C- reaktip protein (CRP), IL-1, IL-6, TNF-a, malondealdehit (MDA), nükleer faktör kappa B (NF-kB), glutatyon, reaktif oksijen türleri (ROS) gibi birçok biyobelirteç sıralanabilmektedir. Bu makale bir atık olarak değerlendirilen ve fonksiyonel bir besin özelliği taşıyan hurma çekirdeklerinin egzersize bağlı kas hasarı ve inflamasyon üzerindeki potansiyel etkilerine odaklanacaktır.

HURMA *(PHOENİX DACTYLİFERA L.)* VE HURMA ÇEKİRDEKLERİ

Hurma, *Phoenix dactylifera L.*, tropikal ve subtropikal bölgelerde özellikle Orta Doğu ve Kuzey Afrika'da yetişen Arecaceae (Palmiyegiller) familyasına ait odunsu, çok yıllık bir bitkidir ve yaygın olarak hurma ağacı olarak bilinir (Qadir ve ark., 2020; Suleiman ve ark., 2021). En eski tarım ürünlerinden biri olan hurma, Kuzey Afrika ve Güneybatı Asya'da 23 metre yüksekliğe ulaşabilmektedir. Tropikal hurma ağaçları 4-5 yıl içinde meyve vermeye başlar ve olgunlaştıktan sonra 40-80 kilograma kadar meyve verimine ulaşır (Suleiman ve ark., 2021).

Hurma çekirdeği, hurma meyvesinin bir yan ürünü olan ve genellikle atık olarak değerlendirilen sert kabuklu, küçük, genelde uzunlamasına oval bir embriyosu olan, ventral kısmı oluklu bir yapıya sahiptir. Meyvenin toplam ağırlığının %6-20'sini oluşturan hurma çekirdeklerinin ağırlığını meyvenin olgunluğu, çeşidi ve kalitesi belirlemektedir (Alkhoori ve ark., 2022). Hurma çekirdeğinin bileşenlerinde nem %8-10, protein %4,0-5,6, yağ %6,0-8,5, kül %1 ve karbonhidrat %75-81 oranlarında bulunmaktadır. Hurma çekirdeklerinin başlıca esansiyel olmayan amino asitlerden aspartik asit (1,72g/100 g), alanin (1,2g/100 g) ve tirozin (1,2g /100g) ile esansiyel amino asitlerden lösin (1,7 g/100 g), lizin (1,1g/100 g) ve fenilalanin (1,08 g/100 g) içerdiği bilinmektedir (Sadiq ve ark., 2013). Hurma çekirdeğindeki yağ bileşimleri ise oleik, laurik, miristik, linoleik ve palmitik asittir (Biglar ve ark., 2012). Hurma çekirdekleri tokoferol ve tokotrienol açısından da zengindir ve bu bileşikler ile önemli derecede antioksidan etki gösterebilmektedir (Alkoohori ve ark., 2022).

Hurma çekirdeklerinde çeşitli vitamin ve mineraller bulunmaktadır. Özellikle vitaminlerden A, B1 (tiamin), B2 (riboflavin), C, E, K ve folat; minerallerden ise başta potasyum olmak üzere, bor, kalsiyum, kobalt, bakır, demir, magnezyum, fosfor, flor, selenyum, sodyum ve çinko açısından zengindir (Alharbi ve ark., 2021). Hurma çekirdeklerinin düşük sodyum ve yüksek potasyum konsantrasyonları nedeniyle, hipertansiyonu olan kişilerde tüketilmesi önerilmektedir. Yapılan bir çalışmada, hurma çekirdeklerinin meyvesine kıyasla önemli ölçüde anjiyotensin dönüştürücü enzimi inhibe ederek, hipertansiyonu iyileştirici etki gösterdiği bulunmuştur (Hinkaew ve ark., 2021).

Hurma çekirdeğinde bulunan diyet liflerinin tahıl grubundakilerden daha fazla olduğu belirtilmiştir. Yapılan bir çalışmada hurma çekirdeklerindeki lif içeriğinin sarı mısır ve arpadan daha yüksek olduğu saptanmıştır (Attia ve ark., 2021). Hurma çekirdeğinde bulunan diyet lifleri tanen, lignin, pektin ve hemiselülozlardır (Alkhoori ve ark., 2022).

Hurma çekirdeklerinin üzüm, fındık ve bazı meyvelere kıyasla yüksek düzeylerde toplam polifenol içerdiği bulunmuştur (Habib ve ark., 2014). Hurma çekirdekleri kafeik asit, klorojenik asit, p-kumarik asit, ferulik asit, gallik asit, siringik asit ve vanilik asit dahil olmak üzere yedi farklı fenolik asit barındırmaktadır. Hurma çekirdeklerinde en çok bulunan flavanoid rutin (71,74 – 86,32 mg/100g) iken bunu kuersetin (23,71-34,06 mg/100g) ve luteolinin (9,17 – 13,24 mg/100g) izlediği görülmektedir. Hurma çekirdeklerinin yaklaşık %5,1'ini oluşturan fenolik bileşiklerin, hurma çeşidine göre içeriklerinin değiştiği belirtilmiştir (Alkhoori ve ark., 2022). Yapılan bir çalışmada, on farklı hurma çeşidinin çekirdeklerinin (Shishi, Sakai, Fanka, Barhi, Sokari, Kalas, Maktomi, Kadri, Dakani ve Nabtat Seif) antioksidan kapasiteleri ve bileşenleri incelenmiştir. Çalışmaya göre Sokari, Shishi ve Fanka çeşitleri en yüksek fenolik ve flavanoid değerlere sahipken, Nabtat Seif, Kalas, Kadry ve Barhi çeşitlerinin en düşük seviyelerde olduğu görülmüştür. Tanen içeriklerinde ise Sokari, Dakanı, Shishi ve Fanka çeşidi en yüksek düzeylerde iken, en düşük konsantrasyon Nabtat Seif çeşidinde bulunmuştur. DPPH (1,1-diphenyl2-picrylhydrazyl) ve FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) yöntemleri sonucunda Sokari, Shishi, Fanka ve Dakani çeşitleri en yüksek antioksidan aktiviteye sahip iken

buna karşılık Nabtat Seif, Kalas, Kadry ve Barhi çeşitlerinin çekirdeklerinde en düşük antioksidan aktiviteler gözlemlenmiştir. Fenolik asitler açısından değerlendirildiğinde Sokari, tüm tanımlanan fenolik asitlerin en yüksek konsantrasyonlarına sahipken, Barhi ve Kadri çeşitlerinin en düşük toplam fenolik asit konsantrasyonlarını gösterdiği belirtilmiştir. Sokari çeşidi, tanımlanan tüm flavonoid bileşenlerde en yüksek konsantrasyonu üretmişken, Sakai ve Maktomi çeşitlerinde çoğu flavonoid bileşenin en düşük konsantrasyonları bulunmuştur (El- Mergawi ve ark., 2016).

HURMA ÇEKİRDEKLERİ VE POTANSİYEL SAĞLIK ETKİLERİ

Hurma çekirdekleri zengin vitamin, mineral ve fitokimyasal içeriği ile insan sağlığına faydalı olabilecek biyolojik aktivitelerinden dolayı birçok araştırmanın konusu olmuştur. Hurma çekirdekleri protein denatürasyonunu inhibe etme ve inflamasyon biyobelirteçlerinin ekspresyonunu azaltma gibi etkileri ile anti-inflamatuar; bakteri büyümesini baskılama ve bakteri lizisi ile antimikrobiyal; kanser hücrelerini azaltma ve hücresel apoptozisi indükleme ile antikanser; hücreleri oksidatif hasara karşı koruma, bakteriyofaj fonksiyonunu baskılama, serbest radikalleri temizleme ve oksidatif stresi azaltma ile antioksidan özellik gibi birçok potansiyel sağlık etkisi göstermektedir (Anwar ve ark., 2022).

Hurma çekirdeği yağındaki antimikrobiyal etkili hidrokarbon, oktadekan, oleik ve laurik asit içeriği ile hücre zarında birikerek zar veya zar bileşenleri ile etkileşime girdiği ve böylelikle antimikrobiyal aktivite gösterdiği düşünülmektedir (Sikkema ve ark., 1995). Medjool hurma çekirdeği yağının gram-negatif ve gram-pozitif bakterilere karşı antimikrobiyal etkisini araştıran bir çalışmada, hurma çekirdeği yağının özellikle gram-negatif bakterilere karşı hem mikrobiyolojik besiyerde hem de UHT yağsız sütte anlamlı inhibitör etkiler gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgular, hurma çekirdeği yağının antimikrobiyal direnç sorununa çözüm olarak potansiyel bir doğal koruyucu ve antimikrobiyal olduğunu vurgulamaktadır. Ayrıca hurma çekirdeği; bozulabilir gıda ürünlerini korumaya yönelik aktif gıda ambalaj filmlerinde kullanım potansiyeliyle dikkat çekmekte ve gelecekteki uygulamalar açısından önemli bir fırsat sunmaktadır. (Alkhalidy ve ark., 2023).

Arap geleneksel tıbbında, hurma çekirdeği tozu; inflamatuar durumlar da dahil olmak üzere birçok sağlık sorununun hafifletilmesinde fonksiyonel bir bileşen olarak kullanılmaktadır (El-Gendy ve ark., 2024). Kronik inflamatuar hastalıklarda serbest radikallerin rol oynadığı düşünülmektedir. Hurma çekirdeklerinin metanollü özütünün, sıçanlarda kronik inflamasyon modeli olan adjuvan artritte in vivo antioksidan ve anti-inflamatuar etkilerinin değerlendirildiği bir çalışma sonucunda, hurma çekirdeği özütünün ayak şişliğinde %35,5 oranında anlamlı bir azalma sağladığı ve belirgin in vivo antioksidan aktivite gösterdiği rapor edilmiştir (Mohammed ve Al- Okbi, 2004). Bir başka çalışmada ise, hurma çekirdeği bitki çayının romatoid hastalarda kullanımının semptomları hafiflettiği bulunmuştur. Bu etkinin ise IFN-γ, IL-6, TNF-α, JAK1, STAT3 ve NF-κB gibi önemli inflamatuar yolları etkilemesi ve IL-36, IL-23, IL-17 ve IL-22'yi azaltması yoluyla ortaya çıktığı ve çekirdeğin fitokimyasal bileşenleri ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (El-Gendy ve ark., 2024).

Hurma çekirdekleri bileşenindeki fenolik asitler sayesinde yüksek antioksidan aktiviteye sahiptir. Antioksidan kapasite esas olarak sinamik asit, vanilik asit ve p-kumarik asit gibi suda çözünen bileşenlerin potansiyel radikal temizleme kapasitesine bağlanmaktadır. Hurma çekirdeklerinde bulunan başlıca gallik asit, sinaptik asit ve kateşin bileşiklerinin de antioksidan aktivitede önemli rolü bulunmaktadır (Majid ve ark., 2023). Yapılan bir çalışmada hurma çekirdekleri ile beslenen sıçanlarda karaciğer ve serum MDA seviyelerinin, serumda LDH ve CK enzim aktivitelerinin anlamlı ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçları, hurma çekirdeklerinin diyete eklenmesinin sıçanlarda lipit peroksidasyonuna karşı koruyucu etki sağladığını göstermektedir. Bu etkinin, hurma çekirdeklerinde bulunan biyoaktif antioksidan bileşiklerin etkisiyle gerçekleştiği düşünülmektedir (Habib ve İbrahim, 2011).

HURMA ÇEKİRDEKLERİ VE EGZERSİZE BAĞLI KAS HASARI

Egzersiz ve yüksek yoğunluklu antrenmanlar vücutta reaktif oksijen türleri (ROS) üretimini artırarak oksidatif strese yol açmaktadır. Bu oksidatif stres inflamasyona ve kas hasarına neden olabilmektedir. Hurma çekirdeklerinde yüksek konsantrasyondaki fenolikler ve flavonoidler gibi biyoaktif bileşiklerin varlığı güçlü antioksidanlar olarak nitelendirilmektedir. Bu bileşiklerin ROS'ları yakalayarak, lipit peroksidasyonunu azaltarak ve toplam antioksidan kapasiteyi artırarak oksidatif stresi hafifletebileceği belirtilmektedir (Bowtell ve Kelly, 2019). Ayrıca inflamatuar yolları (NF-κB, MAPK) ve sitokinleri (IL-6, TNF-α, hs-CRP) modüle ederek egzersizle ilişkili inflamasyonu azalttığı düşünülmektedir. Bu antioksidan ve anti-inflamatuar etkilerin,

kas hasarı belirteçleri olan CK ve LDH düzeylerinde düşüşe ve algılanan kas ağrısında azalmaya yol açarak egzersiz sonrası iyileşmeyi desteklediği ve bu etkilerin muhtemel mekanizmalar arasında yer aldığı bildirilmiştir (Platat ve ark., 2019).

Saryano ve arkadaşlarının (2018) yaptığı bir çalışmada, sıçanlarda karragenan ile indüklenen ödem üzerinde hurma çekirdeklerinin antioksidan etkileri ve bu etkilerin mekanizmaları incelenmiştir. Çalışma, farklı dozlarda hurma çekirdekleri grubu (1,3,5 g/kg), pozitif kontrol olan deksametazon grubu (0,5 mg/kg), negatif kontrol olan karragenan enjeksiyonu grubu ve herhangi bir işlem uygulanmayan sağlıklı kontrol grubu olarak planlanmıştır. Çalışmanın bulgularında, suda bekletilmiş hurma özütlerinin inflamasyon belirteçleri olan IL-1β, COX-1, COX-2, IL-12 ve PGE-2 seviyelerini anlamlı ölçüde düşürdüğü ve bu etkilerin pozitif kontrol grubu olan deksametazonun etkileri ile benzer olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Saryano ve ark., 2018). Sonuç olarak hurma çekirdekleri pro-inflamatuar mediatörleri azaltarak anti-inflamatuar etki göstermektedir ve bu bulgular hurma çekirdeğinin bitkisel anti-inflamatuar tedavilerde potansiyel bir kaynak olabileceğini göstermektedir (Saryano ve ark., 2018). Bir çalışma, pre-menapozal kadınlarda hurma çekirdeği tozu tüketiminin antioksidan durum ve oksidatif stres üzerindeki etkisini incelemiştir. Bu çalışmada katılımcılara hurma çekirdeği tozu verilerek bir tedavi uygulanmış ve tedavi sonrası etki gözlemlenmiştir. Çalışmanın bulgularına göre hurma çekirdeği tedavisinin antioksidan durum belirteçlerini (SOD, TAC) artırdığı ve oksidatif stres belirteçleri (MDA) düzeylerini düşürdüğü saptanmıştır. Bu çalışmaya göre hurma çekirdeklerinin pre-menapozlu kadınlarda antioksidan durumu iyileştirdiği ve oksidatif hasarı azalttığı bulunmuştur (Saryano ve ark., 2017). Hurma çekirdeklerinin antioksidan ve anti-inflamatuar etkilerini değerlendirmeyi amaçlayan bir başka çalışmada, farklı dozlarda (%0,2, %0,4, %0,8) hurma çekirdeği tozunun, serum ve çeşitli organlardaki (kas, karaciğer, beyin) antioksidan durum (vitamin C, vitamin E, glutatyon (GSH)), oksidatif stres ve inflamasyon üzerindeki etkileri incelenmiştir (Meqbaali ve Saif, 2016). Hurma çekirdeği tozu takviyesi antioksidan savunma sistemini güçlendirmiş ve organlarda GSH seviyeleri kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede artmıştır. Vitamin C ve E düzeylerinde artış eğilimi görülmüş ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca hurma çekirdeği tozu takviyesi, oksidatif hasar belirteçlerini azaltmış; lipit peroksidasyon ürünü olan MDA seviyelerini ise karaciğer, kas ve beyinde tüm tüketilen dozlarında anlamlı derecede düşürmüştür. Protein oksidasyonunun bir göstergesi olan protein-bağlı karbonil düzeyleri, özellikle %0,2'lik doz uygulamasında, kas dokusunda anlamlı şekilde azalmıştır. Karbonil düzeylerinde anlamlı azalma gözlemlenen tek organ dokusunun kas olduğu bildirilmiştir (Meqbaali ve Saif, 2016). Bu durum, memeli vücut ağırlığının yaklaşık %40'ını oluşturan ve yüksek metabolik aktiviteye sahip olan iskelet kaslarının, reaktif oksijen türleri (ROS) üretimine daha yatkın olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Bu bağlamda, hurma çekirdeği tozunun oksidatif protein hasarına karşı koruyucu etkisinin özellikle iskelet kaslarında daha belirgin olabileceği düşünülmektedir (Fedorova ve ark., 2009). Ek olarak, hurma çekirdeği tozunun beyin ve karaciğerdeki düşük dereceli inflamasyon belirteçleri (IL-6, TNFα, IFNγ, VEGF) üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı bulunmuştur; bunun nedeninin ise belirteçlerin başlangıçta normal fizyolojik aralıkta bulunmalarından kaynaklandığı belirtilmektedir. Histopatolojik incelemeler sonucunda ise hurma çekirdeği tozu tüketiminin (tüm dozlarda) organlarda herhangi bir belirgin olumsuz değişikliğe veya hasara yol açmadığı ifade edilmiştir (Meqbaali ve Saif, 2016).

Hurma çekirdeği ve egzersiz ile ilgili araştırmalar henüz birkaç çalışmayla sınırlıdır. Bunlardan biri Moslemi ve arkadaşlarının (2023), polifenol açısından zengin bir antioksidan kaynağı olan hurma çekirdeklerinin oksidatif stres belirteçleri, kas ağrısı ve aerobik ile anaerobik performans üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmadır. Bu çalışmada, yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman (High Intensity Interval Training, HIIT) sırasında egzersize bağlı fizyolojik tepkilerin kaslarda reaktif oksijen türleri (ROS) üretimini artırdığı ve bunun da oksidatif stresin yükselmesine neden olduğu belirtilmiştir. Oksidatif stresin, sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum alımını azaltarak kas kasılmalarını olumsuz etkileyebileceği; bunun da kas ağrısı, yorgunluk ve performans kaybı gibi sonuçlara yol açabileceği vurgulanmıştır. Egzersiz sonrası bu durumları önlemek amacıyla antrenmandan önce ve sonra 13 gramlık paketler halinde hurma çekirdeği tozu ve plasebo grubuna 13 gramlık paketler halinde buğday kepeği verilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, hurma çekirdeği tozu grubunda toplam antioksidan kapasite ve glutatyon peroksidaz (GPx) artmış; toplam oksidan seviye (TOS), oksidatif stres indeksi (OSI) ve MDA düzeyleri düşmüştür. Hurma çekirdeği tozu ve plasebo grupları karşılaştırıldığında, aerobik ve anaerobik performans parametreleri açısından çalışmanın sonunda yalnızca maksimum güç ve yorgunluk indeksi değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir. Sonuç olarak bu çalışma hurma çekirdeği tozu takviyesinin HITT sonrası oksidatif stresi azaltabileceğini, egzersiz performansını artırabileceğini ve yorgunluğu hafifletebileceğini ortaya koymaktadır (Moslemi ve ark., 2023). Benzer şekilde randomize, çift kör, plasebo kontrollü klinik bir başka çalışmada ise hurma

çekirdeklerinin HITT sonrası inflamasyon, kas hasarı ve beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, hurma çekirdeklerinin CK ve LDH değerlerinde anlamlı azalma gösterdiği ve MYO seviyelerinde ise anlamlı bir değişiklik bulunmadığı gözlemlenmiştir. Bu bulguya göre hurma çekirdeklerinin egzersize bağlı kas hasarını azaltmada etkili olabileceği düşünülmektedir. İnflamatuar belirteçlerden CRP, TNF-α ve IL-6 gibi pro-inflamatuar sitokinlerde zamanla anlamlı bir azalma gözlemlenmiştir. Hurma çekirdeğinin inflamatuar belirteçleri azaltma yeteneğinin, egzersiz sonrası toparlanma sürecini hızlandırmasıyla ilişkili olabileceği belirtilmektedir. Ayrıca hurma çekirdeklerinin MDA seviyelerinde zamanla anlamlı bir azalma ve TAC seviyelerinde de anlamlı bir artış gözlemlenmiştir (Moslemi, Dehghan ve ark., 2023). Bu durum hurma çekirdeklerinin egzersizin neden olduğu oksidatif strese karşı vücudun antioksidan savunmasını güçlendirdiğini göstermektedir. Çalışmada ek olarak BDNF seviyelerine de bakılmıştır ve hurma çekirdeği takviyesinin BDNF seviyelerinde anlamlı bir artışa neden olmadığı bulunmuştur. Bu bulgunun müdahalenin kısa süreli (14 gün) olması ve polifenol dozunun düşük olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Sonuç olarak hurma çekirdeklerinin HITT'nin neden olduğu inflamasyon, oksidatif stres ve kas hasarını hafifletebileceği ve fonksiyonel bir besin olarak hurma çekirdekleri için gelecekte daha uzun süreli ve farklı dozlarda çalışmaların yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Moslemi, Dehghan ve ark., 2023).

Mevcut kaynaklar, hurma çekirdeklerinin özellikle polifenoller (fenolik asitler ve flavanoidler) gibi zengin biyoaktif bileşenlerinin sağladığı antioksidan ve anti-inflamatuar etkiler aracılığıyla, yoğun egzersizin neden olduğu kas hasarını hafifletebileceği ve egzersiz sonrası toparlanma sürecini potansiyel olarak destekleyebileceğini göstermektedir.

HURMA ÇEKİRDEĞİ VE TOKSİSİTE

Hurma çekirdeği literatürde klinik olarak güncel incelenen bir fonksiyonel besin olması nedeniyle spesifik bir ''üst limit'' veya ''tolere edilebilir üst alım düzeyi'' henüz belirlenmemiştir. İçeriğinde bulunan E vitamini, kalsiyum veya kontaminantlar (ağır metaller, mitotoksinler, akrilamid) için referans seviyeler bulunsa da bu değerler hurma çekirdeği için doğrudan bir günlük üst sınırı temsil etmemektedir (Weißenborn ve ark., 2018).

Toksisite açısından, akut toksisite çalışmaları hurma çekirdeklerinin veya özlerinin farelerde düşük toksisiteye sebep olduğunu göstermektedir. Sıçanlar üzerinde yapılan bir çalışmada, oral olarak 5g/kg vücut ağırlığı dozunda hurma çekirdeği tüketiminin herhangi bir olumsuz etkiye sebep olmadığı ve bu düzeyin NOEL (No Observed Adverse Effect Level) olarak belirlendiği görülmektedir (Fakhri ve ark., 2018). Bir başka çalışmada ise hurma çekirdeği kahvesinin *C. Arabica* kahvesine göre daha yüksek bir LD50 (Letal Doz, %50) değeri gösterdiği, bunun düşük akut riske işaret ettiği belirtilmektedir (Farag ve ark., 2019).

İnsanlar üzerinde yapılan bir çalışmada günde yaklaşık 7±0,5 g hurma çekirdeği kahvesi tüketiminin serum belirteçlerinde ve metabolik fonksiyonlarda iyileşme ile ilişkili olduğu ve herhangi bir olumsuz etki görülmediği bildirilmiştir (Felemban ve ark., 2022). Sitotoksik aktivite testlerinde de düşük veya hiç toksisite gözlemlenmemiştir (Fakhri ve ark., 2018).

Yan etkiler doğrudan rapor edilmemiş olsa da toksikolojik değerlendirmeler genellikle olumlu metabolik etkiler veya olumsuz etkilerin bulunmadığını belirtmektedir, ancak sıçanlar üzerinde yapılan bir çalışmada serum lipitlerinde artış ve karaciğerde yağlanma gözlemlenmiştir (Elmadfa ve Domke, 1978).

Sonuç olarak mevcut veriler hurma çekirdeklerinin akut ve subkronik maruziyet çalışmalarında herhangi bir ölüm veya klinik toksisite belirtisi göstermediğini ancak bu bulguların insan sağlığı için güvenilir bir doz belirlemede yetersiz olduğunu, genotoksisite, karsinojenite ve üreme toksisitesi gibi ek klinik çalışmaların gerektiğini vurgulamaktadır (Fakhri ve ark., 2018).

HURMA ÇEKİRDEKLERİNİN GIDA ENDÜSTRİSİNDE KULLANIMI

Hurma çekirdeklerinin lif, polifenoller, karbonhidrat, protein, yağ, mineraller ve vitaminlerden zengin olması nedeniyle gıda endüstrisinde önemli bir yeri bulunmaktadır. Gıda endüstrisinde en yaygın kullanım alanı içeceklerdir (Nwachukwu ve ark., 2025). Özellikle Arap dünyasında geleneksel olarak kahve yerine kullanılan hurma çekirdekleri, kafeinsiz ve kahve benzeri sıcak içeceklerin üretiminde kullanılmakta süt, bitkiler ve baharatlarla zenginleştirilebilmektedir (Nwachukwu ve ark., 2024) (Al-Khalili ve ark., 2023). Genellikle

normal kahveye %9 oranında eklenmesi önerilmektedir ve kavrulup öğütüldüğünde geleneksel kahveye benzer tat ve aroma vermektedir (Mohammed Fikry ve ark., 2019).

Hurma çekirdeği lifleri (%1–15 oranında), hamurun su emme kapasitesini artırması, ürünlere direnç ve esneklik kazandırması nedeniyle unlu mamullerde kullanılmaktadır (Nwachukwu ve ark., 2025). Ekmek, kek ve bisküvi gibi ürünlerin raf ömrünü uzatabilmekte; yağ yerine kullanıldığında ise ekmek hacmini artırdığı bildirilmektedir. Ayrıca, kek, bisküvi ve kurabiyelere eklenmesiyle ürünlerin toplam fenol miktarının, antioksidan aktivitesinin, mineral ve protein içeriğinin arttığı da rapor edilmiştir (Al-Khalili ve ark., 2023). Hurma çekirdeği lifleri yalnızca unlu mamullerle sınırlı kalmayıp, et ürünlerinde de yaygın şekilde değerlendirilmektedir. Etin pişirilmesi sırasında su tutma kapasitesini artırdığı, yapısal özellikleri iyileştirdiği ve ürünün vitamin, mineral, lif ve antioksidan içeriğini zenginleştirdiği belirtilmiştir (Akpoghelie ve ark., 2024).

Hurma çekirdeğinden elde edilen yağ kızartma, pişirme gibi uygulamalarda kullanılmaktadır. Margarin üretiminde palm yağına ve mayonez üretiminde mısır yağına alternatif olarak kullanılabilmektedir (Mrabet ve ark., 2020).

Hurma çekirdeklerindeki çözünmeyen liflerin gıdanın dokusunu iyileştirmesi, enerjiyi düşürmesi ve raf ömrünü uzatması sebebiyle soslar, baharatlar ve tatlılarda da kullanılmaktadır (Munoz-Tebar ve ark., 2023).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Hurma meyvesinin (*Phoenix dactylifera* L.) bir yan ürünü olan hurma çekirdekleri sert kabuklu, küçük, genelde uzunlamasına oval bir embriyosu olan, ventral kısmı oluklu bir yapıya sahip ve genellikle atık olarak değerlendirilen bir üründür. Ancak hurma çekirdekleri birçok meyve ve meyve çekirdeklerine kıyasla içeriğindeki toplam fenolik bileşikler açısından oldukça zengindir. Geleneksel Arap tıbbında sindirim sorunları, enfeksiyonlar ve karaciğer hastalıkları gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanıldığı görülmektedir. Son yıllarda, hurma çekirdeklerinin biyoaktif bileşenleri ve sağlık üzerindeki potansiyel etkileri, özellikle antioksidan ve anti-inflamatuar özellikleri nedeniyle ilgi çekmektedir.

Egzersize bağlı kas hasarı, özellikle yüksek yoğunluklu egzersizler gibi zorlayıcı antrenmanlardan sonra ortaya çıkan kas liflerindeki yapısal hasarı ifade eder. Bu durum geçici fiziksel performans düşüşüne neden olabilmektedir. Ayrıca egzersiz sırasında ve sonrasında oksidatif stres ve inflamasyon da meydana gelmektedir.

Bu derleme, hurma çekirdeklerinin antioksidan ve anti-inflamatuar özelliklerinin egzersiz sonrası CRP, MDA, IL-6 CK ve LDH gibi inflamatuar mediyatörleri iyileştirdiği ve toplam antioksidan kapasiteyi artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Literatür doğrultusunda hurma çekirdeklerinin yüksek antioksidan kapasitesi ve pro-inflamatuar sitokinleri azaltması gibi etkilerinin içeriğindeki biyoaktif bileşenlerden özellikle polifenol içeriğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Hurma çekirdekleri hurma işleme endüstrisinin önemli bir yan ürünü olması nedeniyle değerli bir fonksiyonel gıda bileşeni olarak değerlendirilebilir. Bu derleme doğrultusunda, hurma çekirdeğinin antioksidan ve inflamasyon belirteçleri üzerindeki olumlu etkileri göz önüne alındığında sporcular için egzersiz sonrası toparlanmayı destekleyici, kas hasarını azaltıcı ve inflamatuar yanıtı modüle edici potansiyele sahip alternatif veya tamamlayıcı bir destek ürünü olabilir. Toparlanma içecekleri, protein barlar, enerji jelleri, takviye kapsülleri/tozları gibi sporcu beslenmesi ürünlerine; kahvaltılık gevrekler, yoğurtlar gibi ürünlere besin değerini ve sağlık faydalarını artırmak için eklenebilir. Bu uygulamalar hem hurma endüstrisinden çıkan yan ürünlerin katma değerini artıracak hem de tüketicilerden özellikle sporculara, egzersizle ilişkili fizyolojik stresin yönetilmesinde destek olacak doğal kaynaklı seçenekler sunacaktır. Ayrıca ürün geliştirme süreçlerinde optimum dozajların, biyoaktivitenin ve duyusal analizlerin dikkate alınması önemlidir. Bireylerde performansa doğrudan etkilerini inceleyen ek klinik çalışmalar yapılması, hurma çekirdeklerinin sporcu beslenmesindeki yerini sağlamlaştıracaktır.

KAYNAKLAR

Akpoghelie, E. O., Ishioro, B. O., & Edo, G. I. (2024). Effects of energy consumption on human development and industrial sector performance in selected Sub-Saharan Africa and OECD countries: comparative analysis. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *31*(5), 537-553.

Al-Khalili, M., Al-Habsi, N., & Rahman, M. S. (2023). Applications of date pits in foods to enhance their functionality and quality: A review. Frontiers in Sustainable Food Systems, 6, 1101043.

Alharbi, K. L., Raman, J., & Shin, H. J. (2021). Date fruit and seed in nutricosmetics. Cosmetics, 8(3), 59.

Alkhalidy, H., Al-Nabulsi, A. A., Al-Taher, M., Osaili, T., Olaimat, A. N., & Liu, D. (2023). Date (Phoenix dactylifera L.) seed oil is an agro-industrial waste with biopreservative effects and antimicrobial activity. Scientific Reports, 13(1), 17142.

Alkhoori MA, Kong AS-Y, Aljaafari MN et al (2022) Bio- chemical composition and biological activities of date palm (Phoenix dactylifera L.) seeds: a review. Biomole- cules 12:1626. https://doi.org/10.3390/biom12111626

Ammar, A., MounaTurki, Trabelsi, K., Bragazzi, N. L., Boukhris, O., Bouaziz, M., Ayadi, F., El Abed, K., Driss, T., Souissi, N., Chtourou, H., Bailey, S. J., & Hoekelmann, A. (2020). Effects of natural polyphenol-rich pomegranate juice on the acute and delayed response of Homocysteine and steroidal hormones following weightlifting exercises: a double-blind, placebo-controlled trial. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 17(1), 15. https://doi.org/10.1186/s12970-020-00345-w

Anwar S, Raut R, Alsahli MA et al (2022) Role of Ajwa date fruit pulp and seed in the management of diseases through in vitro and in silico analysis. Biology (basel) 11:78. https://doi.org/10.3390/biology11010078

Attia, A. I., Reda, F. M., Patra, A. K., Elnesr, S. S., Attia, Y. A., & Alagawany, M. (2021). Date (Phoenix dactylifera L.) by-products: Chemical composition, nutritive value and applications in poultry nutrition, an updating review. Animals, 11(4), 1133.

Baumert, P., Lake, M. J., Stewart, C. E., Drust, B., & Erskine, R. M. (2016). Genetic variation and exercise-induced muscle damage: implications for athletic performance, injury and ageing. European journal of applied physiology, 116, 1595-1625.

Biglar, M., Khanavi, M., Hajimahmoodi, M., Hassani, S., Moghaddam, G., Sadeghi, N., & Oveisi, M. R. (2012). Tocopherol content and fatty acid profile of different Iranian date seed oils. Iranian Journal of Pharmaceutical Research: IJPR, 11(3), 873.

Bongiovanni, T., Genovesi, F., Nemmer, M., Carling, C., Alberti, G., & Howatson, G. (2020). Nutritional interventions for reducing the signs and symptoms of exercise-induced muscle damage and accelerate recovery in athletes: current knowledge, practical application and future perspectives. European journal of applied physiology, 120, 1965-1996.

Bowtell, J., & Kelly, V. (2019). Fruit-derived polyphenol supplementation for athlete recovery and performance. *Sports Medicine*, *49*(Suppl 1), 3-23.

Carvalho-Peixoto, J., Moura, M. R., Cunha, F. A., Lollo, P. C., Monteiro, W. D., Carvalho, L. M., & Farinatti, P.deT. (2015). Consumption of açai (Euterpe oleracea Mart.) functional beverage reduces muscle stress and improves effort tolerance in elite athletes: a randomized controlled intervention study. Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme, 40(7), 725–733. https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0518

Daly, R. M., Gianoudis, J., De Ross, B., O'Connell, S. L., Kruger, M., Schollum, L., & Gunn, C. (2020). Effects of a multinutrient-fortified milk drink combined with exercise on functional performance, muscle strength, body composition, inflammation, and oxidative stress in middle-aged women: a 4-month, double-blind, placebo-controlled, randomized trial. The American journal of clinical nutrition, 112(2), 427–446. https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa126

Damas, F., Nosaka, K., Libardi, C. A., Chen, T. C., & Ugrinowitsch, C. (2016). Susceptibility to exercise-induced muscle damage: a cluster analysis with a large sample. International journal of sports medicine, 37(08), 633-640.

El-Gendy, Z. A., Abdelazeem, S., Jaleel, G. A. A., Ali, M. E., Mohamed, A., Salah, A., & Raslan, M. A. (2024). Anti-inflammatory and anti-rheumatic effects of Phoenix dactylifera L.(date palm) seed by controlling cytokines and inhibiting JAK1/STAT3 pathway on CFA-induced arthritis rat and its phytochemical profiling. Journal of Ethnopharmacology, 329, 118138.

El-Mergawi, R., Al-Humaid, A., & El-Rayes, D. (2016). Phenolic profiles and antioxidant activity in seeds of ten date cultivars from Saudi Arabia. J. Food Agric. Environ, 14(2), 38-43.

Elmadfa, I., & Domke, I. (1978). Wirkung von Dattelkernmehl und Cellulose auf Wachstum, Futterverwertung und Lipidstoffwechselparameter wachsender und ausgewachsener Ratten. *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft*, *17*, 197-205.

Fakhri, S., Shokoohinia, P., Marami, M., Ghiasvand, N., Hosseinzadeh, L., & Shokoohinia, Y. (2018). Acute and sub-chronic toxicity evaluation of aqueous extract of Phoenix dactylifera seeds in Wistar rats. *Journal of Reports in Pharmaceutical Sciences*, *7*(3), 319-330.

Farag, M. A., Otify, A. M., El-Sayed, A. M., Michel, C. G., ElShebiney, S. A., Ehrlich, A., & Wessjohann, L. A. (2019). Sensory metabolite profiling in a date pit based coffee substitute and in response to roasting as analyzed via mass spectrometry based metabolomics. *Molecules*, *24*(18), 3377.

Fedorova, M., Kuleva, N., & Hoffmann, R. (2009). Reversible and irreversible modifications of skeletal muscle proteins in a rat model of acute oxidative stress. *Biochimica et biophysica acta (bba)-molecular basis of disease*, *1792*(12), 1185-1193.

Felemban, S., & Hamouda, A. F. (2022). A pilot study of the effects of ajwa date seed extract in a diabetic animal with parallel observations on human subjects. *J. Pharm. Res. Int*, *34*, 23-33.

Fernández-Lázaro, D., Mielgo-Ayuso, J., Seco Calvo, J., Córdova Martínez, A., Caballero García, A., & Fernandez-Lazaro, C. I. (2020). Modulation of exercise-induced muscle damage, inflammation, and oxidative markers by curcumin supplementation in a physically active population: a systematic review. Nutrients, 12(2), 501.

Granato, D., Putnik, P., Kovačević, D. B., Santos, J. S., Calado, V., Rocha, R. S., ... & Pomerantsev, A. (2018). Trends in chemometrics: Food authentication, microbiology, and effects of processing. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 17(3), 663-677.

Güldane, M., Bayram, M., Topuz, S., Kaya, C., Gök, H. B., Bülbül, M., & Koç, M. (2017). Beyaz, siyah ve yeşil çay kullanılarak üretilen kombuchaların bazı özelliklerinin belirlenmesi. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), 34(1), 46-56.

Güney, H. D., & Göbel, P. (2022). Egzersiz Yapan Bireylerin Fonksiyonel Besin Tüketim Durumları ile Bilgi, Tutum ve Düşünceleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Beslenme ve Diyet Dergisi, 50(3), 64-73.

Habib, H. M., & Ibrahim, W. H. (2011). Effect of date seeds on oxidative damage and antioxidant status in vivo. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *91*(9), 1674-1679.

Habib, H. M., Platat, C., Meudec, E., Cheynier, V., & Ibrahim, W. H. (2014). Polyphenolic compounds in date fruit seed (Phoenix dactylifera): characterisation and quantification by using UPLC-DAD-ESI-MS. Journal of the Science of Food and Agriculture, 94(6), 1084-1089.

Hinkaew, J., Aursalung, A., Sahasakul, Y., Tangsuphoom, N., & Suttisansanee, U. (2021). A comparison of the nutritional and biochemical quality of date palm fruits obtained using different planting techniques. Molecules, 26(8), 2245.

Jamurtas, A. Z. (2018). Exercise-induced muscle damage and oxidative stress. Antioxidants, 7(4), 50.

Majid, A., Naz, F., Bhatti, S., & Phull, A. R. (2023). Phenolic profile and antioxidant activities of three date seeds varieties (Phoenix Dactylifera L.) of Pakistan. *Exploratory Research and Hypothesis in Medicine*, *8*(3), 195-201.

Markus, I., Constantini, K., Hoffman, J. R., Bartolomei, S., & Gepner, Y. (2021). Exercise-induced muscle damage: mechanism, assessment and nutritional factors to accelerate recovery. European Journal of Applied Physiology, 121(4), 969–992. doi:10.1007/s00421-020-04566-4

Meqbaali, A. A., & Saif, F. T. (2016). The Potential Antioxidant and anti-inflammatory effects of date seed powder in rats.

Mohamed, D. A., & Al-Okbi, S. Y. (2004). In vivo evaluation of antioxidant and anti-inflammatory activity of different extracts of date fruits in adjuvant arthritis. Polish journal of food and nutrition sciences, 54(4), 397-402.

Mohammad Fikry, M. F., Yus Aniza Yusof, Y. A. Y., Al-Awaadh, A. M., Russly Abdul Rahman, R. A. R., Chin NyukLing, C. N., Esraa Mousa, E. M., & Chang LeeSin, C. L. (2019). Effect of the roasting conditions on the physicochemical, quality and sensory attributes of coffee-like powder and brew from defatted palm date seeds.

Moslemi, E., Dehghan, P., & Khalafi, M. (2023). Effectiveness of supplementation with date seed (Phoenix dactylifera) as a functional food on inflammatory markers, muscle damage, and BDNF following high-intensity interval training: a randomized, double-blind, placebo-controlled trial. European Journal of Nutrition, 62(5), 2001-2014.

Moslemi, E., Dehghan, P., Khani, M., Sarbakhsh, P., & Sarmadi, B. (2023). The effects of date seed (Phoenix dactylifera) supplementation on exercise-induced oxidative stress and aerobic and anaerobic performance following high-intensity interval training sessions: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. British Journal of Nutrition, 129(7), 1151-1162.

Mrabet, A., Jiménez-Araujo, A., Guillén-Bejarano, R., Rodríguez-Arcos, R., & Sindic, M. (2020). Date seeds: A promising source of oil with functional properties. *Foods*, *9*(6), 787.

Muñoz-Tebar, N., Viuda-Martos, M., Lorenzo, J. M., Fernandez-Lopez, J., & Perez-Alvarez, J. A. (2023). Strategies for the valorization of date fruit and its co-products: A new ingredient in the development of value-added foods. *Foods*, *12*(7), 1456.

Nwachukwu, S. C., Edo, G. I., Jikah, A. N., Emakpor, O. L., Akpoghelie, P. O., & Agbo, J. J. (2024). Recent advances in the role of mass spectrometry in the analysis of food: a review. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *18*(6), 4272-4287.

Nwachukwu, S. C., Edo, G. I., Samuel, P. O., Jikah, A. N., Oloni, G. O., Ezekiel, G. O., & Agbo, J. J. (2025). The botanical details, pharmacological activities and industrial applications of date seed (Phoenix dactylifera L.). *Phytochemistry Reviews*, *24*(1), 927-951.

Owens, D. J., Twist, C., Cobley, J. N., Howatson, G., & Close, G. L. (2018). Exercise-induced muscle damage: What is it, what causes it and what are the nutritional solutions? European Journal of Sport Science, 1–15. doi:10.1080/17461391.2018.1505957

Philpott, J., Kern, M., Hooshmand, S., Carson, I., Rayo, V., North, E., Okamoto, L., O'Neil, T., Hong, M. Y., Liu, C., Dreczkowski, G., Rodriguez-Sanchez, N., Witard, O. C., & Galloway, S. D. (2023). Pistachios as a recovery food following downhill running exercise in recreational team-sport individuals. European journal of sport science, 23(12), 2400–2410. https://doi.org/10.1080/17461391.2023.2239192

Platat, C., Hillary, S., Tomas-Barberan, F. A., Martinez-Blazquez, J. A., Al-Meqbali, F., Souka, U., ... & Ibrahim, W. (2019). Urine metabolites and antioxidant effect after oral intake of date (phoenix dactylifera L.) seeds-based products (powder, bread and extract) by human. Nutrients, 11(10), 2489.

Pyne, D. B. (1994). Exercise-induced muscle damage and inflammation: a review. Australian journal of science and medicine in sport, 26, 49-49.

Qadir, A., Aqil, M., Ahmad, U., Khan, N., Warsi, M. H., Akhtar, J., ... & Singh, S. P. (2020). Date seed extract-loaded oil-in-water nanoemulsion: Development, characterization, and antioxidant activity as a delivery model for rheumatoid arthritis. Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences, 12(3), 308-316.

Rivera, D., & Obón, C. (2004). New functional foods for age-related diseases.

Sadiq, I. S., Izuagie, T., Shuaibu, M., Dogoyaro, A. I., Garba, A., & Abubakar, S. (2013). The nutritional evaluation and medicinal value of date palm (Phoenix dactylifera). International journal of modern chemistry, 4(3), 147-154.

Salomo´n-Torres R, Sol-Uribe JA, Valdez-Salas B et al (2020) Effect of four pollinating sources on nutritional properties of medjool Date (Phoenix dactylifera L.) seeds. Agricul- ture 10:45. https://doi.org/10.3390/agriculture10020045

Saryono, S., Rahmawati, E., Proverawati, A., & Hisni, D. (2017). Effect of antioxidant status and oxidative stress products in pre-menopausal women after treatment with date seed powder (Phoenix dactylifera L.): a study on women in Indonesia. *Pak J Nutr*, *16*(6), 477-81.

Saryono, S., Warsinah, W., Isworo, A., & Efendi, F. (2018). Anti-inflammatory effect of date seeds (Phoenix dactylifera L) on carrageenan-induced edema in rats. Tropical Journal of Pharmaceutical Research, 17(12), 2455-2461.

Sikkema, J. A. N., de Bont, J. A., & Poolman, B. (1995). Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. Microbiological reviews, 59(2), 201-222.

Sousa, M., Teixeira, V. H., & Soares, J. (2014). Dietary strategies to recover from exercise-induced muscle damage. International journal of food sciences and nutrition, 65(2), 151-163.

Suleiman RK, Iali W, El Ali B, Umoren SA (2021) New con- stituents from the leaves of date palm (Phoenix dactylifera L.) of Saudi origin. Molecules 26:4192. https://doi.org/10. 3390/molecules26144192

Weißenborn, A., Bakhiya, N., Demuth, I., Ehlers, A., Ewald, M., Niemann, B., ... & Lampen, A. (2018). Höchstmengen für Vitamine und Mineralstoffe in Nahrungsergänzungsmitteln. Journal fuer Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, 13(1).

YAŞANTISAL KAÇINMA ÖLÇEĞİ'NİN TÜRKÇEYE UYARLANMASI: GEÇERLİK VE GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI

Beyzanur ALKASAN[1]

[1]Marmara Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-6731-0628

Halil EKŞİ[2]

[2] Prof. Dr., Marmara Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

[2]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-7520-4559

İbrahim Halil DEMİR[3]

[3] Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitimde Rehberlik ve Psikolojik Hizmetler Anabilim Dalı, Van, Türkiye

[3]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9397-9232

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Borgogna ve arkadaşları (2023) tarafından geliştirilen Yaşantısal Kaçınma Ölçeği'nin Türkçeye uyarlanması ve Türk yetişkin örnekleminde geçerlik ve güvenirlik analizlerinin yapılmasıdır. Araştırmanın çalışma grubunu, yaşları 18 ile 65 arasında değişen, 217'si kadın ve 97'si erkek olmak üzere toplam 314 yetişkin oluşturmuştur. Ölçek uyarlama süreci, çeviri–geri çeviri yöntemi ve uzman görüşleri doğrultusunda yürütülmüştür. 6 maddeden oluşan ve tek boyutu olan ölçeğin yapı geçerliği doğrulayıcı faktör analizi (DFA) ile test edilmiştir. DFA bulguları, ölçeğin tek faktörlü yapısının kabul edilebilir düzeyde model uyumu sağladığını göstermiştir ($\chi^2/df = 4.5$, RMSEA = .08, SRMR = .046, CFI = .96, GFI = .96, NFI = .95). Tüm maddelerin faktör yüklerinin .51 ile .85 arasında değiştiği ve teorik yapıyı temsil ettiği belirlenmiştir. Güvenirlik çalışmasında, ölçeğin iç tutarlılığı Cronbach Alfa katsayısı ile değerlendirilmiş ve .86 olarak hesaplanmıştır. Bu değer ölçeğin yüksek düzeyde güvenilir olduğunu göstermektedir. Ölçüt bağıntılı geçerlik kapsamında yapılan analizlerde, Yaşantısal Kaçınma Ölçeği ile Kabul ve Eylem Formu-II ($r = .60$, $p < .01$) ve Kısa Yaşantısal Kaçınma Ölçeği ($r = .71$, $p < .01$) arasında anlamlı ve pozitif yönde ilişkiler bulunmuştur. Elde edilen bulgular, Yaşantısal Kaçınma Ölçeği'nin Türkçe formunun geçerli ve güvenilir bir psikometrik araç olduğunu ve hem bilimsel araştırmalarda hem de psikolojik danışma uygulamalarında kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yaşantısal Kaçınma; Psikolojik Esneklik; Ölçek Uyarlama; Geçerlik; Güvenirlik

TURKISH VALIDITY AND RELIABILITY STUDIES OF THE EXPERIENTIAL AVOIDANCE RATING SCALE (EARS)

ABSTRACT

The aim of this study was to adapt the Experiential Avoidance Rating Scale, developed by Borgogna et al. (2023), into Turkish and to examine its validity and reliability in a Turkish adult sample. The study sample consisted of 314 adults aged between 18 and 65, including 217 women and 97 men. The scale was adapted through a translation–back translation process and expert evaluations. The 6-item, single-factor scale's construct validity was tested through confirmatory factor analysis (CFA). CFA results indicated an acceptable model fit for the single-factor structure ($\chi^2/df = 4.5$, RMSEA = .08, SRMR = .046, CFI = .96, GFI = .96, NFI = .95). Factor loadings for all items ranged between .51 and .85, indicating that the items adequately represented the theoretical construct. Reliability analysis using Cronbach's alpha yielded a coefficient of .86, indicating high internal consistency. Criterion-related validity analyses showed significant positive

correlations between the Experiential Avoidance Scale and the Acceptance and Action Questionnaire-II (r = .60, p < .01), as well as the Brief Experiential Avoidance Questionnaire (r = .71, p < .01). These findings suggest that the Turkish version of the Experiential Avoidance Rating Scale is a valid and reliable psychometric instrument suitable for both scientific research and psychological counseling practice.

Key Words: Experiential Avoidance; Psychological Flexibility; Scale Adaptation; Validity; Reliability

1. GİRİŞ

Yaşantısal kaçınma, Kabul ve Kararlılık Terapisi (Acceptance and Commitment Therapy- ACT) kuramının merkezinde yer alan psikolojik esneklik kavramı ile yakından ilişkilidir. ACT kuramında psikolojik esnekliğin temel yapı taşlarından biri "kabullenme"dir. Kabullenme, bireyin deneyimlerini değiştirmeye çalışmaksızın, olduğu gibi kabul etmesini ifade eder. Psikolojik esneklik bozulduğunda ve psikolojik katılık gelişmeye başladığında, kabullenmenin yerini yaşantısal kaçınma alır. (Hayes ve ark., 2006).

Yaşantısal kaçınma, bireyin bazı özel deneyimlere (örneğin duygular, düşünceler, anılar, bedensel duyumlar ve davranışsal yatkınlıklar) maruz kalmak istemeyerek bu deneyimlerin ortaya çıkma biçimini, sıklığını ya da onları tetikleyen durumları değiştirmeye çalışmasıdır (Hayes ve ark., 1996).

Yaşantısal kaçınma, duygusal bozuklukların hem gelişiminde hem de sürdürülmesinde önemli bir risk faktörü olarak öne çıkmaktadır (Spinhoven ve ark., 2014). Bu bağlamda, yaşantısal kaçınmanın depresif belirtilerle olan güçlü ilişkisi, yalnızca psikiyatrik tanı almış bireylerde değil, aynı zamanda herhangi bir ruhsal hastalık tanısı bulunmayan bireylerde de gözlemlenmiştir (Cribb ve ark., 2006; Rueda ve Valls, 2016). Benzer şekilde, travma sonrası stres bozukluğu ile yaşantısal kaçınma arasında da anlamlı bir ilişki bulunduğu belirtilmektedir (Maack ve ark., 2011; Serrano-Ibáñez ve ark., 2021). Ayrıca, yaşantısal kaçınmanın, çocukluk çağı travmalarının depresyonla ve problemli davranışlarla (kendine zarar verme, aşırı madde veya alkol kullanımı vb.) ilişkisinde aracı bir rol üstlendiği araştırmalarla ortaya konmuştur (Ghazanfari ve ark., 2018; Roche ve ark., 2018). Türkiye'deki çalışmalar da bu bulguları destekler nitelikte olup yaşantısal kaçınma ile ruminasyon, depresyon, kaygı, stres, travma ve dijital bağımlılık gibi değişkenler arasındaki ilişkiler üzerinde yoğunlaşmaktadır (Akbaba ve Çetinkaya-Yıldız, 2023; Çakmak ve ark., 2023; Çarboğa, 2021; Şık ve Çam, 2023; Tümer, 2024). Özetle, yapılan araştırmalar, yaşantısal kaçınma ile psikolojik iyi oluş arasında negatif yönde bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır (Mojallal ve ark., 2022; Yela ve ark., 2021).

Ülkemizdeki çalışmalarda yaşantısal kaçınmayı ölçmek için genellikle Kabul ve Eylem Formu-II (KEF-II; Yavuz ve ark., 2016) ve Çok Boyutlu Yaşantısal Kaçınma Ölçeği-30 (ÇBYKÖ-30; Ekşi ve ark., 2018) tercih edilmiştir. Ancak KEF-II psikolojik katılığı ölçen bir araçtır ve ÇBYKÖ-30 ise kısaltılmış bir ölçek olmasına rağmen 6 faktörden oluşan 30 maddeli uzun bir ölçektir. Ayrıca KEF-II'nin orijinali ile ÇBYKÖ-30'un 62 maddelik orijinalinin yapısal geçerliğine dair istatistiki veriler yetersiz kalmaktadır (Borgogna ve ark., 2023).

Borgogna ve arkadaşları (2023), mevcut ölçme araçlarının psikometrik yetersizliklerinden hareketle yaşantısal kaçınma kavramını daha geçerli ve güvenilir şekilde ölçebilecek kısa ve tek faktörlü Yaşantısal Kaçınma Ölçeğini geliştirmiştir. Bu ölçeğin Türkçeye uyarlanması, yaşantısal kaçınmayı özgün biçimde ve doğrudan ölçmeye olanak tanıyacaktır. Ayrıca, mevcut ölçeklerin uzun madde yapısından kaynaklanan uygulama güçlüklerini azaltarak alandaki araştırmaların ve değerlendirme çalışmalarının daha kolay yürütülmesini destekleyecektir.

Bu araştırmanın amacı, Borgogna ve arkadaşları (2023) tarafından geliştirilen Yaşantısal Kaçınma Ölçeğini Türkçeye uyarlamak ve bu ölçeğin Türk yetişkin örnekleminde geçerlilik ve güvenilirlik analizlerini gerçekleştirmektir.

2. YÖNTEM

Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, yaşları 18 ile 65 arasında değişen toplam 314 kişi oluşturmaktadır. Katılımcıların %31'i (n = 97) erkek ve %69'u (n = 217) kadın olup ortalama yaşları 32.04'tür. Ölçüt bağımlı geçerlik için 54 katılımcıya uygulama yapılmıştır. Örnekleme yöntemi olarak uygun örnekleme kullanılmıştır. Dijital ölçek formu, çevrimiçi ortamlarda ve okul kampüsünde duyurularak katılımcılara ulaşılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Demografik Bilgi Formu:

Katılımcıların yaş, cinsiyet ve eğitim düzeyi gibi demografik özelliklerini belirlemek için araştırmacılar tarafından oluşturulan bir demografik bilgi formu kullanılmıştır.

Yaşantısal Kaçınma Ölçeği:

Borgogna ve arkadaşları (2023) tarafından geliştirilen Yaşantısal Kaçınma Ölçeği (Experiential Avoidance Rating Scale - EARS), bireylerin istenmeyen duygu, düşünce, bedensel duyum ve anıları deneyimlemekten kaçınma düzeylerini ölçmektedir. 6 maddeli, tek faktörlü ölçeğin iç tutarlılık katsayısı (α) .92 olarak bulunmuştur. Ölçek, "1 (Asla doğru değil)" ile "5 (Çok sık doğru)" arasında değişen 5'li Likert tipi bir puanlama ile yanıtlanmaktadır. Ölçekten alınabilecek toplam puan 6 ile 30 arasında değişmektedir. Ölçekten alınan yüksek puanlar, yüksek düzeyde yaşantısal kaçınmayı ifade etmektedir.

Kabul ve Eylem Formu-II (KEF-II):

Bond ve arkadaşları (2011) tarafından geliştirilen ve Yavuz ve arkadaşları (2016) tarafından Türkçeye uyarlanan Kabul ve Eylem Formu-II, psikolojik esnekliği değerlendiren 7 maddelik bir ölçektir. Ölçek maddeleri, "1 (Hiçbir Zaman Doğru Değil)" ile "7 (Daima Doğru)" arasında değişen 7'li Likert tipi bir puanlama ile yanıtlanmaktadır. Ölçekten alınabilecek toplam puan 7 ile 49 arasında değişmektedir. Ölçekten alınan yüksek puanlar, psikolojik katılığın yüksek olduğunu göstermektedir. Geçerlik ve güvenirlik çalışmasında iç tutarlılık katsayısı (α) .84 olarak bulunmuştur.

Kısa Yaşantısal Kaçınma Ölçeği:

Gámez ve arkadaşları (2014) tarafından geliştirilen Kısa Yaşantısal Kaçınma Ölçeği'nin Türkçe adaptasyonu Balcı ve Kaya-Güler (2023) tarafından gerçekleştirilmiştir. 15 maddeden oluşan ölçeğin maddeleri "1 (Hiç katılmıyorum)" ile "5 (Tamamen katılıyorum)" arasında değişen 5'li Likert tipi bir puanlama ile yanıtlanmaktadır. Altıncı madde ters kodlanmıştır. Ölçekten alınabilecek toplam puan 15 ile 75 arasında değişmektedir. Ölçekten alınan yüksek puanlar, yüksek düzeyde yaşantısal kaçınmaya işaret etmektedir. Güvenirlik analizinde iç tutarlılık katsayısı (α) .71 olarak bulunmuştur.

İşlem

Ölçeği geliştiren araştırmacılarla e-mail üzerinden iletişime geçerek uyarlama için gereken izinler alınmıştır. Ölçeğin Türkçeye uyarlanması sürecinde orijinal maddeler 5 bağımsız uzman tarafından Türkçeye çevrilmiştir. Çeviriler 3 kişilik bir panel tarafından incelenerek Türkçe form oluşturulmuştur. Ardından, Türkçe maddeler 2 bağımsız uzman tarafından tekrar İngilizceye çevrilmiştir. Orijinal form ile Türkçeden İngilizceye geri çevrilen form karşılaştırılarak nihai Türkçe form oluşturulmuştur. Daha sonra, nihai form bir dil uzmanı tarafından incelenmiştir. Dil ve üslup anlaşılabilirliğini kontrol etmek için 10 katılımcıyla pilot çalışma yapılmış ve geri bildirimler alınmıştır. Pilot çalışma sonrası bir değişikliğe ihtiyaç duyulmadığına karar verilmiş ve nihai formla veri toplanmaya başlanmıştır.

Elde edilen verilerin analizi SPSS 25.0 ve AMOS programları kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçeğin güvenirliği için iç tutarlık katsayısı hesaplanmış, yapı geçerliğini test etmek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi yapılmıştır. Ayrıca, ölçüt bağımlı geçerlik kapsamında Yaşantısal Kaçınma Ölçeğinin KEF-II ve Kısa Yaşantısal Kaçınma Ölçeği ile ilişkisi incelenmiştir

3. BULGULAR

Yapı Geçerliği

Bir ölçme aracının kavramsal ya da kuramsal temelini incelemek amacıyla en sık başvurulan istatistiksel yöntemlerden biri doğrulayıcı faktör analizidir (DFA). DFA, gözlenen değişkenlerin önceden belirlenmiş gizil

boyutlarla ne derece örtüştüğünü sınamaya yönelik bir analiz yaklaşımıdır. Bu çerçevede, modelin elde edilen verilerle uyum düzeyi değerlendirilir. Bu araştırmada Yaşantısal Kaçınma Ölçeğine ilişkin DFA yapılmış ve ölçek maddelerinin tanımlanan faktör yapısına uygunluğu test edilmiştir. Ayrıca faktör yüklerinin anlamlılığı ve yapının geçerliği incelenmiştir. Alan yazında yaygın olarak kabul gören ölçütlere göre .32'nin üzerindeki faktör yükleri yeterli kabul edilmekte, bu da maddenin teorik yapıya katkı sunduğunu ve modele anlamlı bir şekilde yüklendiğini göstermektedir (Tabachnick ve Fidell, 2001).

Yaşantısal Kaçınma Ölçeği'nin tek faktörden oluşan yapısını değerlendirmek amacıyla birinci ve ikinci düzey doğrulayıcı faktör analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz kapsamında RMSEA, SRMR, CFI, GFI ve NFI gibi uyum indeksleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1

Birinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizine Ait Uyum Değerleri

Düzey	X^2	df	$X^{2/df}$	RMSEA	NFI	GFI	CFI	SRMR
1. Düzey	36,095	8	4,5	0.08	0.95	0.96	0.96	0.046

Altı maddeden oluşan tek boyutlu ölçeğe ilişkin DFA sonucunda elde edilen uyum değerleri Tablo 2'de sunulmuştur. Bu uyum değerlerinin kabul edilebilir parametre aralıklarına uygunluğunu belirlemek amacıyla, değerlendirme sürecinde ilgili ölçütler dikkate alınmıştır (Schermelleh-Engel ve ark., 2003).

Tablo 2

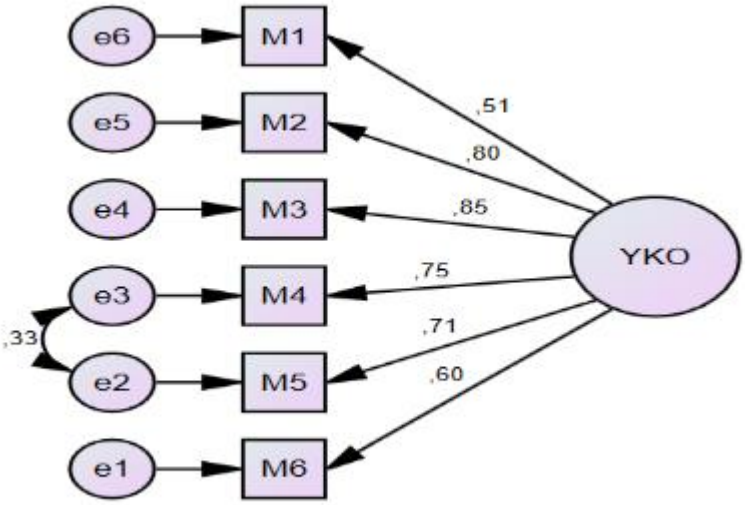
DFA'ya İlişkin Uyum İndekslerinin Değerlendirilmesi

Uyum Ölçüleri	İyi Uyum	Kabul Edilebilir Uyum	Elde Edilen Uyum Değerleri
X^2/df	$0 \leq X^2 \leq 2df$	$2df \leq X^2 \leq 5df$	4,5
RMSEA	$0 \leq RMSEA \leq 0.05$	$0.05 \leq RMSEA \leq 0.08$	0.08
SRMR	$0 \leq SRMR \leq 0.05$	$0.05 \leq SRMR \leq 0.10$	0.046
CFI	$0.95 \leq CFI \leq 1.00$	$0.90 \leq CFI \leq 0.95$	0.96
GFI	$0.90 < GFI < 1.00$	$0.85 < GFI < 0.90$	0.96
NFI	$0.95 \leq NFI \leq 1.00$	$0.90 \leq NFI < 0.95$	0.95

Tablo 2'de görüldüğü üzere, birinci düzey faktör analizi sonuçlarına dayalı olarak hesaplanan uyum indeksleri değerlendirildiğinde Yaşantısal Kaçınma Ölçeğinin kabul edilebilir ve iyi uyum düzeyleri gösterdiği anlaşılmaktadır. X^2/df ile RMSEA değerleri kabul edilebilir sınırlar içerisinde bulunurken SRMR, NFI, CFI ve GFI değerlerinin iyi uyum düzeyinde olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrulayıcı faktör analizinin sonucunda, ölçeğin tek boyutlu modelinin en az kabul edilebilir ölçüde uyum sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Şekil 1'de Yaşantısal Kaçınma Ölçeğine ait birinci düzey doğrulayıcı faktör analizinin diyagramı gösterilmektedir.

Şekil 1

Yaşantısal Kaçınma Ölçeğine Ait Birinci Düzey Doğrulayıcı Faktör Analizi Diyagramı



Şekil 1'de Yaşantısal Kaçınma Ölçeğinin (YKO) tek faktörlü yapısına ilişkin doğrulayıcı faktör analizi (DFA) sonuçları yer almaktadır. Ölçek maddeleri (M1–M6) ile gizil değişken (YKO) arasındaki faktör yüklerine bakıldığında, bu değerlerin .51 ile .85 arasında değiştiği görülmüştür. Literatürde, faktör yüklerinin .32 ve üzeri olmasının yeterli kabul edildiği (Tabachnick ve Fidell, 2001) dikkate alındığında, tüm maddelerin ölçülen yapıyla anlamlı ilişkiler taşıdığı sonucuna varılmıştır. En yüksek faktör yükü .85 ile M3 maddesine aitken, en düşük değer .51 ile M1 maddesine aittir. Bu bulgular, ölçek maddelerinin yaşantısal kaçınma kavramını temsil etmede yeterli katkı sağladığını ve ölçeğin yapı geçerliliğinin desteklendiğini göstermektedir.

Ölçüt Bağımlı Geçerlik

Ölçüt bağımlı geçerlik, bir ölçme aracının belirlenen başka bir kriter ya da ölçütle olan ilişkisini değerlendiren geçerlik türüdür. Bu yaklaşım, ölçeğin gerçek dünyadaki ölçütlerle ne kadar tutarlı olduğunu ortaya koymaya yardımcı olur (Guilford ve Fruchter, 1973). Yaşantısal Kaçınma Ölçeğinin ölçüt bağımlı geçerliliğini incelemek amacıyla, 54 katılımcıya Yaşantısal Kaçınma Ölçeği, Kabul ve Eylem Formu-II ve Kısa Yaşantısal Kaçınma Ölçeği eş zamanlı olarak uygulanmıştır. Bu ölçeklerden elde edilen puanlar arasındaki korelasyonlar analiz edilmiş olup sonuçlar Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3

Ölçüt Bağımlı Geçerlik Değerleri

Değişkenler	**1**	**2**	**3**
1- Yaşantısal Kaçınma Ölçeği	1		
2- Kabul ve Eylem Formu-II	,60 **	1	
3- Kısa Yaşantısal Ölçeği	,71**	,68	1

** p < .01

Yaşantısal Kaçınma Ölçeğinin ölçüt bağımlı geçerliği, benzer yapıları ölçen diğer psikometrik araçlarla olan korelasyonlar üzerinden değerlendirilmiştir. Ölçek ile Kabul ve Eylem Formu-II arasında pozitif yönde, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur (r = .60, p < .01). Ayrıca, Yaşantısal Kaçınma Ölçeği ile Kısa Yaşantısal Kaçınma Ölçeği arasında ise pozitif, yüksek düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki

saptanmıştır ($r = .71$, $p < .01$). Bu bulgular, ölçeğin benzer yapıları ölçen diğer araçlarla yüksek düzeyde ilişkili olduğunu ve geçerli bir ölçüm aracı olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Güvenirlik

İç tutarlılık ve homojenlik düzeyini değerlendirmek amacıyla Cronbach Alpha katsayısı hesaplanmıştır. Bu katsayı 0 ile 1 arasında değişirken, genel olarak .70'in üzerindeki değerler ölçeğin güvenilir olduğunu göstermektedir (Gerbing ve Anderson, 1988). Yaşantısal Kaçınma Ölçeğinin Cronbach Alfa katsayıları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4

Yaşantısal Kaçınma Ölçeği İçin Cronbach Alpha Güvenirlik Değerleri

Ölçek	Madde Sayısı	Cronbach Alpha Değeri
Yaşantısal Kaçınma Ölçeği	6	,86

Tablo 4'te yer alan verilere göre, Yaşantısal Kaçınma Ölçeğinin genelinde Cronbach Alfa katsayısı .86 olarak bulunmuştur. Cronbach Alfa'nın .80'in üzerinde olması, ölçeğin yüksek düzeyde güvenilirliğe sahip olduğunu göstermektedir (Özdamar, 2004). Bu sonuç, ölçeğin iç tutarlılık bakımından güçlü bir güvenirlik sunduğunu ortaya koymaktadır.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırmada, Borgogna ve arkadaşları (2023) tarafından geliştirilen Yaşantısal Kaçınma Ölçeğinin Türkçeye uyarlanması ve psikometrik özelliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda gerekli izinler alınmış ve çeviri sürecine başlanmıştır. Çeviri süreci bağımsız uzmanlar tarafından çeviri-geri çeviri adımları takip edilerek gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sonrası nihai formun dil ve üslup açısından net olduğu anlaşılmış ve veri toplama sürecine geçilmiştir.

Elde edilen bulgular, ölçeğin Türk örnekleminde kabul edilebilir düzeyde psikometrik özelliklere sahip olduğunu ortaya koymuştur. Ölçeğin yapı geçerliği doğrulayıcı faktör analizi ile değerlendirilmiştir. Tüm maddelerin faktör yüklerinin .51 ile .85 arasında değiştiği ve teorik yapıyı yeterince temsil ettiği belirlenmiştir. Literatürde faktör yüklerinin .32 ve üzerinde olmasının yeterli kabul edilmesi (Tabachnick ve Fidell, 2001) bağlamında, ölçek maddelerinin yaşantısal kaçınma kavramına anlamlı katkı sağladığı ve yapı geçerliliğinin desteklendiği sonucuna varılmıştır.

Ölçeğin iç tutarlık katsayısı (.86) yüksek bulunmuş ve bu da ölçeğin güvenilir bir ölçüm aracı olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, ölçüt bağımlı geçerlik analizleri kapsamında, Yaşantısal Kaçınma Ölçeğinin Kabul ve Eylem Formu-II ve Kısa Yaşantısal Kaçınma Ölçeği ile pozitif ve anlamlı ilişkiler göstermesi, ölçeğin dış geçerliliğini desteklemektedir.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, araştırmanın katılımcı sayısı belirli bir düzeyde sınırlı kalmıştır. Bu durum, elde edilen bulguların daha geniş popülasyonlara genellenebilirliğini kısıtlayabilir. İkinci olarak, veriler öz-bildirim yöntemiyle toplanmış olup, katılımcıların yanıtları sosyal beğenirlik eğilimi veya kişisel algılar nedeniyle yanlılık içerebilir. Üçüncü olarak, çalışmada yalnızca iç tutarlılık katsayısı ile güvenirlik değerlendirilmiştir. Gelecek araştırmalarda test-tekrar test güvenirliği gibi ek analizlerin yapılması, geniş demografik gruplarla ve klinik popülasyonlarda ölçeğin geçerlik ve güvenirliğinin incelenmesi önerilmektedir.

Sonuç olarak, Türkçe versiyonu geliştirilen Yaşantısal Kaçınma Ölçeği, psikolojik esneklik ve yaşantısal kaçınma alanında yapılan çalışmalarda geçerli ve güvenilir bir ölçüm aracı olarak kullanılabilir. Az maddeli ve tek faktörlü yapısı, pratikte zamandan tasarruf sağlarken güvenilirlik ve geçerlik verileri ölçeğin bilimsel

değerini artırmaktadır. Klinik ve araştırma uygulamalarında yaşantısal kaçınma eğilimlerini değerlendirmek ve müdahale süreçlerini izlemek için uygun bir araçtır.

Bu çalışma, yaşantısal kaçınma alanındaki araştırma araçları literatürüne önemli bir katkı sağlamış ve Türkiye'de bu kavramın ölçümünde kullanılabilecek yeni bir aracı sunmuştur.

Kaynakça

Akbaba, D., & Çetinkaya Yıldız, E. (2023). Üniversite öğrencilerinin dijital oyun bağımlılığını yordamada yaşantısal kaçınma, ait olma ve psikolojik iyi oluşun rolü. *Bağımlılık Dergis*i, *25*(1), 31–42. https://doi.org/10.51982/bagimli.1269225

Balcı, Ş., & Kaya-Güler, E. (2023). Yaşantısal kaçınma ile dijital bağımlılık ilişkisinde dijital araç kullanımının aracılık rolü. *Türkiye İletişim Araştırmaları Dergis*i, *44*, 1–22. https://doi.org/10.17829/turcom.119474

Borgogna, N. C., Spencer, S. D., Johnson, D. A., Brasil, K. M., McDermott, R. C., Kraus, S. W., & Buchanan, J. A. (2023). The development and validation of the experiential avoidance rating scale (EARS): A self-report questionnaire that might actually measure experiential avoidance. *Journal of Contextual Behavioral Science*, *30*, 121–131. https://doi.org/10.1016/j.jcbs.2023.10.001

Cribb, G., Moulds, M. L., & Carter, S. (2006). *Rumination and Experiential Avoidance in Depression. Behaviour Change, 23*(03), 165–176. doi:10.1375/bech.23.3.165

Çakmak, Z., Aktürk, İ. & Yaman, Ö. M. (2023). Homoseksüel ve heteroseksüel bireylerde yaşantısal kaçınma, değer odaklılık ve depresyon-anksiyete-stres arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 33*(3), 1355-1372. https://doi.org/10.18069/firatsbed.1287778

Çarboğa, G. (2021). Üniversite öğrencilerinde duygu düzenleme süreçleri, yaşantsal kaçınma ve yaygın anksiyete bozukluğu arasındaki ilişkilerin incelenmesi. [Yüksek Lisans Tezi, Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi

Ekşi, H., Kaya, Ç. & Kuşcu, B. (2018). *Multidimensional Experiential Avoidance Questionnaire-30: Adaptation and Psychometric Properties of the Turkish Version [Çok Boyutlu Yaşantısal Kaçınma Ölçeği-30'un Türkçeye uyarlanması ve psikometrik Özellikleri].* Paper presented at 8th International Conference on Research in Education- ICRE, May, 9-11, Manisa, Turkey (pp. 483-487). Uluslararası Eğitim Araştırmacıları Derneği.

Gámez, W., Chmielewski, M., Kotov, R., Ruggero, C., Suzuki, N., & Watson, D. (2013). The Brief Experiential Avoidance Questionnaire: Development and initial validation. *Psychological Assessment, 26*(1), 35–45. https://doi.org/10.1037/a0034473

Gerbing, D. W., & Anderson, J. C. (1988). An updated paradigm for scale development incorporating unidimensionality and its assessment. *Journal of Marketing Research, 25*(2), 186-192.

Ghazanfari, F., Rezaei, M., & Rezaei, F. (2018). The mediating role of repetitive negative thinking and experiential avoidance on the relationship between childhood trauma and depression. *Archives of psychiatric nursing, 32*(3), 432-438.

Guilford, J. P., & Fruchter, B. (1973). *Fundamental statistics in psychology and education* (5th ed.). McGraw-Hill.

Hayes, S. C., Luoma, J. B., Bond, F. W., Masuda, A., & Lillis, J. (2006). *Acceptance and commitment therapy: Model, processes and outcomes.* Behaviour Research and Therapy, 44(1), 1–25.

Hayes, S. C., Wilson, K. G., Gifford, E. V., Follette, V. M., & Strosahl, K. (1996). Experiential avoidance and behavioral disorders: A functional dimensional approach to diagnosis and treatment. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 64*(6), 1152–1168. https://doi.org/10.1037/0022-006x.64.6.1152

Maack, D. J., Tull, M. T., & Gratz, K. L. (2011). Experiential avoidance mediates the association between behavioral inhibition and posttraumatic stress disorder. *Cognitive Therapy and Research, 36*(4), 407–416. https://doi.org/10.1007/s10608-011-9362-2

Mojallal, M., Simons, R. M., Quevillon, R. P., & Hatwan, M. L. (2022). Associations of experiential avoidance with burnout, wellbeing, and productivity loss among police officers: The mediating role of negative and positive affect. *Journal of Clinical Psychology*, *78*(11), 2260–2280. https://doi.org/10.1002/jclp.23371

Özdamar, K. (2004). *Paket programlar ile istatistiksel veri analizi* (Genişletilmiş 5. baskı). Kaan Kitapevi

Roche, A. I., Kroska, E. B., Miller, M. L., Kroska, S. K., & O'Hara, M. W. (2018). Childhood trauma and problem behavior: Examining the mediating roles of experiential avoidance and mindfulness processes. *Journal of American College Health*, *67*(1), 17–26. https://doi.org/10.1080/07448481.2018.1455689

Rueda, B., & Valls, E. (2016). Relationships among Stress, Experiential Avoidance and Depression in Psychiatric Patients. *The Spanish Journal of Psychology*, *19*, E27. https://doi.org/10.1017/sjp.2016.32

Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of Psychological Research Online*, *8*(2), 23–74.

Serrano-Ibáñez, E. R., Ruiz-Párraga, G. T., Gómez-Pérez, L., Ramírez-Maestre, C., Esteve, R., & López-Martínez, A. E. (2021). The Relationship between experiential avoidance and posttraumatic stress symptoms: a moderated mediation model involving dissociation, guilt, and gender. *Journal of Trauma & Dissociation*, *22*(3), 304–318. https://doi.org/10.1080/15299732.2020.1869647

Spinhoven, P., Drost, J., De Rooij, M., Van Hemert, A. M., & Penninx, B. W. (2014). A longitudinal study of experiential avoidance in emotional disorders. *Behavior Therapy*, *45*(6), 840–850. https://doi.org/10.1016/j.beth.2014.07.001

Şık, A. & Çam, S. (2023). Ruminatif düşünce biçimi ve düşünce eylem kaynaşmasının yaşantısal kaçınmayla ilişkisi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 32*(2),485-496. https://doi.org/10.35379/cusosbil.1228760

Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2001). *Using multivariate statistics* (4th ed.). Allyn & Bacon

Tümer, S. B. (2024). Genç yetişkinlerde çocukluk çağı travmaları ile psikolojik iyi oluş arasındaki ilişkide yaşantısal kaçınmanın aracı rolü. [Yüksek Lisans Tezi, Dicle Üniversitesi]. YÖK Tez Merkezi.

Yavuz, F., Ulusoy, S., Işkın, M., Esen, F. B., Burhan, H. S., Karadere, M. E. & Yavuz, N. (2016). Turkish version of Acceptance and Action Questionnaire-II (AAQ-II): a reliability and validity analysis in clinical and non-clinical samples. *Klinik Psikofarmakoloji Bulteni*, *26*(4), 329-444. https://doi.org/10.5455/bcp.20160223124107

Yela, J. R., Crego, A., Buz, J., Sánchez-Zaballos, E., & Gómez-Martínez, M. Á. (2021). Reductions in experiential avoidance explain changes in anxiety, depression and well-being after a mindfulness and self-compassion (MSC) training. *Psychology and Psychotherapy Theory Research and Practice*, *95*(2), 402–422. https://doi.org/10.1111/papt.12375

EFFECTS OF MELATONIN ON RENAL FIBROSIS IN ACUTE KIDNEY INJURY IN RATS

Sude TOPKARAOĞLU [1]

[1] University of Health Sciences, Hamidiye Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Istanbul, Türkiye.

[1] ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7680-7156

Tansel SAPMAZ [2]

[2] University of Health Sciences, Hamidiye Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Istanbul, Türkiye.

[2] ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7820-5837

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Acute kidney injury (AKI) is a condition characterized by renal dysfunction, dilatation, and inflammatory cell infiltration, resulting in morbidity and mortality. As a result of inflammation, renal fibrosis occurs, thus initiating the process of AKI and its transformation into chronic kidney injury (CKI). Renal fibrosis is a faulty healing condition caused by excessive accumulation of extracellular matrix (ECM) and initiates the mechanisms leading to CKI. In the literature, melatonin, a powerful antioxidant substance, has been used in the treatment of AKI, but its pathophysiology is still unclear. In this study, renal fibrosis formation in acute kidney injury was examined histopathologically and the effect of melatonin application was evaluated.

Materials and Methods: 28 rats were divided into 4 groups (n=7): G1: Control, G2: AKI, G3: AKI+SOLVENT (before reperfusion, %1 ethanol, administered intraperitoneally), G4: AKI+MEL (before reperfusion, 20 mg/kg melatonin was dissolved in 1% ethanol and administered intraperitoneally). All groups except the control group underwent 45 minutes of renal ischemia and 24 hours of reperfusion. Masson Trichrome staining was performed, and renal fibrosis was evaluated. Kruskal Wallis analysis of variance was used for comparison of all groups.

Results: Renal fibrosis, characterized by the excessive accumulation of ECM components such as collagen in the kidneys, was evaluated (0=absent, 1=mild, 2=moderate, 3=severe). No statistically significant difference was observed between the experimental groups ($p>0.05$).

Discussion and Conclusion: In the case of acute kidney injury resulting from 24 hours of reperfusion, renal fibrosis was detected but did not increase to a statistically significant level. It was observed that the application of melatonin before reperfusion reduced the formation of fibrotic tissue. In future studies, fibrosis evaluation should be performed as a result of longer reperfusion periods.

Key Words: Acute kidney injury; Histopathology; Melatonin; Rat; Renal Fibrosis

MOLECULAR DOCKING AND ADMET APPROACHES FOR TARGETING CURCUMIN AND ITS ANALOGS AGAINST THE GTP-BOUND ACTIVE FORM OF KRAS IN NSCLC

Nil SAZLI[1]

[1]Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering, Manisa, Turkey

Deniz KARATAŞ[2*]

[*2]Manisa Celal Bayar University, Faculty of Engineering, Department of Bioengineering, Manisa, Turkey

ABSTRACT

Non-small cell lung cancer (NSCLC), one of the main types of cancer that result in death, has become a rapidly spreading disease in recent years due to genetic and environmental factors. There are many gene mutations that contribute to NSCLC. However, the fact that 30% of mutations in the KRAS gene are associated with the progression of NSCLC brings this gene to the forefront. The KRAS gene, a proto-oncogene, regulates signaling pathways responsible for cell growth, division, and survival, and encodes the K-Ras protein, a member of the RAS protein family. However, mutations in this gene disrupt cellular signaling pathways, leading to the suppression of apoptosis and abnormal cell proliferation. In addition, these mutations not only disrupt the cell cycle but also contribute to resistance to current therapies and a lack of therapeutic response. For these reasons, the development of new-generation, naturally derived inhibitors targeting the KRAS gene and its mutations—particularly those with a very low toxicity profile—is essential for the treatment of NSCLC cancers that are resistant to conventional therapies. In this context, within the scope of our study, the inhibitory potential and binding affinities of natural curcumin and its analogs—well-documented in the literature for their anti-cancer and antioxidant bioactive properties—were evaluated in silico using molecular docking against the wild-type K-Ras crystal structure (PDB ID: 5UK9), which represents the GTP-bound active conformation of KRAS. The natural inhibitory capacities of curcumin and its analogs were assessed by comparing them with the FDA-approved KRAS G12C inhibitor, sotorasib. Among the tested compounds, the curcumin analog (ZINC ID: ZINC15036588) demonstrated strong inhibitory potential, with a binding energy of -8.9 kcal/mol, and its pharmacokinetic properties were further analyzed using ADMET predictions. This study aims to provide guidance for the development of alternative inhibitors targeting KRAS-associated NSCLC through a multifaceted *in silico* approach.

Keywords: NSCLC, curcumin, molecular docking, KRAS gene, inhibitor, natural.

INTRODUCTION

Non-small cell lung cancer (NSCLC), which constitutes the majority of lung cancer cases, is defined as one of the most lethal malignancies due to its late-stage diagnosis, high prevalence, and resistance to conventional treatment methods (Yao et al., 2024). There are many genetic mutations that contribute to the development of NSCLC. One of the most well-known of these is mutations in the KRAS gene. In particular, the detection of KRAS mutations in 25% to 30% of NSCLC patients has attracted attention to this oncogene (Oyedele et al., 2023). Mutations in the KRAS gene cause the activation of K-Ras, a GTPase enzyme and a member of the RAS protein family, leading to disruption of the cell cycle and, in this context, impairment of signaling pathways such as MAPK and PI3K/AKT, which result in uncontrolled cell proliferation and cancer progression(Torres-Jimenez et al., 2024). Studies on targeted treatment strategies for NSCLC associated with KRAS mutations are relatively limited in the literature. However, the approval of the synthetic inhibitor sotorasib (AMG 510), which targets the KRAS G12C mutant, by the FDA has been a significant advancement for KRAS gene-based treatment strategies (Peng, Wu, Yi, & Wu, 2024). A lthough sotorasib represents a milestone, it also indicates that novel alternative inhibitors need to be developed, as it exclusively targets the G12C mutation and is insufficient against emerging resistance mechanisms (Sreter, Catarata, von Laffert, & Frille, 2024). In this context, it is very important to discover inhibitors that will target the structural and functional conformations of the KRAS gene as well as its mutant forms. In particular, the crystal structure of the wild-type KRAS gene in its active form bound to GTP (PDB ID: 5UK9) represents the biologically active

form that is related to the regulation of signaling pathways, but literature studies show a significant lack of information regarding the examination of this crystal structure (Parker, Volmar, Pavlopoulos, & Mattos, 2018; Peng et al., 2024).

In recent years, natural compounds have played a leading role in studies conducted for the treatment of many diseases, especially cancer, due to their low toxicity profiles, significant bioactive properties such as antioxidant and anticancer activities, and versatile biological effects (Chunarkar-Patil et al., 2024). In particular, curcumin, an important polyphenolic compound derived from the *Curcuma longa* plant, is crucial for modulating signaling pathways related to apoptosis and cell proliferation (Bertoncini-Silva et al., 2024; Mikolaskova, Crnogorac-Jurcevic, Smolkova, & Hunakova, 2023). Although there are many *in vivo* and *in vitro* studies on curcumin, the interaction of this natural compound with the crystal structures of the wild-type KRAS gene in its active conformation associated with NSCLC has not been comprehensively investigated at the molecular level (Oyedele et al., 2023; Torres-Jimenez et al., 2024). Although many literature studies have found that curcumin can affect molecules such as HIF1A and STAT3, studies targeting the KRAS gene for NSCLC treatment have been limited (Liu, Ren, Qin, & Yang, 2024). In this context, our study aims to evaluate the potential of curcumin and its analogs as natural inhibitors on the crystal structure of the GTP-bound active form of wild-type KRAS (PDB: 5UK9) in a comparative manner with sotorasib and ligands bound to the crystal receptor structure. In our study, the binding affinities of curcumin and its analogs to the crystal receptor structure are calculated using the molecular docking method and compared with the results of the FDA-approved drug sotorasib and receptor-bound GDP and GCP ligands, which are used as references, and their inhibitory potential is revealed (Parker et al., 2018). The aim is to examine the pharmacokinetic profiles of the curcumin analog, which shows the potential to be the most promising inhibitor candidate based on the obtained results, by evaluating its drug-likeness more comprehensively through ADMET analyses. Our study contributes to the investigation of natural inhibitors targeting the wild-type KRAS protein in its active conformation—an area that represents a notable gap in the literature—and provides preliminary data for the development of alternative natural inhibitors for the treatment of NSCLC associated with the KRAS gene.

MATERIALS AND METHODS

In our study, in order to calculate the binding energies and analyze their inhibitory potential, the natural compound curcumin and 17 different structural analogs were obtained from the ZINC15 database (https://zinc.docking.org/) in SDF file format, as ligands, in line with their antioxidant and anticancer bioactive properties. Then, the synthetic inhibitor sotorasib (CID: 137278711), which targets the KRAS G12C mutant, was selected as the reference drug (Bertoncini-Silva et al., 2024; Peng et al., 2024). This selected drug was obtained from the PubChem database (https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/). Subsequently, the crystal structure representing the GTP-bound active conformation of the wild-type KRAS protein (PDB ID: 5UK9) was selected as the receptor. During the receptor selection process, structural quality parameters such as resolution (1.89 Å), R-work (0.164), R-free (0.206), and 0% Ramachandran outliers were taken into consideration. In addition, the presence of co-crystallized binding ligands (GDP and GCP, respectively) in the receptor structure indicates that it possesses a suitable profile for molecular docking analyses (Parker et al., 2018). The selected receptor structure was downloaded from the Protein Data Bank web server (https://www.rcsb.org/) in three-dimensional PDB format.

All ligands obtained were opened separately in the UCSF Chimera 1.17.3 program. The energy minimization process was performed by selecting the AMBER ff14SB force field for each ligand structure. Geometric optimization was achieved through this minimization step. Then, polar hydrogen atoms were identified, and Gasteiger partial charges were assigned. In order to prepare the ligands for the molecular docking step, they were labeled with appropriate names and saved in Tripos MOL2 format. Finally, they were converted into the appropriate format using AutoDock Tools 1.5.7 software to perform the docking process. The UCSF Chimera 1.17.3 program was also used to prepare the receptor structure of the wild-type KRAS protein (PDB ID: 5UK9) in its GTP-bound active conformation, which is an important component for docking analysis. Water molecules, ions, and co-crystallized ligands were removed to clean the potential binding site within the receptor structure. Then, polar hydrogen atoms were added and Gasteiger charges were assigned, and the structure was saved in Tripos MOL2 format. As with the ligand structures, the receptor was then converted to PDBQT format using the AutoDock Tools program for use in molecular docking analyses (Bayrakdar, 2024). The final step required for molecular docking analyses is to determine the correct active site coordinates of the receptor to which the ligand will bind. For this step, the AGFR (AutoGridFR) tool within the ADFR Suite was used. Grid

box coordinates were determined based on the region where the GCP and GDP ligands were located (Zhang, Forli, Omelchenko, & Sanner, 2019). Grid box sizes ranging from 30 × 30 × 30 Å³ to 60 × 60 × 60 Å³ were selected depending on the ligand size and to obtain the best binding affinity. The exhaustiveness parameter was set to 8 for the docking analyses, and the docking process was carried out 84 times for each ligand. The binding affinities of the resulting receptor–ligand complexes were calculated in kcal/mol. In order to examine the binding mechanisms of the curcumin analog, curcumin, reference ligand, and co-crystallized ligands, which exhibited the highest binding affinities among the receptor–ligand complexes obtained within the scope of our study, a 2D interaction map was generated using Discovery Studio 2024 software.

Finally, the pharmacokinetic profiles of the curcumin analog (ZINC14948330), which emerged as a potential inhibitor candidate, were determined using the ADMETlab 2.0 platform (https://admet.scbdd.com/home/index/), together with curcumin, GDP, GCP, and sotorasib compounds. Parameters such as blood–brain barrier permeability, gastrointestinal absorption, and CYP450 enzyme interactions were examined to comprehensively evaluate the pharmacokinetic characteristics of these compounds (Wang, He, Zloh, Shen, & He, 2024).

RESULTS

As a result of molecular docking analyses performed within the scope of our study, the binding energy scores of the mentioned ligands and the wild-type KRAS (PDB ID: 5UK9) receptor were found as kcal/mol. The best binding affinity on the receptor was given by the curcumin analog coded as ZINC14948330, with a binding energy of −9.0 kcal/mol. The FDA-approved synthetic sotorasib, taken as a reference, showed that the curcumin analog is a potential inhibitor candidate with an energy of −8.1 kcal/mol (Table 1). In the 2D interaction maps of the curcumin analog, it is also quite remarkable that this ligand establishes different types of interactions on the receptor, such as conventional hydrogen bonding with the amino acid ASP57, π-cation interaction with LYS16, and π–π T-shaped bonds with ALA146 (Figure 1). Especially, the multi-directional interaction of the curcumin analog supports the findings of the molecular docking analyses. Finally, the high HIA value of this ligand in ADMET analyses and its important pharmacokinetic properties, such as BBB permeability, are indicators that it is a good natural drug candidate (Table 2).

DISCUSSION

As is known, mutations in the KRAS gene are very important in the progression of NSCLC disease. However, many studies investigate alternative inhibitor and treatment strategies that target only G12C and G12D mutations, ignoring treatment methods that target the active conformation of wild-type KRAS (Oyedele et al., 2023). Although important findings that may be effective against the G12C mutant have been obtained in the studies conducted, studies predicting the resistance mechanisms that develop over time are insufficient (Peng et al., 2024). In this context, within the scope of our study, the possibility of curcumin and its analogs to be potential inhibitors on the active form of wild-type KRAS (PDB ID: 5UK9) at the molecular level has been revealed. According to our results, curcumin and its analog coded as ZINC14948330 showed quite favorable binding energy (-7.8 and -9.0 kcal/mol, respectively). In particular, the curcumin analog in question exhibited a much stronger binding profile compared to the FDA-approved inhibitor sotorasib (-8.1 kcal/mol), demonstrating its potential as a naturally occurring inhibitor. The endogenous ligands GCP (-9.7 kcal/mol) and GDP (-9.3 kcal/mol) present in the receptor structure, on the other hand, showed much stronger binding than all ligands since they naturally belong to the receptor structure (Table 1). Nevertheless, the fact that the curcumin analog forms such a stable complex with the receptor independently of the receptor environment shows the versatile interaction profile of this natural ligand (Yang et al., 2022). In particular, the 2D ligand interaction map of the curcumin analog on the receptor (Figure 1E) supports the binding energy score. This interaction map shows that the ligand is structurally compatible with the receptor in addition to its energy level (Morris & Corte, 2021). The curcumin analog forms conventional hydrogen bonds with the amino acid ASP57 in the binding pocket of the receptor, strong π-cation interactions with LYS16, π-alkyl bonds with PHE28, and π–π T-shaped bonds with amino acids ALA146 and LYS147, indicating that this ligand is structurally stabilized (Liu et al., 2024; Sritharan & Elengoe, 2022). n addition, establishing apolar and polar contacts with amino acid residues such as GLY15, TYR32, ALA18, and LYS117 shows that the curcumin analog finds the most suitable conformation on the receptor surface and increases its inhibitory potential (Bhandari et al., 2023). In the literature, the study conducted by Yang et al. found that curcumin is associated with AKT1, HIF1A, and

STAT3 signaling pathways, which is parallel to the finding that curcumin establishes multifaceted interactions in our study (Yang et al., 2022). When the existing studies in the literature are examined, the study conducted by Prinsa et al. (2024) also examined the inhibitory potential of flavonoid and alkaloid derivatives by targeting G12C and G12D mutations (Prinsa et al., 2024). The obtained data showed that flavonoid-based compounds had binding energy scores between −8.2 and −8.6 kcal/mol on the receptor associated with the KRAS G12C mutation (Prinsa et al., 2024; Yang et al., 2022). Although these data in the literature are quite promising, it is very important that the binding score of the curcumin analog obtained in our study was −9.0 kcal/mol, and that this score was achieved on the GTP-bound active form of wild-type KRAS, which has not been previously investigated.

Finally, when the pharmacokinetic profiles of the ligands in question are evaluated, the high HIA value, Caco-2 permeability scores, and BBB penetration ability of the curcumin analog are quite important (Table 2). The long half-life of this natural ligand (T1/2 = 0.86 hours) indicates the duration of its activity in the body and emphasizes its effectiveness (Li et al., 2023). Its strong inhibitory potential with CYP450 enzymes is also quite remarkable. The moderate plasma clearance value of the curcumin analog (CL_{plasma} = 12.035) v and the fact that it is not a P-gp substrate, indicate that it is a very strong potential inhibitor in terms of bioavailability (Prinsa et al., 2024). This natural curcumin analog with predicted potential reveals that its biopharmaceutical profile can be optimized when compared with other reference ligands (Kesen Boztas et al., 2024; Prinsa et al., 2024).

In summary, in our study, curcumin, and especially its analog, were analyzed in detail for their natural inhibitory potential against the active form of wild-type KRAS, and it was discovered that they are strong candidates capable of competing with FDA-approved drugs such as sotorasib. Our study will pave the way for future *in vitro* and *in vivo* investigations focusing on both the crystal structures of the active form of wild-type KRAS associated with NSCLC, and natural compounds such as curcumin.

Table 1. Binding affinities (kcal/mol) of curcumin, its structural analogs, reference inhibitors, and co-crystallized ligands against wild-type KRAS (PDB ID: 5UK9) at different grid box sizes.

Ligand Name/Grid Box Sizes	**30 Å³**	**40 Å³**	**50 Å³**	**60 Å³**
GCP	-9.7	-9.3	-9.5	-9.7
GDP	-9.3	-9.3	-8.6	-8.1
Sotorasib	-7.9	-8.1	-7.8	-8.1
Curcumin	-7.7	-7.8	-7.7	-7.5
ZINC899824	-8.2	-8.4	-7.9	-6.5
ZINC14948330*****	-9.0	-8.5	-8.6	-8.6
ZINC16527488	-8.2	-8.7	-7.5	-8.3
ZINC19816066	-8.1	-8.3	-7.5	-8.3
ZINC85926636	-7.8	-7.5	-6.8	-8.0
ZINC150366575	-7.5	-7.1	-7.3	-7.7
ZINC150366578	-7.7	-7.3	-7.4	-7.4
ZINC150366582	-8.2	-8.3	-7.8	-8.0
ZINC150366588	-8.9	-8.1	-8.8	-8.0
ZINC150368101	-7.8	-7.0	-7.3	-6.6
ZINC150368109	-8.0	-8.1	-7.7	-7.6
ZINC150368115	-7.8	-7.6	-7.6	-7.7
ZINC150368122	-6.8	-7.7	-6.6	-7.8
ZINC150368128	-8.1	-7.2	-6.8	-6.5
ZINC150368132	-8.3	-7.8	-7.9	-8.2
ZINC150368137	-7.1	-7.2	-6.7	-7.1
ZINC150368142	-8.7	-8.4	-7.3	-8.0

****:** It represents the curcumin analog with the highest binding affinity among all **tested** grid box sizes.*

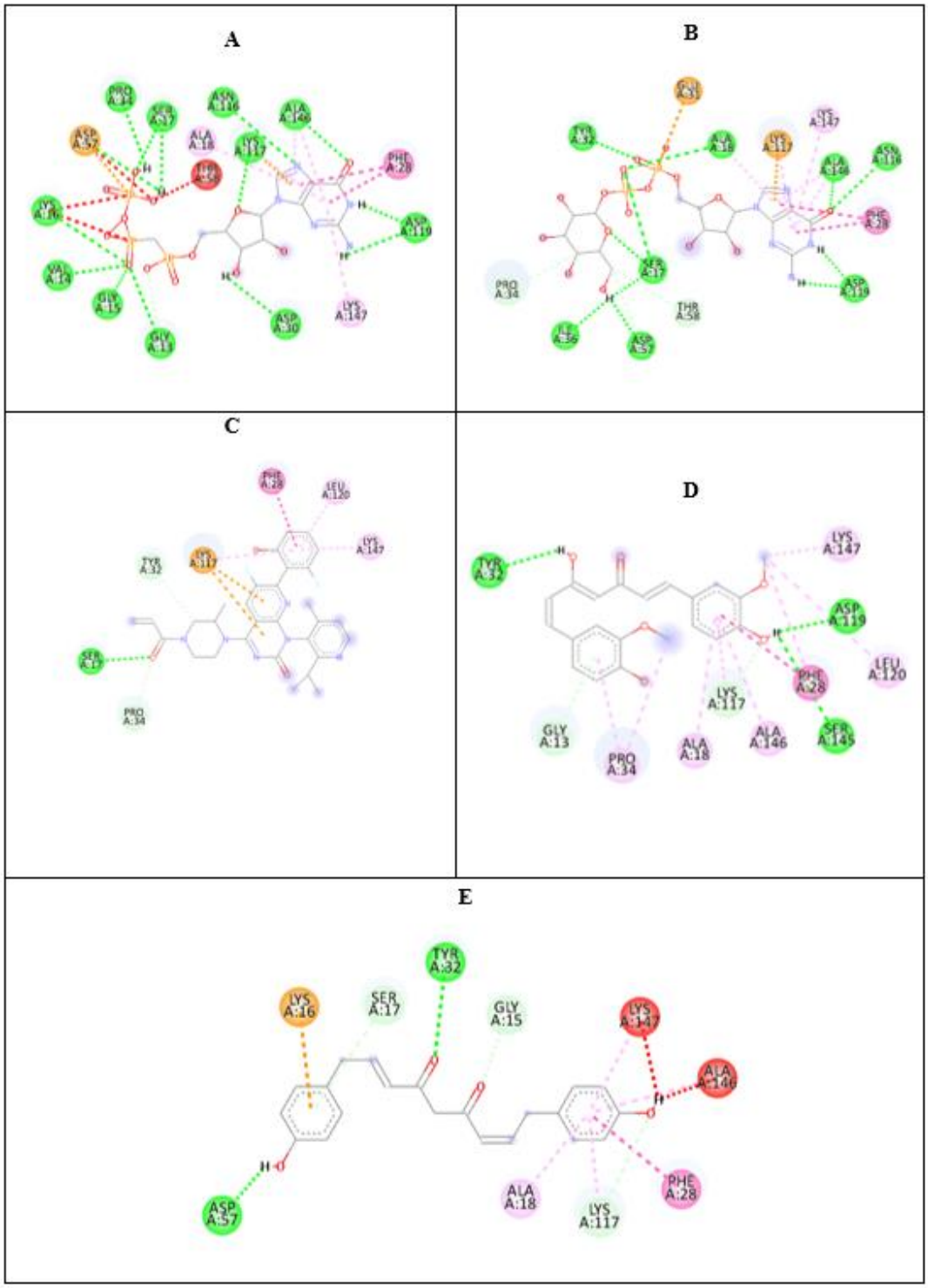


Figure 1. The 2D binding interaction maps of the GCP, GDP, sotorasib, curcumin, and ZINC14948330 ligands interacting with the crystal structure of the wild-type KRAS protein (PDB ID: 5UK9) are presented. Figures 1A and 1B illustrate the interactions of the natural cofactors GCP and GDP with their binding sites. Figure 1C depicts the FDA-approved drug sotorasib, while Figures 1D and 1E show the binding of naturally occurring curcumin and the curcumin analog ZINC14948330 with the receptor, respectively. In these images, green dashed lines indicate conventional hydrogen bonds, purple lines represent π–π stacking, pink lines denote π–alkyl and π–cation interactions, and yellow lines correspond to van der Waals contacts.

Table 2. Comparative ADME Profile of Curcumin, Analog (ZINC14948330), Sotorasib, GCP, and GDP

Molecule	**HIA**	**Caco-2 (cm/s)**	**P-gp Substrate**	**BBB Penetration**	**PPB (%)**	**VDss (L/kg)**	**CYP450 Inhibition**	**CL_{plasma}**	**T1/2 (h)**
Curcumin	High	–5.471	No	Yes	97.1	–0.698	CYP1A2, 2B6, 2C8 (strong); 2D6 (substrate)	8.522	1.04
ZINC14948330	High	–4.972	No	Yes	96.3	–0.456	CYP1A2, 2C9, 2C8, 2B6, 3A4 (strong); 2C19 (moderate)	12.035	0.866
Sotorasib	High	–4.994	Weak	Yes	97.9	0.079	CYP2C9 (+), CYP2C8 (+++), CYP3A4 (substrate +++)	3.648	0.554
GCP	High	–5.999	No	Yes	28.0	–0.287	None	1.832	2.17
GDP	High	–5.918	No	Yes	24.1	–0.311	None	1.847	2.097

CONCLUSION

One of the most important limitations to NSCLC treatment is the development of resistance mechanisms against inhibitors. Although the discovery of sotorasib in NSCLC was a significant development in the medical field, unfortunately this limitation also applies to this mutant-specific inhibitor. In addition, although the literature focuses on mutations in the KRAS gene associated with NSCLC, there has been insufficient focus on the wild-type KRAS protein in the active conformation bound to GTP. Within the scope of our study, the effect of curcumin and its analogs obtained from the natural *Curcuma longa* plant on the wild-type KRAS protein was investigated and its potential as a naturally occurring inhibitor was revealed. Among the analogs, the curcumin analog coded as ZINC14948330, which showed the best binding affinity, was compared with curcumin and other reference ligands. Our findings demonstrate that the curcumin analog surpasses even sotorasib in binding affinity strength. ADMET analysis was performed to analyze the curcumin analog in multiple ways, and it was seen that its pharmacokinetic profile indicates its potential as a suitable inhibitor candidate for NSCLC treatment. In particular, curcumin and its derivatives exhibit low toxicity and side effect profiles, possess versatile anticancer bioactive properties, and originate from a natural source, making them very promising compounds for the development of new treatment strategies. Our study aims to address this gap in the literature by examining the GTP-bound active conformation of the wild-type KRAS protein, which has been rarely investigated, and its interaction with natural curcumin in detail. It also aims to serve as a guide in this context by establishing the basis for future *in vitro* and in *vivo* investigations.

REFERENCES

Alamri, M. A., Alawam, A. S., Alshahrani, M. M., Kawsar, S. M. A., Prinsa, & Saha, S. (2023). Establishing the Role of Iridoids as Potential Kirsten Rat Sarcoma Viral Oncogene Homolog G12C Inhibitors Using Molecular Docking; Molecular Docking Simulation; Molecular Mechanics Poisson-Boltzmann Surface Area; Frontier Molecular Orbital Theory; Molecular Electrostatic Potential; and Absorption, Distribution, Metabolism, Excretion, and Toxicity Analysis. *Molecules, 28*(13). doi:10.3390/molecules28135050

Bayrakdar, A. (2024). In Silico Studies of a Novel Scaffold of Acetylsalicylic Acid Derivatives Against EGFR by Molecular Docking and Molecular Dynamics Simulations. *Cumhuriyet Science Journal, 45*(2), 274-281. doi:10.17776/csj.1410033

Bertoncini-Silva, C., Vlad, A., Ricciarelli, R., Giacomo Fassini, P., Suen, V. M. M., & Zingg, J. M. (2024). Enhancing the Bioavailability and Bioactivity of Curcumin for Disease Prevention and Treatment. *Antioxidants (Basel), 13*(3). doi:10.3390/antiox13030331

Bhandari, S. V., Kuthe, P. V., Patil, S. M., Nagras, O. G., Sarkate, A. P., Chaudhari, S. Y., & Surve, S. V. (2023). Molecular Docking, Pharmacokinetic and Molecular Simulation Analysis of Novel Mono-Carbonyl Curcumin Analogs as L858R/T790M/C797S Mutant EGFR Inhibitors. *Chem Biodivers, 20*(11), e202301081. doi:10.1002/cbdv.202301081

Chunarkar-Patil, P., Kaleem, M., Mishra, R., Ray, S., Ahmad, A., Verma, D., . . . Kumar, S. (2024). Anticancer Drug Discovery Based on Natural Products: From Computational Approaches to Clinical Studies. *Biomedicines, 12*(1). doi:10.3390/biomedicines12010201

Kesen Boztas, E., Demiroz, S. M., & Onen, H. I. (2024). The mechanistic role of curcumin and its analogs in NSCLC: An evaluation of cell death in preclinical studies. *Malignancy Spectrum, 1*(4), 263-274. doi:10.1002/msp2.53

Li, X., Tang, L., Li, Z., Qiu, D., Yang, Z., & Li, B. (2023). Prediction of ADMET Properties of Anti-Breast Cancer Compounds Using Three Machine Learning Algorithms. *Molecules, 28*(5). doi:10.3390/molecules28052326

Liu, X., Ren, Y., Qin, S., & Yang, Z. (2024). Exploring the mechanism of 6-Methoxydihydrosanguinarine in the treatment of lung adenocarcinoma based on network pharmacology, molecular docking and experimental investigation. *BMC Complement Med Ther, 24*(1), 202. doi:10.1186/s12906-024-04497-z

Mikolaskova, I., Crnogorac-Jurcevic, T., Smolkova, B., & Hunakova, L. (2023). Nutraceuticals as Supportive Therapeutic Agents in Diabetes and Pancreatic Ductal Adenocarcinoma: A Systematic Review. *Biology (Basel), 12*(2). doi:10.3390/biology12020158

Morris, C. J., & Corte, D. D. (2021). Using molecular docking and molecular dynamics to investigate protein-ligand interactions. *Modern Physics Letters B, 35*(08). doi:10.1142/s0217984921300027

Oyedele, A. K., Ogunlana, A. T., Boyenle, I. D., Ibrahim, N. O., Gbadebo, I. O., Owolabi, N. A., . . . Adelusi, T. I. (2023). Pharmacophoric analogs of sotorasib-entrapped KRAS G12C in its inactive GDP-bound conformation: covalent docking and molecular dynamics investigations. *Mol Divers, 27*(4), 1795-1807. doi:10.1007/s11030-022-10534-1

Parker, J. A., Volmar, A. Y., Pavlopoulos, S., & Mattos, C. (2018). K-Ras Populates Conformational States Differently from Its Isoform H-Ras and Oncogenic Mutant K-RasG12D. *Structure, 26*(6), 810-820 e814. doi:10.1016/j.str.2018.03.018

Peng, T. R., Wu, T. W., Yi, T. Y., & Wu, A. J. (2024). Comparative Efficacy of Adagrasib and Sotorasib in KRAS G12C-Mutant NSCLC: Insights from Pivotal Trials. *Cancers (Basel), 16*(21). doi:10.3390/cancers16213676

Prinsa, Saha, S., Bulbul, M. Z. H., Ozeki, Y., Alamri, M. A., & Kawsar, S. M. A. (2024). Flavonoids as potential KRAS inhibitors: DFT, molecular docking, molecular dynamics simulation and ADMET analyses. *J Asian Nat Prod Res, 26*(8), 955-992. doi:10.1080/10286020.2024.2343821

Sreter, K. B., Catarata, M. J., von Laffert, M., & Frille, A. (2024). Resistance to KRAS inhibition in advanced non-small cell lung cancer. *Front Oncol, 14*, 1357898. doi:10.3389/fonc.2024.1357898

Sritharan, M., & Elengoe, A. (2022). In SilicoMolecular Modeling and Docking Analysis in Lung Cancer Cell Proteins. In *The Internet of Medical Things (IoMT)* (pp. 1-21).

Torres-Jimenez, J., Espinar, J. B., de Cabo, H. B., Berjaga, M. Z., Esteban-Villarrubia, J., Fraile, J. Z., & Paz-Ares, L. (2024). Correction: Targeting KRASG12C in Non-Small-Cell Lung Cancer: Current Standards and Developments. *Drugs, 84*(5), 619. doi:10.1007/s40265-024-02044-1

Wang, Y., He, G., Zloh, M., Shen, T., & He, Z. (2024). Integrating network pharmacology and computational biology to propose Yiqi Sanjie formula's mechanisms in treating NSCLC: molecular docking, ADMET, and molecular dynamics simulation. *Transl Cancer Res, 13*(7), 3798-3813. doi:10.21037/tcr-24-972

Yang, F. R., Li, S. Y., Hu, X. W., Li, X. R., & Li, H. J. (2022). Identifying the Antitumor Effects of Curcumin on Lung Adenocarcinoma Using Comprehensive Bioinformatics Analysis. *Drug Des Devel Ther, 16*, 2365-2382. doi:10.2147/DDDT.S371420

Yao, S., Liu, X., Feng, Y., Li, Y., Xiao, X., Han, Y., & Xia, S. (2024). Unveiling the Role of HGF/c-Met Signaling in Non-Small Cell Lung Cancer Tumor Microenvironment. *Int J Mol Sci, 25*(16). doi:10.3390/ijms25169101

Zhang, Y., Forli, S., Omelchenko, A., & Sanner, M. F. (2019). AutoGridFR: Improvements on AutoDock Affinity Maps and Associated Software Tools. *J Comput Chem, 40*(32), 2882-2886. doi:10.1002/jcc.26054

SAĞLIKTA İLETİŞİMİN İNCELİKLERİ: İNTÖRN HEKİM DENEYİMLERİ

Emine Hilal ER
Dr., Atatürk Üniversitesi, ORCID: 0000-0003-1107-2600

Tuba Emlek

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, ORCID: 0009-0009-3665-9433

ÖZET

Modern tıbbın teknolojik olanakları ne denli gelişmiş olursa olsun, etkili bir sağlık hizmetinin temelinde hala doğru, açık ve empatik bir iletişim yer almaktadır. Bu çalışma, sağlık iletişimi bağlamında intörn hekimlerin hasta ilişkilerine yönelik algılarını ve deneyimlerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın temel odağı; hasta-hekim ilişkisinde güven olgusu, empatik iletişim biçimleri, açıklık ve şeffaflık gibi iletişim becerileri ile sosyo-kültürel farklılıkların etkilerini incelemektir. Nitel araştırma deseniyle yapılandırılan bu çalışmada, 10 intörn hekimle yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler tematik analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Katılımcıların tümü, hasta-hekim ilişkisinde güvenin hem tanı koyma hem de tedaviye uyumu artırma açısından belirleyici bir unsur olduğunu ifade etmiştir. Güvenin oluşması için cana yakın tutum, göz teması, beden dili kullanımı ve açık iletişim stratejileri sıklıkla dile getirilmiştir. Empati kavramı, katılımcılar tarafından hem tedavi süreçlerini kolaylaştıran hem de hasta mahremiyetini destekleyen bir unsur olarak vurgulanmış; ancak bazı katılımcılar aşırı empati kurmanın sınır ihlallerine neden olabileceğine dikkat çekmiştir.

Katılımcılar, açık ve şeffaf iletişim kurma konusunda genel olarak kendilerini yeterli görmemekle birlikte, özellikle yeterli klinik deneyim eksikliğinin bu alandaki becerileri olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Farklı sosyo-kültürel yapıya sahip hastalarla iletişimde lehçe, yerel söylem ve kültürel ön kabuller gibi unsurların zorluk yarattığı görülmektedir. Ayrıca, hastaların sağlık okuryazarlığı düzeyleri de iletişim sürecini doğrudan etkilemektedir; özellikle internet kaynaklı yanlış bilgilerin hekim-hasta ilişkisinde güvensizlik yaratabileceği ifade edilmiştir.

Çalışma sonucunda, tıp fakültesi öğrencilerinin sağlık iletişimi becerilerini geliştirmek için daha fazla hasta temelli pratik yapma olanağına, deneyimsel eğitimlere ve yapılandırılmış iletişim derslerine ihtiyaç duydukları ortaya konmuştur. Elde edilen bulgular, sağlık iletişiminin tıp eğitimine entegrasyonunun önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

Anahtar Sözcükler: Sağlık İletişimi, Hasta-Hekim İlişkisi, Empati, Güven, Kültürel Farklılıklar

THE NUANCES OF COMMUNICATION IN HEALTHCARE: EXPERIENCES OF INTERN PHYSICIANS

ABSTRACT

No matter how advanced modern medical technologies become, effective healthcare delivery continues to rely fundamentally on accurate, transparent, and empathetic communication. This study aims to evaluate the perceptions and experiences of intern physicians regarding patient interactions within the scope of health communication. The main focus of the research is to examine the role of trust in the physician-patient relationship, empathetic communication styles, clarity and transparency in communication, and the effects of socio-cultural differences. This qualitative study was conducted through semi-structured interviews with 10 intern physicians, and the data were analyzed using thematic analysis.

All participants emphasized that trust plays a critical role in both diagnosing conditions and ensuring patient compliance with treatment. Warm demeanor, maintaining eye contact, using body language, and open communication strategies were frequently cited as methods to build trust. The concept of empathy was highlighted as a facilitator in treatment processes and a supportive factor for patient privacy. However, some participants noted that excessive empathy might lead to boundary violations.

Although participants generally did not consider themselves fully competent in maintaining clear and transparent communication, many attributed this to a lack of sufficient clinical experience. Communicating with patients from diverse socio-cultural backgrounds posed challenges due to dialectal differences, local expressions, and cultural assumptions. Furthermore, patients' levels of health literacy directly influenced the communication process; misinformation obtained from online sources, in particular, was noted as a cause of mistrust in physician-patient interactions.

The findings of this study underscore the need for more patient-centered practice opportunities, experiential learning, and structured communication training in medical education. Ultimately, the study reiterates the importance of integrating health communication skills into the medical curriculum.

Keywords: Health Communication, Physician-Patient Relationship, Empathy, Trust, Cultural Differences

AN ASSESSMENT ON THE EFFICACY OF NANOTECHNOLOGY AS A MODERN AGRICULTURAL APPLICATION

Oluwadamilola Peace AGOI

Federal University of Agriculture Abeokuta, Ogun Nigeria.

Moses Adeolu AGOI

Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.

ORCID ID: 0000-0002-8910-2876

Oluwanifemi Opeyemi AGOI

Obafemi Awolowo University, Osun Nigeria.

ABSTRACT

The incorporation of modern day technologies into agricultural practices has proven to have significant effects on crop production and food security. Nanotechnology uses novel delivery techniques and chemical agents to increase crop productivity and decrease bulk agrochemicals' applications through innovative and sustainable approaches. The development and use of nanomaterials have demonstrated its potentials in improving seeds' germination and growth, protection of plants, and the detection of pathogens and herbicide/pesticide residues. This paper evaluates the efficacy of nanotechnology as a modern agricultural application. The paper summarizes the applications of nanomaterials and their importance in sustainable agricultural practices. In order to gather useful data for the paper discussion, questions were carefully drafted by the researcher and administered to respondents through online Google form questionnaire instrument. The responses were collated and subjected to reliability analysis. Conclusively, the paper inferred that the incorporation of nanotechnology into the field of agriculture has contributed towards addressing the increasing challenges in crop production and food security.

Keyword: Nanotechnology, Agricultural Application, Crop Production and Food Security.

THE IMPACT OF STOCKING DENSITY ON THE GROWTH PERFORMANCE OF LETTUCE (LACTUCA SATIVA) AND TILAPIA (OREOCHROMIS NILOTICUS) IN AN NFT AQUAPONIC SYSTEM

Ayoub HADJEB[1]

1. Laboratory of Ecosystems Diversity and Agricultural Production Systems Dynamics in Arid Zones (DEDSPAZA), University of Biskra. BP 145 RP, 07000 Biskra, Algeria.

Ameur ZEGHOUANI[1]

1. Laboratory of Ecosystems Diversity and Agricultural Production Systems Dynamics in Arid Zones (DEDSPAZA), University of Biskra. BP 145 RP, 07000 Biskra, Algeria.

Sarra BENAISSA[2]

2. University of Biskra. BP 145 RP, 07000 Biskra, Algeria

ABSTRACT

The aim of this study was to determine how fish stocking density affected the growth performance of lettuce (Lactuca sativa) and Nile tilapia (Oreochromis niloticus) in an NFT aquaponic system grown in an arid location. Three fish stocking densities, each with three replicates, were determined: 1.5 kg/m³, 3 kg/m³, and 4.5 kg/m³. We measured both fish growth and plant growth performance for each stocking density. In addition, metrics related to water quality were kept an eye on in the vegetable and fish tanks. As the stocking density grew, the output of lettuce fluctuated and increased dramatically, as seen by the following results: 196.91±2.66, 205.14±12.27, and 250.74 ± 17.7 g for 1.5, 3 and 4.5 kg/m³, respectively. But as stocking density grew, the final weight of the tilapia dropped; it was 55.97 ± 1.66, 34± 1.98, and 27.35 ± 1.97g for 1.5, 3 and 4.5 kg/m³, respectively. These results suggest that while higher fish stocking densities can enhance lettuce yield in NFT aquaponic systems under arid conditions, they may negatively impact fish growth performance, highlighting the need to balance plant and fish productivity when optimizing stocking density.

Keywords: Aquaponics; Arid region; Lettuce; Nile tilapia; Stocking density.

DELINEATING MANAGEMENT ZONES USING PROXIMAL SOIL SENSORS

Hajjaj Hasna[1,2]*

Laboratory of Geosciences and Environmental Techniques, Department of Geology, Faculty of Sciences, Chouaïb Doukkali University, BP.20, El Jadida 24000, Morocco

National Institute of Agronomic Research, CRRAS, PO 586, Settat,26000, Morocco

Ibno Namr Khalid[1]

Laboratory of Geosciences and Environmental Techniques, Department of Geology, Faculty of Sciences, Chouaïb Doukkali University, BP.20, El Jadida 24000, Morocco

El Aissaoui Abdellah[2]

National Institute of Agronomic Research, CRRAS, PO 586, Settat,26000, Morocco

ABSTRACT

Agriculture is crucial in ensuring global food security, especially in no-till systems. The pressure on agricultural lands due to a growing population and climate change necessitates innovative solutions.

Proximal soil sensing using electromagnetic induction (EMI) and electrical conductivity (ECa) sensors has gained prominence. These technologies provide rapid, non-destructive measurements of soil properties, offering advantages over remote sensing and laboratory analyses. In Morocco's arid and semi-arid conditions, the use of proximal soil sensing can be particularly beneficial.

Despite extensive research on the impact of no-tillage on soil organic matter (SOM), there's a notable gap in studies employing proximal soil sensing and pedotransfer models to predict SOM through EMI and EC data. This research addresses this gap by conducting a comprehensive study in Morocco, utilizing two proximal soil sensors, MSP3 and EM83, to assess soil organic matter in no-till systems.

The proposed research aims to develop context-specific pedotransfer functions and conduct large-scale mapping, contributing valuable insights to sustainable agricultural practices. Proximal soil sensing measurements, such as EC, can identify management zones for precise applications, informing seeding rates, nutrient applications, yield mapping, and soil greenhouse gas measurements. The outcomes hold promise for scientific advancements in SOM dynamics and the development of region-specific guidelines for sustainable agriculture, catering to Morocco's distinct climate conditions. Ultimately, this research contributes to the global effort to ensure food security and sustainable agricultural practices.

Keywords: Soil mapping, Arid land, No-till system, Soil Compaction, SOM, Digital Mapping, EMI, EC, MSP3,EM38,pedotransfer functions.

EFFECTS OF AUTOMECHANIC WORKSHOP ACTIVITIES ON SOIL QUALITY IN THREE MUNICIPAL AREA COUNCILS IN ABUJA FEDERAL CAPITAL TERRITORY, NIGERIA

[1*]Ode O. A.,

[1]Department of Geography and Environmental Sciences, University of Abuja, Nigeria

[1]Mallo I.I Y

[1]Department of Geography and Environmental Sciences, University of Abuja, Nigeria

[2]Anaga S.O

[2]Department of Environmental Biotechnology and Bioconservation, National Biotechnology Research and Development Agency Abuja, Nigeria

ABSTRACT

The study examines the implication of roadside mechanic workshop activities on the soil quality of Abuja Municipal Area Councils in FCT. Two (2) replicate soil samples were collected from fifteen mechanic workshop and agricultural land which serves as control; at depths of 0-10cm and 10-30cm. Standard methods were adopted both for field and laboratory analysis. Core Cutter method was used to sample soil bulk density. Heavy metal analysis was carried out using Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). PH metre was used to determine the soil pH. CEC, Percentage Nitrogen and Carbon were analysed using titration. Vegetation density was estimated using the Quadrat method. The result revealed mean bulk density of 2.6g/cm^3 in the workshop and 0.24g/cm^3. Porosity was higher in the control site 63% than in the Workshop 38%, mean pH values of 5.4-6.78 was recorded in workshop and 5.96 in control. CEC recorded 14.35 in Kuje and 1.48 in control, % C was 6.03 in the workshop and 2.6 in control, N highest value was recorded in workshop 4.98 than control 1.98%, Zn was 152.22mg/kg in the workshop and 0.55mkg/kg in control. Ni recorded 23.01mkg/kg in workshop and 4.0mkg/kg in control

Cr has 18.00 mkg/kg in the workshop and 3.3 mkg/kg in control, Co has 10mkg/kg in the workshop and 0.03 mkg/kg in control, Fe recorded mean value of 3050mkg/kg in the workshop and 234mkg/kg in control, Cu has mean value of 112.58 mkg/kg in the workshop and 10.84mkg/kg in control, Pb recorded mean value of 182 mkg/kg in the workshop and 0.4 mkg/kg in control. Cd recorded 0.3mkg/kg in the workshop and 0.03mkg/kg in control. Mn has mean value of 517mkg/kg in Workshop and 50.53 in control. Surface Cover Index of 87.4 was recorded in and 1.4 recorded in the control. Contamination factor of 5.0 was recorded 1.0 in control, pollution load index of 5.02 in Workshop and o.1 in control

Keywords: Automechanic, Bulkdensity, Porosity, Heavy metals, Vegetation

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE FUTURE OF CHEMISTRY: FROM DRUG DESIGN TO MATERIALS SCIENCE

Anjoud HARMOUZI1,2*

Acheivemency consulting Firm, Kenitra, Morocco

Rabha AFROUKH3

Laboratory of Organic Chemistry, Catalysis and Environement, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, BP 133, Kenitra, 14000, Morocco.

Yassine EL AMMARI1,2

Laboratory of Plant, Animal and Agro-industry Production, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, BP 13 3, 14000 Kenitra. Morocco.

ABSTRACT

The rapid advancement of **Artificial Intelligence (AI)** is transforming the field of chemistry, offering unprecedented opportunities in **drug design, materials discovery, and chemical synthesis**. Traditional experimental and computational approaches in chemistry are often time-consuming and resource-intensive, but AI—particularly **machine learning (ML), deep learning (DL), and generative models—**has emerged as a powerful tool to accelerate innovation. This article provides a comprehensive overview of **AI's role in modern chemistry**, focusing on key applications such as **molecular property prediction, reaction optimization, and autonomous laboratory systems**. We examine case studies where AI has outperformed conventional methods, including **AlphaFold's breakthroughs in protein structure prediction, AI-driven de novo drug design, and the discovery of novel materials for energy storage and catalysis**. Additionally, we discuss the **challenges** facing AI in chemistry, such as data limitations, model interpretability, and reproducibility issues. Finally, we explore **future perspectives**, including the integration of **AI with quantum computing, self-driving labs, and explainable AI (XAI)** to enhance scientific discovery. By bridging the gap between computational predictions and experimental validation, AI is poised to revolutionize chemistry, making research **faster, more efficient, and highly innovative**. The continued collaboration between chemists, data scientists, and engineers will be essential to fully harness AI's potential in shaping the future of chemical sciences.

Key words: Artificial Intelligence (AI) in Chemistry Drug Discovery, Materials Science, Machine Learning for Chemical Prediction

THE STRAWBERRY TREE (ARBUTUS UNEDO L.): A MEDITERRANEAN TREASURE WITH MULTIPLE ECOLOGICAL, NUTRITIONAL AND THERAPEUTIC VIRTUES

Jaayefar Fatima-ezzahra[1]

[1]Ibn Tofail University, Laboratory of Plant, Animal Productions and Agro-Industry, Kenitra, Morocco

Belahbib Nadia[1]

[1]Ibn Tofail University, Laboratory of Plant, Animal Productions and Agro-Industry, Kenitra, Morocco

Zidane Lahcen[1]

[1]Ibn Tofail University, Laboratory of Plant, Animal Productions and Agro-Industry, Kenitra, Morocco

Dahmani Jamila [1]

[1]Ibn Tofail University, Laboratory of Plant, Animal Productions and Agro-Industry, Kenitra, Morocco

ABSTRACT

Arbutus unedo L., commonly known as the strawberry tree, Bekhanou, or Sasnou, is a Mediterranean-Atlantic species belonging to the Ericaceae family. This shrub possesses numerous benefits but remains underutilized in Morocco. The present study aims to compile and synthesize existing data on this natural resource. Data were extracted from reliable platforms such as Scopus, ScienceDirect, Web of Science, and Google Scholar, covering biological, taxonomic, ecological, medicinal, nutritional, and pharmaceutical aspects. The synthesis reveals that Arbutus unedo is found in nearly all phytogeographical regions of Morocco except the Saharan zones. This species thrives in forests and shrublands, typically on siliceous soils in plains and low to mid-altitude mountains. It grows in semi-arid, sub-humid, and humid bioclimates. In the Central Plateau region, this shrub is part of the cork oak (*Quercus suber*) floristic assemblage, appearing where edaphic moisture permits, forming a remarkable garden-like plant community with high biodiversity. The strawberry tree plays a crucial ecological role in preventing soil erosion and serves as both a refuge and food source for wildlife. It exhibits rapid regeneration after fires, making it a key species for reforestation programs in Mediterranean regions. Additionally, it holds significant medicinal and nutritional value. The edible fruits are rich in polyphenols with antioxidant properties, vitamins C and E (contributing to cellular protection), and polyunsaturated fatty acids, which benefit cardiovascular health. The leaves contain various bioactive compounds, including tannins (with astringent and anti-inflammatory effects), flavonoids (known for their antioxidant properties), and phenolic glycosides such as arbutin (recognized for its urinary antiseptic, anti-inflammatory, and hepatoprotective effects). Tannins and flavonoids from the leaves also induce vascular relaxation and help reduce hypertension. Moreover, extracts from the leaves and fruits exhibit antibacterial activity (particularly against Staphylococcus aureus and Escherichia coli) and antifungal properties. Arbutus unedo is a multifaceted plant, combining ecological value, traditional uses, and modern therapeutic potential. Its valorization could contribute to biodiversity conservation and rural development in Mediterranean regions. This compilation of knowledge serves as a first step toward proposing strategies for the protection and conservation of this remarkable species within Morocco's forest heritage and its natural habitats.

Key words: *Arbutus unedo L*., Interest, biodiversity, environment, ecosystem, ecology, Morocco

I.Introduction

Major societies, be they Chinese, Egyptian, Babylonian, Greek or Roman, have all attached paramount importance to the use of medicinal plants in their therapeutic traditions. These plants, used for their therapeutic and cosmetic virtues, as well as in the pharmaceutical, agri-food and industrial sectors, continue to enjoy growing appeal in contemporary times (Gheraibia and Lahcene, 2020). This renaissance of interest is due to scientific advances which, through innovative analysis and experimentation techniques, increasingly confirm traditional empirical practices.

Medicinal plants are characterized by the presence of active principles in various organs (such as leaves, bark, fruit, etc.), which give them curative properties, but can also make them toxic. Their use in phytotherapy,

subject to regulations that vary from country to country, authorizes their sale in herbalists' shops or pharmacies, with or without a doctor's prescription (Mazari et al., 2010).

Over the centuries, understanding of these plants has been perfected, enabling them to treat a multitude of ailments. Their potential is largely based on their ability to produce secondary metabolites which, although not vital to their survival, play a crucial role in therapy. In particular, elements such as anti-inflammatories, antimicrobials and antioxidants help to mitigate the harmful consequences of oxidative stress (Hollo and Szejtli, 1958).

A particularly interesting, though often undervalued, plant grows in the central plateau. This paper presents *Arbutus unedo* through a summary of its main botanical, ecological and medicinal characteristics.

II.Methodology :

Reputable websites including Scopus, ScienceDirect, Web of Science, and Google Scholar were used to obtain the scientific literature data on *Arbutus unedo*. These resources address topics related to biology, taxonomy, ecology, medicine, nutrition, and pharmaceuticals. forty documents in all were examined. The works of Fennane et al. (1999), Dib et al. (2011), Tenuta et al. (2020), Rahima et al. (2019), Ben Salem et al. (2018), and Noureddine (2019) were also taken into consideration. The research selection procedure for this systematic review is clearly summarized in the PRISMA flowchart that is being presented. 60 documents were first found in databases, demonstrating the scope of the first search and the work put into compiling pertinent information. Since no duplicate records were eliminated, it may be concluded that every entry was original. Automation tools did not identify any records as ineligible, indicating that all of them might be pertinent for the examination. After screening, 10 of the 60 records were eliminated, leaving 50 reports to be obtained. However, because some of these research may have been published in paywalled publications, access constraints probably prevented the retrieval of 10 of these papers. In the end, 40 documents were evaluated for eligibility, and all of them were reviewed.

III. Results :

Taxonomy of *Arbutus unedo*:

Arbutus unedo L., also known as strawberry bush, strawberry tree or strawberry tree, is a species distinguished by its multiple appellations (Boullard, 2001). The scientific name Unedo is of Latin origin and was defined by Pliny the Elder as a variation of the expression unum edo (“I eat a single fruit”) (Aksil, 2015). Carl Linnaeus subsequently adopted the term in 1753.

The *arbutus* is a member of the Ericaceae family, which encompasses nearly 80 genera and over 2,000 species, mostly long-lived shrubs. A third of these species are classified in the Erica genus, hence the family name (Mabberley, 1987). The genus *Arbutus*, which includes the strawberry tree, belongs to the subfamily *Arbutoideae*. It also includes five other genera: *Arctostaphylos, Arctous, Comarostaphylis, Ornithostaphylos and Xylococcus*. This categorization is based on morphological (fruits and flowers), anatomical and phytochemical aspects (Hileman et al., 2001).

The term “arbutus” derives from the Celtic word ‘arbois’, meaning “austere wood”. Over time, the name Arbutus unedo has undergone language-specific transformations: Assasnou or Bakhannou in Berber, sasnou in Arabic and strawberry tree in English.According to Abbas (2015), *Ericaceae* are highly diverse in Mediterranean areas, and their distribution extends worldwide with around 124 genera and 4100 species recorded (Mabberley, 1987).

Table 01 : Taxonomic classification of *Arbutus unedo L* (Judd, et al, 2002).

Kingdom	Plants
Phylum	Spermatophytes
Subphylum	Eudicots
Class	Magnoliopsidae
Subclass	Asteridae
Order	Ericales
Family	Ericaceae
Genus	Arbutus
Species	*Arbutus unedo* (L., 1753).

Biology of *Arbutus unedo:*

The arbutus, a member of the Ericaceae family, is an evergreen tree generally between 2 and 10 meters tall (Celikel et al., 2008). In central Morocco, its height does not exceed 3 meters. It flourishes in regions where soil fertility is still relatively good, and thrives in a non-continental climate (Figure 1).



Figure 1 : *Arbutus Unedo L. (Gheraibia et Lahcene, 2020)*

The leaves, which measure between 5 and 10 cm, are robust with a slightly crenate or toothed outline. They are shiny dark green above and light green below, attached by a short 7-8 mm stalk that can grow to 15 mm. The clusters of greenish-white, bell-shaped flowers bloom in September-October, coinciding with the appearance of the fruit (Mereti et al., 2002). Arbouse, a fruit, is a spherical berry 20 mm in diameter, covered with conical papillae. Its color changes from green to yellow, turning orange-red at maturity. Its flesh is tender, slightly powdery, both acidic and sweet, and contains numerous small seeds (Celikel et al., 2008) (Figure 2).



Figure 2 : *Arbutus* fruit (https://plantes-sauvages-comestibles.com/les-arbouses-fruits-comestibles-de-larbousier/)

Geographical distribution and ecology of *Arbutus unedo:*

Arbutus unedo L., also known as arbutus, is a species typical of semi-arid and upper sub-humid vegetation zones, found in abundance in the Mediterranean basin and North Africa. In Morocco, it is referred to as "Sasnou" (Naceiri Mrabti, 2018). This species, which is both thermophilous and cold-hardy, heliophilous and xerophilous, is found mainly in coastal and inland regions with a mild climate and moderate summer drought (Torres et al., 2002; Godinho-Ferreira et al., 2005). It is found from western, central and southern Europe to northeast Africa and western Asia, including the Canary Islands (Sagbas et al., 2020).

Arbutus grows on acidic, siliceous, carbonate-free soils (Pallauf et al., 2008), in garrigues, evergreen forests and maquis, at altitudes ranging from 150 m to 1,613 m. It has a preference for thermo-Mediterranean and meso-Mediterranean zones (Aafi et al., 2002; Faida et al., 2019). In Morocco, this plant is found in holm oak, cork oak and Aleppo pine forests located in the Rif, Middle and High Atlas regions, as well as the Central Plateau. It thrives in semi-arid to humid climatic conditions (337-1,115 mm rainfall, with average temperatures ranging from 12.4 to 18.4°C). The Arbutus genus, which comprises over 16 species, is characterized by its widespread presence in temperate and cool regions of the northern hemisphere, notably in tropical America and around the Mediterranean (Rejeb, 2021) (figure 3).

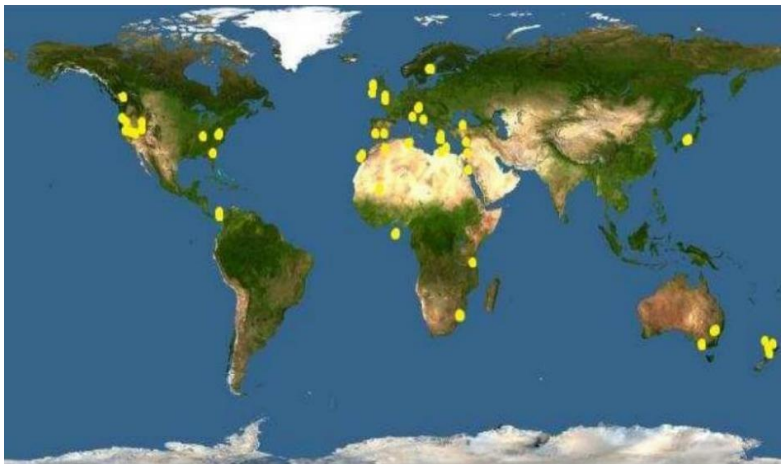


Figure 3: Worldwide distribution geographical of *Arbutus unedo*

Table 1: Areas of use for Arbutus unedo

Domain	Subfield	Examples of activities/Applications	References
Health	Antimicrobial	Activity against E. coli, S. aureus, uropathogens	Dib et al. (2013), Jurica et al. (2017), Orak et al. (2011), Ben Salem et al. (2018)
	Antioxidant	DPPH tests, reduction of oxidative stress (in vitro and in vivo)	Moualek et al. (2016), Naceiri Mrabti et al. (2017), Malheiro et al. (2012), Asmaa et al. (2019)
	Anti-inflammatory	Stabilization of erythrocyte membranes	Moualek et al. (2016)
	Cardiovascular	Anti-platelet aggregation, reduction of hypertension	El Haouari et al. (2007), Afkir et al. (2008)
	Antidiabetic	Reduction of oxidative stress in diabetic mice	Naceiri Mrabti et al. (2017)
Nutrition	Food supplements	Rich in vitamin C, fructose, minerals (K, Ca)	Gündogdu et al. (2018), Seker (2010), Ben Salem et al. (2018)
	Food industry	Enhancement of fruit for functional products	Rahima et al. (2019), Morales (2022)
Agriculture	Genetic selection	Identification of superior genotypes (weight, soluble solids content)	Sulusoglu et al. (2011), Santiso et al. (2016)
	Micropropagation	In vitro techniques for multiplication and conservation	Gomes et al. (2009), Mereti et al. (2002)
Ethnobotany	Traditional medicine	Uses against diabetes, respiratory/digestive diseases	Rahima et al. (2019), Males et al. (2006)
	Conservation	Prospecting natural areas and raising awareness	Rahima et al. (2019)
Cosmetics/Chemistry	Bioactive extracts	Essential oils (camphor), phenolic compounds for cosmetics	Asmaa et al. (2019), Andrade et al. (2009)
Basic research	Phytochemistry	Analysis of flavonoids, polyphenols, sugars	Males et al. (2006), Gündogdu et al. (2018), Malheiro et al. (2012)
	Climate adaptation	Mechanisms of drought resistance	

Table 2: Chemical composition and applications

Chemical component	Plant part	Activity/Related field	References
Polyphenols (gallic acid)	Fruits, leaves	Antioxidant, nutrition	Gündogdu et al. (2018), Malheiro et al. (2012), Asmaa et al. (2019)
Flavonoids (quercitrin)	Leaves	Antimicrobial, anti-inflammatory	Males et al. (2006), Jurica et al. (2017)
Arbutin/hydroquinone	Leaves	Urinary tract infections (antibacterial activity)	Jurica et al. (2017)
Sugars (fructose)	Fruits	Nutritional value, food industry	Gündogdu et al. (2018), Seker (2010)
Vitamin C	Fruits	Antioxidant, nutraceutical	Seker (2010), Ben Salem et al. (2018)
Minerals (K, Ca, Mg)	Fruits, leaves	Food supplements	Seker (2010), Asmaa et al. (2019)
Essential oils	Leaves	Cosmetics, aromatherapy (camphor, bornyl acetate)	Asmaa et al. (2019)
Anthocyanins	Roots	Antimicrobial activity	Dib et al. (2013)
α-tocopherol/ascorbate	Leaves	Protection against oxidative stress (dryness)	Munné-Bosch & Peñuelas (2004)
Tannins	Fruits	Astringency, antitumor potential	

IV. Discussion :

Studies on *Arbutus unedo* reveal a versatile plant, whose economic and curative potential would benefit from further investigation. Several studies show notable antimicrobial activity, particularly against pathogens such as *Escherichia coli and Staphylococcus aureus*, which is mainly attributed to the phenolic and arbutin content in the leaves and roots (Dib et al., 2013; Jurica et al., 2017). These characteristics could be harnessed to create new antibacterial agents, especially for urinary tract infections. Indeed, hydroquinone (an arbutin derivative) has demonstrated remarkable efficacy against *Enterococcus faecalis* (Jurica et al., 2017).

With regard to antioxidant properties, Arbutus unedo extracts show encouraging results both in vitro and in vivo. DPPH assays and assessments of oxidative stress reduction in animal models with diabetes corroborate this activity, indicating a possibility of preventing complications associated with diabetes (Naceiri Mrabti et al., 2017; Malheiro et al., 2012). These effects appear to be associated with a high concentration of polyphenols, particularly gallic acid and flavonoids, which may also account for its anti-inflammatory characteristics noted in membrane stabilization assays (Moualek et al., 2016).

The cardiovascular field presents promising opportunities, with extracts demonstrating antiplatelet and antihypertensive properties (El Haouari et al., 2007; Afkir et al., 2008). In addition to its potential to protect against ventricular hypertrophy, these actions make Arbutus unedo a strong contender for cardioprotective uses, although clinical research is essential to validate these impacts in humans.

Nutritionally, *Arbutus unedo* fruits are characterized by their high content of beneficial components: fructose, vitamin C, as well as essential minerals such as potassium and calcium (Gündogdu et al., 2018; Seker, 2010). Thanks to their nutritional profile and rich polyphenol content, they are ideally suited for use in the manufacture of functional food products or nutritional supplements. Some genotypes, such as Bragança, display particularly high levels of phenolic compounds, making it possible to consider specific varietal selection (Malheiro et al., 2012).

Attention should also be paid to applications in the agricultural and biotechnological fields. Research into micropropagation has led to the establishment of high-performance protocols for in vitro multiplication of the plant (Gomes et al., 2009; Mereti et al., 2002), key elements for its conservation and large-scale deployment. Similarly, analysis of its genetic diversity highlights two major lineages (Atlantic and Mediterranean) with restricted genetic exchanges, which can guide conservation plans (Santiso et al., 2016). The ethnobotanical study reveals the various traditional applications of *Arbutus unedo*, including in the fight against diabetes and respiratory problems (Rahima et al., 2019; Males et al., 2006). These practices, in conjunction with current scientific validations, could provide a foundation for valorization initiatives that respect local knowledge.

In short, *Arbutus unedo's* ability to resist environmental stresses, notably via photo-oxidative protection mechanisms involving α-tocopherol and ascorbate (Munné-Bosch & Peñuelas, 2004), makes it a species to consider in the face of climate change. This strength could be exploited in reforestation or agroforestry initiatives in Mediterranean regions.

V. Conclusion

Arbutus unedo is a biological resource with a wide range of promising uses. Its pharmacological characteristics (antimicrobial, antioxidant, cardioprotective), corroborated by a number of scientific studies, make it a serious contender for the development of new active ingredients. What's more, its nutritional value offers promising opportunities for the agri-food sector. Advances in plant biotechnology (micropropagation) and genetics (population analysis) provide essential tools for its preservation and large-scale exploitation. However, to fully exploit the potential of this species, transdisciplinary research is required, encompassing phytochemistry, clinical pharmacology, agronomy and social sciences. The aim is to develop practical applications while preserving the natural ecosystems in which it thrives.

REFERENCES:

Dib, Mohamed El Amine; Allali, Hocine; Bendiabdellah, Amel; Meliani, Nawel; Tabti, Boufeldja. 2013. "Antimicrobial activity and phytochemical screening of *Arbutus unedo* L." *Journal of Medicinal Plants Research* 7(15): 934-940.

Moualek, Idir; Aiche, Ghenima Iratni; Gucchaoui, Nadjet Mestar; Laheene, Souad; Houali, Karim. 2016. "Antioxidant and anti-inflammatory activities of *Arbutus unedo* aqueous extract." *Industrial Crops and Products* 83: 568-575.

Gündogdu, Muttalip; Ercisli, Sezai; Canan, Ihsan; Orman, Erdal; Sameeullah, Muhammad; Naeem, Muhammad; Ayed, Rayda Ben. 2018. "Diversity in phenolic compounds, biochemical and pomological characteristics of *Arbutus unedo* fruits." *Scientia Horticulturae* 234: 71-75.

Mrabti, H. Naceiri; Marmouzi, I.; Sayah, K.; Chemlal, L.; El Ouadi, Y.; Elmsellem, H.; Cherrah, Y.; Faouzi, My A. 2017. "*Arbutus unedo* L aqueous extract is associated with in vitro and in vivo antioxidant activity." *Journal of Ethnopharmacology* 198: 531-538.

Rahima, Faida; Jamal, Aabdousse; Abdelali, Boulli; Said, Bouda; Nadya, Wahid. 2019. "Ethnobotanical uses and distribution status of *Arbutus unedo* in Morocco." *Journal of Ethnobiology and Traditional Medicine* 127: 112-125.

Males, Željan; Plazibat, Miško; Vundać, Vjera Bilušić; Žuntar, Irena. 2006. "Qualitative and quantitative analysis of flavonoids of the strawberry tree — *Arbutus unedo* L. (Ericaceae)." *Acta Pharmaceutica* 56(2): 245-250.

Gomes, Filomena; Canhoto, Jorge M. 2009. "Micropropagation of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) from adult plants." *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 98(2): 177-183.

El Haouari, Mohammed; López, José J.; Mekhfi, Hassane; Rosado, Juan A.; Salido, Ginés M. 2007. "Antiaggregant effects of *Arbutus unedo* extracts in human platelets." *Journal of Physiology and Biochemistry* 63(1): 25-31.

Jurica, Karlo; Gobin, Ivana; Kremer, Dario; Čepo, Dubravka Vitali; Grubešić, Renata Jurisić; Karačonji, Irena Brčić; Kosalec, Ivan. 2017. "Arbutin and its metabolite hydroquinone as the main factors in the antimicrobial effect of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) leaves." *Journal of Applied Microbiology* 123(4): 1011-1026.

Malheiro, Ricardo; Sá, Olga; Pereira, Eric; Aguiar, Cristina; Baptista, Paula; Pereira, José Alberto. 2012. "*Arbutus unedo* L. leaves as source of phytochemicals with bioactive properties." *Food Chemistry* 131(2): 652-659.

Afkir, Saida; Nguelefack, Telesphore Benoit; Aziz, Mohamed; Zoheir, Johar; Cuisinaud, Guy; Bnouham, Mohamed; Mekhfi, Hassane; Legssyer, Abdelkhaleq; Lahlou, Saad; Ziyyat, Abderrahim. 2008. "*Arbutus unedo* prevents cardiovascular and morphological alterations in L-NAME-induced hypertensive rats." *Journal of Cardiovascular Pharmacology* 52(6): 548-553.

Morgado, Sandra; Morgado, Manuel; Plácido, Ana I.; Roque, Fátima; Duarte, Ana Paula. 2018. "*Arbutus unedo* L.: From traditional medicine to potential uses in modern pharmacotherapy." *Phytochemistry Reviews* 17(4): 815-833.

Sulusoglu, M.; Cavusoglu, A.; Erkal, S. 2011. "*Arbutus unedo* L. (Strawberry tree) selection in Turkey Samanli mountain locations." *Genetic Resources and Crop Evolution* 58(6): 841-853.

Andrade, Daniela; Gil, Cristina; Breitenfeld, Luiza; Domingues, Fernanda; Duarte, Ana Paula. 2009. "Bioactive extracts from *Cistus ladanifer* and *Arbutus unedo* L." *Industrial Crops and Products* 30(2): 165-167.

Asmaa, Noureddine; Abdelaziz, Gherib; Boulanouar, Bakchiche; Carbonell-Barrachina, Ángel A.; Cano-Lamadrid, Marina; Noguera-Artiaga, Luis. 2019. "Chemical composition, antioxidant activity and mineral content of *Arbutus unedo* (leaves and fruits)." *Food Chemistry* 277: 730-736.

Seker, Murat; Toplu, Celil. 2010. "Determination and comparison of chemical characteristics of *Arbutus unedo* L. and *Arbutus andrachnae* L. (Family Ericaceae) fruits." *Journal of Food Science* 75(7): C546-C552.

Munné-Bosch, S.; Peñuelas, J. 2004. "Photo-oxidative stress in *Arbutus unedo* L. leaves under Mediterranean field conditions." *Plant Science* 166(1): 203-208.

Orak, Hakime Hülya; Yağar, Hülya; Isbilir, Sehnem Selen; Demirci, Ahmet Şükrü; Gümüş, Tuncay; Ekinci, Nesilhan. 2011. "Evaluation of antioxidant and antimicrobial potential of strawberry tree (*Arbutus unedo* L.) leaf." *Journal of Medicinal Food* 14(7-8): 805-812.

Ben Salem, Issam; Oueslati, Souad; Mabrouk, Yassine; Landolsi, Ahmed; Saidi, Mouldi; Bouilla, Abdennacer. 2018. "Exploring the nutraceutical potential and biological activities of *Arbutus unedo* L. (Ericaceae) fruits." *Journal of Functional Foods* 45: 320-331.

Morales, Diego. 2022. "Use of strawberry tree (*Arbutus unedo*) as a source of functional fractions with biological activities." *Trends in Food Science & Technology* 119: 1-12.

Santiso, Xabier; Lopez, Lua; Retuerto, Rubén; Barreiro, Rodolfo. 2016. "Population structure of a widespread species under balancing selection: The case of *Arbutus unedo* L." *PLoS ONE* 11(5): e0155489.

Mereti, Maria; Grigoriadou, Katerina; Nanos, George D. 2002. "Micropropagation of the strawberry tree, *Arbutus unedo* L." *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 77(2): 153-158.

Mazari, K.; et al. 2010. "Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Essential Oil Isolated from Algerian Juniperus phoenicea L. and Cupressus sempervirens." *Journal of Medicinal Plants Research* 4(10): 959-964.

Hollo, J.; Szejtli, J. 1958. "The mechanism of starch-iodine reaction." *Periodica Polytechnica Chemical Engineering* 2(1): 25-37.

Gheraibia, Maroua; Lahcene, Aya. 2020. "Etude biologique de l'Arbouse fruits de l'Arbousier (Arbutus unedo L.) de la région de Souk-Ahras." *Revue des BioRessources* 10(1): 45-53.

Dib, Mohamed El Amine; Allali, Hocine; Bendiabdellah, Amel; Meliani, Nawel; Tabti, Boufeldja. 2011. "Antimicrobial activity and phytochemical screening of Arbutus unedo L." *Journal of Natural Pharmaceuticals* 2(1): 18-23.

Tenuta, Maria Concetta; Deguin, Brigitte; Loizzo, Monica Rosa; Dugay, Annabelle; Acquaviva, Rosaria; Malfa, Giuseppe Antonio; Tundis, Rosa; Bonesi, Marco; Bouzidi, Chouaha; Tundis, Rosa. 2020. "Contribution of Flavonoids and Iridoids to the Hypoglycaemic, Antioxidant, and Nitric Oxide (NO) Inhibitory Activities of Arbutus unedo L." *Antioxidants* 9(2): 184.

Rahima, Faida; Jamal, Aabdousse; Abdelali, Boulli; Said, Bouda; Nadya, Wahid. 2019. "Ethnobotanical uses and distribution status of Arbutus unedo in Morocco." *International Journal of Ethnobiology & Ethnomedicine* 5(1): 12-25.

Ben Salem, Issam; Oueslati, Souad; Mabrouk, Yassine; Landolsi, Ahmed; Saidi, Mouldi; Bouilla, Abdennacer. 2018. "Exploring the nutraceutical potential and biological activities of Arbutus unedo L. (Ericaceae) fruits." *Journal of Functional Foods* 45: 320-331.

Asmaa, Noureddine; Abdelaziz, Gherib; Boulanouar, Bakchiche; Carbonell-Barrachina, Ángel A.; Cano-Lamadrid, Marina; Noguera-Artiaga, Luis. 2019. "Chemical Composition, Antioxidant Activity and Mineral Content of Arbutus unedo (Leaves and Fruits)." *Food Chemistry* 277: 730-736.

Rejeb, A.; Allaf, K.; Hamrouni, L. 2021. "Physiological, Ethnobotanical and Ethnopharmacological Notes on Arbutus unedo (L.)." *Journal of Applied Botany and Food Quality* 94: 112-120.

Boullard, B. 2001. *Plantes médicinales du monde: croyances et réalités.* De Boeck Secundair.

Aksil, T. 2015. "Caractérisation physico-chimique du fruit de l'arbousier (Arbutus unedo L.) du nord Algérien et de la datte (Phoenix dactylifera L.)." *Revue des Sciences Naturelles et Technologiques* 6(2): 34-42.

Hileman, L. C.; Vasey, M. C.; Parker, V. T. 2001. "Phylogeny and biogeography of the Arbutoideae (Ericaceae): implications for the Madrean-Tethyan hypothesis." *Systematic Botany* 26(1): 131-143.

Judd, W. S.; et al. 2002. *Botanique systématique: une perspective phylogénétique.* De Boeck Supérieur.

Mereti, M.; Grigoriadou, K.; Nanos, G. D. 2002. "Micropropagation of the strawberry tree, Arbutus unedo L." *Scientia Horticulturae* 93(2): 143-148.

Celikel, G.; Demirsoy, L.; Demirsoy, H. 2008. "The strawberry tree (Arbutus unedo L.) selection in Turkey." *Scientia Horticulturae* 118(2): 115-119.

Morales Valverde, R.; Tardío, J.; Pascual, H. 2002. *Alimentos silvestres de Madrid: Guía de plantes et setas de uso alimentario tradicional en la Comunidad de Madrid.* Ediciones La Librería.

BIODIVERSITY AND TRADITIONAL KNOWLEDGE : AROMATIC AND MEDICINAL PLANTS IN THE OULMES REGION

Jaayefar Fatima-ezzahra[1*]

[1] Ibn Tofail University, Laboratory of Plant, Animal Productions and Agro-Industry, Kenitra, Morocco

Belahbib Nadia[1]

[1] Ibn Tofail University, Laboratory of Plant, Animal Productions and Agro-Industry, Kenitra, Morocco

Zidane Lahcen[1]

[1] Ibn Tofail University, Laboratory of Plant, Animal Productions and Agro-Industry, Kenitra, Morocco

Dahmani Jamila [1]

[1] Ibn Tofail University, Laboratory of Plant, Animal Productions and Agro-Industry, Kenitra, Morocco

ABSTRACT

Morocco, with its Mediterranean climate influenced by oceanic and Saharan conditions, along with its geomorphological characteristics, enjoys favorable conditions for the development of a rich and diverse flora, including a significant potential for aromatic and medicinal plants (AMPs), many of which are endemic. In this context, the present research work aims to highlight the flora of the region through an ethnobotanical study. To achieve this, an ethnobotanical survey was conducted in Oulmès and surrounding areas, targeting traditional medicine users, particularly herbalists, local populations, and cooperatives working in this field. The results of the ethnobotanical survey revealed that most of the documented plant species are primarily used to treat digestive and respiratory system ailments. Treatments are administered using the whole plant, and infusion is the most common preparation method among the local population. Investigations into the potential of the central plateau are far from exhaustive. The region harbors exceptional biodiversity, reflecting its geomorphological diversity. The ethnobotanical survey conducted in the area identified 97 plant species used to treat various diseases, highlighting another dimension of diversity particularly cultural related to traditional phytotherapy. The most commonly treated ailments are digestive and respiratory disorders. However, regular soil quality monitoring is necessary to prevent the future degradation of plant value. This requires assessing the physicochemical quality of the soil or initial substrate, which will help identify potential deficiencies or excesses that could compromise the therapeutic quality of medicinal plants.

Keywords: Medicinal plants, survey, diversity, potential, Morocco.

COMPARATIVE ANALYSIS OF SURVIVAL RATES IN GOLDFISH AND BLACK MOLLY FED WITH DIFFERENT DIETS: FISH MEAL, TRADITIONAL, VEGETABLE WASTE, AND SPIRULINA-ENRICHED FEEDS

Vikranti PATEL [1]

[1] Guest lecturer, Dept. of Zoology, Government College Daman, Dadra and Nagar Haveli and Daman and Diu 396210, India

Kapila MANOJ [2]

[2] Professor and Head, Dept. of Aquatic Biology, Veer Narmad South Gujarat University, Surat 395007, Gujarat, India

Abstract

This study, conducted from June 2022 to September 2022, investigated the survival rates of Goldfish (*Carassius auratus*) and Black Molly (*Poecilia sphenops*) when fed different types of diets, including fish meal-based (commercial) feed, traditional (control) feed, vegetable waste feed, and vegetable waste feed incorporating Spirulina. The aim was to evaluate the efficacy of alternative feed sources, especially sustainable and cost-effective options, in improving fish health and survival rates in aquaculture systems. Goldfish and Black Molly were selected due to their popularity in ornamental aquaculture and their varying nutritional requirements. Over a period of 12 weeks, fish were divided into four feeding groups and monitored for survival rate and overall health.

In Black Molly, the highest survival rate (66.67%) was observed in fish fed on vegetable waste feed and Spirulina-enriched vegetable waste feed, while the lowest survival rate (16.67%) was found in fish fed on control feed. In Goldfish, 100% survival rate was recorded across all feeding groups. These results suggest that while Black Molly benefited from alternative feeds like vegetable waste and Spirulina, Goldfish exhibited high survival regardless of the diet.

Keywords: Goldfish, Black Molly, Survival Rate, Aquaculture, Fish Meal Feed, Vegetable Waste Feed, *Spirulina*, Alternative Feed Sources

A TECHNICAL REVIEW ON EFFECTS OF HEAT GENERATED BY FRICTIONAL FORCES BETWEEN GRINDING BLADES ON GROUNDED FOOD QUALITY

Marcel Onyekachi Egwuagu[1]

Department of Mechanical and Production Engineering

Enugu State University of Science and Technology, Enugu State, Nigeria

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1247-839X

Nwankwojike Bethrand Nduka[2]

Department of Mechanical Engineering

Michael Okpara University of Agriculture, Umudike, Abia State, Nigeria

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5836-3750

Imoh Ime Ekanem[3]

Department of Mechanical and Production Engineering

Enugu State University of Science and Technology, Enugu State, Nigeria

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8973-9260

ABSTRACT

The grinding of food materials is an essential process in various industries, including flour milling, spice grinding, and meat processing. However, the frictional forces generated between grinding blades and food particles can produce significant amounts of heat, which poses a risk to the quality of the grounded product. Excessive heat can lead to the denaturation of proteins, degradation of vitamins, and the development of off-flavors, ultimately compromising the nutritional and sensory attributes of food. Therefore, it was imperative to investigate the effects of frictional heat on food quality. This review employed a systematic methodology to analyze the existing body of literature on the effects of frictional heat on grounded food quality. A comprehensive search was conducted across multiple databases to identify relevant studies, including experimental research, theoretical analyses, and case studies. Additionally, experimental data from various grinding techniques, including blade type, speed, and feed rate, were reviewed to understand their impact on heat generation and subsequent food quality. The review also incorporated the heat transfer mechanisms involved in the grinding process. The analysis revealed that the temperature increase during grinding is influenced by several factors, including the type of grinding equipment, the material being processed, and the operational conditions. Findings obtained from the review indicate that temperatures exceeding 35°C can lead to significant degradation of sensitive compounds, such as essential oils in spices and vitamins in grains. Furthermore, the findings suggest that the use of cooling systems, such as water jets or air cooling, can effectively reduce the temperature rise during grinding, thereby preserving the quality of the grounded food. The review also highlights the importance of selecting appropriate grinding parameters to optimize both efficiency and product quality.

Keywords: Heat generated, frictional force, grinding blades, grounded food quality

THE BASIS FOR INTEGRATING TRANSMISSION FLUIDS (HYDRAULIC FLUID) AS A KEY POWERING MEDIUM IN AUTO BRAKING SYSTEMS

Aniekan Essienubong Ikpe

Department of Mechanical Engineering, Akwa Ibom State Polytechnic, Ikot Osurua, PMB. 1200, Nigeria.

ORCID ID: https://orcid.org/ 0000-0001-9069-9676

Imoh Ime Ekanem

Department of Mechanical Engineering, Akwa Ibom State Polytechnic, Ikot Osurua, PMB. 1200, Nigeria.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-8973-9260

Imo Moses Akpan

Department of Mechatronics Engineering, Akwa Ibom State Polytechnic, Ikot Osurua, Ikot Ekpene, Nigeria.

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-8999-160X

ABSTRACT

The automotive industry faces increasing demands for improved braking performance, safety, and environmental sustainability. Traditional hydraulic fluids used in braking systems often exhibit limitations in terms of thermal stability, lubricating properties, and environmental impact. As vehicles become more sophisticated, the need for a reliable and efficient powering medium in braking systems becomes paramount. This study explored the potential of integrating transmission fluids as a viable alternative to conventional hydraulic fluids. This review employed a systematic methodology to analyze existing literature on hydraulic fluids and their applications in automotive braking systems. This included a comprehensive review across multiple academic databases to identify relevant studies on this area. The selected literature was considered based on key themes, including fluid properties, performance metrics, environmental considerations, and case studies of existing implementations. The findings revealed that transmission fluids exhibit superior thermal stability compared to traditional hydraulic fluids, which is essential for maintaining performance under high-stress conditions. Also, the lubricating properties of transmission fluids contribute to reduced wear and tear on braking components, thereby extending their lifespan and enhancing overall system reliability. Furthermore, the environmental impact of transmission fluids is comparatively lower, as many formulations are designed to be biodegradable and less toxic than conventional hydraulic fluids. In addition, it was observed that vehicles utilizing transmission fluids in their braking systems demonstrate improved response times and reduced stopping distances, corroborating the theoretical advantages identified in the literature.

Keywords: Transmission fluids, auto braking systems, powering medium, hydraulic fluids, lubricating properties

MULTIMODAL SENTIMENT ANALYSIS IN SCIENCE

Souvik Halder

Jadavpur University, India

Samiran Chattapadhyay

Prof., Vice Chancellor, Techno India University, India

Kartick Chandra Mondal

Asst. Prof., Jadavpur University, India

ABSTRACT

This study offers a full outline of multimodal mood analysis using deep learning. First, it gives a quick outline of the idea, context, and multimodal mood analysis's value. It then studies how deep learning methods are used in the area of multimodal mood analysis. The study also gives an outline of advances in multimedia fusion and interface technologies. Future improvements and possibilities for multimodal mood analysis are covered in the end.

Introduction:

Sentiment analysis, also referred to as opinion mining, is the study of people's subjective beliefs and attitudes toward goods, occasions, and other things. It analyzes and ascertains the sentiment trends of data that is packed with emotions using machine learning, deep learning, and natural language processing (NLP) approaches.

Combining data from two or more modalities to predict sentiment patterns is known as multimodal sentiment analysis. Multimodal sentiment analysis (MSA) research often uses text, picture, audio, and video as modalities. Each modality extracts its own characteristics using techniques such as deep learning, which are then successfully merged to provide a more thorough and intuitive emphasis on the emotional information of several modalities, improving the accuracy of sentiment trend prediction. Currently, narrative multimodal sentiment analysis and interactive multimodal sentiment analysis are the two main types of multimodal sentiment analysis [1]. The former examines multimodal postings made by users on social media platforms such as MOSI, Weibo, YouTube, Flickr, and Getty Images [2–3].

Most of these articles are the author's subjective personal opinions about a specific event. They express the author's personal beliefs and tendencies.

Since the opinions of many people are rarely included, these postings are fairly consistent. The latter, called interactive multimodal sentiment analysis, characterizes instant messaging where a large number of people share information via chat services like QQ and WeChat, as well as communication via smart gadgets like XiaoAI and Tmall Genie. Because of the many factors, their contents are not particularly stable and are subject to unpredictable changes. displays of emotion according to each speaker's perspective.

Thus, narrative multimodal sentiment analysis is the main focus of this study, which also discusses research on multimodal integration and interaction as well as sentiment analysis techniques based on different modality combinations.

Value of modalities:

Several modalities are used in multimodal sentiment evaluation to identify emotional states in the discourse. The three most popular modalities are visual, audio, and text. Everybody helps make things better. Sentiment prediction, and research indicates that trimodal and bimodal systems perform better than unimodal ones. Every modality makes a significant contribution to increasing accuracy.

Text Modality: Text modality is common within all the modalities. It plays a key part in recognizing the hidden emotions. Textual sentiment analysis is getting very good results, but nowadays most of the biased facts are shared in the form of movies rather than writing. Visual Modality: Visual characteristics make it easier to recognize underlying feelings or viewpoints. For instance, if the words "this is a pretty good mouse" are present. It is difficult to determine whether this is about the original animal mouse or the computer mouse based just on textual information. In this situation, graphics are helpful, and when text and visuals are combined, a bimodal system is created that produces better outcomes than unimodal systems.

Audio Modality: Textual data from movies is generated using acoustic characteristics, which also allow for the identification of voice tones. When all three modalities are combined, a superior analytical model is produced. When it comes to humor, sarcasm and commonsense recognition pictures may not accurately predict the feelings, but a mix of modalities may.

MSA fusion:

The core of sentiment analysis with many modalities is the fusion of several modalities. Cleaning, acquiring, and integrating necessary characteristics from data obtained from a multimodal fusion several sources. After that, these data undergo further analysis to glean viewpoints and evaluate attitudes. Data fusion, feature fusion, and decision fusion are three approaches for combining or fusing data. The bulk of the work utilizes decision fusion. A joint feature vector is generated by integrating separate input characteristics in feature level fusion. Feature level fusion merges prosodic and face expressive features.

Early fusion: All of the characteristics associated with every modality—text, audio, or visual—are combined into one vector of features by feature-level fusion, also known as early fusion. After that, a categorization algorithm receives it. Feature-level fusion has the advantage of enabling early connection between discrete multimodal features, which may improve task performance.

Late fusion: The characteristics for every modality are initially processed and categorized separately in late fusion. The sentiment estimations is then obtained by fusing the classification findings to create a final decision vector. This process is referred to as late fusion as fusing takes place after categorization.

Hybrid fusion: It is a cross between late fusion and early fusion methods. Both feature-level and decision-level fusion techniques are used in this fusion approach. In order to profit from both feature and decision-level fusion processes without having to deal with their respective disadvantages, researchers use hybrid fusion.

Tensor fusion: With the use of modality embedded and a tensor fusion layer, this method creates a three-fold Cartesian product that accurately simulates unimodal, bimodal, and trimodal connections. As a result, fewer training samples are needed.

Refferences:

1] Zhang Yazhou, Rong Lu, Song Dawei, et al. A Review of Multimodal Sentiment Analysis [J]. Pattern Recognition and Artificial Intelligence, 2020, 33(5): 426-438.

[2] Zhang Y, Song D, Li X, et al. A quantum-like multimodal network framework for modeling interaction dynamics in multiparty conversational sentiment analysis[J]. Information Fusion, 2020, 62: 14-31.

[3] You Q, Luo J, Jin H, et al. Cross-modality consistent regression for joint visual-textual sentiment analysis of social multimedia[C]//Proceedings of the Ninth ACM international conference on Web search and data mining. 2016: 13-22.

NEUTRON-GAMMA DISCRIMINATION ALGORITHM USING ADAPTIVE TIME OVER THRESHOLD APPROACH AND ADAPTIVE NOISE FILTERING

Arghya Sankar Das

Jadavpur University, India

ABSTRACT

Neutron detection plays a crucial role in international safeguards, nuclear material control and international security. In recent times the application has been expanded to include tomographic imaging using organic scintillators. It has been observed that neutron fields are always accompanied by gamma rays produced in the neutron source and its surroundings. Thus, it becomes imperative to distinguish between these two radiation types. This paper proposes an enhancement of neutron-gamma discrimination using a digital algorithm based on the concept of unsupervised machine learning, which implements a recursive kernel density estimation with adaptive Sallen-Key filter; designed to reduce noise while preserving the pulse shapes received from a scintillator-photomultiplier assembly, followed by time over threshold method. The introduction of an adaptive threshold in kernel density estimation along with time over threshold method has been proven to be more sensitive to varying noise levels of the pulses originated from neutron and gamma interactions.

Keywords: Neutron-Gamma Discrimination, Time Over Threshold Method, Unsupervised Machine Learning.

NUMERICAL AND ANN-BASED SIMULATION OF TANGENT HYPERBOLIC NANOFLUID FLOW WITH HEAT AND MASS TRANSFER OVER A STRETCHING SHEET IN A POROUS MEDIUM UNDER SLIP CONDITIONS

B. C. Rout[1,2]

[1]Department of Basic and Applied Science, National Institute of Technology Arunachal Pradesh, Jote, Arunachal Pradesh, 791113, [2]Department of Mathematics, Sarala Birla University, Ranchi 835103, India

U. K. Saha[1],

[1]Department of Basic and Applied Science, National Institute of Technology Arunachal Pradesh, Jote, Arunachal Pradesh, 791113, India

Vijay Kumar Saw[2]

[2]Department of Mathematics, Sarala Birla University, Ranchi 835103, India

ABSTRACT

This study investigates the heat and mass transfer characteristics of tangent hyperbolic nanofluid flow over a stretching sheet embedded in a porous medium, accounting for suction or injection effects. The analysis incorporates velocity slip conditions along with thermal radiation, internal heat generation, viscous dissipation, Joule heating, and nanoparticle concentration effects. The non-Newtonian magnetohydrodynamic (MHD) fluid model is governed by a set of nonlinear partial differential equations, which are transformed into ordinary differential equations (ODEs) using similarity transformations. These ODEs are then solved numerically using the Finite Difference Method (FDM).The effects of key physical parameters—such as magnetic parameter, power-law index, velocity slip parameter, porosity parameter, thermophoresis, and Brownian motion—on velocity, temperature, and concentration profiles are studied in detail. Results are presented through tables and graphical illustrations. The findings reveal that an increase in the magnetic parameter, slip velocity, and porous medium resistance reduces fluid velocity, while temperature and concentration levels are elevated due to enhanced viscous dissipation and Joule heating. A comparison with previously published results confirms the accuracy of the numerical method used.Furthermore, Artificial Neural Network (ANN) modeling is employed to validate and improve the prediction accuracy of the numerical results, showcasing its potential in modeling complex non-Newtonian MHD nanofluid systems with heat and mass transfer.

Keyword: Tangent hyperbolic nanofluid, MHD, Porous medium, Velocity slip, Heat and mass transfer, Viscous dissipation, Joule heating, FDM, ANN

ENHANCING THE PERFORMANCE OF MICROFILTRATION MEMBRANES FOR INDUSTRIAL WASTEWATER TREATMENT THROUGH THE USE OF SUGAR INDUSTRY WASTE AND DOEHLERT DESIGN OPTIMIZATION

Soumaya CHLAIH[1]*

[1] Cadi Ayyad University, UCA, Faculty of Science Semlalia, FSSM, Laboratory of Physicochemistry of Materials and Environment (LPCME), B.P. 2390 Marrakech, Morocco.

Khadija ELATAOUI[1]

[1] Cadi Ayyad University, UCA, Faculty of Science Semlalia, FSSM, Laboratory of Physicochemistry of Materials and Environment (LPCME), B.P. 2390 Marrakech, Morocco.

Youssef EL MAGUANA[1]

[1] Cadi Ayyad University, UCA, Faculty of Science Semlalia, FSSM, Laboratory of Physicochemistry of Materials and Environment (LPCME), B.P. 2390 Marrakech, Morocco.

Najat ELHADIRI[1]

[1] Cadi Ayyad University, UCA, Faculty of Science Semlalia, FSSM, Laboratory of Physicochemistry of Materials and Environment (LPCME), B.P. 2390 Marrakech, Morocco.

ABSTRACT

To tackle the persistent issues in industrial wastewater treatment, there is a growing need for innovative, low-cost, and environmentally friendly membrane materials. This research presents the development and evaluation of a cost-effective planar ceramic microfiltration membrane fabricated from sugar industry residue (sugar scum) and natural Moroccan clay. Preparation parameters were optimized using Response Surface Methodology with a Doehlert experimental design, focusing on the effects of sugar scum content (5–30%), sintering temperature (800–1000 °C), and sintering time (60–180 minutes) on key properties such as mechanical strength, porosity, and water absorption.

The optimized membrane exhibited favorable characteristics, including a compressive strength of 56.10 MPa, porosity of 42.71%, permeability of 1246 $L \cdot h^{-1} \cdot m^{-2} \cdot bar^{-1}$, and an average pore diameter of 0.88 µm. It also showed strong chemical stability in alkaline media. In real industrial wastewater filtration tests, the membrane achieved excellent performance, removing 98.26% of turbidity, 62.86% of chemical oxygen demand (COD), and 46.14% of electrical conductivity. In addition, the membrane maintained 88% of its initial permeability after cleaning, confirming its robustness and potential for repeated use in sustainable water treatment applications.

Keywords: Clay ; Marble waste ; Ceramic membrane ; Experimental design.

INVESTIGATING THE POTENTIAL OF BIOMASS-DERIVED BIOGAS AS A SUSTAINABLE ENERGY ALTERNATIVE

Mohammad A.[1],

[1] Department of Energy and Applied Chemistry, Usmanu Danfodiyo University, Sokoto, Nigeria

Zuru A.A.[1],

[1] Department of Energy and Applied Chemistry, Usmanu Danfodiyo University, Sokoto, Nigeria

Muhammad C.[1],

[1] Department of Energy and Applied Chemistry, Usmanu Danfodiyo University, Sokoto, Nigeria

Musa M.[2],

[2] Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Environmental Design, Usmanu Danfodiyo University, Sokoto, Nigeria

Shuaibu I. M[1].,

[1] Department of Energy and Applied Chemistry, Usmanu Danfodiyo University, Sokoto, Nigeria

Adamu S.S[3].

[3] Center For Advanced Science Research and Analytical Services,Usmanu Danfodiyo University, Sokoto, Nigeria

ABSTRACT

The increasing emission of greenhouse gases, particularly CO_2, CH_4, and N_2O, poses significant challenges to climate stability, necessitating a shift from fossil fuels to renewable energy sources. This study investigates the potential of biomass-derived biogas as a sustainable energy alternative, focusing on the enhancement of methane concentration through carbon dioxide scrubbing. The research involves the fabrication of a 25 L jerrycan digester for biogas generation from cow dung and the development of a testing unit to evaluate various CO_2 scrubbing agents, including CaO, $Ca(OH)_2$, NaOH, and wood ash. The scrubbing efficiency was assessed through a series of experiments measuring the time taken for lime water to turn milky, indicating CO_2 absorption. Results indicate that sodium hydroxide exhibits superior scrubbing efficiency at lower concentrations, while calcium-based absorbents perform better at higher concentrations. Wood ash emerges as a cost-effective option, performing well at lower concentrations, making it suitable for small-scale applications. Overall, the study highlights the critical role of CO_2 scrubbing in optimizing biogas for energy applications, contributing to the transition toward sustainable energy systems and addressing climate change challenges.

Keywords: Biogas, CO_2 Scrubbing, Renewable Energy, Biomass, Methane Concentration

A PLANT EXTRACT AS A CORROSION INHIBITOR FOR CARBON STEEL IN 1M HCL MEDIUM

Kabiri LOUBNA [*1]

[1]Sultan Moulay Slimane University, School of Technology, Laboratory of engineering and Applied Technologies, Beni Mellal, Morocco.

Forsal ISSAM [1]

[1]Sultan Moulay Slimane University, School of Technology, Laboratory of engineering and Applied Technologies, Beni Mellal, Morocco.

Elharami ANAS [1]

[1]Sultan Moulay Slimane University, School of Technology, Laboratory of engineering and Applied Technologies, Beni Mellal, Morocco.

Kerouad SOFIA [1]

[1]Sultan Moulay Slimane University, School of Technology, Laboratory of engineering and Applied Technologies, Beni Mellal, Morocco.

ABSTRACT

In this study, plant extract was used as a new friendly inhibitor for carbon steel corrosion resistance in a 1.0 M HCl solution. The extract performance was evaluated by PDP and EIS methods. The results of this study showed that the inhibition efficiency of the extract raised from 88 to 93%, with concentrations from 0.5 to 2 g/L. However, as temperature increased from 293K to 323 K, inhibition efficiency decreased from 93 to 84%. EIS method confirmed that the inhibition efficiency of extract remained virtually constant with rising immersion time. The polarization method (PDP) indicates that the extract acts as a mixed-type inhibitor with an anodic influence.

Keywords: Extract, Carbon steel, EIS, PDP, Inhibition efficiency.

WAVELET-BASED IMAGE COMPRESSION ANALYSIS

***Naman Gupta,**

*Department of Sciences (Mathematics), Manav Rachna University, Faridabad, India

***Aparna Vyas**

*Department of Sciences (Mathematics), Manav Rachna University, Faridabad, India

ABSTRACT

This study explores image compression using wavelet transformation, focusing on the Discrete Wavelet Transform (DWT) to reduce file sizes while preserving visual quality. Implemented in Python with the PyWavelets library, the project examines 106 types of discrete wavelets, including the biorthogonal, Daubechies, and Coiflet families, applied to grayscale images.

Performance is evaluated using Mean Squared Error (MSE) and Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR). The results show that biorthogonal wavelets provide the most efficient compression, achieving up to a 57 percent reduction in file size while retaining only 5 percent of the original coefficients, with minimal degradation in image quality.

These findings demonstrate the effectiveness of wavelet-based methods for efficient image storage and transmission, and offer a strong basis for future work on compressing RGB and high-resolution images.

Keywords: Haar, Biorthogonal wavelet, MSE, PSNR, Discrete Wavelet Transform (DWT)

IMPROVED CLASSIFICATION OF PHOTOVOLTAIC MODULES FAULTS THROUGH TWO MACHINE LEARNING ALGORITHMS: RANDOM FOREST AND KNN

Abdelilah KHLIFI[1*],

[1]Mohammed First University, Energy, Embedded System and Data Processing Laboratory, ENSAO, Oujda, Morocco

Yamina KHLIFI[1]

[1]Mohammed First University, Energy, Embedded System and Data Processing Laboratory, ENSAO, Oujda, Morocco

ABSTRACT

Photovoltaic (PV) systems, widely used for sustainable energy generation, are vulnerable to various faults caused by environmental stress, component aging, or human error. These faults—such as partial shading, internal shunting, or ground leakage not only reduce power output but can also threaten system reliability and safety.

This study presents a data-driven approach to identifying and classifying common PV faults using the k-nearest neighbors (kNN) algorithm. The method is based on analyzing current-voltage (I–V) curves, which capture the electrical behavior of PV modules under different fault conditions. We focus on three specific fault types frequently observed in the field: partial shading, shunted modules, and ground faults.

To improve classification accuracy, we applied normalization as a preprocessing step, aiming to standardize the input features and reduce variability caused by scale differences. The performance of the kNN model was evaluated on datasets of two sizes 500 and 2000 samples while varying the test set ratios (20%, 30%, and 40%) for both normalized and unnormalized data.

Our findings indicate that normalization significantly improves the classification results. It leads to higher mean accuracy scores and a noticeable reduction in root mean square error (RMSE), with improvements that are statistically significant. These results confirm the importance of preprocessing in machine learning applications for energy systems diagnostics.

By enhancing the ability to detect and differentiate PV faults early, this research contributes to more efficient system monitoring, reduced maintenance costs, and increased operational safety. Ultimately, the approach supports the broader goal of optimizing renewable energy technologies and ensuring their reliable integration into modern power grids.

Keywords: Accuracy, ANOVA, classification, data, kNN, Normalization.

Introduction:

The Haar wavelet is the first source of wavelet-related literature. The mathematician Alfred Haar first proposed it in 1909. But at that time, there was no such thing as a wavelet. The idea was first put forth by geophysicist Jean Morlet in 1981. The name "wavelet" was later created in 1984 by Morlet and physicist Alex Grossman. Before 1985, only the orthogonal wavelet known as the Haar wavelet was used. Many scientists even believed that the only orthogonal wavelet was the Haar wavelet. Fortunately, the second orthogonal wavelet, the Meyer wavelet, was developed by mathematician Yves Meyer in 1985. In 1987, France hosted the first international conference on this subject as more and more academics entered it.

The idea of multiresolution was put forth in 1988 by Meyer and Stephane Mallat. The compact support orthogonal wavelet was created by Ingrid Daubechies in the same year using a methodical approach. Fast wavelet transform was introduced by Mallat in 1989. The wavelet transform gained widespread use in thes field of signal processing with the introduction of this quick technique.

The discrete wavelet transforms (DWT), developed in the late 1980s by Daubechies (1988), Mallat (1989), and others, has been the subject of substantial study on how to use it for time series analysis.

The discrete wavelet transform (DWT) is a mathematical technique that determines how much energy is there in a signal at various times in particular frequency bands. A non-mathematician can gain a conceptual understanding of the DWT and its significance by comparing it to the more well-known Fourier transform and examining how they vary.

Any waveform of any shape can be deconstructed, according to the Fourier transformation's underlying principle. The strength of a frequency's contribution to the original signal is represented by the wave's amplitude at that frequency. Due to the fact that the Fourier transform is totally reversible, the original signal can be recreated by adding all of the sinusoidal waves at various frequencies, with each wave being given a weight based on its power contribution. This is a Fourier transform in reverse. Thus, sinusoidal waveforms are a type of basis waveform.

When performing Fourier analysis, you begin with a raw stream of data that is made up of a complex mix of waveforms. Spikes and generating potentials are examples of quickly varying (high frequency) signals. Following Fourier analysis, you are left with a list of frequencies and power, but no knowledge of the timing of various frequency components within the original waveform. This is concealed because, in the output from the Fourier transform, each frequency component is "smeared" across the entire original signal, and the time information is dispersed among the phases of the sine waves. This information is not truly lost; it can be recovered via the inverse transform. Therefore, in Fourier analysis, you completely transform data from the time domain to data from the frequency domain.

The key difference between a Fourier transformation and a wavelet transformation is the wavelet transformation's partial conversion from the time domain to the frequency domain. After wavelet analysis, you gain some understanding of the original signal's frequency content, but you also learn a little bit about the frequency distribution of the original signal. For instance, you can detect a spike as a high-frequency signal and learn more about that frequency, but you can also pinpoint when that spike occurred. Contrarily, with Fourier analysis, you may identify the presence of a high- frequency component in the data but not its exact timing.

Global frequency information, or frequencies that are present throughout the entire signal, is something that the Fourier Transform severely lacks in. Not all applications, such as Electrocardiography (ECG), may benefit from this kind of signal breakdown when waveforms show brief intervals of observable oscillation. An alternative technique that divides a function into a number of wavelets is the wavelet transform.

Similar to the Fourier transform, the wavelet transform breaks down the initial signal waveform into several basis waveforms, or wavelets in this instance. The wavelet shapes are complicated and appear arbitrary at first glance, unlike the straightforward sinusoidal waves of Fourier analysis, even though they adhere to strict mathematical rules. One crucial characteristic that all wavelets have in common is that they are limited, meaning that their amplitudes decrease to zero at a certain distance on each side of the centre, in stark contrast to the sine and cosine waves employed in Fourier analysis, which never end. This is the fundamental element that allows the DWT to be localized in time.

There are many different "mother" wavelet types (Daubechies, Coiflet, Symmlet, etc.) that come in a variety of sizes (Daubechies-4, Daubechies-8, etc.).

Wavelet is now used to encrypt the FBI's database of one million fingerprints, as well as in computer animation and photography. In addition to data compression, smoothing, image compression, protein analysis, fingerprint verification, blood pressure, DNA analysis, heart rate, and ECG analysis, as well as in finance, descriptions of internet traffic, computer graphics, speech recognition, and many other fields, scientists may use wavelet analysis in the future to search for heart abnormalities, diagnose breast cancer, and forecast the weather.

Methodology

In this research, we have performed image compression using wavelet transformation. Image compression is the practice of reducing the size of a media image's file by compressing its data bits or picture information using more efficient techniques. The process has the desired result of significantly lowering the amount of bits and bytes required to represent image data. A smaller file size of the media image is obtained by using this approach in order to function with high- speed transmission of electronic media files or digital still photos. When downloading and uploading the media files, these compressed media files took up less memory.

For each level of decomposition, there are four wavelet coefficients in the LL, LH, HL, and HH sub-bands for the sub-band pictures in digital image processing. These wavelet coefficients require further coding in order to enhance the reconstruction of the original image. Some methods for doing this include thresholding, vector or scalar quantization, and zero-tree-based approximation. The coefficients that don't fall into the lowest pass band (i.e., LL) are set in this design to zero or white using the zero-tree-based approximation.

In this research, we split the image into 4 parts Horizontal (HL), vertical (LH), diagonal (HH) and the rest image (LL).

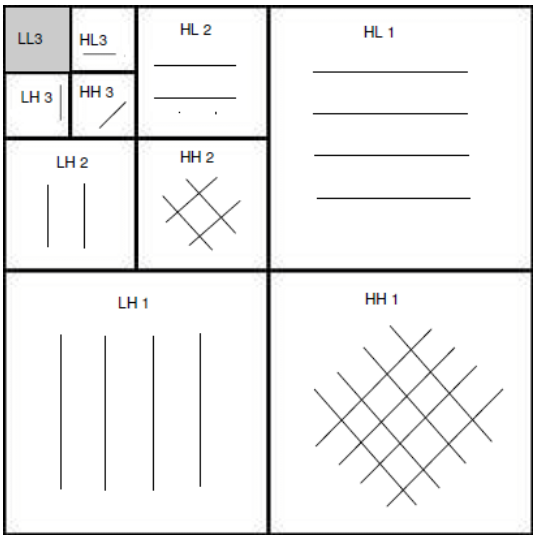


Figure 1

Figure 1 represents the breakdown of image up to 3 levels. This shows how wavelet deconstructs image into horizontal vertical, diagonal lines and the remaining image.

Now since you have got basic understanding of how wavelet decomposition works so we shall proceed by looking at an actual example of an image.

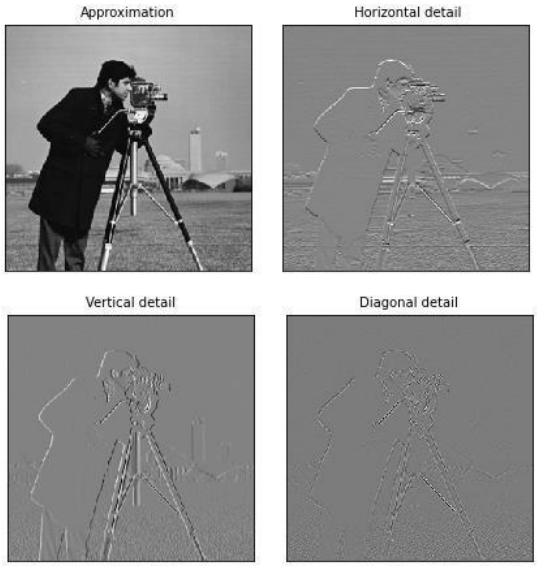


Figure 2

This is level 1 decomposition of the image. Like inverse Fourier transform we can apply inverse wavelet transform to add the vertical, horizontal and diagonal coefficients back to image.

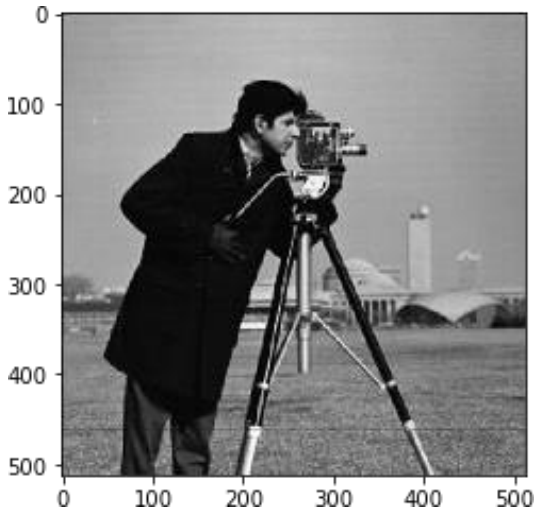


Figure 3

Figure 3 represents the reconstructed image using inverse discrete wavelet transform (IDWT).

This analysis was performed in python using PyWavelets(pywt) library which had multiple inbuilt functions to make the analysis easier.

Algorithm:

Algorithm for compressing image and reconstruction:

Step 1. Import the necessary libraries and image into your python notebook.

Step 2. Convert your image into grayscale image.

Step 3. Create or import a list of wavelets you want to use for the image compression.

Step 4. Define functions for MSE and PSNR to compare the quality of the image. Step 5. Set a threshold level for image. (Don't set it too high as it may affect the quality of an image and take more time to compute.)

Step 6. Implement wavelet decomposition on the image (available in pywt library) to produce sub bands LL, HL, LH, HH

Step 7. Create a threshold to keep a percentage of coefficient (LL, HL, LH, HH). We can remove the rest smaller coefficients to compare the change in quality of the image and analyse the reduction in size due to removal of some coefficients.

Step 8. Reconstruct the image and find the change in quality and size of the image.

Step 9. Produce and save the reconstructed image.

Image Compression

In this analysis we used an HD image of an eye show in figure 4



Figure 4

The size of the original image is 589KB and was downloaded from google.com.

Now we will use the algorithm discussed earlier to process and compress the image. Since the image is already in grayscale, we can skip step 2 and directly proceed with our experiment.

The results shown here are produced using bior4.4 or biorthogonal wavelet which performed the best among the wavelets. The results of other wavelets will be discussed later in this paper. After reconstructing the decomposed image and following the algorithm we produced the following output



Figure 5

Figure 5 represents the image keeping 100% of the coefficients. It contained a simple breakdown of image in 4 sub bands

for n=4 levels and then reconstruction of the decomposed image. This image is almost the same as the original image since no number of coefficients of the original image has been compromised and therefore has a negligible amount of MSE and PSNR on comparing it with the original image.



Figure 6

Figure 6 represents the image while saving the top 10% of the coefficients of the original image. The size of the image is reduced to 270KB while maintaining the quality of the image. The coefficients removed have a very less impact on the image thus maintaining the quality of the image.



Figure 7

Figure 7 represents the image while saving the top 5% of the coefficients of the original image. If you notice very carefully, then you might observe a few changes near the eyeball in the original image and the compressed image with just 5% of the coefficients remaining. It is still of great quality and the size of the image produced is 253KB which is just 43% of the original image. Hence, we used 5% as the benchmark for all types of wavelets for comparison.



Figure 8

Figure 8 represents the image while saving the top 1% of the coefficients of the original image. This image has very noticeable changes when compared to original image and the viewer can clearly observe the

difference in the quality of image. By keeping 1% of the coefficients, you would be able to see every major object clearly but the quality and detailing of the object might be lost like most of the messenger apps we use to transfer images. This size of this image is 188KB only.



Figure 9

Figure 9 represents the image while saving just the top 0.5% of the coefficients of the original image. The original image and the created image may readily be distinguished from one another. These types of images might be used for saving images of big objects or images where quality is not very important. The file size of this image is 146 KB. Since this image did not possess a good quality when compared to the original image, we terminated the process of converting the image while reducing the number of coefficients.

Before the results of other wavelets, let us see the worst results produced. These results were produced by reverse biorthogonal wavelets.

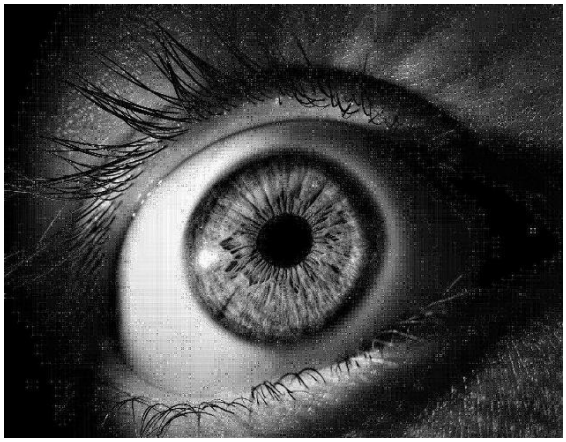


Figure 10 Coeff percentage kept: 10%

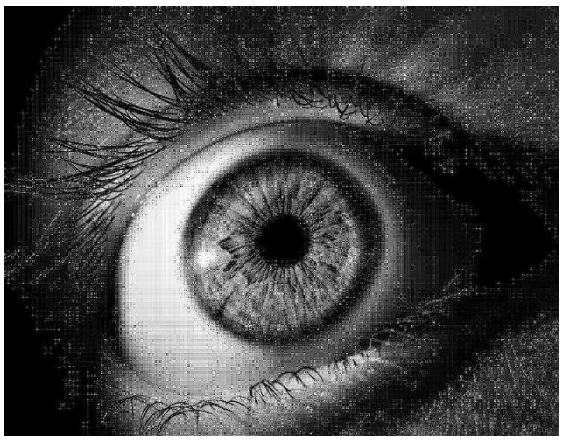


Figure 11 Coeff percentage kept: 5%

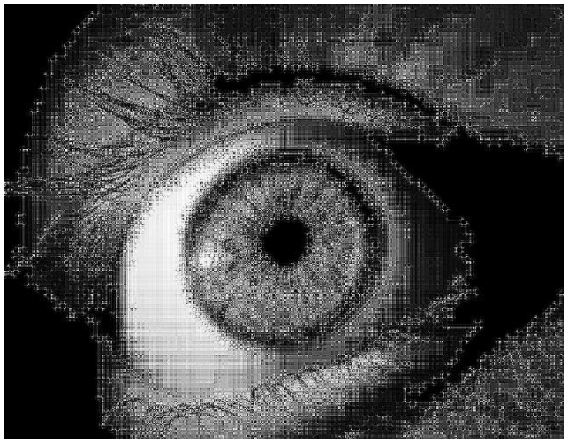


Figure 12 Coeff percentage kept: 1%

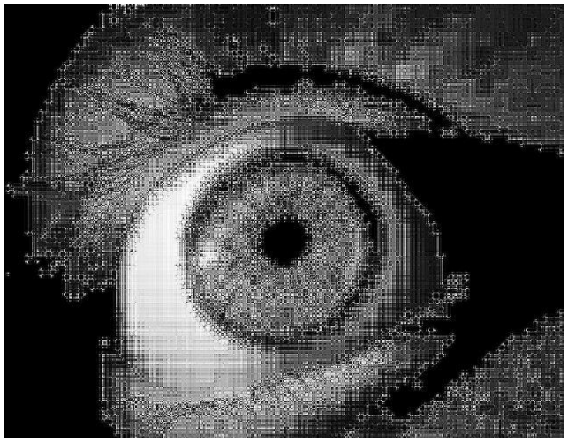


Figure 13 Coeff percentage kept: 0.5%

The discrete wavelets have been analysed by using quality metrics such as PSNR and MSE while keeping 5% of the coefficients. The results of quality metrics like MSE and PSNR are shown below.

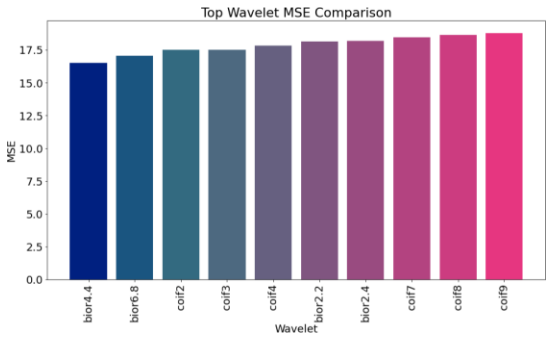


Figure 14

This shows that biorthogonal wavelets have the least amount of MSE followed by coiflets. Lower amount of MSE results in greater picture quality retention.

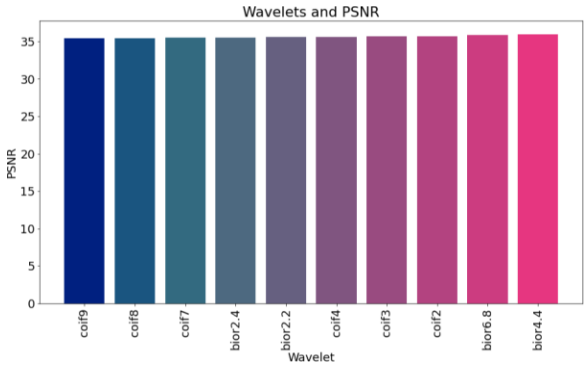


Figure 15

The above graph shows the amount of PSNR (peak signal to noise ratio). The quality of the compressed or rebuilt image improves with increasing PSNR. For image compression, typical PSNR values fall between 30 and 50 dB. PSNR below 20dB are considered unacceptable normally.

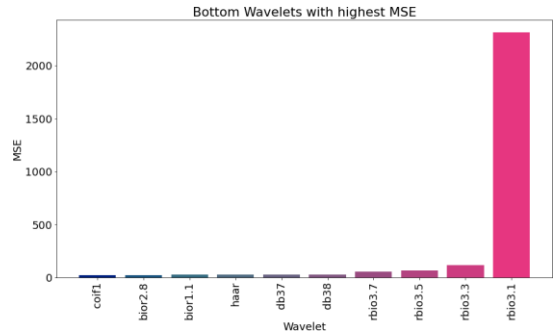


Figure 16

Rbio3.1 or reverse biorthogonal wavelet produced images with exceptionally high MSE as compared to other wavelets. We can see those image from figure10 to 13.

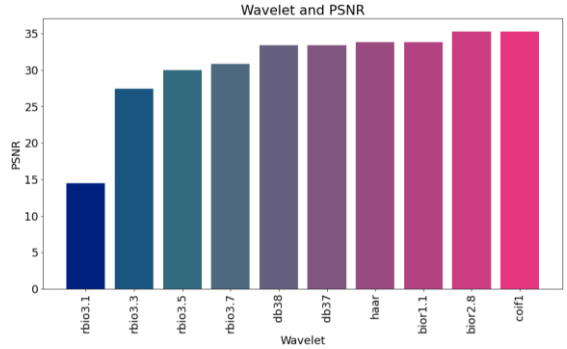


Figure 17

The wavelets mentioned in figure 17 produced images with a low amount of PSNR where rbio3.1 produced image with a very low PSNR and does not lie in the acceptable range for compressed images.

Table 1

Wavelet	MSE	PSNR
bior4.4	16.4995	35.9561
bior6.8	17.0472	35.8143
coif2	17.5041	35.6994
coif3	17.5357	35.6916
coif4	17.8108	35.624
bior2.2	18.1339	35.5459
bior2.4	18.1945	35.5314
coif7	18.4512	35.4706
coif8	18.6496	35.4241
coif9	18.795	35.3904

Table 1 represent top wavelets which produced the best image and had a good PSNR value.

Table 2

Wavelet	MSE	PSNR
bior4.4	16.4995	35.9561
coif2	17.5041	35.6994
rbio1.3	17.5342	35.6919
sym4	17.6968	35.6519
db3	18.613	35.4326
dmey	20.1316	35.092
haar	27.0612	33.8073

Table 2 represent all different types of wavelets with their best version which produced the image with least MSE and acceptable amount of PSNR.

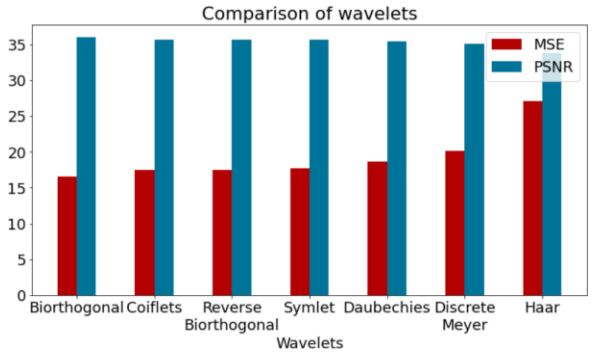


Figure 18

The above graph shows a comparison of MSE and PSNR values of all types of wavelets (categorically) from table 2.

Summary:

The above results show us a comparison between all types of wavelets. In our analysis biorthogonal wavelets showed to be the best wavelet which can be used for image compression while retaining the best image quality on quality metrics MSE and PSNR as compared with other types of wavelets. At present we require great methods for image compression due to high quality of images consuming massive amount of data in our storage devices. This analysis compared more than 100 types of wavelets and we can conclude that biorthogonal wavelets can be used for image compression since it can reduce the size of the image by 57% while keeping only 5% of the coefficients of the image. The analysis was done only for grayscale images but would help future readers to enhance their research to find better methods for image compression and also work on RGB (coloured images)

References:

1. Coiflet Wavelet Transform Image Compression Based on JPEG Images by Er. Anjali Bakhshi, Dr. Jagroop Singh
2. Wavelet Analysis and Comparison from Coiflet Family on Image Compression by Rohima, Muhammad Barkah A Review of Wavelet Analysis and Its Applications: Challenges and Opportunities by TIANTIAN GUO, TONGPO ZHANG, ENGGEE LIM, MIGUEL LÓPEZ-BENÍTEZ, FEI MA AND LIMIN YU
3. Akbar
4. Image Compression Using Discrete Wavelet Transform by M. Mozammel Hoque Chowdhury and Amina Khatun
5. A Tutorial of the Wavelet Transform by Chun-Lin, Liu
6. Discrete Wavelet Transform (st- andrews.ac.uk)
7. Wavelet Transform and Its Application in Image Denoising by Ridhi Bhatnagar
8. Wavelet transform approach for image processing – A research motivation for engineering graduates by C Vimala, P Aruna Priya and C Subramani
9. Wavelets - Wavelet Transforms in Python — PyWavelets Documentation
10. Matplotlib — Visualization with PythonWikipedia
11. Paper on An Efficient Image Quality Enhancement using Wavelet Transform by Dr. C. Arunachalaperumala
12. J.G. Proakis and D.G. Manolakis: “Digital Signal Processing: Principles, Algorithms
13. and Applications”, Prentice Hall, 1996.
14. S.K. Mitra: “Digital Signal Processing: A Computer- Based Approach”, 2nd Edition McGraw Hill, 2001.
15. J. Woods, Ed: “Subband Coding”,

Kluwer Academic Press, 1991.

16. M.Vetterli: “A Theory of Multirate

Filter Banks”, IEEE Trans. ASSP, ASSP- 35, No 3, pp.356-372, March 198

17. P.P. Vaidyanathan: “Quadrature Mirror Filter Banks: M-band Extensions and Perfect

Reconstruction Techniques”, IEEE

ASSP Magazine, pp.4-20, July 198

18. V.K. Jain and R.E. Crochiere: “Quadrature Mirror Filter Design in the Time Domain”, IEEE Trans ASSP, ASSP-32, Vol.2, pp.353-360, April 1984.
19. M.Vetterli and J. Kovacevic: “Wavelets and Subband Coding”, Prentice Hall, 1995.
20. M.Vetterli and C. Herley: “Wavelets and Filter Banks: Theory and Design”, IEEE Trans on Signal

Processing, Vol. 40, No 9, pp.2207-2232, Sep.1992.

21. O. Rioul: "A Discrete-Time Multiresolution Theory", IEEE Trans on Signal Processing, Vol. 41, No 8, pp. 2591-2606, Aug.1993.

22. M.Antonini, M. Barland, P. Mathieu and I. Daubechies: "Image Coding Using Wavelet Transform", IEEE Trans on Image Processing, Vol.1, No.2, pp.205-220, April 1992. Hellenic Open University: Technical Report HOU-CS- TR-2003-02-EN 26

23. Python tutorial www.geeksforgeeks.org

24. Python tables www.pypi.org

25. Multiscale Transforms with Application to Image Processing by Aparna Vyas, Soohwan Yu and Joonki Paik

26. Review of the Application of Wavelet Theory to Image Processing by Aparna Vyas and Joonki Paik

27. Biomedical Image Enhancement Using Wavelets by Kirti Khatkar and Dinesh Kumar

28. A wavelet denoising approach based on unsupervised learning model by Khawla Bnou, Said Raghay and Abdelilah Hakim

29. Time Frequency Analysis of Wavelet and Fourier Transform by Karlton Wirsing

HARNESSING THE POWER OF AVOCADO PITS: AN IN-DEPTH EXPLORATION OF ACTIVATED CARBON PREPARATION AND OPTIMIZATION USING BOX-BEHNKEN DESIGN, ENHANCED METHYLENE BLUE ADSORPTION THROUGH CHITOSAN INCORPORATION, AND THEORETICAL INSIGHTS VIA DENSITY FUNCTIONAL THEORY (DFT) ANALYSIS

Soukaina El Bourachdi

Laboratory of Engineering, Electrochemistry, Modelling and Environment, Faculty of Sciences Dhar El Mehraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

Abdelhay El Amri

Laboratory of Advanced Materials and Process Engineering (LAMPE), Faculty of Sciences, Ibn Tofaïl University, B.P. 133, 14000 Kenitra, Morocco

Yassine Rakcho

Laboratory Materials, Processes, Environment and Quality, National School of Applied Sciences, Cadi Ayyad University (UCA), Route Sidi Bouzid BP 63, 46000 Safi, Morocco

Amal Lahkimi

Laboratory Materials, Processes, Environment and Quality, National School of Applied Sciences, Cadi Ayyad University (UCA), Route Sidi Bouzid BP 63, 46000 Safi, Morocco

ABSTRACT

Methylene Blue (MB) is a harmful dye with significant environmental and health risks, requiring effective removal methods. This study focused on the preparation of activated carbon from avocado pits and the optimization of its performance in MB removal using Box-Behnken design, targeting key parameters such as acid concentration, activation time, and temperature. The activated carbon was further combined with chitosan to produce a composite material, Chitosan@Activated Carbon Avocado Pits (CS@ACAP). Comprehensive characterization techniques confirmed the material properties, and both the activated carbon and the composite were evaluated for MB adsorption. The activated carbon showed effective performance under specific conditions, achieving notable adsorption capacity. The chitosan-modified composite demonstrated enhanced efficiency with faster adsorption and higher capacity, attributed to the additional functional groups and increased surface heterogeneity introduced by chitosan. Adsorption behavior was modeled using isotherms, with the Freundlich model capturing the surface complexity of the composite, while the Langmuir model described the activated carbon's uniform adsorption sites. Thermodynamic analysis indicated distinct energy profiles for each material, with the composite showing improved performance at elevated temperatures. Density Functional Theory (DFT) simulations provided further insight into the interaction mechanisms between MB and the materials, highlighting the enhanced adsorption properties of the composite.

Keywords: chitosan@activated carbon; adsorption; thermodynamic; Methylene blue; DFT simulations

GREEN SYNTHESIS OF HIGH SURFACE AREA REDUCED GRAPHENE OXIDE FROM RECYCLED LI-ION BATTERIES USING ALOE VERA EXTRACT: APPLICATION IN RHODAMINE B ADSORPTION AND MECHANISTIC INSIGHTS VIA DFT WITH CHITOSAN@EDTA@RGO COMPOSITE

Soukaina El Bourachdi [a]

[a] Laboratory of Engineering, Electrochemistry, Modelling and Environment, Faculty of Sciences Dhar El Mehraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

Abdelhay El Amri [b]

[b]Laboratory of Advanced Materials and Process Engineering (LAMPE), Faculty of Sciences, Ibn Tofaïl University, B.P. 133, 14000 Kenitra, Morocco.

Ali Raza Ayub [c]

[c]Key Laboratory of Clusters Science of Ministry of Education, School of Chemistry and Chemical Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing, 100081, P. R. China.

Yassine Rakcho[d*]

[d]Laboratory Materials, Processes, Environment and Quality, National School of Applied Sciences, Cadi Ayyad University (UCA), Route Sidi Bouzid BP 63, 46000 Safi, Morocco

Fatima Moussaoui[a]

[a] Laboratory of Engineering, Electrochemistry, Modelling and Environment, Faculty of Sciences Dhar El Mehraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

Amal Lahkimi[a]

[a] Laboratory of Engineering, Electrochemistry, Modelling and Environment, Faculty of Sciences Dhar El Mehraz, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

ABSTRACT

Graphene oxide (GO) was synthesized from recycled graphite using the Hummers' method and subsequently reduced via a green synthesis approach employing *Aloe vera* extract. A statistical optimization of the reduction process was conducted using Response Surface Methodology (RSM), considering temperature, extract volume, and reaction time as key factors to tailor the surface characteristics of the reduced graphene oxide (rGO). In a subsequent step, a hybrid composite material, Chitosan@EDTA@rGO, was developed through a facile synthesis route. This composite was characterized using various techniques including FTIR, XRD, BET, and SEM. Adsorption studies were performed to evaluate its potential for removing Rhodamine B (RB) dye from aqueous solutions. Additionally, Density Functional Theory (DFT) calculations were carried out to gain theoretical insights into the adsorption behavior and interaction mechanisms of the composite at the molecular level.

Keywords

Green synthesis; Reduced graphene oxide; Aloe vera; Response Surface Methodology; Chitosan@EDTA@rGO; Adsorption.

HETEROGENEOUS ELECTRO-FENTON PROCESS: PERFORMANCE OF A NATURAL BIOWASTE CATALYST FOR THE DEGRADATION OF THE ANTIBIOTIC CFX-NA

Imane Haji[a],

Materials, Nanotechnologies and Environment Laboratory, Rabat Faculty of Science, Mohammed V University, Rabat, Morocco

Loubna Rachidi[a],

Materials, Nanotechnologies and Environment Laboratory, Rabat Faculty of Science, Mohammed V University, Rabat, Morocco

Hind Chakchak[b],

Centre national de la recherche scientifique et technique (CNRST-UATRS), Rabat, Morocco.

Abdelkader Zarrouk[a],

Materials, Nanotechnologies and Environment Laboratory, Rabat Faculty of Science, Mohammed V University, Rabat, Morocco

Ghizlan Kaichouh[a]

Materials, Nanotechnologies and Environment Laboratory, Rabat Faculty of Science, Mohammed V University, Rabat, Morocco

ABSTRACT

The heterogeneous Electro-Fenton process is a promising alternative to homogeneous processes for advanced wastewater treatment, due to its ability to generate highly reactive hydroxyl radicals (•OH) *in-situ*, while limiting the formation of metal sludge and catalyst losses in the reaction medium. In this study, a heterogeneous catalyst based on iron-impregnated natural biowaste was used for the degradation and mineralisation of the antibiotic CFX-Na. Degradation kinetics were monitored by liquid chromatography (HPLC). The efficiency of mineralisation was assessed by measuring the chemical oxygen demand (COD). This material showed remarkable efficiency, ensuring total degradation of the pollutant after 25 minutes of electrolysis and almost complete mineralisation after 4 hours of treatment at pH 6. The effect of key parameters such as catalyst concentration and current density was evaluated, confirming high performance in terms of degradation kinetics and mineralisation efficiency. In addition, the stability of the catalyst and its ability to be reused over several cycles were demonstrated, without any significant release of iron. These results confirm that this biosupport-based catalyst overcomes the main limitations of the homogeneous process and represents a sustainable and effective solution for the elimination of persistent organic contaminants.

Keywords: Heterogeneous Electro-Fenton; degradation; mineralization; heterogeneous catalysts.

ENHANCING TRANSPORTATION MODE DETECTION USING MACHINE LEARNING TECHNIQUES

Seyyid Ahmed Medjahed

University of Relizane, Algeria

Ikram Mankour

University of Relizane, Algeria

ABSTRACT

Transportation Mode Detection (TMD) is a vital component in the development of intelligent transportation systems, urban planning, and personalized mobility services. This study explores the application of advanced machine learning techniques to improve the accuracy and robustness of TMD based on sensor data such as GPS, accelerometers, and gyroscopes. We propose a comprehensive framework that incorporates data preprocessing, feature selection, and model optimization to effectively distinguish between various modes of transportation, including walking, cycling, driving, and public transit. By evaluating multiple classifiers—such as Random Forest, Support Vector Machines, and deep learning models—on real-world datasets, our results demonstrate significant improvements in detection performance compared to traditional methods. This research highlights the potential of machine learning in transforming mobility analytics and supporting the development of smarter, data-driven transportation systems.

Keywords: Transportation mode detection, classification, feature selection, machine learning

IMPACT OF ELECTRODE HEIGHT AND SHIELDING ON THE EFFICIENCY OF ELECTROSTATIC CHARGING BY CORONA DISCHARGE

Karima SMILI[1,2]

1National Higher School of Technology and Engineering, Technologies of Energetic Systems laboratory, 23005, Annaba, Algeria

2Laboratory of Electromechanical Engineering, Badji Mokhatr University Annaba (UBMA), Annaba 23220, Algeria

Oualid CHIBANE[1],

1National Higher School of Technology and Engineering, Technologies of Energetic Systems laboratory, 23005, Annaba, Algeria

Lazhar HEROUS[1],

1National Higher School of Technology and Engineering, Technologies of Energetic Systems laboratory, 23005, Annaba, Algeria

ABSTRACT

This research explores the effects of various corona discharge configurations on the surface potential of polyethylene films, examining both dynamic and static charging modes. The study evaluates the influence of inter-electrode spacing, wire-shield spacing, and the presence of a grounded shield on the current-voltage characteristics and charging efficiency. Experimental results reveal that decreasing the inter-electrode distance enhances the collected current, while the introduction of a shield further amplifies this effect. In dynamic charging, closer wire-shield spacing significantly improves the surface charge efficiency. In static charging, surface potential reaches saturation rapidly, with minimal influence from the shield. These findings provide crucial insights into optimizing corona treatment techniques for industrial applications.

Keywords: Corona discharge; polymers, electrostatic, inter-electrode spacing, shield.

NUMERICAL ANALYSIS OF HEAT TRANSFER ENHANCEMENT IN SOLAR AIR DUCTS USING TRIANGULAR BAFFLES OF VARIABLE LENGTH

YOUSSEF ECH-CHINE [1*]

[*1], Laboratory of Mechanics and Energy (LME), Faculty of Sciences, Mohammed First University, Oujda, 60000, Morocco

ABSTRACT

Enhancing heat transfer in solar air heating systems is essential for improving their overall energy efficiency and thermal performance. One of the most effective passive techniques to intensify convective heat transfer in solar air ducts is the incorporation of baffles. These elements act as flow disruptors that promote turbulence and increase the heat exchange between the air and the heated duct surfaces. In this study, a detailed numerical investigation is carried out to assess the influence of baffle geometry, particularly the length of right-angled triangular baffles, on the thermal and flow behavior within a solar air duct. The simulations are conducted using Computational Fluid Dynamics (CFD), based on the Finite Volume Method (FVM) for discretizing the governing equations. The SIMPLE algorithm is employed for pressure-velocity coupling, and the standard k-ε turbulence model is used to predict turbulent flow characteristics. The analysis covers a range of Reynolds numbers from 8000 to 28000, representing a transition from moderate to fully turbulent regimes. Results reveal that modifying the baffle length significantly alters the internal flow field, creating distinct recirculation zones that intensify mixing and enhance heat transfer. Longer baffles tend to produce stronger flow separation and reattachment phenomena, leading to greater turbulence intensity near the heated walls. However, excessive baffle length can also increase pressure drop, which may impact the system's overall efficiency. An optimal baffle size is therefore necessary to balance thermal enhancement and aerodynamic performance. The temperature distribution profiles indicate that flow acceleration and improved turbulence due to appropriately sized baffles lead to more uniform and reduced wall temperatures. This contributes to higher thermal efficiency of the solar air heater. The findings of this study offer valuable insights for the design and optimization of energy-efficient solar thermal systems using passive enhancement techniques.

Keywords: Baffles, Heat transfer, Turbulent flow, Nusselt number, Computational fluid dynamic**.**

NEUROLOGICAL IMPLICATIONS OF VITAMIN B12 DEFICIENCY: LINKING DEFICIENCY TO COGNITIVE IMPAIRMENT

Tanvi Premchandani [a]

[a] Department of Pharmaceutics, Smt. Kishoritai Bhoyar College of Pharmacy, Kamptee, Nagpur, Maharashtra, INDIA.

Amol Tatode [a]

[a] Department of Pharmaceutics, Smt. Kishoritai Bhoyar College of Pharmacy, Kamptee, Nagpur, Maharashtra, INDIA.

Rahmuddin Khan [b]

[b] Department of Pharmaceutics, School of Pharmaceutical Education & Research (SPER), Jamia Hamdard, New Delhi, INDIA

Mohammad Qutub [a]

[a] Department of Pharmaceutics, Smt. Kishoritai Bhoyar College of Pharmacy, Kamptee, Nagpur, Maharashtra, INDIA.

ABSTRACT

Cognitive impairment is a growing concern in aging populations, with profound implications for individual well-being and public health systems. Among the various contributing factors, Vitamin B12 deficiency stands out as a key yet preventable determinant of neurological and cognitive decline. Vitamin B12, an essential micronutrient primarily obtained from animal-derived foods, plays a critical role in maintaining myelin integrity, neurotransmitter synthesis, and homocysteine metabolism. Deficiency in this vitamin disrupts these processes, contributing to oxidative stress, neurovascular damage, and progressive neurodegeneration. This review synthesizes findings from both clinical and preclinical studies to elucidate the neurocognitive consequences of Vitamin B12 deficiency and explores the therapeutic potential of supplementation. It highlights the multifactorial etiology of B12 deficiency, influenced by dietary habits, age-related physiological changes, and environmental factors—particularly among at-risk groups such as the elderly and individuals adhering to vegetarian or vegan diets. The review emphasizes the importance of early detection through routine screening, dietary intervention, and timely supplementation to mitigate cognitive deterioration. Furthermore, emerging tools in biomarker identification and neuroimaging offer promising avenues for enhanced diagnosis and targeted intervention, reinforcing the need for an integrated, multidisciplinary approach to preserving cognitive health.

Keywords: Vitamin B12 deficiency, cognitive impairment, neurodegeneration, oxidative stress, homocysteine metabolism, aging brain

COMBATING CHRONIC KIDNEY DISEASE-ASSOCIATED CACHEXIA: A LITERATURE REVIEW OF RECENT THERAPEUTIC APPROACHES

Parmis Mirzaei*[1]

[1] BSc, Department of Clinical Nutrition and Dietetics, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Amin Abbasi[2]

[2] PhD, Department of Food Science and Technology, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

Introduction
Malnutrition, inflammation, and wasting are prevalent in patients with chronic kidney disease (CKD) and are closely linked to its high mortality rate. Cachexia, a severe and multifactorial syndrome, is often under-recognized and under-treated in CKD, despite its association with increased hospitalization, depression, reduced quality of life, and cardiovascular-related mortality. This review aims to explore current and emerging therapeutic strategies targeting CKD-associated cachexia.

Methods
A comprehensive literature review was conducted using databases such as PubMed, Scopus, and Web of Science to identify studies published in the past decade focusing on therapeutic interventions for CKD-related cachexia. Both pharmacologic and non-pharmacologic strategies were included.

Results
Promising pharmacologic interventions include anti-cytokine therapies (targeting IL-6, IL-1, and TNF-α), ubiquitin-proteasome inhibitors, melanocortin receptor antagonists, and ghrelin agonists. However, monotherapy appears insufficient due to the multifactorial nature of cachexia. Nutritional interventions, especially when initiated early, have shown potential in alleviating metabolic alterations and preventing disease progression. Additionally, combining increased food intake with targeted pharmacotherapy and exercise can yield synergistic effects. Despite encouraging preliminary evidence, large, well-designed clinical trials are urgently needed to validate these therapeutic options.

Conclusion
Addressing CKD-associated cachexia requires a comprehensive, multimodal approach integrating nutritional, pharmacological, and exercise-based interventions. Early identification and management are crucial to improving patient outcomes and quality of life. Further high-quality research is essential to establish standardized, effective, and safe treatment protocols.

Keywords: Cachexia, Chronic kidney disease, End-stage renal disease, Nutrition, Wasting

References:

1. von Haehling S, et al. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2010;1(1):9–23.
2. Carrero JJ, et al. *Kidney Int*. 2013;84(6):1099–1111.
3. Hanna RM, et al. *Int Urol Nephrol*. 2020;52(5):955–969.

THE ROLE OF STAPHYLOCOCCUS AUREUS IN CYSTIC FIBROSIS PATHOGENESIS AND CLINICO-MICROBIOLOGICAL INTERACTIONS

Parmis Mirzaei*[1]

[1] BSc, Department of Clinical Nutrition and Dietetics, Faculty of Nutrition Sciences and Food Technology, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Amin Abbasi[2]

[2] PhD, Department of Food Science and Technology, Tabriz University of Medical Sciences, Tabriz, Iran

Introduction
Cystic fibrosis (CF) is a progressive autosomal recessive disorder caused by mutations in the *CFTR* gene, affecting approximately 70,000 individuals worldwide. Recurrent bacterial respiratory infections play a critical role in CF pathogenesis. Among them, *Staphylococcus aureus*—particularly methicillin-resistant strains (MRSA)—is frequently isolated from CF patients, contributing to disease progression and increased morbidity.

Methods
This review summarizes recent literature focusing on the colonization dynamics, virulence mechanisms, and clinical relevance of *S. aureus*—especially MRSA and small-colony variants (SCVs)—in CF patients. Peer-reviewed articles from PubMed, Scopus, and Google Scholar published in the last 10 years were analyzed.

Results
S. aureus is often the first bacterial pathogen isolated in young CF patients. MRSA strains, resistant to nearly all β-lactam antibiotics, express diverse virulence factors including toxins and *Staphylococcal Cassette Chromosome mec* (SCCmec) elements. SCCmec type II has been most commonly reported among CF patients across different geographical regions. Additionally, SCVs—slow-growing phenotypic variants of *S. aureus*—exhibit enhanced intracellular persistence, biofilm formation, and antibiotic tolerance, leading to chronic and hard-to-eradicate infections. The presence of SCVs correlates with worse clinical outcomes and poses diagnostic challenges. Coinfections with *Pseudomonas aeruginosa* further complicate treatment strategies in CF.

Conclusion
The persistence and virulence of MRSA and SCVs in CF highlight the urgent need for early detection, comprehensive antimicrobial resistance profiling, and individualized treatment protocols. Understanding the genetic and phenotypic adaptations of *S. aureus* in the CF lung environment is critical to improving patient outcomes.

Keywords: Cystic fibrosis; Immunological interactions; Pathogenesis pathways; Staphylococcus aureus

References:

1. Ciofu O, et al. *Clin Microbiol Rev*. 2015;28(1):102–146.
2. Dasenbrook EC, et al. *JAMA*. 2010;303(23):2386–2392.
3. Kahl BC. *Int J Med Microbiol*. 2014;304(2):103–109.
4. Otto M. *Nat Rev Microbiol*. 2014;12(7):525–538.

INVESTIGATING THE DRIVERS OF GLOBAL HEALTH INEQUITIES: A MULTIDISCIPLINARY STUDY OF ACCESS, POLICY, AND SOCIAL DETERMINANTS

Ayesha Batool[1]

[1]Ph.D. Scholar, Department of Rural Sociology, University of Agriculture, Faisalabad.

Arif Gull[2]

[2]LLB, Islamia University, Bahawalpur

Hafsa Naeem[4]

[3]Ph.D. Scholar, Department of Biochemistry, University of Agriculture, Faisalabad.

Zainab Fatima[4]

[4]M.phil Scholar, Institute of Soil and Environmental Sciences, University of Agriculture, Faisalabad

Muneeb[5]

[5]M.Sc. Environmental Assessment and Management, University of Salford, England

ABSTRACT

Inequities in global healthcare systems reflect deeply rooted imbalances shaped by a range of social, economic, and policy-related factors. This review offers a multidisciplinary examination of these disparities, combining perspectives from social sciences, public health, and global policy studies. It investigates how systemic barriers—such as poverty, limited education, marginalization, and geographic isolation—restrict access to essential healthcare services and influence overall health outcomes. The discussion emphasizes the role of social determinants in shaping individual and community health, while also evaluating the effectiveness of global and national health policies in addressing these concerns. By comparing diverse healthcare models and case studies from both resource-rich and resource-limited regions, the review illustrates how inequality manifests in different settings. Examples include variations in healthcare infrastructure, workforce distribution, and policy prioritization, which collectively impact the equity of health service delivery. The analysis suggests that addressing these disparities calls for more than technical or clinical solutions. Sustainable progress depends on inclusive policymaking, equitable resource distribution, and culturally sensitive interventions. Moreover, the integration of social science research into healthcare planning is essential for understanding the broader context in which medical systems operate. This review advocates for a shift toward a more holistic, justice-oriented approach to health system reform—one that recognizes the interplay between biology, society, and governance in shaping global health outcomes.

Keywords: Health Inequities, Global Health Systems, Social Determinants of Health, Healthcare Access, Health Policy

PHARMACOLOGİCAL AND TOXİCOLOGİCAL INSİGHTS İNTO ARİSTOLOCHİA LONGA: A COMPREHENSİVE LİTERATURE REVİEW

[*]Cherriet Soufiane[1]

[*1] Laboratory of Biology and Health, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, B.P. 133, Kenitra 14000, Morocco

Soulaymani Abdelmajid[1]

[1] Laboratory of Biology and Health, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, B.P. 133, Kenitra 14000, Morocco

Hammouti Belkheir [2]

[2] Euro-Mediterranean University of Fes (UEMF), Fez 30070, Morocco

EL-Fechetaly Mohammed [4]

[4] Laboratory of Plant, Animal Productions, and Agro-Industry, Faculty of Sciences, Ibn Tofaïl University, B.P. 242, Kénitra, Morocco.

Elbekkaye Khalid [3]

[3] Laboratory of Agricultural Production Improvement, Biotechnology and Environment, Faculty of Sciences, Mohammed First University, Box 717, Oujda 60000, Morocco

Hami Hind [1]

[*1] Laboratory of Biology and Health, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, B.P. 133, Kenitra 14000, Morocco

ABSTRACT

Aristolochia longa, a medicinal plant traditionally used in North Africa and parts of Asia, has been widely recognized for its therapeutic applications, particularly for its anti-inflammatory, antimicrobial, and anticancer properties. In recent years, this species has received increasing scientific attention due to its diverse phytochemical composition, including flavonoids, alkaloids, phenolic acids, and notably aristolochic acids. Numerous in vitro and in vivo studies have demonstrated that extracts from *A. longa* exhibit significant cytotoxic effects against various human cancer cell lines, including MCF-7 (breast), HepG2 (liver), and HCT116 (colon), primarily through apoptosis induction, inhibition of cell proliferation, and modulation of signaling pathways such as PI3K/Akt and p53. These effects are largely attributed to compounds like luteolin and kaempferol.

Despite its pharmacological promise, the therapeutic application of *A. longa* remains controversial due to the presence of aristolochic acids classified by the International Agency for Research on Cancer (IARC) as Group I human carcinogens. These compounds have been associated with nephrotoxicity, DNA adduct formation, and upper urinary tract cancers, raising serious safety concerns.

To address this dichotomy, recent literature has explored computational approaches such as molecular docking and ADMET modeling to evaluate the bioactivity and safety profiles of *A. longa* constituents. These studies suggest that selective isolation of non-toxic flavonoids could pave the way for safer anticancer drug development.

This review aims to synthesize current pharmacological findings and toxicological data on *A. longa*, highlighting its dualistic nature as both a promising source of bioactive agents and a plant of toxicological concern. A more targeted and integrative research approach is essential to ensure its safe therapeutic exploitation.

Keywords: Aristolochia *longa*; cancer; flavonoids; aristolochic acids ; literature review; docking.

BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES TO ENHANCE GERMINATION AND ROOTING OF ARGAN TREE (ARGANIA SPINOSA L.) FOR CONSERVATION AND REGENERATION AMIDST CLIMATE CHALLENGES

Ilham EL Qadmi1*

1Laboratory of Plant, Animal and Agroindustry Productions, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra 14000, Morocco

Najiba Brhadda1

1Laboratory of Plant, Animal and Agroindustry Productions, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra 14000, Morocco

Fatima Zahra Akhrif1

1Laboratory of Plant, Animal and Agroindustry Productions, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra 14000, Morocco

Nagla Abid

2Laboratory of Biotechnology and Natural Resources Development (LBVRN), Faculty of Sciences, Ibn Zohr University, Agadir 80000, Morocco

ABSTRACT

The argan tree (Argania spinosa L. Skeels), a key species in southwestern Morocco, faces significant challenges to its natural regeneration due to harsh climatic conditions, overgrazing, excessive seed harvesting for oil extraction, and both integumentary and embryonic dormancy. This study aims to enhance germination, rooting, and growth capacities of four argan genotypes: Bouizakarne, Agadir, Admine, and Ighrem under different culture conditions, including greenhouse, in vitro, and petri dish cultivation. Various pre-treatments were tested under greenhouse conditions, with seed pulping yielding the highest germination rate (66.66%). In vitro culture was found to be the most favorable method, significantly improving germination rates and reducing the latency phase. The highest germination rate (77.19%) was recorded in ½ strength MS medium, with optimal results obtained under darkness (81%). The addition of 5 $g.L^{-1}$ activated carbon further enhanced germination (92.99%) in ½ MS medium. Moreover, pH levels between 5 and 7 were optimal for germination (71.87–81%), while pH 7 inhibited rooting and aerial growth in certain genotypes. The best in vitro plant development was achieved in ½ MS medium with activated carbon, leading to 58.73% rooted seedlings with main roots of 16.29 cm, dense lateral roots, stems of 5.95 cm, and an average of 6.68 leaves per plant. Acclimatization success was crucial for the potential propagation of this endangered species. By optimizing germination and rooting, this study provides valuable biotechnological tools for the conservation and regeneration of the argan tree.

Key words: Argan tree; Pretreatment; Germination; *In vitro* culture; Light; Activated carbon, pH, Rooting; Elongation

EMPOWERING AGING THROUGH NUTRITION

Anna SZREİTER

MSc, University of Kalisz, Faculty of Medicine and Health Science, Department of Food and Nutrition, POLAND

Sabina LACHOWİCZ-WİŚNİEWSKA

Assoc. Prof., University of Kalisz, Faculty of Medicine and Health Science, Department of Food and Nutrition, POLAND

ABSTRACT

The global rise in life expectancy brings increased attention to the dietary habits and health awareness of older adults, as these factors significantly influence the quality of aging. This study aimed to evaluate the impact of short-term nutritional education on diet quality, health perception, and potential behavioral changes among Polish seniors. A total of 151 participants aged 60+ completed the KomPAN® dietary questionnaire, including health and lifestyle indicators, BMI measurements, and health condition self-reports.

Results showed that despite a moderate understanding of healthy eating principles, participants' diets were largely unbalanced, with insufficient intake of fruits, vegetables, and whole grains, and frequent consumption of sweets and processed snacks. High rates of chronic conditions such as hypertension and hypercholesterolemia were reported. However, a significant portion of respondents expressed increased motivation to improve their diets following the intervention and demonstrated a readiness to share newly acquired knowledge within their social networks, indicating a valuable ripple effect.

This study underscores the importance of accessible, tailored nutrition education programs for seniors and highlights their potential to foster health-promoting behaviors not only in individuals but also across communities.

Keywords: aging population, dietary habits, public health, senior nutrition, chronic disease prevention, health education

BETWEEN AWARENESS AND ACTİON: DİSCREPANCİES İN HEALTHY LİFESTYLE BEHAVİORS AMONG POLİSH YOUTH

Klaudia SOCHACKA

MSc, University of Kalisz, Faculty of Medicine and Health Science, Department of Food and Nutrition, POLAND

Agata KOTOWSKA

Dr., University of Rzeszów, Institute of Sociology, POLAND

Sabina LACHOWİCZ-WİŚNİEWSKA

Assoc. Prof., University of Kalisz, Faculty of Medicine and Health Science, Department of Food and Nutrition, POLAND

ABSTRACT

Young Poles demonstrate strong theoretical knowledge about healthy living, yet their everyday behaviors often fall short of recommended practices. This study examines the paradox between high health awareness and the persistence of unhealthy lifestyle patterns among adolescents and young adults in Poland. Based on a cross-sectional survey of over 600 respondents, the research explores the role of emotional factors, social influences, and media exposure in shaping dietary choices and physical activity. Although most participants recognize the importance of nutrition and health—88% value health and 73% understand its connection with diet—there is a clear behavioral gap: 43% report emotional eating habits, and more than half experience appearance-related stress. Social media and family are the dominant sources of nutrition information, yet knowledge does not always translate into action. Many young people fail to meet daily recommendations for fruit and vegetable intake or physical activity, and a significant number neglect label reading, often opting for processed foods. These results highlight the urgent need for targeted, psychologically informed public health strategies that go beyond education to address emotional triggers and lifestyle barriers. Bridging the gap between knowledge and behavior is essential for fostering long-term health among youth

Keywords: Youth nutrition, health behavior gap, emotional eating, media influence, physical inactivity, food literacy, public health strategy

WORKING PRINCIPLE OF SYNCHRONOUS MOTORS AND A COMPARISON OF THEIR TYPES

Sinem Nur TOPCU

Y\L Öğrencisi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, ORCID: 0009-0007-1292-4955

Mikail KOÇ

Doç.Dr. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

ORCID:0000-0003-1465-1878

ÖZET

Senkron motorlar, elektrik enerjisini mekanik işe dönüştüren, modern endüstriyel sistemlerin temel yapı taşlarından biridir. Yüksek verimlilikleri, sabit hızda çalışma kabiliyetleri ve geniş uygulama alanları ile öne çıkarlar. Tarihçeleri 19. yüzyılın sonlarına dayanan bu motorlar, sabit hız gereksinimleri için geliştirilmiş ve güç elektroniği ile kontrol sistemlerindeki ilerlemelerle daha kompakt ve verimli hale gelmiştir. Günümüzde senkron motorlar üzerine yapılan araştırmalar, donanımsal iyileştirmelerin yanı sıra kontrol algoritmaları, yapay zeka destekli tahmin yöntemleri ve dijital ikiz teknolojileri gibi modern yaklaşımlarla zenginleşmektedir.

Senkron motorlar temel olarak stator ve rotor olmak üzere iki ana bileşenden oluşur. Stator, üç fazlı alternatif akım ile beslenerek döner manyetik alan oluştururken, rotor bu manyetik alanla senkronize olarak döner. Rotor yapısı motor türüne göre değişir; klasik senkron motorlarda çıkıntılı kutuplu veya silindirik kutuplu olabilir. Çalışma prensipleri, rotor manyetik alanının statorun döner manyetik alanıyla tam senkronizasyon içinde hareket etmesine dayanır. Bu durum, özellikle sabit hız gerektiren endüstriyel uygulamalarda senkron motorları vazgeçilmez kılar. Kalkışta senkronizasyonu sağlamak için özel başlatma yöntemleri kullanılır.

Senkron motorlar uyartım türüne, rotor yapısına ve çalışma prensibine göre sınıflandırılır. Uyartım türüne göre sabit mıknatıslı senkron motorlar (PMSM), harici uyartımlı senkron motorlar ve histerezis motorları bulunur. Rotor yapısına göre silindirik, çıkıntılı kutuplu, gömülü mıknatıslı (IPM), yüzey mıknatıslı ve histerezis rotorlar mevcuttur. Çalışma prensibine göre ise elektromıknatıs momentli ve relüktans momentli senkron motorlar olarak ayrılırlar. Bu türler arasında verimlilik, maliyet, bakım gereksinimi ve kontrol karmaşıklığı açısından önemli farklılıklar bulunur. Uygulama alanları arasında kompresörler, pompalar, fanlar, elektrikli araçlar, robotik sistemler ve yüksek hassasiyetli kontrol sistemleri yer alır.

Anahtar Kelimeler; Senkron motor, PMSM, SyRM, histerezis motoru, moment üretimi, sabit hız, elektrikli makineler.

ABSTRACT

Synchronous motors are fundamental components of modern industrial systems that convert electrical energy into mechanical work. They stand out due to their high efficiency, ability to operate at constant speed, and wide range of applications. With a history dating back to the late 19th century, these motors were originally developed to meet constant speed requirements and have become more compact and efficient thanks to advancements in power electronics and control systems. Today, research on synchronous motors is enriched by modern approaches such as control algorithms, artificial intelligence-supported estimation methods, and digital twin technologies, in addition to hardware improvements.

Synchronous motors primarily consist of two main components: the stator and the rotor. The stator, powered by three-phase alternating current, generates a rotating magnetic field, while the rotor rotates in synchronization with this magnetic field. The rotor structure varies depending on the motor type; in conventional synchronous motors, it may have salient poles or cylindrical poles. Their operating principle relies on the rotor magnetic field moving in perfect synchronization with the stator’s rotating magnetic field.

This characteristic makes synchronous motors indispensable, especially in industrial applications that require constant speed. Special starting methods are employed to achieve synchronization at startup.

Synchronous motors are classified based on excitation type, rotor structure, and operating principle. In terms of excitation, there are Permanent Magnet Synchronous Motors (PMSMs), externally excited synchronous motors, and hysteresis motors. Based on rotor structure, they can be categorized into cylindrical, salient pole, interior permanent magnet (IPM), surface permanent magnet, and hysteresis rotors. According to their operating principle, they are divided into electromagnetically excited torque motors and reluctance torque motors. These types differ significantly in terms of efficiency, cost, maintenance requirements, and control complexity. Their application areas include compressors, pumps, fans, electric vehicles, robotic systems, and high-precision control systems.

Key Words: Synchronous motor, PMSM, SyRM, Hysteresis motor, Torque production, Constant speed, Electric machines.

GİRİŞ

Elektrik makineleri, modern endüstriyel sistemlerin temel yapı taşlarından biri olup, enerjinin mekanik iş haline dönüştürülmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu makineler arasında yer alan senkron motorlar, yüksek verimlilik, sabit hızda çalışma kabiliyeti ve geniş uygulama alanı ile dikkat çeken bir motor tipidir. Alternatif akım motorları arasında yer alan senkron motorlar, döner manyetik alanın hızıyla (senkron hız) dönen bir rotor yapısına sahiptirler (Krause et al., 2013).

Senkron motorların tarihi 19. yüzyılın sonlarına dayanmaktadır. İlk olarak sabit hız gereksinimlerini karşılamak amacıyla geliştirilen bu motorlar, zamanla teknolojik ilerlemelerle birlikte daha kompakt, verimli ve kontrol edilebilir hale gelmiştir. Özellikle güç elektroniği ve kontrol sistemleri alanındaki gelişmeler, senkron motorların sürülmesi ve kontrolü açısından büyük kolaylıklar sağlamış, bu motorların sanayi, ulaşım, savunma ve yenilenebilir enerji sistemleri gibi farklı alanlarda kullanımını yaygınlaştırmıştır (Boldea & Nasar, 2005).

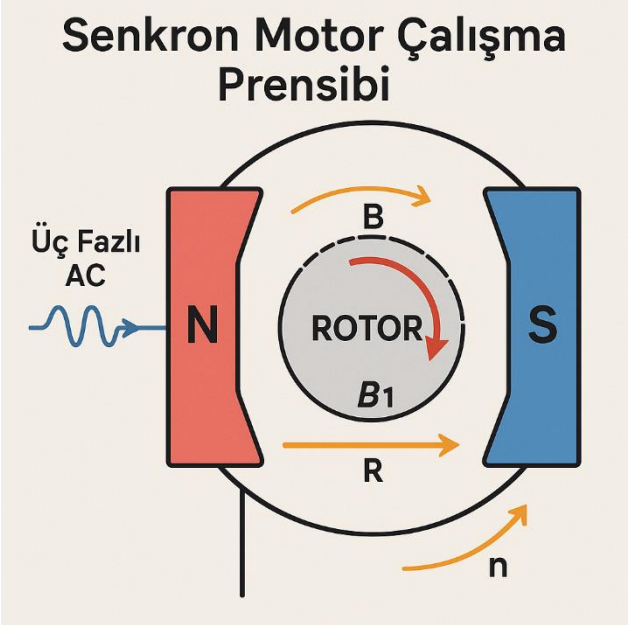
Günümüzde senkron motorlara yönelik araştırmalar yalnızca donanımsal iyileştirmelerle sınırlı kalmamakta; aynı zamanda kontrol algoritmaları, yapay zekâ destekli tahmin yöntemleri, adaptif sistemler ve dijital ikiz teknolojileri gibi modern yaklaşımlarla da zenginleşmektedir (Li et al., 2019). Özellikle enerji verimliliği için sürdürülebilir üretim anlayışı doğrultusunda, senkron motorların optimize edilmesi ve akıllı sistemlere adaptasyonu büyük önem arz etmektedir (Vas, 1998).

Bu çalışmada, senkron motorların temel yapısı, çalışma prensibi, uygulama alanları ve türleri ele alınmaktadır. Ayrıca senkron motor çeşitleri arasındaki benzerlik ve farklılıklar hakkında bir bakış açısı sunulması amaçlanmaktadır.

SENKRON MOTORLARIN YAPISI

Senkron motorlar, temel olarak iki ana bileşenden oluşur: bunlar stator ve rotordur. Stator, üç fazlı alternatif akım ile beslenen ve döner manyetik alan oluşturan hareketsiz kısmı temsil ederken; rotor, bu manyetik alanla senkron olarak dönen hareketli parçadır (Krause et al., 2013). Stator, yapısal olarak üç fazlı sargılardan oluşan ve genellikle çelik laminasyonlardan imal edilmiş bir çekirdek üzerine yerleştirilmiştir. Bu yapı, manyetik kayıpları azaltarak verimliliği artırmayı amaçlar. Rotor yapısı ise motorun türüne bağlı olarak değişkenlik gösterir. Klasik senkron motorlarda rotor ya çıkıntılı kutuplu (salient-pole) ya da silindirik kutuplu (non-salient pole) olabilir. Özellikle çıkıntılı kutuplu yapılar, düşük hız ve yüksek tork gerektiren uygulamalarda tercih edilmektedir (Miller, 1989). Senkron motorların diğer bileşenleri mil (şaft), yataklar (rulmanlar), gövde, hava kanalları ve soğutma elemanlarıdır.

SENKRON MOTORUN ÇALIŞMA PRENSİBİ



Resim 1 Senkron Motor Çalışma Prensibi

Senkron motorlar, adından da anlaşılacağı üzere, rotorun manyetik alanının, statorun döner manyetik alanıyla tam senkronizasyon içinde hareket ettiği elektrik makineleridir. Bu motorlarda stator, üç fazlı alternatif akım ile beslendiğinde, sabit genlikte ve sabit açısal hızda dönen bir manyetik alan üretir. Rotor, bu döner alanla aynı hızda dönerek senkron koşulunu sağlar (Krause et al., 2013). Bu özellik, senkron motorları özellikle sabit hız gereksiniminin kritik olduğu endüstriyel uygulamalarda vazgeçilmez kılar.

Senkron motorların çalışması, rotordaki mıknatıs veya sargıların oluşturduğu sabit manyetik alanın, statordaki dönen manyetik alanla elektromanyetik kuvvetler (EMK) aracılığıyla etkileşimine dayanır. Rotor, stator alanına tutunarak döner alanla aynı frekansta dönmeye başlar (Pillay & Krishnan, 1989). Rotor, kalkış sırasında hareketsiz olduğundan motor senkron hızda çalışamaz; bu nedenle senkron motorun doğrudan şebekeye bağlanarak çalıştırılması zordur. Bu durumda senkronizasyonun sağlanabilmesi için özel başlatma yöntemleri (örneğin rotor sargılarına DC akım uygulanması, yardımcı kalkış motorları veya inverter destekli yumuşak başlatma sistemleri) kullanılır (Boldea & Nasar, 2005).

Sabit mıknatıslı senkron motorlarda (PMSM), rotor üzerinde sabit mıknatıslar bulunduğundan, ayrı bir uyarı akımı gereksinimi ortadan kalkar. Bu durumda sistem daha verimli ve kompakt hale gelir (Kim et al., 2011). Ancak rotorun senkron hızdan sapmaması için rotor pozisyonunun doğru bir şekilde belirlenmesi ve buna uygun bir kontrol algoritmasının uygulanması gerekir. Bu ihtiyaç, sensörlü ya da sensörsüz kontrol stratejilerinin gelişmesini beraberinde getirmiştir (Vas, 1998). Ayrıca senkron motorların çalışma sırasında oluşabilecek yük değişimlerine anında tepki verebilmesi, gelişmiş moment kontrol algoritmalarının doğru bir şekilde uygulanmasına bağlıdır (Li et al., 2019).

SENKRON MOTORLARIN UYGULAMA ALANLARI

Senkron motorlar, yüksek verimlilikleri, sabit hızda çalışma kabiliyetleri ve gelişmiş kontrol edilebilirlikleri sayesinde birçok endüstriyel ve teknolojik alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. En yaygın kullanım alanlarından biri, sabit hız gerektiren ağır sanayi uygulamalarıdır. Bu tür uygulamalarda senkron motorlar, özellikle kompresör, pompa, fan ve konveyör sistemlerinde tercih edilir; çünkü bu sistemlerde sabit hızda çalışmak hem enerji verimliliği hem de sistem kararlılığı açısından kritiktir (Krause et al., 2013). Ayrıca güç faktörü düzeltme özelliği sayesinde, senkron motorlar enerji sistemlerinde reaktif güç dengelemesi amacıyla da kullanılır (Boldea & Nasar, 2005).

Modern uygulamalarda ise sabit mıknatıslı senkron motorlar (PMSM), yüksek moment yoğunluğu ve kompakt yapısı sayesinde elektrikli araçlar, robotik sistemler, drone'lar ve ev aletleri gibi alanlarda öne çıkmaktadır (Kim et al., 2011). Bu motorlar ayrıca bilgisayar disk sürücüleri, CNC tezgahları ve yüksek hassasiyetli pozisyon kontrol sistemleri gibi ileri teknoloji ürünlerde de kullanılmaktadır (Pillay & Krishnan, 1989). Öte yandan, relüktans senkron motorlar (RSM), mıknatıs içermeyen yapıları sayesinde daha düşük maliyetli ve çevre dostu bir alternatif olarak ön plana çıkmakta ve enerji tasarrufu öncelikli uygulamalarda değerlendirilmektedir (Miller, 1989; Li et al., 2019).

SENKRON MOTORUN TÜRLERİ

1. Uyartım Türüne Göre Senkron Motorlar

Senkron motorlar, rotor manyetik alanının nasıl oluşturulduğuna bağlı olarak üç ana gruba ayrılabilir:

- Sabit mıknatıslı senkron motorlar (PMSM)
- Harici uyartımlı senkron motorlar (Wound Field Synchronous Motors)
- Histerezis motorları

Sabit mıknatıslı senkron motorlar (Permanent Magnet Synchronous Motor – PMSM), rotorlarında yer alan kalıcı mıknatıslar sayesinde uyarma akımına ihtiyaç duymadan senkron çalışma özelliği gösteren elektrik makineleridir. Rotor üzerindeki mıknatıslar, manyetik alan üretimini sürekli kıldığından fırça veya slip-ring gibi aşınmaya açık mekanik parçalara gerek kalmaz, bu da bakım gereksinimini önemli ölçüde azaltır (Pillay & Krishnan, 1989). PMSM'ler, yüksek güç yoğunluğu, verimlilik ve dinamik performans özellikleri sayesinde modern elektrikli tahrik sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Moment üretimi, stator sargılarından geçen alternatif akımın oluşturduğu döner manyetik alan ile rotor mıknatıslarının etkileşimi sonucu meydana gelir.

Uyarılmış kutuplu senkron motorlar, rotorlarında sargı bulundurur ve harici bir doğru akım kaynağı ile beslenerek rotor alanı oluşturur. Güç faktörü kontrolü ve değişken alan akısı avantajı sunmasına rağmen yapısal olarak karmaşıktır ve bakım gerektirir (Krause et al., 2013).

Histerezis motorları, rotor malzemesinin manyetik histerezis özelliğini kullanarak çalışan özel senkron motorlardır. Rotoru, yüksek histerezis kaybına sahip manyetik malzemeden yapılır ve başlangıçta asenkron olarak çalışıp daha sonra senkron hızda kilitlenir. Yüksek başlatma momenti ve sessiz çalışması nedeniyle zamanlayıcılar, plak çalarlar, laboratuvar cihazları ve optik sürücüler gibi küçük güçlü, sabit hız gerektiren uygulamalarda yaygın olarak kullanılır (Nasar, 1990; Binns, 1992). Ayrıca rotorunda sargı veya mıknatıs bulunmadığı için yapısal olarak basit ve bakım gerektirmeyen bir tasarıma sahiptir.

2. Rotor Yapısına Göre Senkron Motorlar

Rotor yapısına göre senkron motorlar aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

- Silindirik rotor (non-salient pole)
- Çıkıntılı kutuplu rotor (salient pole)
- Gömülü mıknatıslı rotor (interior permanent magnet – IPM)
- Yüzey mıknatıslı rotor (surface-mounted PMSM)
- Histerezis rotor

Silindirik rotorlu senkron motorlar (non-salient pole synchronous motors), rotorlarının dış yüzeyinin düzgün ve simetrik olduğu, kutupların rotor çevresine eşit şekilde dağıldığı senkron makine türleridir. Bu tür rotorlar genellikle iki kutuplu olacak şekilde tasarlanır ve yüksek hızda çalışmaya elverişli yapıları sayesinde özellikle

termik santrallerde buhar türbini jeneratörleri gibi yüksek devirli büyük güçlü sistemlerde tercih edilir (Krause et al., 2013). Rotorun yüzeyinin düzgün olması, mekanik dengesizliği ve titreşimleri minimuma indirirken, aerodinamik kayıpların da azaltılmasına katkı sağlar. Bu motorlarda rotor ve stator arasındaki manyetik alan dağılımı daha homojendir; bu da daha kararlı ve düzgün moment üretimine olanak tanır (Boldea & Nasar, 2005).

Çıkıntılı kutuplu (salient pole) senkron motorlar, rotor yapısının belirgin kutuplar içerdiği ve bu kutupların rotorun gövdesinden dışa doğru çıkıntı yaptığı özel bir senkron motor türüdür. Bu tip rotorlar genellikle çok kutuplu olarak tasarlanır ve düşük hızda, yüksek moment gerektiren uygulamalarda tercih edilir. Hidroelektrik santrallerdeki büyük senkron jeneratörlerde yaygındır (Miller, 1989).

Gömülü mıknatıslı senkron motor (IPM) motorlar, rotor mıknatıslarının rotor laminasyonlarının içine gömülü olduğu özel bir sabit mıknatıslı senkron motor (PMSM) türüdür. Mıknatıslar rotorun yüzeyine monte edilmek yerine, rotor çekirdeği içinde stratejik olarak yerleştirilir. Bu yapı, IPM motorlara hem sabit mıknatıslı moment hem de relüktans momenti üretme imkânı sağlar bu da onları yüksek verimli ve geniş hız aralığında çalışan uygulamalar için ideal hale getirir (Kim et al., 2011; Krause et al., 2013).

Yüzey mıknatıslı senkron motorlar (Surface Permanent Magnet – SPM), sabit mıknatısların rotorun yüzeyine monte edildiği sabit mıknatıslı senkron motor (PMSM) türüdür. Bu yapı sayesinde rotor-stator etkileşimi doğrudan gerçekleşir ve manyetik akı doğrudan hava aralığından statora aktarılır. SPM motorlar yalnızca sabit mıknatıs momenti üretir, yani relüktans momenti katkısı yoktur (Pillay & Krishnan, 1989). Bu durum kontrol algoritmalarını daha sade hale getirirken, alan zayıflatma gibi yüksek hızlı uygulamalarda bazı sınırlamalar getirir. Rotor yapısının simetrik ve sade olması, mekanik üretimi kolaylaştırır ve rotor dengesini artırır. Bununla birlikte mıknatıslar doğrudan yüzeyde olduğu için mekanik zorlanmalara ve de manyetizasyona karşı daha hassastır.

Histerezis rotorlar, rotor çekirdeğinde histerezis özelliği baskın manyetik malzemeler kullanır. Rotor herhangi bir sargı veya mıknatıs içermez. Sessiz ve titreşimsiz çalışması nedeniyle hassas cihazlara uygundur (Nasar, 1990).

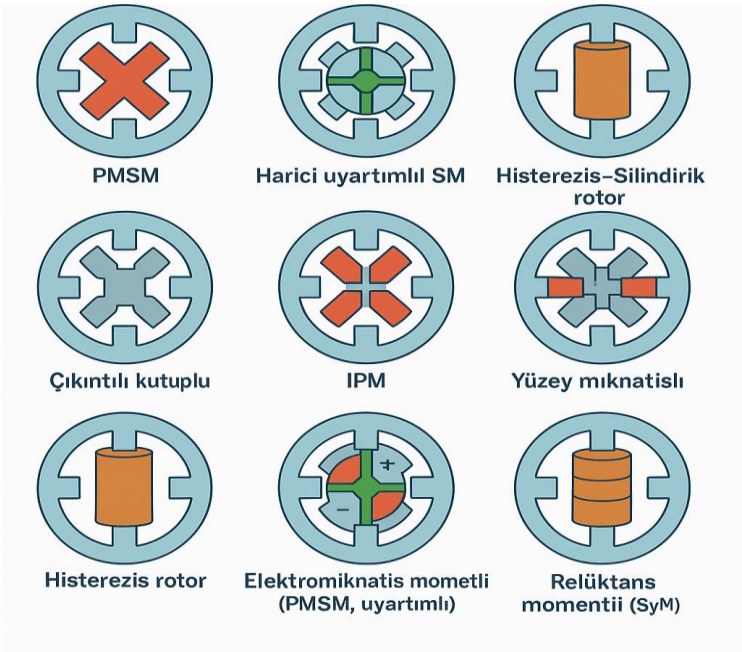
3. Çalışma Prensibine Göre Senkron Motorlar

Çalışma prensibine göre senkron motorlar, moment üretim mekanizmalarına göre aşağıdaki türlere ayrılabilir:

- Elektromıknatıs momentli senkron motorlar
- Relüktans momentli senkron motorlar (SyRM)

Elektromıknatıs momentli motorlar, stator ve rotor manyetik alanlarının senkronizasyonuyla tork üretir. Harici uyartımlı motorlar ve PMSM bu grupta yer alır. (Pillay & Krishnan, 1989; Vas, 1998).

Relüktans momentli senkron motorlar (SyRM), rotorlarında mıknatıs veya sargı olmadan, manyetik devrenin relüktansını minimize ederek moment üretir. Bu tür motorlar basit yapılı, düşük maliyetlidir; ancak moment dalgalanması ve kontrol zorlukları olabilir (Li et al., 2019).



Resim 2 Senkron Motor Türleri

BENZERLİK VE FARKLILIKLAR

Senkron motor türleri arasında bazı temel benzerlikler bulunmakla birlikte, yapısal tasarımları, moment üretim mekanizmaları, kontrol gereksinimleri ve uygulama alanları bakımından önemli farklılıklar gösterirler. Tüm senkron motorlarda ortak olan temel özellik, rotorun stator tarafından oluşturulan döner manyetik alanla senkron hızda hareket etmesidir (Krause et al., 2013). Yani rotor hızı ile statorun döner alanı arasında kayıcılık (slip) yoktur.

Uyartım türüne göre sınıflandırmada, sabit mıknatıslı (PMSM), harici uyartımlı ve histerezis motorları yer alır. PMSM motorlar harici DC besleme gerektirmezken, harici uyartımlı motorlar fırça/slip-ring mekanizması ile DC uyarım alır. Histerezis motorları ise rotor malzemesinin manyetik özelliklerinden yararlanarak uyarım ihtiyacını ortadan kaldırır (Nasar, 1990; Boldea & Nasar, 2005).

Rotor yapısına göre sınıflandırmada, rotorun fiziksel formu esas alınır. Silindirik rotorlar yüksek hızlı uygulamalara, çıkıntılı kutuplu rotorlar düşük hızlı, yüksek momentli uygulamalara uygundur. Gömülü mıknatıslı (IPM) ve yüzey mıknatıslı yapılar ise özellikle modern PMSM sistemlerinde görülür. Histerezis rotorlar özel manyetik malzemeden yapılmış silindirik yapılar içerir (Miller, 1989).

Çalışma prensibine göre, motorlar elektromıknatıs momenti, relüktans momenti ve histerezis momenti üreterek çalışır. PMSM ve uyartımlı motorlar elektromıknatıs momentiyle, SyRM motorlar relüktans momentiyle, histerezis motorları ise manyetik kayıplardan doğan momentle çalışır (Vas, 1998; Pillay & Krishnan, 1989). Dolayısıyla moment kontrolü ve hassasiyet gereksinimleri her sınıf için farklı kontrol stratejileri gerektirir.

Bu türlerin tasarım tercihleri; verimlilik, maliyet, bakım gerekliliği, kontrol karmaşıklığı ve uygulama sahasına göre değişiklik gösterir. Örneğin PMSM yüksek verim sunarken maliyeti yüksektir; SyRM düşük maliyetlidir fakat kontrolü zordur, histerezis motorları ise sessizdir ama genellikle düşük güçlü sistemlerde sınırlıdır.

Özellik	Uyartım Türüne Göre	Rotor Yapısına Göre	Çalışma Prensibine Göre
Temel Kriter	Rotor manyetik alanının nasıl uyarıldığı	Rotorun fiziksel yapısı	Moment üretme mekanizması
Motor Türleri	PMSM, Harici Uyartımlı, Histerezis	Silindirik, Çıkıntılı Kutuplu, IPM, Yüzey Mıknatıslı, Histerezis Rotor	Elektromıknatıs Momentli, Relüktans Momentli, Histerezis Momentli
Rotor Yapısı	Mıknatıslı / Sargılı / Manyetik Malzeme	Çıkıntılı, Silindirik, Gömülü veya Yüzey Mıknatıslı	Sınıflandırmaya göre değişken
Uyarım Gereksinimi	DC kaynak / Mıknatıs / Yok	Yapıya göre değişir	Uyarım türüne bağlı
Kontrol Karmaşıklığı	Orta – Yüksek	IPM: Yüksek, Yüzey: Orta	Elektromıknatıs: Orta, Relüktans: Yüksek, Histerezis: Düşük
Kullanım Alanı	EV, Santral, Laboratuvar Cihazı	Jeneratörler, EV Motorları	EV, Fan, Sayaç, Kompanzasyon
Öne Çıkan Özellik	Uyarım şekli sistemi etkiler	Rotor tipi performansı belirler	Moment tipi kontrolü etkiler

Tablo 1 Senkron motorların benzerlik ve farklılıkları

SONUÇ

Senkron motorlar, yüksek verimlilikleri, sabit hızda çalışma yetenekleri ve geniş uygulama alanlarıyla modern elektrikli tahrik sistemlerinin vazgeçilmez bileşenlerindendir. Uyartım türüne, rotor yapısına ve moment üretim mekanizmasına göre farklı sınıflara ayrılan bu motorlar; kontrol ihtiyaçları, maliyet, bakım gereksinimi ve uygulama alanları bakımından önemli farklılıklar göstermektedir. Sabit mıknatıslı motorlar (PMSM) yüksek verim ve kompakt yapı sunarken; relüktans motorlar (SyRM) maliyet etkinliği ve çevreci tasarımlarıyla öne çıkmaktadır. Histerezis motorları ise sessiz çalışmaları sayesinde özel uygulamalarda tercih edilmektedir.

Bu çalışma kapsamında, senkron motorların yapısı, çalışma prensibi ve farklı türleri sistematik olarak ele alınmış, benzerlik ve farklılıkları detaylı şekilde analiz edilmiştir. Elde edilen bilgiler doğrultusunda, uygulama gereksinimlerine göre uygun motor tipinin seçilmesi, sistem performansı ve enerji verimliliği açısından büyük önem taşımaktadır. Ayrıca günümüz teknolojilerinin gelişimiyle birlikte, kontrol algoritmaları ve sensörsüz sürücü sistemleri gibi alanlarda yapılacak iyileştirmeler, senkron motorların daha da yaygınlaşmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Binns, K. J. (1992). *Performance and design of AC machines*. Pitman Publishing.

Boldea, I., & Nasar, S. A. (2005). Electric Drives. CRC Press.

Kim, J., Sul, S. K., & Cho, J. H. (2011). Advanced control methods for PMSM drives in EV applications. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 60(9), 4249–4262.

Krause, P. C., Wasynczuk, O., Sudhoff, S. D., & Pekarek, S. D. (2013). Analysis of Electric Machinery and Drive Systems (3rd ed.). Wiley-IEEE Press.

Li, Y., Li, J., Zhang, L., & Wang, H. (2019). Online parameter identification of PMSM using extended Kalman filter. IEEE Access, 7, 45321–45330.

Nasar, S. A. (1990). *Electric Machines and Transformers*. Macmillan Publishing.

Miller, T. J. E. (1989). Brushless Permanent-Magnet and Reluctance Motor Drives. Clarendon Press.

Pillay, P., & Krishnan, R. (1989). Modeling of permanent magnet motor drives. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 35(4), 537–541.

Vas, P. (1998). Sensorless Vector and Direct Torque Control. Oxford University Press.

ONLINE PARAMETER ESTIMATION IN PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTORS

Sinem Nur TOPCU

Y\L Öğrencisi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

ORCID: 0009-0007-1292-4955

Mikail KOÇ

Doç.Dr. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

ORCID:0000-0003-1465-1878

ÖZET

Bu bildiri, kalıcı mıknatıslı senkron motorların (PMSM) yüksek verimlilikten ödün vermeden hassas ve kararlı şekilde kontrol edilebilmesi için gerekli temel motor parametrelerinin gerçek zamanlı (çevrimiçi) olarak tahmin edilmesine odaklanmaktadır. PMSM'lerde stator direnci, d-q eksenli endüktanslar ile kalıcı mıknatıs akı sabiti; sıcaklık, manyetik doyum ve yük değişimleri nedeniyle sürekli dalgalanır. Sabit parametre varsayımına dayanan klasik vektör veya doğrudan tork kontrol algoritmaları ise bu dalgalanmalara karşı duyarlı olduğundan hem verim kaybı hem de tork dalgalanmaları ortaya çıkar. Çalışmada ilk olarak parametre belirleme yaklaşımları çevrimdışı ve çevrimiçi olmak üzere iki ana grupta sınıflandırılmış; çevrimdışı yöntemlerin (frekans cevabı, adım testi vb.) laboratuvar koşullarında yüksek doğruluk sunsa da çalışma sırasında değişen şartları yansıtamadığı vurgulanmıştır. Ardından odak, çevrimiçi tahmin algoritmalarına çevrilmiş ve genişletilmiş Kalman filtresi, kayma kipli gözleyici, model referans adaptif sistem, yinelenen en küçük kareler ile yapay zekâ tabanlı derin öğrenme çözümleri; hesaplama karmaşıklığı, yakınsama hızı, gürültü dayanımı ve sensörsüz sürücülere entegrasyon kabiliyeti açısından karşılaştırılmıştır. Literatür incelemesi, EKF ve SMO tabanlı gözleyicilerin endüstride yaygınlaştığını, ancak veri odaklı yöntemlerin özellikle geniş hız aralığında parametre dalgalanmalarını daha iyi yakaladığını göstermektedir. Bu çalışma, tasarımcılara doğru algoritma seçiminde bütüncül bir bakış sunarken, araştırmacılara düşük hesaplama yüküne sahip, sensörsüz ve öğrenen sistemler geliştirme konusunda gelecek çalışmalara ışık tutmaktadır. Önerilen değerlendirme çerçevesi, saha uygulamalarında güvenilirlik ve enerji verimliliğini artırmayı hedeflemektedir.

Anahtar kelimeler; PMSM, parametre tahmini, motor kontrolü, stator direnci, d-q eksenli modelleme

ABSTRACT

This paper focuses on the real-time (online) estimation of essential motor parameters required for the precise and stable control of Permanent Magnet Synchronous Motors (PMSMs) without compromising high efficiency. In PMSMs, parameters such as stator resistance, d-q axis inductances, and the permanent magnet flux linkage vary continuously due to factors like temperature, magnetic saturation, and load changes. Classical vector or direct torque control algorithms, which rely on the assumption of constant parameters, are sensitive to these fluctuations, resulting in efficiency losses and torque ripples.

In this study, parameter identification approaches are first categorized into two main groups: offline and online. Although offline methods (such as frequency response and step tests) provide high accuracy under laboratory conditions, they fail to reflect changing conditions during actual operation. The focus then shifts to online estimation algorithms, including the Extended Kalman Filter (EKF), Sliding Mode Observer (SMO), Model Reference Adaptive System (MRAS), Recursive Least Squares (RLS), and artificial intelligence-based deep learning solutions. These methods are compared in terms of computational complexity, convergence speed, noise robustness, and their ability to be integrated into sensorless drives.

The literature review indicates that EKF- and SMO-based observers are widely adopted in industry; however, data-driven methods demonstrate better performance in capturing parameter variations, particularly over a wide speed range. This study offers a holistic perspective for designers in selecting the appropriate algorithm

and provides insights for researchers developing low-computation, sensorless, and adaptive systems for future work. The proposed evaluation framework aims to enhance reliability and energy efficiency in field applications.

Keywords: PMSM, parameter estimation, motor control, stator resistance, d-q axis modeling

GİRİŞ

Kalıcı mıknatıslı senkron motorlar (PMSM), yüksek verimlilikleri, kompakt yapıları ve bakım gerektirmeyen çalışma özellikleri sayesinde günümüzde elektrikli araçlar, endüstriyel otomasyon sistemleri ve yenilenebilir enerji uygulamaları gibi birçok alanda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Jahns et al., 1986; Pyrhönen et al., 2013). Bu motorların hassas kontrolü, genellikle vektör kontrol veya doğrudan tork kontrolü (DTC) gibi ileri düzey sürme algoritmalarına dayanır. Bu algoritmaların performansı, motor parametrelerinin (örneğin stator direnci, d-q ekseni endüktansları, sabit mıknatıs akı sabiti) doğru bilinmesine bağlıdır (Dorrell et al., 2014).

Ancak bu parametreler, sıcaklık değişimleri, manyetik doyum ve üretim toleransları gibi çeşitli nedenlerle zamanla değişiklik gösterebilir. Örneğin stator direnci sıcaklıkla birlikte önemli oranda artabilirken, endüktans değerleri doygunluk etkisiyle yük koşullarına bağlı olarak değişebilir (Kubota et al., 1993). Bu gibi değişkenlikler, sabit parametre varsayımına dayalı klasik kontrol sistemlerinin performansını olumsuz yönde etkileyebilir.

Bu sorunun üstesinden gelmek için çevrimiçi (online) parametre tahmini yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler, motor çalışırken parametreleri gerçek zamanlı olarak tahmin ederek kontrolcüye güncel bilgiler sağlamaktadır. Literatürde bu amaçla genişletilmiş Kalman filtresi (Extended Kalman Filter - EKF) (Bolognani & Zigliotto, 1999), kayma kipli gözleyiciler (Sliding Mode Observer - SMO) (Chen & Xu, 2009), model referans adaptif sistemler (MRAS) (Schauder, 1992) ve yapay zeka tabanlı tahmin yöntemleri gibi çeşitli algoritmalar önerilmiştir. Her bir yaklaşımın doğruluk, hesaplama maliyeti ve kararlılık açısından avantaj ve sınırlamaları bulunmaktadır.

2. Literatür Özeti

Kalıcı mıknatıslı senkron motorlar (PMSM), kontrol stratejilerinin etkinliğini doğrudan etkileyen bir dizi parametreye sahiptir. Bu parametrelerin zamanla değişebilmesi, motor performansını azaltabilir ve kontrol kararlılığını zayıflatabilir. Bu nedenle çevrimiçi (online) parametre tahmin yöntemleri, son yıllarda oldukça yoğun bir şekilde araştırılmaktadır.

Çevrimiçi parametre tahmini için en çok kullanılan yöntemlerden biri genişletilmiş Kalman filtresi (EKF) olmuştur. Bolognani ve Zigliotto (1999), EKF tabanlı bir gözleyici kullanarak PMSM'nin rotor hızı ve konumunu sensörsüz olarak tahmin etmiş ve aynı zamanda parametre varyasyonlarının etkilerini bastırmayı başarmıştır. EKF'nin avantajı, sistem gürültüsüne karşı dayanıklı olması ve model belirsizliklerini tolere edebilmesidir. Ancak yüksek hesaplama karmaşıklığı nedeniyle gömülü sistemlerde uygulanması sınırlı olabilir (Chen & Xu, 2009).

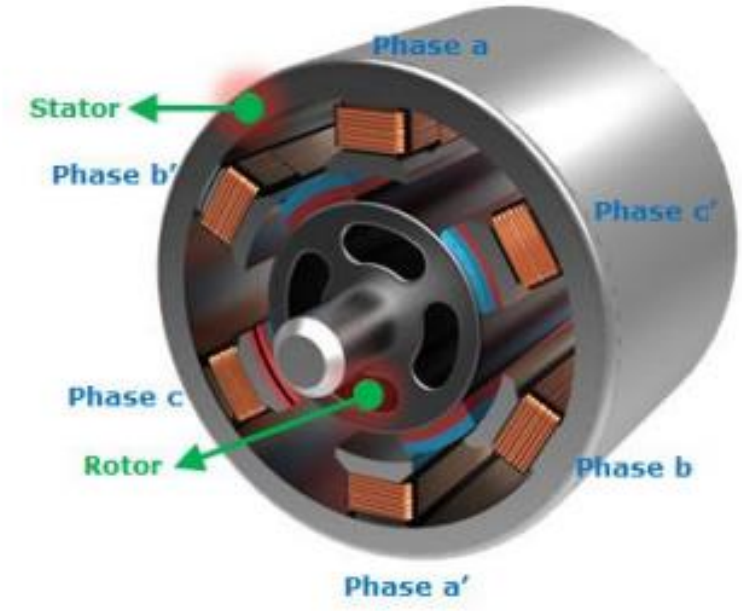
Alternatif bir yöntem olarak kayma kipli gözleyiciler (SMO) geliştirilmiştir. Chen ve Xu (2009), SMO tabanlı sensörsüz bir kontrol sistemi önererek PMSM'nin hız ve akı bileşenlerini başarıyla tahmin etmiş, sistemi adaptif PI denetleyici ile entegre etmişlerdir. SMO'nun öne çıkan yönü, hızlı dinamik yanıt sağlaması ve yapısal olarak daha az parametre gerektirmesidir. Ancak yüksek frekanslı salınımlar (chattering) gibi pratik sorunlar göz önünde bulundurulmalıdır.

Model referans adaptif sistem (MRAS) temelli tahmin yöntemleri de literatürde yaygın olarak incelenmiştir. Schauder (1992), asenkron motorlar için geliştirdiği MRAS algoritmasını, referans ve uyarlanabilir modeller üzerinden tahmin edilen parametrelerle karşılaştırarak hız tahmininde kullanmıştır. Bu yaklaşım daha sonra PMSM'ye de uyarlanmış ve parametre uyarlama kuralları geliştirilmiştir (Bolognani & Zigliotto, 1999).

Son yıllarda ise yapay zeka ve makine öğrenimi temelli yöntemler, klasik model tabanlı yaklaşımlara alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Özellikle sinir ağları ve bulanık mantık sistemleri, doğrusal olmayan sistem davranışlarını öğrenme ve genelleme yetenekleri sayesinde parametre tahmininde kullanılmaktadır. Örneğin derin öğrenme destekli gözleyiciler, klasik EKF'ye kıyasla daha düşük model bağımlılığına sahip olabilir; ancak bu sistemlerin eğitimi veri yoğunluğu ve işlem gücü gerektirir (Wang et al., 2020).

Tüm bu çalışmalar, PMSM parametre tahmininin zorluğunu ve aynı zamanda kontrol sistemleri için ne kadar kritik olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak mevcut yöntemlerin çoğu, belirli varsayımlara dayalıdır ve tüm çalışma koşullarında yüksek doğruluk sağlayamayabilir. Bu nedenle bu çalışmada, düşük hesaplama yüküne sahip ve gerçek zamanlı uygulamalara uygun yeni bir çevrimiçi tahmin yöntemi geliştirilerek, farklı motor koşullarında kararlı performans sunulması hedeflenmiştir.

3. Sistem Modeli ve Çalışma Prensibi



Resim 3 PMSM İç Yapısı

Kalıcı mıknatıslı senkron motorlar (PMSM), elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren yüksek verimli ve kompakt yapılı elektrik makineleridir. Yapı itibarıyla PMSM'ler, stator ve rotor olmak üzere iki ana bileşenden oluşur. Stator, üç fazlı sargılarla donatılmış olup klasik senkron motorlarda olduğu gibi sabit bir manyetik alan oluşturur. Rotor ise, adından da anlaşılacağı üzere kalıcı mıknatıslar içerir ve bu mıknatıslar sayesinde rotor manyetik alanı herhangi bir harici uyartı gerektirmeden sabit kalır (Krishnan, 2010).

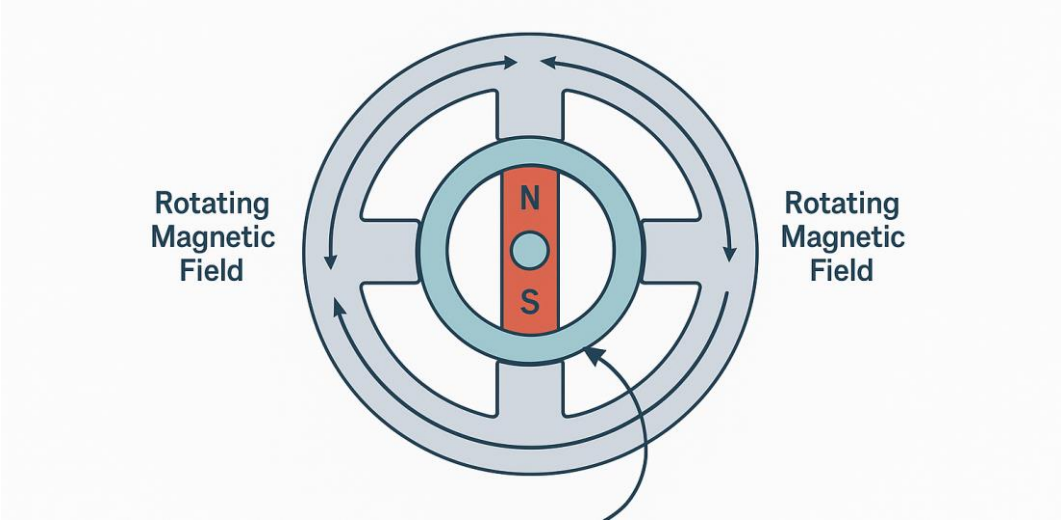
PMSM'lerin en temel özelliği, rotor sargısı veya fırçaya ihtiyaç duymadan çalışabilmeleri sayesinde fırçasız ve az bakım gerektiren yapıda olmalarıdır. Kalıcı mıknatıslar genellikle neodimyum-demir-boron (NdFeB) veya samaryum-kobalt (SmCo) gibi yüksek enerjili mıknatıs malzemelerinden üretilir. Bu malzemeler, rotorun hafif ve kompakt kalmasını sağlarken yüksek manyetik akı yoğunluğu üretir (Vukosavic & Stumberger, 2005).

Çalışma prensibi olarak, PMSM'lerde stator sargılarına uygulanan üç fazlı alternatif akım, döner bir manyetik alan oluşturur. Bu alan, rotor üzerindeki kalıcı mıknatısların ürettiği manyetik alanla senkron bir şekilde etkileşerek rotoru döndürür. Rotorun dönme hızı ile statorun manyetik alanının dönüş hızı eşit olduğundan, motor senkron olarak çalışır (Krause et al., 2013). Bu yönüyle PMSM'ler, asenkron motorların aksine rotor kayması olmadan çalışır ve bu da yüksek verimlilik ve tork hassasiyeti sağlar.

PMSM'ler, rotor mıknatıslarının konumuna göre iki temel yapısal türe ayrılır:

Yüzey mıknatıslı PMSM (Surface-Mounted PMSM, SPMSM): Kalıcı mıknatıslar rotor yüzeyine monte edilmiştir. Bu yapı düşük rotor endüktansı sağlar ve genellikle sabit mıknatıs akı yoğunluğu sunar. Yüksek dinamik performanslı uygulamalarda tercih edilir.

İç mıknatıslı PMSM (Interior PMSM, IPMSM): Mıknatıslar rotorun içine gömülüdür. Bu yapı, daha yüksek d-q eksenli endüktans farkı oluşturarak salınımlı (relüktans katkılı) tork üretimini mümkün kılar. Böylece alan zayıflatma bölgesinde daha geniş hız aralığı sağlanır (Pillay & Krishnan, 1989).



Resim 4 PMSM Çalışma Mantığı

PMSM Parametreleri ve Tahmin Edilme Gerekliliği

Sabit mıknatıslı senkron motorlar (PMSM), yüksek verim, güç yoğunluğu ve kontrol hassasiyetleri sayesinde modern elektrikli araçlar, endüstriyel sürücüler ve yenilenebilir enerji sistemlerinde yaygın olarak tercih edilmektedir (Vukosavic & Stumberger, 2005). Bu motorların matematiksel modeli, stator voltajı, akımı ve manyetik akı arasındaki ilişkiyi tanımlayan denklem sistemlerine dayanır. Bu denklemler içerisinde bazı motor parametreleri, motorun performansını doğrudan etkileyen kritik büyüklüklerdir.

PMSM'nin temel parametreleri arasında stator direnci (R_s), d-q eksenli endüktanslar (L_d, L_q), kalıcı mıknatıs akı bağlantı sabiti (λ_m), rotor momenti (J), sürtünme katsayısı (B) ve kutup çifti sayısı (p) yer alır (Krishnan, 2010). Bunlar arasında özellikle R_s, L_d, L_q ve λ_m gibi parametreler, motorun kontrol doğruluğu açısından kritik öneme sahiptir. Diğer parametreler genellikle sabit kabul edilebilecek büyüklükler olsa da, yukarıda adı geçen dört parametre çalışma koşullarına göre zamanla değişiklik gösterebilir.

Stator direnci R_s, motorun ısınmasına bağlı olarak önemli ölçüde değişebilir. Bu dirençteki artış, özellikle düşük hızda çalışan PMSM sistemlerinde, akım kontrol hatasına ve tork üretiminde sapmalara yol açar (Holtz, 2002). Bu nedenle, sıcaklık kaynaklı direnç değişimlerinin çevrimiçi izlenmesi ve uyarlanması kontrol performansının korunması açısından önemlidir.

Endüktanslar L_d ve L_q motorun doygunma düzeyine bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Yüksek akımlarda veya alan zayıflatma bölgelerinde, bu endüktans değerleri sabit varsayımı geçerliliğini yitirir. Uygun olmayan endüktans değerleri, tork kontrolünde hatalara, akım sınırlama başarısızlıklarına ve verim düşüşüne neden olur (Zeraoulia et al., 2006).

Kalıcı mıknatıs akı bağlantı sabiti λ_m ise, özellikle sıcaklık değişimlerine duyarlıdır. Yüksek sıcaklıklarda mıknatıs malzemesinin kalıcılığı azalabilir ve bu da akı sabitinde düşüşe neden olabilir (Rahman et al., 2003). λ_m 'deki değişim, özellikle alan zayıflatma kontrol stratejileri altında, motorun maksimum hızı ve güvenliği açısından kritik rol oynar.

Bu parametrelerin doğru ve güncel şekilde bilinmesi, vektör kontrolü (FOC), doğrudan tork kontrolü (DTC) gibi gelişmiş kontrol tekniklerinin performansını doğrudan etkiler. Bu nedenle çevrimiçi parametre tahmin yöntemleri, bu parametreleri sistem çalışırken gerçek zamanlı olarak güncelleyerek yüksek performanslı ve kararlı motor kontrolünü mümkün kılar (Krause et al., 2013; Vas, 1998). Sonuç olarak, parametre tahmini, yalnızca kontrol doğruluğu için değil, aynı zamanda motorun enerji verimliliği, termal yönetimi ve güvenliği açısından da hayati önem taşır.

PARAMETRE TAHMİN YÖNTEMLERİ

Parametre tahmin yöntemleri genel olarak çevrimdışı (offline) ve çevrimiçi (online) olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Çevrimdışı yöntemler, motor sisteminden ölçülen deneysel veriler yardımıyla yapılan analizlere dayanır ve genellikle sistem çalıştırılmadan önce ya da belirli testler sırasında gerçekleştirilir. Bu yöntemlerde genellikle adımsal cevap analizi, frekans cevabı ölçümü ya da sabit durum testleri gibi deneysel teknikler kullanılır (Lai et al., 2001). Çevrimdışı yöntemlerin avantajı, yüksek doğrulukta sonuçlar elde edilebilmesi ve sistem modeline tam erişim sağlanabilmesidir. Ancak bu yöntemler, parametrelerin zamana bağlı olarak değişebildiği gerilim, sıcaklık ve yük koşullarındaki değişimleri dikkate alamazlar (Vas, 1998). Bu durum, özellikle gerçek zamanlı kontrol uygulamalarında, motor performansını olumsuz etkileyebilir.

Bu nedenle, motor parametrelerinin sistem çalışırken gerçek zamanlı izlenmesini sağlayan çevrimiçi tahmin yöntemleri modern kontrol sistemlerinde daha yaygın hale gelmiştir. Çevrimiçi yöntemler, adaptif algoritmalar, gözleyiciler, durum kestiricileri ve yapay zeka teknikleri gibi çeşitli yapılarla parametreleri dinamik olarak güncelleyerek daha hassas ve kararlı bir kontrol sağlar (Holtz, 2002). Bu çalışmada özellikle çevrimiçi tahmin yöntemlerine odaklanılmış ve farklı kategoriler altında detaylı analizler sunulmuştur.

Yöntem	Gerçek Zamanlılık	Doğruluk	Karmaşıklık
Çevrimdışı (Offline)	Yok	Yüksek	Düşük
Çevrimiçi (Online)	Var	Değişken (koşullara bağlı)	Yüksek

Tablo 2 Çevrimiçi ve Çevrimdışı Karşılaştırma

4. Çevrimiçi Parametre Tahmin Yöntemleri

4.1 Genişletilmiş Kalman Filtresi (EKF)

Genişletilmiş Kalman Filtresi (EKF), doğrusal olmayan sistemlerin çevrimiçi parametre tahmini için yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. EKF, sistem dinamiklerini lokal olarak lineerleştirerek, durum ve parametre tahminlerini birlikte gerçekleştirir. PMSM sürücülerinde genellikle stator direnci (R_s), d-q eksenli endüktanslar (L_d, L_q) ve kalıcı mıknatıs akı bağlantısı (λ_m) gibi parametrelerin tahmini için kullanılır (Bolognani & Zigliotto, 1999). EKF'nin başlıca avantajı, model ve ölçüm gürültüsünü istatistiksel olarak dikkate alarak tahmin doğruluğunu artırmasıdır. Ancak hesaplama karmaşıklığı ve model lineerleştirme hataları, gerçek zamanlı uygulamalarda bazı zorluklara yol açabilir.

4.2 Kayma Kipli Gözleyici (SMO)

Kayma kipli gözleyici (SMO), PMSM sürücülerinde robust parametre tahmini sağlamak amacıyla sıklıkla tercih edilmektedir. Bu yöntem, sistemin dinamik modeline dayalı olarak stator akı bileşenlerini kestirir ve dolayısıyla parametre tahmini gerçekleştirir. SMO'nun temel avantajı, model belirsizliklerine ve bozuculara karşı yüksek dayanıklılık göstermesidir (Chen & Xu, 2009). Ancak, kayma moduna geçiş sırasında ortaya çıkan "chattering" (yüksek frekanslı salınımlar) sorunu sistem performansını olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, çeşitli filtreleme teknikleri veya yumuşatma stratejileri geliştirilmiştir.

4.3 Model Referans Adaptif Sistem (MRAS)

Model Referans Adaptif Sistem (MRAS), bir referans model ile bir ayarlanabilir model arasındaki hata sinyaline dayanarak parametre tahmini yapan bir yöntemdir. PMSM uygulamalarında genellikle akı temelli referans modeller ile gerilim-akım ilişkisine dayalı ayarlanabilir modeller tercih edilir (Schauder, 1992). MRAS yönteminin avantajı, düşük hesaplama yükü ve kolay uygulanabilirliğidir. Ancak sistem kararlılığı büyük ölçüde referans modelin doğruluğuna bağlıdır. Güncel çalışmalar, MRAS algoritmalarına yapay zekâ tabanlı uyarlama kuralları ekleyerek doğruluğu artırmayı hedeflemektedir.

4.4 Yinelenen En Küçük Kareler (RLS)

Yinelenen En Küçük Kareler (RLS) algoritması, sistemin giriş-çıkış verilerine dayanarak parametreleri yinelemeli biçimde günceller. PMSM sürücülerinde, RLS ile özellikle stator direnci ve endüktansların değişimi etkili biçimde izlenebilir (Wang et al., 2016). RLS'nin avantajları arasında hızlı yakınsama ve düşük hesaplama karmaşıklığı yer alırken, sistem gürültüsüne duyarlılığı ve uygun başlangıç koşullarının gerekliliği dezavantaj olarak öne çıkar.

4.5 Yapay Zekâ Tabanlı Yöntemler

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi tabanlı yöntemler, parametre tahmininde modelden bağımsız ve veri odaklı bir yaklaşım sunar. Derin sinir ağları (DNN), bulanık mantık sistemleri veya destek vektör makineleri (SVM) gibi yapılar, PMSM'nin termal değişim, doygunma gibi doğrusal olmayan etkilerini öğrenerek parametre tahmini yapabilir (Wang et al., 2020). Bu yöntemler, yeterli eğitim verisiyle oldukça hassas sonuçlar üretse de, gerçek zamanlı sistemlere entegrasyon için işlem gücü ve veri hazırlama açısından dikkatli tasarım gerektirir.

SONUÇ

Kalıcı mıknatıslı senkron motorlarda (PMSM) çevrimiçi parametre tahmini, modern motor kontrol sistemlerinin yüksek verimlilik, kararlılık ve hassasiyet gereksinimlerini karşılamak adına vazgeçilmez bir ihtiyaç haline gelmiştir. Bu çalışmada, PMSM'lerin dinamik çalışma koşulları altında değişkenlik gösteren temel parametrelerinin çevrimiçi olarak tahmin edilmesine yönelik çeşitli yöntemler incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Genişletilmiş Kalman Filtresi (EKF), Kayma Kipli Gözleyici (SMO), Model Referans Adaptif Sistem (MRAS), Yinelenen En Küçük Kareler (RLS) gibi klasik yöntemlerin yanı sıra, yapay zekâ temelli yeni nesil yaklaşımların da gelişen donanım ve yazılım imkânlarıyla birlikte ön plana çıktığı görülmüştür.

Her bir yöntemin hesaplama karmaşıklığı, doğruluk, yakınsama hızı ve gürültüye dayanıklılık gibi yönlerden avantajları ve sınırlamaları bulunmaktadır. Bu nedenle, motor sürücü sistemlerinin uygulama alanına ve ihtiyaç duyulan performans kriterlerine göre uygun parametre tahmin yönteminin seçilmesi kritik önemdedir. Gelecekteki çalışmaların, düşük işlem maliyetli, sensörsüz, gürültüye dayanıklı ve öğrenen sistemlerin geliştirilmesi yönünde yoğunlaşması beklenmektedir. Böylelikle PMSM'lerin daha geniş bir uygulama yelpazesinde daha güvenilir ve enerji verimli biçimde kullanılması mümkün hale gelecektir.

KAYNAKÇA

Bolognani, S., & Zigliotto, M. (1999). Sensorless full-digital PMSM drive with EKF estimation of speed and rotor position. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, *46*(1), 184–191.

Chen, Y., & Xu, L. (2009). Speed-sensorless control of PMSM using sliding mode observer and adaptive PI controller. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, *56*(11), 3771–3778.

Dorrell, D. G., Popescu, M., & Tapia, J. A. (2014). Modeling and analysis of permanent magnet motors. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, *61*(6), 2970–2981.

Jahns, T. M., Kliman, G. B., & Neumann, T. W. (1986). Interior permanent-magnet synchronous motors for adjustable-speed drives. *IEEE Transactions on Industry Applications*, *22*(4), 738–747.

Kubota, H., Matsuse, K., & Nakano, T. (1993). DSP-based speed adaptive flux observer of induction motor. *IEEE Transactions on Industry Applications*, *29*(2), 344–348.

Pyrhönen, J., Jokinen, T., & Hrabovcova, V. (2013). *Design of rotating electrical machines* (2nd ed.). Wiley.

Schauder, C. (1992). Adaptive speed identification for vector control of induction motors without rotational transducers. *IEEE Transactions on Industry Applications*, *28*(5), 1054–1061.

Wang, J., Li, X., & Liu, Y. (2020). Deep learning-based parameter identification for PMSM drive systems. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, *16*(3), 1650–1659.

Wang, J., Liu, Y., & Li, H. (2020). Deep learning-based parameter estimation for PMSM using convolutional neural networks. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 16(12), 7782–7792.

Holtz, J. (2002). Sensorless control of induction machines—With or without signal injection?. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 53(1), 7–30.

Krause, P. C., Wasynczuk, O., Sudhoff, S. D., & Pekarek, S. D. (2013). Analysis of electric machinery and drive systems (3rd ed.). Wiley-IEEE Press.

Krishnan, R. (2010). Permanent magnet synchronous and brushless DC motor drives. CRC Press.

Rahman, M. A., Lim, W., & Hu, M. (2003). Parameter estimation technique for permanent magnet synchronous motors. IEEE Transactions on Industry Applications, 39(5), 1246–1253.

Vas, P. (1998). Sensorless vector and direct torque control. Oxford University Press.

Vukosavic, S. N., & Stumberger, G. (2005). Dynamic model of permanent magnet machines including air-gap flux distribution. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 52(5), 1327–1335.

Zeraoulia, M., Benbouzid, M. E. H., & Diallo, D. (2006). Electric motor drive selection issues for HEV propulsion systems: A comparative study. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 55(6), 1756–1764.

Lai, Y. S., Shyu, F. S., & Liu, C. Y. (2001). A robust identification method for induction motor parameters. IEEE Transactions on Industrial Electronics, 48(2), 384–387.

Pillay, P., & Krishnan, R. (1989). Modeling, simulation, and analysis of permanent-magnet motor drives. Part I: The permanent-magnet synchronous motor drive. IEEE Transactions on Industry Applications, 25(2), 265–273.

EVALUATION OF ALTERNATIVE BRONZE ALLOYS FOR TUMBLE DRYER DRUM BEARING APPLICATIONS

Baran BULGURCU[1]

[1]R&D Engineer at Haier Europe – Renta Elektrikli Ev Aletleri San. Ve Dış Tic. Ltd. Şti, Eskişehir, 26110, Türkiye

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-7297-3063

.

ABSTRACT

This study presents a comparative evaluation of two sintered bronze bearing materials used in tumble dryer drum applications. Both materials were produced using the powder metallurgy method and were obtained from two different suppliers. The samples were assessed based on their microstructure, microhardness, surface roughness, and chemical composition through spectral analysis. Results indicated that while both alloys have application-specific advantages, the sample with higher copper content exhibited better hardness and surface morphology. Consequently, it was found more suitable for applications where wear resistance is critical.

Keywords: Powder metallurgy, copper-tin alloy, microstructure, surface roughness, microhardness, bronze bearings.

1. Introduction

Bronze bearings, particularly those based on copper-tin (Cu-Sn) systems, are well-established components in rotating machinery due to their excellent tribological performance, including wear resistance, good thermal conductivity, and load-bearing capacity. Among the many fabrication methods, the powder metallurgy (PM) process allows for greater control over porosity and composition, enabling the creation of self-lubricating structures. These are particularly beneficial in applications like tumble dryer drum bearings where maintenance access is limited, and long service life is desired.

The PM method produces components with interconnected pores, which can retain lubricating oil. This oil-retaining capability minimizes the need for external lubrication, making PM bearings suitable for high-duty cycles. In addition, the microstructure and mechanical properties of these bearings can be fine-tuned by varying alloy compositions, compaction pressures, and sintering temperatures.

This study focuses on evaluating bronze bearings obtained from two different suppliers. While both are Cu-Sn based and manufactured using PM, differences in elemental composition and microstructure could influence their suitability for specific applications. The primary goal is to identify which alloy performs better in terms of hardness, roughness, and overall tribological behavior to ensure optimal efficiency and durability in the final product application.

2. Materials and Methods

The study involved a series of experimental analyses on two bronze bearing samples manufactured using the powder metallurgy method. The suppliers are anonymized as Supplier A and Supplier B for confidentiality. Each sample was subjected to the following tests to evaluate its physical and mechanical characteristics:

- Spectral analysis using Optical Emission Spectroscopy (OES) to determine the elemental composition of the samples.

- Microhardness testing using the Vickers method, taking the average of three indentations per sample.

- Surface roughness measurements along the inner surface using profilometry. Ra (average roughness), Rz (maximum peak-to-valley height), and Rq (root mean square roughness) values were recorded.

- Microstructural analysis conducted with optical microscopy at 100x magnification to assess porosity and phase distribution.

The samples were analyzed according to internal laboratory procedures aligned with ASTM standards for bronze bearing evaluation. The reference composition used for comparison was SAE 64, a widely accepted copper-tin-lead alloy specification for self-lubricating bearings.

3. Results

The experimental findings revealed notable differences between the two samples in terms of elemental composition, hardness, surface morphology, and microstructure. Each of these aspects plays a critical role in determining the operational performance of bronze bearings under load and friction.

3.1 Spectral Analysis

The spectral analysis revealed distinct differences in the copper and tin content of the samples. Supplier A's alloy contained a higher proportion of copper, while Supplier B's alloy exhibited elevated levels of tin. Specifically, the composition of Supplier B was 84.5% Cu and 14.8% Sn, which deviates from the SAE 64 standard that typically maintains copper at 78–82% and tin at 9–11%. The low lead (0.017%) and zinc (0.047%) levels in Supplier B's alloy may influence its lubricating performance, machinability, and structural conformity.

Elemental %	SAE 64	Supplier-A	Supplier-B
Cu	78–82	90.4	84.5
Sn	9–11	8.9	14.8
Pb	8–11	0.008	0.017
Zn	≤0.8	0.068	0.047
C	-	0.06	0.06

Figure 1. Spectral Analysis

3.2 Microhardness

Microhardness testing showed that the sample from Supplier A reached a hardness value of 112.2 HV, whereas Supplier B's sample measured 91.1 HV. This result aligns with the compositional analysis, where the higher copper content in Supplier A's sample likely contributed to improved resistance to plastic deformation. Increased hardness is advantageous in applications with high surface contact and wear, making Supplier A's alloy more desirable in this context.

3.3 Surface Roughness

Surface roughness measurements were conducted at two points on the inner surface of Supplier B's sample, resulting in average values of Ra 2.22 µm, Rz 18.2 µm, and Rq 3.19 µm. Although similar values were not available for Supplier A, visual and tactile assessments indicated a smoother and more uniform surface. This

implies better surface conformity and potentially reduced friction under operational conditions, contributing to longer part life and improved energy efficiency.

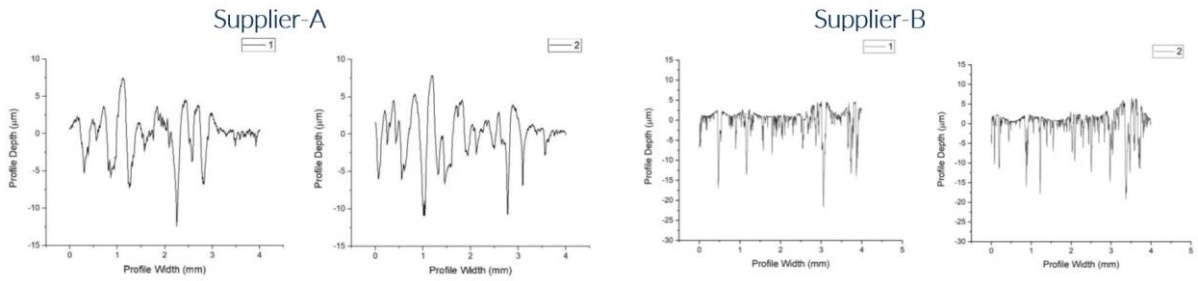


Figure 2. Surface Roughness Charts

3.4 Microstructure

Microscopic examination at 100x magnification showed that both samples exhibited typical powder metallurgy features, including visible porosity. Supplier A's sample displayed more uniform particle distribution and consistent porosity, suggesting better sintering and compaction. Such microstructural uniformity typically enhances both mechanical strength and lubricant retention capacity, contributing to the durability of the component.

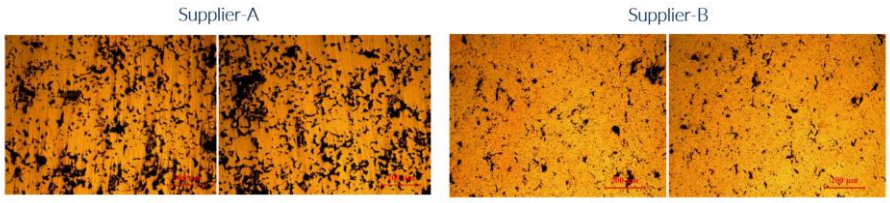


Figure 3. Microstructure

5. Conclusion

This comparative study of sintered bronze bearings demonstrated that variations in alloy composition significantly impact their mechanical and tribological properties. The higher copper content in Supplier A's sample resulted in superior hardness and smoother surface characteristics, making it more suitable for high-load and wear-critical applications like tumble dryer drums. Conversely, the tin-rich composition of Supplier B may provide better performance where surface conformity or impact absorption is prioritized.

Ultimately, material selection should be made considering application-specific requirements such as load type, lubrication conditions, and cost constraints. Powder metallurgy remains a flexible and efficient manufacturing method, but precise control over alloy composition is crucial to achieving optimal performance.

6. Acknowledgments

We extend our gratitude to Renta Electric Home Appliances Industry and Foreign Trade Ltd. and our affiliated company, Haier Europe, for their contributions to our work.

7. References

Rajesh, R., & Karthik, N. (2022). Comparative Study of Cu-6Sn Processed by Casting and Powder Metallurgy with Microwave and Conventional Assisted Sintering.

Kostornov, A. G. (2005). Effects of Copper Powder Bearing Material Composition on Working Characteristics.

Cherian, P., & Sellamuthu, R. (2014). An Investigation on the Effect of Process Parameters on Microstructure, Hardness and Wear Properties of Surface Modified Cu-Sn Bronze Alloy.

INVESTIGATION OF GEOMETRIC DEFORMATION IN PPGF30 FANS AFTER THERMAL EXPOSURE

Baran BULGURCU[1]

[1]R&D Engineer at Haier Europe – Renta Elektrikli Ev Aletleri San. Ve Dış Tic. Ltd. Şti, Eskişehir, 26110, Türkiye

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-7297-3063

ABSTRACT

This study investigates the dimensional and geometric changes in fan components made of virgin PPGF30 (30% glass fiber reinforced polypropylene) after thermal exposure. The main purpose is to observe how high temperatures affect the shape and size of these fans over time and to evaluate if such changes could impact their performance. Three different fan designs, all produced from the same batch of virgin material, were tested. The samples were exposed to 85 °C (±5 °C) for 3 hours inside a climatic chamber to simulate thermal aging. A laser-scanning Coordinate Measuring Machine (CMM) was used to measure the fan geometry before and after exposure. 3D scans were processed to create color maps that show localized deformation. The results revealed shrinkage and slight bending in specific areas of the fans, but all values remained within the acceptable dimensional tolerance limits. The findings confirm that virgin PPGF30 is a reliable material for long-term thermal conditions in applications such as tumble dryers.

Keywords: PPGF30, Thermal Aging, Dimensional Deformation, 3D CMM Scanning, Fan Geometry, Glass Fiber Reinforced Polymer

1. Introduction

Polypropylene reinforced with glass fiber (PPGF30) is a widely used thermoplastic composite in automotive, household appliance, and consumer goods industries. Its high strength-to-weight ratio, ease of processing, and thermal resistance makes it a preferred material for components exposed to mechanical loads and elevated temperatures. In particular, fan components used in tumble dryers are continuously subjected to thermal cycling, high rotational speeds, and exposure to moist air. These conditions may lead to material fatigue, thermal degradation, and geometric deformation over time.

Dimensional changes in fan parts can lead to serious operational problems such as vibration, noise, efficiency loss, and even mechanical failure. For this reason, understanding the long-term dimensional behavior of fan materials is essential for safe and durable product design.

Previous studies have shown that recycled PPGF30 materials exhibit lower thermal and mechanical stability due to contamination, degraded fiber length, and poor fiber dispersion (Stachowiak et al., 2024). In a recent study by (Bulgurcu, 2025), mechanical failures such as cracking and blade fractures were observed in fan parts made from recycled PPGF30 after repeated use. Based on this knowledge, the current study focuses on fans manufactured from virgin PPGF30 to evaluate its performance under controlled thermal aging conditions.

The purpose of this research is to measure and visualize the dimensional and geometric deformations in three different fan designs after thermal exposure, and to assess whether these changes remain within acceptable tolerance levels. The use of 3D laser scanning and CMM technology allows precise quantification of shape deviations and helps in identifying critical regions susceptible to deformation.

2. Materials and Methods

2.1 Material Selection and Production

All fan components used in this study were produced by injection molding using virgin PPGF30 (polypropylene reinforced with 30% glass fibers by weight). The material was selected from a high-quality batch specifically **intended** for structural components exposed to temperature and vibration. Virgin materials

were preferred to eliminate the effects of previous thermal history and contamination common in recycled polymers.

The fans were designed with different structural characteristics to evaluate the influence of geometry on thermal deformation.

- Type-A features longer, curved blades with narrow root sections.
- Type-B has shorter, thicker blades with radial symmetry.
- Type-C includes integrated mounting flanges and a more complex central hub.

Each fan type was produced from the same material batch to ensure uniformity across the tests.

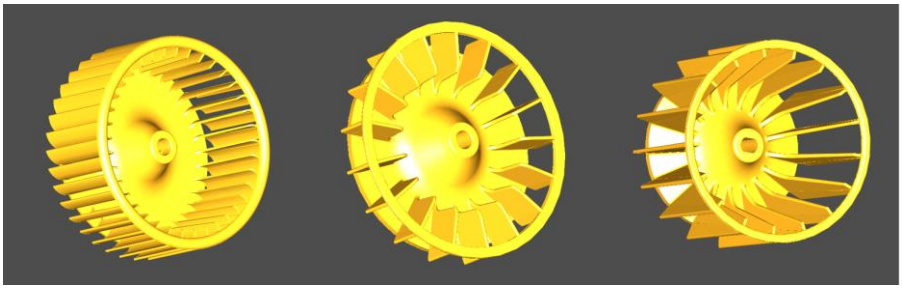


Figure 4. Fan Designs Type-A, Type-B, Type-C

2.2 Thermal Aging Protocol

To simulate long-term thermal exposure, fan samples were placed inside a calibrated climatic test chamber and exposed to 85 °C ± 5 °C for a continuous duration of 3 hours. This temperature range corresponds to the peak internal conditions observed during the operation of household tumble dryers. While this is a shorter duration compared to actual product lifetime, it provides a controlled scenario for observing early-stage thermal effects and deformation behavior.

Samples were kept free from mechanical loads during thermal aging to isolate the influence of temperature alone. After the exposure, the samples were allowed to return to room temperature under ambient conditions before measurement.

2.3 Measurement Technique

Each fan was scanned before and after thermal aging using a laser-scanning Coordinate Measuring Machine (CMM). The CMM is capable of generating high-resolution 3D point clouds with a precision level of ±10 µm. These point clouds were then aligned and compared using dedicated metrology software to produce color-coded deviation maps, which clearly show where and how much deformation occurred.

For each fan type, at least three samples were measured to ensure statistical reliability. The data collected includes maximum positive and negative deviation values, average deformation per blade, and total radial displacement.

3. Results

3.1 Type-A Fan

The color map of the Type-A fan revealed local shrinkage at the blade tips and slight warping near the central hub. The maximum dimensional deviation was approximately 0.28 mm.

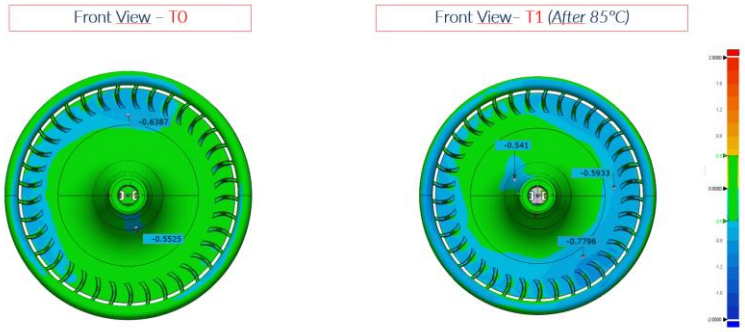


Figure 5. Type A Front View

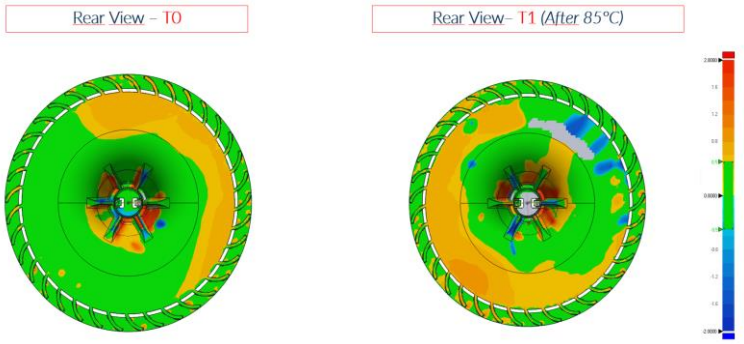


Figure 6. Type A Rear View

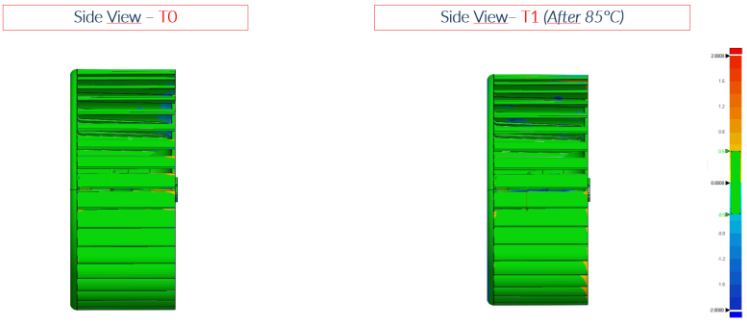


Figure 7. Type A Side View

3.2 Type-B Fan

In the Type-B design, slight ovalization occurred around the central region. Blades remained mostly stable. All deformations remained under 0.25 mm, well within acceptable functional tolerances.

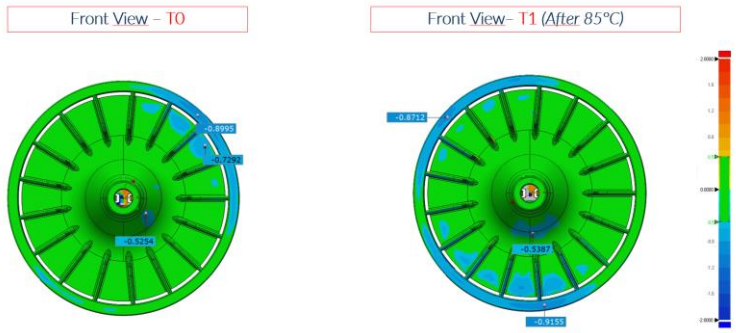


Figure 8. Type-B Front View

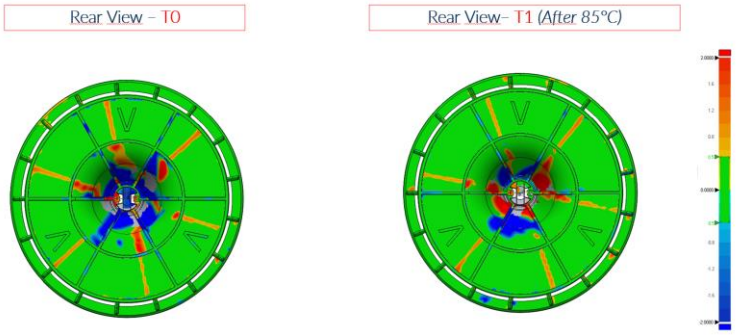


Figure 9. Type-B Rear View

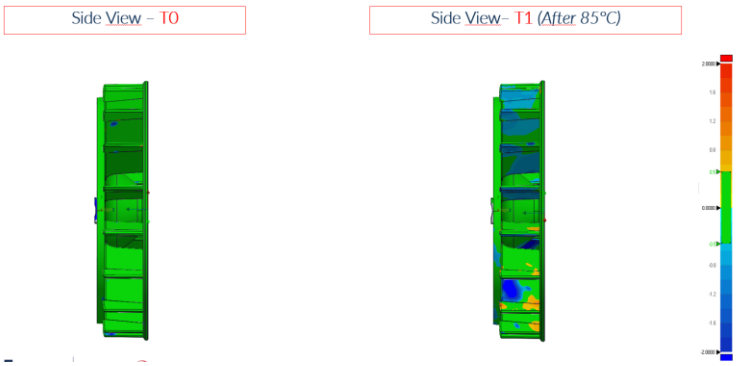


Figure 10. Type-B Side View

3.3 Type-C Fan

The Type-C fan showed asymmetric bending in both blade ends and mounting areas. However, the maximum deviation was about 0.31 mm, which did not affect mechanical function or balance.

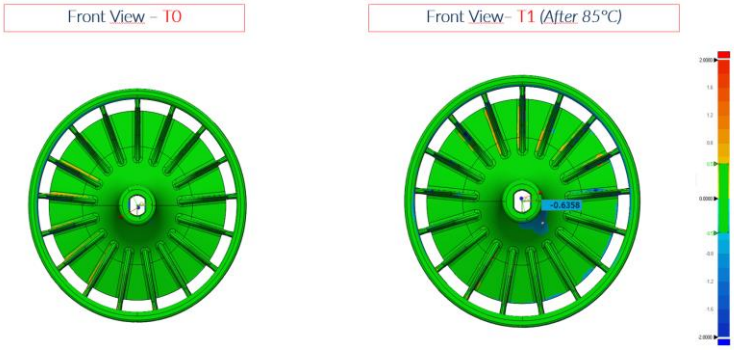


Figure 11. Type-C Front View

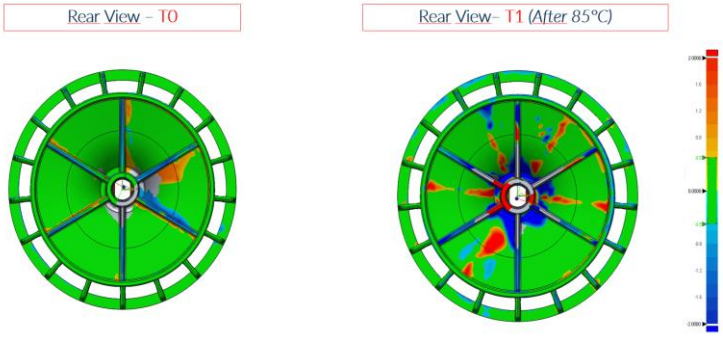


Figure 12. Type-C Rear View

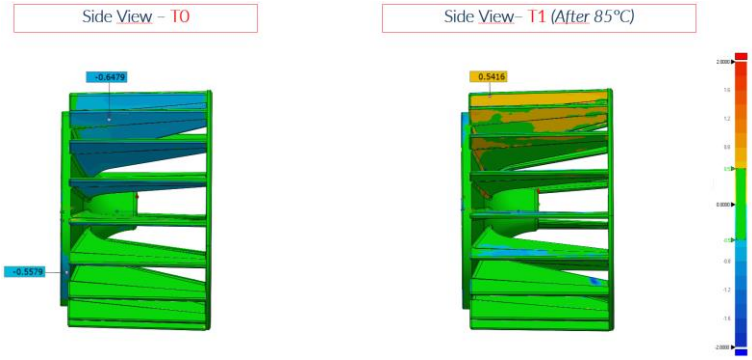


Figure 13. Type-C Side View

4. Discussion

The observed deformations are consistent with the known behavior of glass fiber reinforced thermoplastics under thermal stress. Warping and shrinkage were more concentrated in thin and unsupported regions of the fan geometry. Fiber orientation resulting from injection molding and internal residual stresses likely contributed to the observed deviations.

Compared to recycled PPGF30 materials, the virgin material showed more uniform behavior, no cracks, and significantly less deformation. This highlights the importance of raw material quality, especially for components used in high-temperature and high-speed environments like tumble dryers.

5. Conclusion

- All three fan designs experienced minor geometric deformation after thermal exposure.
- Measured deviations remained within dimensional tolerance limits and did not impact fan performance.
- Virgin PPGF30 provided high thermal stability and dimensional consistency.
- 3D CMM scanning proved to be an effective tool for detailed deformation analysis.

This study supports the use of virgin glass fiber reinforced polypropylene in fan components for thermally demanding applications, ensuring product reliability and durability over time.

6. Acknowledgments

We extend our gratitude to Renta Electric Home Appliances Industry and Foreign Trade Ltd. and our affiliated company, Haier Europe, for their contributions to our work.

7. References

Stachowiak, T., Kwiatkowski, D., Chmielarz, M., & Grzesiczak, D. (2024). Analysis of Selected Properties of Polymer Mixtures Derived from Virgin and Re-Granulated PP with Glass Fibers. Polymers and Composites Journal, 36(2), 114–125.

Rigon, D., Ricotta, M., & Meneghetti, G. (2020). A Literature Survey on Structural Integrity of 3D Printed Virgin and Recycled ABS and PP Compounds. Materials Today: Proceedings, 45(4), 1020–1032.

Bulgurcu, B. (2025). Material-Based Failure Analysis of PPGF30 Composite Rear Fans in Tumble Dryers,13th International Congress On Engineering and Technology Management,52-58

Fu, S. Y., Lauke, B., & Mai, Y. W. (2009). Science and Engineering of Short Fibre Reinforced Polymer Composites. Woodhead Publishing.

Karger-Kocsis, J., & Bárány, T. (2015). Polypropylene: Structure, Blends and Composites. Springer.

Thomason, J. L. (2002). The Influence of Fibre Length and Concentration on the Properties of Glass Fibre Reinforced Polypropylene. Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 33(12), 1641–1652.

Rozanski, A., & Galeski, A. (2010). Deformation and Fracture of Thermoplastic Matrix Composites at Elevated Temperature. Polymer Composites, 31(6), 999–1008.

CONDUCTING COMPREHENSIVE SECURITY ANALYSES OF OPEN SOURCE SOFTWARE PROJECTS AGAINST CYBER THREATS

Mehmet NARMAN[1]

Sivas Cumhuriyet University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Computer Engineering, Sivas, Turkey

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-0949-2876

Abdulkadir ŞEKER [2]

Asst. Prof., Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Engineering, Computer Engineering Department, Sivas, Turkey

[2]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-4552-2676

ABSTRACT

Software security has become a fundamental priority in today's software-development processes. Detecting security vulnerabilities at early stages helps prevent cyber threats at both individual and corporate levels. In this context, tools and methods are needed to objectively measure the security level of open-source software. The aim of this study is to develop a reporting framework that evaluates the security levels of open-source software projects through a multidimensional analysis approach. The proposed framework employs three main analysis methods: dependency analysis, malware scanning, and static code analysis. In the dependency analysis, known security vulnerabilities were identified through the project's configuration files and components. The malware scanning was conducted on the project's binary files using the VirusTotal API. For static code analysis, the SonarQube tool was used to examine security vulnerabilities, code quality, and critical error rates. The results of these analyses were consolidated into a single unified report. In the analyses conducted on 10 selected open-source projects from among the most popular ones on the GitHub platform, some were found to have high rates of critical errors, outdated dependencies, and security vulnerabilities. As a result of the dependency analysis, dependencies such as log4j, jackson, and guava were identified as common among the projects. This indicates that a security vulnerability in any of these shared dependencies could simultaneously affect multiple projects. However, regularly updating these common dependencies would directly enhance the overall security of all related projects. Based on the analysis of external software and libraries, the project with the highest number of dependencies was identified as alluxio/alluxio, while the one with the fewest dependencies was ballerina-platform/ballerina-lang. In the static code analysis, the distribution of critical errors was calculated. The azure/azure-sdk-for-java project had a critical error rate of 82%, while apache/flink-master and apache/doris had rates below 20%, indicating a higher level of security. Additionally, during the static code analysis, the five most frequently recurring rules were identified, and the associated security risks, example files, and proposed solutions were documented. As part of the malicious code analysis, the binary code of all 10 mentioned open-source projects was scanned using over 90+ antivirus engines. The scans revealed no presence of malicious software. This multidimensional analysis approach paves the way for developers to implement more robust security measures against cyber threats. The developed framework enables a multidimensional and objective evaluation of the security posture of open-source software. In this way, it supports developers in identifying potential threats at an early stage and taking the necessary precautions.

Key Words: Secure coding, software security, open source software, cyber security, vulnerability analysis.

INTRODUCTION

In recent years, the rapid development of digital technologies and the increasing complexity of software projects have rendered software security even more important. In particular, open source software projects are gaining popularity among developer communities, but they also bring some risks in terms of security. The primary benefit of open-source projects is that their source code is transparent and accessible. However, this situation can result in the more straightforward identification of potential security vulnerabilities by malicious actors.

Open source software is utilised in a broad spectrum of applications, encompassing both government organisations and private sector entities. It is therefore imperative that the security of open source projects is assured, not only for software developers, but also for end users, organisations and nations. The impact of cyberattacks on the global economy has increased exponentially over time. It is stated that in the report of Morgan and colleagues dated 2022, the estimated cost of cybercrime in 2015 was approximately 3 trillion dollars. This is predicted to rise to over 10 trillion dollars by 2025. This is a significant figure when compared to the largest global economies, indicating that cyber security has evolved from being a purely technical concern to a matter of economic importance. (Morgan et al., 2022). Cyber-attacks not only cause material damage, but can also lead to serious consequences such as leakage of personal data, service interruptions and national security risks. It is stated that the basis of cyber attacks is the abuse of small vulnerabilities in systems and that these vulnerabilities can turn into major threats over time.

In this context, the present study proposes a multifaceted analysis framework for the assessment of the security level of open source software projects. The methods employed in this process encompass dependency analysis, static code analysis, and malware scanning. The development of a security reporting framework is presented, utilising these scans to provide a multidimensional assessment of software security levels. Consequently, developers, cognisant of vulnerabilities and hazards, will proactively address these risks. The project covers a wide range of security analyses, encompassing a diverse range of software projects and their dependencies. The analyses will be designed in two directions: against external and internal threats. A third-party audit of the resources employed by the project in question, as well as the libraries on which it depends, will be conducted. In the course of internal analyses, an examination will be conducted of the source code and the development process of the project. The objective findings obtained from this study provide a quantitative assessment of the security levels of software projects and offer insights into the improvements that can be made in this field.

LITERATURE REVIEW

Open source software (OSS) is a type of software where the source code is accessible and modifiable, usually developed through community contributions. Despite the advantages of openness and reusability, it can become more susceptible to security vulnerabilities (Zhou & Sharma, 2022). In particular, rapid version updates and the presence of a large number of contributors can pave the way for malicious code to be integrated into the system (Decan, Mens & Claes, 2019). Software security, in this context, can be defined as the process of protecting developed software against internal and external threats (McGraw, 2006). However, in open source projects, this process is rendered more complex due to the fact that security responsibilities often rest on volunteer communities and automated analysis tools. For this reason, the timely detection and correction of vulnerabilities becomes critically important, especially when open source software is used within enterprise systems (Alqahtani et al., 2021). Malware, on the other hand, can be defined as programs specifically designed to cause damage to systems, steal data or take control of critical resources. In open source ecosystems, malevolent code is frequently concealed within software dependencies, thereby infiltrating the system unnoticed (Ohm et al., 2020). In recent years, an increasing number of so-called ‘supply-chain’ attacks have been detected within open source packages, indicating a significant escalation in the overall threat landscape (Zimmermann et al., 2019). Against this backdrop, dependency analysis has gained prominence as an approach for assessing the security of external libraries utilised by a software project. Today’s software systems are characterised by thousands of lines of code and a heavy reliance on outsourced modules. Consequently, a single vulnerability within these modules can compromise the security of the entire system (Kula et al., 2018). Supporting this, Decan et al. (2018) demonstrated that the number of dependencies and the rate of outdated libraries are especially high in JavaScript-based projects, amplifying the potential risk. In addition to dependency analysis, static analysis tools offer a complementary approach by facilitating the examination of source code prior to execution. This approach enables the early identification of security vulnerabilities, erroneous coding patterns and incompatibilities. As demonstrated by Nikolic et al. (2021), a multitude of open source projects have incorporated tools such as SonarQube to address these challenges effectively. Furthermore, to detect malicious components beyond source code issues, platforms such as VirusTotal play a crucial role by enabling the scanning of files with multiple antivirus engines simultaneously. By utilising such APIs, security researchers can rapidly ascertain whether files contain malicious elements (Saxe & Berlin, 2015). The VirusTotal API thus serves as a valuable tool for assessing the maliciousness of software components within open source ecosystems. Additionally, as noted by Kekül et al. (2021, p. 55), the vulnerabilities of open source libraries can be verified through the CVE (Common Vulnerabilities and

Exposures) database, further reinforcing the importance of comprehensive dependency checks. Taken together, static analysis tools such as SonarQube, systematic dependency analysis and multi-engine malware scanning platforms like VirusTotal constitute complementary layers in securing open source software. When employed in combination, these methods can significantly mitigate the risk of vulnerabilities and malicious code infiltrating open source projects, thereby contributing to more robust and reliable software development practices.

METHODOLOGY

The methodological framework utilised in the present study enables the examination of diverse security aspects inherent to open source projects. The analysis encompassed the ten most prevalent projects developed on the GitHub platform. The following three primary methodologies were employed in the execution of these projects:

The point of dependency analysis is to look at the third-party libraries and modules used in projects. This helps to:clean unnecessary dependenciesdetect security vulnerabilitiesresolve version incompatibilitiesreduce the maintenance cost of the systemtake precautions against supply chain attacks When we were looking at the source code, we found out about the third-party components that were used. To detect these components, we evaluated library files with 'jar', 'war', or 'class' extensions in the 'pom.xml', 'build.gradle' or 'dependency' files for the Java programming language, library files with 'py', 'whl', or 'egg' extensions in the 'requirement.txt', 'setup.py', 'pyproject.toml' dependency files for the Python programming language, and files such as 'js', 'ms' in the 'package.json', 'package-lock.json', 'yarn.lock' dependency files for the JavaScript programming language. We also evaluated the timeliness and known vulnerability status of the dependent components using CVE data.

In the context of software development, static code analysis is a process that can identify issues if coding practices do not adhere to the principles of "clean code". These issues may manifest during the software development phase and can potentially compromise the integrity and functionality of the code. The following problems may be present in software: For instance, the occurrence of bugs, which are defined as logical errors not identified during the process of compilation, is a possibility. The code may contain code blocks that are confusing and difficult to maintain, which are defined as exhibiting characteristics of poor quality code. It is possible that vulnerabilities may exist in the code that could be exploited by malicious individuals. It is possible that the code may contain sensitive material (i.e. a security vulnerability) that necessitates manual testing in order to ensure effective control of vulnerabilities. Ultimately, there is a possibility that the code may contain repetitive elements, which can potentially compromise the quality of the software. The identification of these issues is facilitated by conducting static code analysis on the source code of the relevant software. In this analysis, software quality control tools, debugging techniques and various quality control methods are applied by examining the code before its execution. In order to assess the level of security in the projects, the source codes were scanned with the SonarQube tool. The scans revealed important vulnerabilities, coding errors and duplicate structures, which were discussed in detail. For each project, the five most common security breaches were identified and analysed with examples drawn from the relevant code files.

In the context of malicious code analysis, the compiled binaries of the projects (such as .jar, .dll, .exe) were scanned with over 90 antivirus engines using VirusTotal service. In line with the results obtained as a result of the scanning, the presence of malicious software that threatens the information systems of the files, proactively ensuring the security of the systems by predetermining possible cyber-attacks, whether the external dependencies in open source software projects contain malicious code, security vulnerabilities and the presence of issues that protect the data integrity, confidentiality and continuity of the institutions were determined and the findings of suspicious behaviour were analysed. This method provides an important control mechanism for determining whether open source software projects provide secure versions.

RESULTS

In order to perform dependency analysis, third party components such as libraries and modules used in the projects have been detected. In order to detect these components, library files or 'dependency' files with extensions 'jar', 'war' or 'class' in 'pom.xml', 'build.gradle' for Java programming language, library files with extensions 'py', 'whl' or 'egg' in 'requirement.txt', 'setup.py', 'pyproject.toml' for Python programming language,

and files such as 'js', 'ms' in 'package.json', 'package-lock.json', 'yarn.lock' dependency files have been analyzed for JavaScript programming language. In the dependency analysis of 10 open source projects, Alluxio was the project with the most dependencies, while Ballerina-lang was seen to have the least dependencies and a leaner architecture (Figure 1).

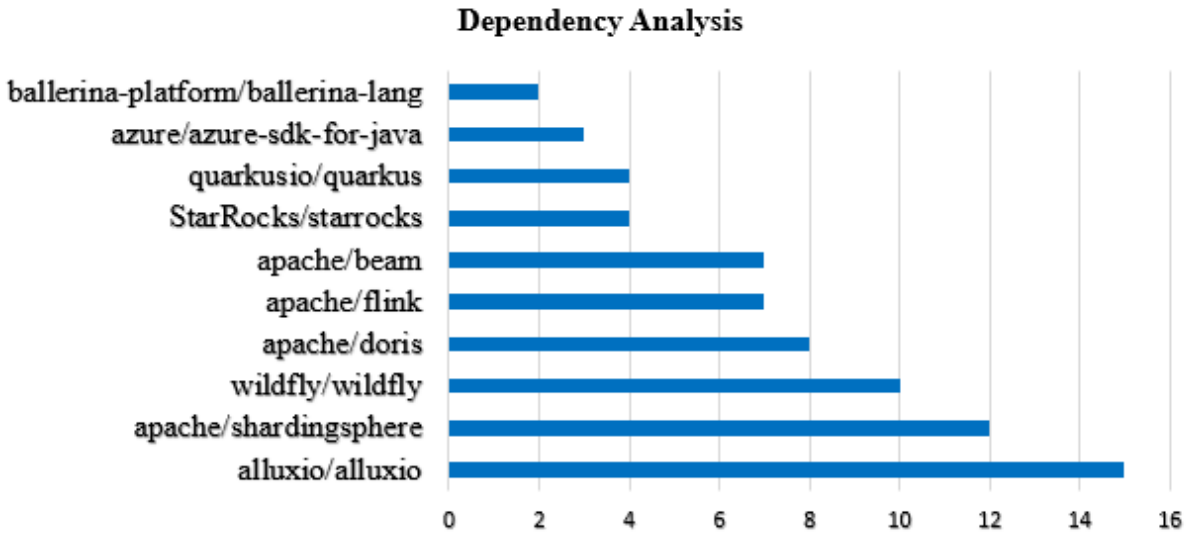


Figure 14. Dependecy Analysis

These findings suggest that reducing dependency on external libraries can help reduce potential security risks, reduce system costs, detect security vulnerabilities, and take precautions against supply chain attacks.

Pursuant to the execution of static code analyses, a considerable proportion of critical errors was identified, amounting to a substantial 82% of the total errors detected in the Azure-SDK-for-Java project. This rate indicates that the presence of security vulnerabilities is exacerbated by substandard code quality. Conversely, projects such as Apache/Flink and Apache/Doris exhibit critical error rates that are consistently below 20%, suggesting that these projects have adopted more robust coding practices. The table of results is shown below.

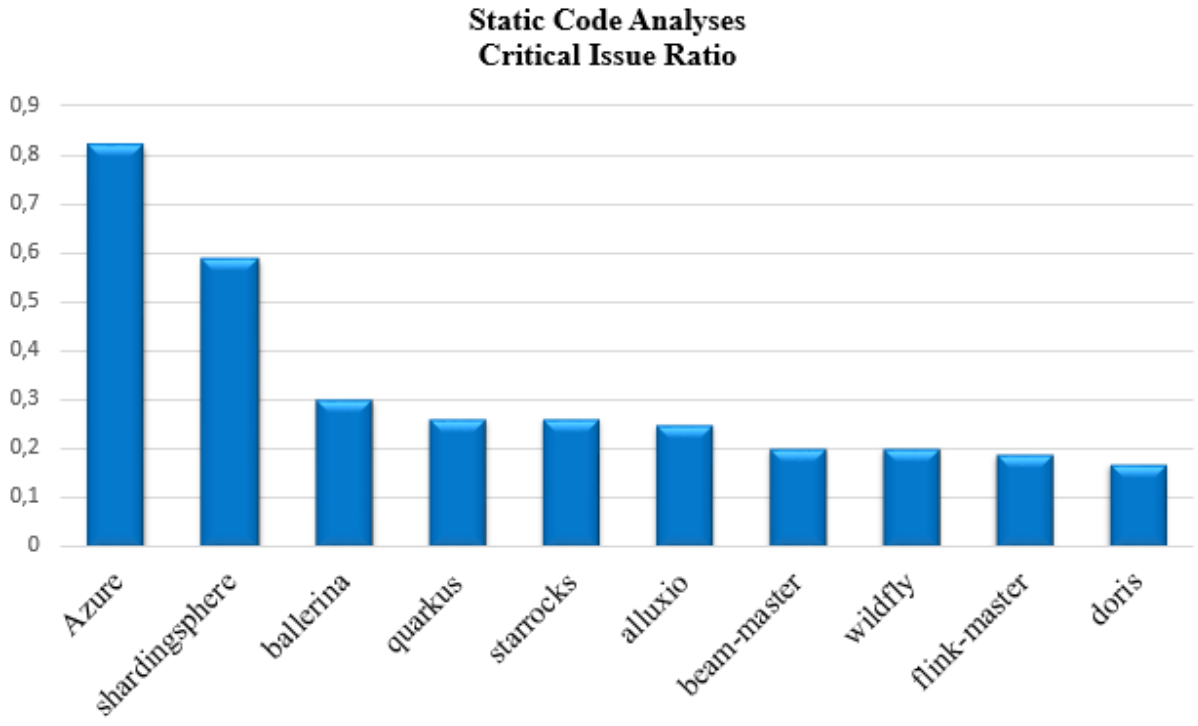


Figure 15. Static Code Analysis

In addition, while analysing the static code, the most recurring 5 rules were determined and the security risk content, the sample file containing these contents and their solutions were explained. The table of these rules is as follows (Table 1).

Table 1. Most Repeated Rules of SonarQube Analysis

Most Repeated Rules	Security Risk Content	Sample File Containing This Content	Solutions
java:S1192 – Use of Magic Strings	Repetitive use of the same string literals (e.g., "error", "OK", "config") throughout the code. This makes maintenance difficult, especially when changes are needed, and can lead to typos and inconsistencies.	alluxio/concurrent/JobCoordinator.java	Define constant strings as final static.
java:S112 – Catching Generic Exceptions	Catching overly broad exception classes, which masks the actual error type, complicates debugging, and may lead to improper error handling.	azure/storage/BlobClient.java	Use specific exception classes whenever possible.
java:S106 – Use of Standard Output	Using System.out.println or System.err.println for logging errors or messages hinders proper log management. In production systems, professional logging frameworks (e.g., log4j, slf4j) should be used.	beam-master/core/runtime/exec/optimized/Executor.java	Use logger classes to manage output in a controlled manner.
java:S1135 – Presence of TODO Comment	Leaving unfinished tasks in the code as // TODO: comments can result in them being overlooked in production releases, creating technical debt.	ballerina/zip/resources/preload.bal	Ensure TODOs are completed in a timely manner or tracked through an issue management system.
java:S3776 – High Cognitive Complexity	Functions with excessive nesting (if, switch, for, etc.) reduce code readability, increase the likelihood of errors, and hinder testability.	doris/fe-common/src/org/apache/doris/common/Util.java	Break down functions into smaller parts and refactor for clarity.

The malware analysis was applied to 10 popular open source software projects selected from the GitHub platform. Consequently, the file structure and components of each project deemed to be at risk were meticulously analysed using VirusTotal. Following a thorough evaluation of the common results of various antivirus engines, it was determined that no malicious software, suspicious files or security vulnerabilities were identified in any of the scanned projects. The findings of this study indicate that the open-source projects under scrutiny are currently uninfected with malware, and the reliability levels of their binaries are high.

In this study, three different security audits, namely dependency analysis, static code analysis and malware analysis, were performed on selected open source software projects. Dependency analysis analysed the third-party library usage of the projects and tried to identify possible over-dependencies and risky packages. Static code analysis was used to identify potential security vulnerabilities, code quality problems and misconfigurations in the projects. In addition, with malware analysis, all project files and dependencies were scanned using multiple antivirus engines through VirusTotal and possible malware traces were investigated. The findings show that the selected projects are generally reliable and do not pose a critical security risk. The results of the analyses are presented in a summary below Table 2.

Table 2. Malware Analysis

Project Name	**Dependency Analysis Result Dependency Number**	**Static Code Analysis Result Critical Error Rate**	**Malware Result**
Azure	3	0,82	Clean
shardingsphere	12	0,59	Clean
ballerina	2	0,3	Clean
quarkus	4	0,26	Clean
starrocks	4	0,26	Clean
alluxio	8	0,25	Clean
beam-master	7	0,2	Clean
wildfly	10	0,2	Clean
flink-master	7	0,19	Clean
doris	8	0,17	Clean

The present paper sets out a versatile and objective security assessment framework for open source software. The developed approach provides a systematic control process by means of steps such as checking dependencies, analysing source code in detail and conducting a security scan of binaries. The employment of these analysis methods by developers in their projects enables the earlier detection of vulnerabilities and the enhancement of project security. Moreover, the findings of these analyses can furnish users with an objective criterion to determine the reliability of open source projects.

Consequently, developers are obliged to ensure projects are more secure by taking precautions against vulnerabilities as a result of dependency analysis, static code analysis and malicious code analysis. In this manner, by implementing measures to guard against cyber-attacks, the material and moral losses cited in this study can be averted, thereby safeguarding individuals and institutions from potential harm.

CONCLUSION AND DISCUSSION

This study demonstrates the importance of conducting comprehensive and multidimensional security analyses in open source software (OSS) projects. By integrating dependency analysis, static code review, and malware scanning, the proposed framework offers a holistic approach for identifying security risks across various layers of software development. The evaluation of ten widely-used OSS projects revealed substantial variation in dependency levels and code quality, underscoring the need for systematic and periodic assessments rather than one-time evaluations.

The framework presented in this study not only enables developers to detect vulnerabilities at an early stage but also facilitates more informed decisions regarding dependency management and code improvement. Furthermore, the use of publicly available tools and data sources ensures that the approach is both transparent and reproducible.

While the findings indicate a general absence of malware in the selected OSS binaries, the presence of outdated libraries and critical coding issues in some projects highlights the persistent risk of exploitation. This underlines the necessity for continuous monitoring, proactive dependency updates, and the adoption of secure coding practices.

Future research can build upon this work by incorporating dynamic analysis techniques, behavioral modeling, and version-based security trend tracking. Expanding the framework to include additional programming languages, ecosystem-specific risks, and CI/CD pipeline security checks could further enhance its applicability and relevance. Ultimately, this study contributes a practical and scalable methodology for improving software assurance in open source ecosystems—an area of growing significance in today's cybersecurity landscape.

REFERENCES

Alqahtani, H., Alsarhan, A., Al-Omari, S., & Mahmoud, Q. H. (2021). Security in open-source software: A systematic literature review. Information and Software Technology, 136, 106589.

Calcagno, C., Distefano, D., Dubreil, J., Gabi, D., Hooimeijer, P., Luca, M., ... & Rodriguez, D. (2015, April). Moving fast with software verification. In *NASA Formal Methods Symposium* (pp. 3-11). Cham: Springer International Publishing.

D. Nikolić, D. Stefanović, D. Dakić, S. Sladojević and S. Ristić, "Analysis of the Tools for Static Code Analysis," *2021 20th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)*, East Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, 2021, pp. 1-6,

Decan, A., Mens, T., & Claes, M. (2016, November). On the topology of package dependency networks: A comparison of three programming language ecosystems. In *Proccedings of the 10th european conference on software architecture workshops* (pp. 1-4).

Harer, J. A., Kim, L. Y., Russell, R. L., Ozdemir, O., Kosta, L. R., Rangamani, A., ... & Lazovich, T. (2018). Automated software vulnerability detection with machine learning. *arXiv preprint arXiv:1803.04497*.

Kekül, H., Şeker, A., & Arslan, H. (2021). *Vulnerability Scoring using Deep Learning: An Open Source Dataset-Based Study*. Cumhuriyet Science Journal, 42(3), 52-61.

Kula, R. G., German, D. M., Ouni, A., Ishio, T., & Inoue, K. (2018). Do developers update their library dependencies? An empirical study on the impact of security advisories on library migration. *Empirical Software Engineering*, *23*, 384-417.

McGraw, G. (2006). Software Security: Building Security In. Addison-Wesley.

Mens, T., & Decan, A. (2024). An Overview and Catalogue of Dependency Challenges in Open Source Software Package Registries. *arXiv preprint arXiv:2409.18884*.

Morgan, S. (2020). *Cybersecurity Report 2020: Global Threat Predictions*. Cybersecurity Ventures, 15-22.

Morgan, S. (2022). "2022 Official Cybercrime Report".

Nikolic, M., Janes, A., & Tullio, D. (2021). Static code analysis tools and their impact on software quality. Journal of Systems and Software, 179, 110950.

Ohm, D., Wermke, D., Schlichtig, M., & Mezini, M. (2020). The Malicious Package Typosquatting Problem: Threats and Open Challenges. IEEE European Symposium on Security and Privacy Workshops, 147–154.

Saxe, J., & Berlin, K. (2015, October). Deep neural network based malware detection using two dimensional binary program features. In *2015 10th international conference on malicious and unwanted software (MALWARE)* (pp. 11-20). IEEE.

Siavvas, M., Tselikas, N., & Anastasopoulos, M. (2021). *Security Assessment Model for Open Source Software*. Software Quality Journal, 29(1), 41-60.

Zhou, Y., & Sharma, S. (2022). A systematic review of open source software security vulnerabilities. Computers & Security, 112, 102523.

Zimmermann, T., et al. (2019). The rise of supply chain attacks in open source ecosystems. ACM Software Engineering Notes, 44(4), 31–36.

FORECASTING CUSTOMER DEMANDS USING MACHINE LEARNING: THE CASE OF KAYSERI

Muhammed Miraç KUMTEPE

[1]Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Civil Engineering of Graduate Program, Kayseri, Türkiye

Mihrimah ÖZMEN,

[2] Doç. Dr., Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Erciyes University, Kayseri, Türkiye

Hatice CITAKOGLU

[3] Prof. Dr., Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Erciyes University, Kayseri, Türkiye

ABSTRACT

Introduction and Purpose: The quality of the services provided is significantly improved when public institutions scrutinize citizen requests and take necessary steps accordingly. This approach contributes to making existing services more effective and efficient by responding directly to the needs and expectations of individuals. At the same time, thanks to the evaluations and improvements made, services are continuously improved and the satisfaction level of the society increases. Thus, faster and more effective solutions can be provided to the problems faced by individuals, which allows for a significant improvement in overall service quality and living standards. In this study, İt is aimed to predict the processing times of the requests submitted to Kayseri Metropolitan Municipality Water and Sewerage Administration General Directorate Drinking Water Department (KASKİ) in 2023 by analyzing them with Machine Learning (Classification) method and thus to increase the service quality.

Materials and Methods: The data set used in this study consists of various attributes that directly or indirectly affect the resolution process of incoming requests. The relationships between these attributes were analyzed using Ensemble based machine learning methods and evaluated in line with performance criteria. For the training of the model, 70% of the data was used as training data and the remaining 30% of the data was used as output data. The applied algorithms include LogitBoost, GentleBoost, RobustBoost, LPBoost, TotalBoost, RUSBoost, Bag and AdaBoost.

Results: In terms of the Precision (accuracy) criterion, the algorithms gave similar results. However, the LogitBoost algorithm was observed to provide more stable and consistent results in this study. When the performance of this algorithm is evaluated, the accuracy rate is 81.7%, sensitivity is 98.9%, precision is 82.3%, and F-measure is 89.9%.

Discussion and Conclusion: In the current global and regional conjuncture, drought has become one of the most important environmental problems. This situation makes access to drinking water more and more difficult day by day. As one of the indirect outputs of this study, predicting the time to resolve drinking water failures allows the management policies and organizational structures of the relevant institutions and organizations to be reshaped in line with these predictions. In this way, losses in drinking water can be minimized by reducing fault resolution times.

Key Words: Ensemble Based Machine Learning, Duration Estimation, Türkiye.

MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMİ İLE MÜŞTERİ TALEPLERİNİN TAHMİNİ KAYSERİ ÖRNEĞİ

ÖZET

Giriş ve Amaç: Kamu kurumlarının vatandaşlardan gelen talepleri özenle incelemesi ve bu doğrultuda gerekli adımları atması, sunulan hizmetlerin kalitesini belirgin şekilde yükseltir. Bu yaklaşım, bireylerin ihtiyaç ve beklentilerine doğrudan yanıt verilmesini sağlayarak mevcut hizmetlerin daha etkili ve verimli hale gelmesine katkı sağlar. Aynı zamanda, yapılan değerlendirmeler ve uygulanan iyileştirmeler sayesinde hizmetler sürekli gelişir ve toplumun memnuniyet düzeyi artar. Böylece, bireylerin karşılaştığı sorunlara daha hızlı ve etkili çözümler sunulabilir, bu da genel hizmet kalitesinin ve yaşam standartlarının ciddi biçimde iyileşmesine olanak tanır. Bu çalışmada, Kayseri Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü İçmesuyu Dairesi Başkanlığı'na (KASKİ) 2022 ve 2023 yılı içinde iletilen taleplerin, Makine Öğrenmesi (Sınıflandırma) yöntemiyle analiz edilerek işlem sürelerinin tahmin edilmesi ve bu sayede hizmet kalitesinin artırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntemler: Bu çalışmada kullanılan veri seti, gelen taleplerin çözüm sürecini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen çeşitli niteliklerden oluşmaktadır. Bu nitelikler arasındaki ilişkiler, Ensemble (topluluk) tabanlı makine öğrenmesi yöntemleri kullanılarak analiz edilmiş ve performans kriterleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Modelin eğitimi için verinin %70'i eğitim verisi (training data), kalan %30'u ise test verisi (output data) olarak kullanılmıştır.Uygulanan algoritmalar arasında LogitBoost, GentleBoost, RobustBoost, LPBoost, TotalBoost, RUSBoost, Bag ve AdaBoost yer almaktadır.

Bulgular: Precision (doğruluk) kriteri açısından algoritmalar birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Ancak, LogitBoost algoritmasının bu çalışma kapsamında daha istikrarlı ve tutarlı sonuçlar sunduğu gözlemlenmiştir. Bu algoritmanın performansı değerlendirildiğinde; doğruluk (accuracy) oranı %81,7, duyarlılık (sensitivity) %98,9, kesinlik (precision) %82,3 ve F-ölçütü (F-measure) %89,9 olarak elde edilmiştir.

Tartışma ve Sonuç: İçinde bulunduğumuz küresel ve bölgesel konjonktürde, kuraklık en önemli çevresel sorunlardan biri haline gelmiştir. Bu durum, özellikle içme suyuna erişimi her geçen gün daha da güçleştirmektedir. Bu çalışmanın dolaylı çıktılarından biri olarak, içme suyu arızalarının giderilme süresinin tahmin edilmesi, ilgili kurum ve kuruluşların yönetim politikalarının ve organizasyonel yapılarının bu öngörüler doğrultusunda yeniden şekillendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu sayede, arıza çözüm sürelerinin azaltılmasıyla içme suyundaki kayıplar en aza indirgenebilir.

Anahtar Kelimeler: Topluluk Tabanlı Makine Öğrenmesi, Süre Tahmini**,** Türkiye

GİRİŞ

Kaliteli kamu hizmeti, günümüz toplumunda halkın en önemli beklentilerinden biridir. Kamu sektöründen, özel sektörün başarılı uygulamalarıyla aynı seviyede bir hizmet sunması beklenmektedir. Kamu kurumları, özel işletmelerin belirlediği kalite ve maliyet standartlarına uymak zorundadır. Alt yapı sistemlerinin verimliliği ve kapsamını artırmak için, yenilikçi ve yerel koşullara uyumlu teknolojiler kullanarak suyu etkin bir şekilde yönetmek gerekmektedir (Başa & Kurt, 2017). Günümüzde ise sadece hizmetin sunulması yeterli olmamakta, bu hizmetlerin aynı zamanda kaliteli, hızlı ve vatandaş memnuniyetini sağlayıcı şekilde verilmesi de gerekmektedir (Sezer, 2008).

Yapılan litaratür araştırmalarında: İçmesuyu tüketim alışkanlıklarını belirlemek, alternatif su kaynakları arayışı yerine mevcut kaynakların daha verimli kullanılmasına katkı sağlamak, tüketimi etkileyen faktörlere göre anormal tüketim davranışlarını tespit etmek ve bu davranışları izlemektir. Ayrıca, abonelerin suyu israf etmeden kullanmalarını teşvik ederek dolaylı olarak ekonomik katkı sağlamak, kurumun yüksek talepler karşısında yaşadığı zorluklarla başa çıkmasına yardımcı olmak ve kayıp-kaçak kullanım riski taşıyan aboneleri tespit edip takip edilmelerini sağlamak amacıyla makine öğrenmesi yöntemleri kullanılmıştır (Güney & Selvi, 2023). Çalışmaya benzer olarak, Tüketicilerde gerçekleşen kaçak elektrik kullanımının akıllı sayaç verileri üzerinden tespiti amacıyla, gradyan artırmalı karar ağacı tabanlı üç makine öğrenmesi modeli kullanılmıştır. Yapılan Çalışmalarda, LightGBM, XGBoost ve CatBoost modelleri kullanılmış ve bu modeller, akıllı sayaçlardan alınan tarihsel günlük elektrik tüketim verileri üzerinden ilgili tüketicinin elektrik kullanımını "yasal kullanım" veya "kaçak kullanım" olarak sınıflandırmak için eğitilmiştir (Kara & Aksu, 2023).

Görüldüğü üzere, kamu sektöründe makine öğrenmesi temelli tahminleme çalışmaları son yıllarda önemli bir ivme kazanmış ve çeşitli uygulama alanlarında etkili sonuçlar vermiştir. Özellikle hizmet kalitesinin artırılması, kaynakların daha verimli kullanılması ve karar destek mekanizmalarının güçlendirilmesi gibi amaçlarla yapılan bu çalışmalar, kamu yönetiminde veri odaklı yaklaşımların önemini ortaya koymaktadır. Makine öğrenmesi algoritmalarının karmaşık süreçleri modelleyebilme ve öngörülerde bulunabilme yeteneği, kamu kurumlarının stratejik planlama ve operasyonel süreçlerinde etkin bir araç haline gelmesini sağlamıştır.

Vatandaşlardan gelen arıza, bağlantı ve çeşitli istek talepleri kurum tarafından değerlendirilmekte; çözüm sürecine yönelik olarak ilgili birimlere iletilip bir iş programı oluşturulmaktadır. Bu program doğrultusunda ekipler tarafından talepler karşılanmaya çalışılmaktadır. Sorunların çözüm süresi; talebin iletildiği konum, arıza türü, görevli ekip sayısı ve hattın teknik özellikleri gibi birçok parametreye bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu çalışmada, söz konusu parametreler dikkate alınarak sınıflandırma yöntemi ile problem çözüm sürelerinin tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada, Ensemble (topluluk) tabanlı makine öğrenmesi algoritmaları kullanılarak veri analizi gerçekleştirilmiş ve geliştirilen modeller, belirlenen performans ölçütleri doğrultusunda karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Model eğitimi için verinin %70'i eğitim (training) verisi, %30'u ise test (testing) verisi olarak kullanılmıştır. Uygulanan algoritmalar arasında LogitBoost, GentleBoost, RobustBoost, LPBoost, TotalBoost, RUSBoost, Bagging ve AdaBoost yer almaktadır. Bu algoritmaların başarımı; doğruluk (accuracy), F1 skoru (F1-score), kesinlik (precision), duyarlılık (recall) gibi temel performans metrikleri aracılığıyla ölçülmüş ve en uygun model, bu kriterler doğrultusunda belirlenmiştir.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

İçmesuyu dağıtım sistemleri, kentsel su döngüsünün en önemli unsurlarından biridir. Kentsel su yönetiminde temel hedef, yeterli miktarda ve kaliteli suyun abonelere kesintisiz ve zamanında ulaşmasını sağlamaktır. Ancak, su iletim ve dağıtım sistemlerinde çeşitli faktörlerden kaynaklanan işletme sorunları nedeniyle su kayıpları artmakta ve bu kayıplar farklı seviyelere ulaşmaktadır. Su kayıplarının artması, abone şikayetlerinin çoğalmasına ve hizmet kalitesinin düşmesine yol açmaktadır (Acar, Bozkurt & Fırat, 2024). Bireylerin talepleri doğrultusunda alınan geri bildirimlerin değerlendirilmesi, hem su kayıplarının hem de sağlanan hizmetin etkinliği açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak, su kayıplarının ve taleplerin değerlendirilmesi ile çözüm sürelerinin tahmin edilmesi, birçok parametreye bağlıdır. Bu parametrelerden bazıları, arıza ve talebin meydana geldiği lokasyonun uzaklığı, hattın basıncı, boruların türü ve basınç sınıfları, hattın niteliği ve beslenen deponun konumu gibi doğrudan veya dolaylı faktörlerden etkilenmektedir. Ayrıca, bu faktörler her kurumun hizmet politikasına göre farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle, kesin bir teorik yaklaşım geliştirmek oldukça zordur. Ancak, günümüzde yapay zeka destekli sistemlerin gelişimi ile birlikte, bu çözüm sürelerinin tahmin edilmesi önemli bir boyut kazanmıştır.

Yapılan çalışmada, söz konusu nitelikler bir arada değerlendirilerek sınıflandırma yöntemleri kullanılmış ve işin tamamlanma süreleri başarılı bir şekilde tahmin edilmiştir. Bu tahminler, günümüzde küresel ölçekte yaşanan kuraklıkların suya erişim üzerindeki olumsuz etkilerinden biri olarak, su hatlarındaki kayıp-kaçakların tamir sürelerini ve vatandaş taleplerine hızlı yanıt verebilmek için gerekli altyapının önceden planlanmasına olanak sağlamaktadır.

VERİ SETİ

Kayseri Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi İçmesuyu Dairesi Başkanlığının 2022 ve 2023 yılı içerisindeki vatandaş taleplerinden oluşmaktadır.Kayseri Büyükşehir Belediyesi'ne bağlı bir kuruluş olan bu kurum, su ve atıksu hizmetlerini toplumun ihtiyaçlarını ve beklentilerini esas alarak, abone memnuniyetini ön planda tutan bir anlayışla yürütmeyi hedeflemektedir. Hizmetlerini sunarken, mevcut doğal kaynakları titizlikle koruyan, sürdürülebilir kalkınma ilkelerine bağlı, ileri teknolojileri etkin biçimde kullanan, yenilikçi ve çözüm odaklı bir yaklaşım benimsemektedir.Kurum, insan ve çevre sağlığını merkeze alan, ekolojik dengeyi gözeten bir perspektifle, içmesuyu temininden atıksuların arıtılmasına kadar tüm süreçleri entegre bir yönetim anlayışıyla ele almaktadır. Kaliteli, kesintisiz ve güvenli su temini ile birlikte çevreye zarar vermeden atıksu yönetimini gerçekleştirmek, bu kuruluşun temel sorumlulukları arasında yer almaktadır. Vatandaşların yaşam kalitesini artırmayı temel amaçlarından biri olarak benimseyen kuruluş, katılımcı ve şeffaf bir yönetim modeli doğrultusunda hizmetlerini sürekli geliştirmeye ve toplumsal faydayı en üst düzeye çıkarmaya yönelik

çalışmalar yürütmektedir. Bu kapsamda, karar alma süreçlerinde veri temelli yaklaşımların etkinliğine önem verilmekte olup, İçmesuyu Dairesi Başkanlığı'na iletilen vatandaş taleplerine ilişkin veriler analiz edilerek hizmet iyileştirmelerine katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Kuruluşun misyonu doğrultusunda, vatandaş taleplerinin kapanma sürelerinin öngörülmesi amacıyla veri analiz yöntemlerinden yararlanılması planlanmıştır. Böylelikle, hem kurumsal operasyonel verimliliğin artırılması hem de vatandaş memnuniyetinin zamanında ve etkili geri bildirimlerle desteklenmesi amaçlanmaktadır.

Veriler, bu taleplerin kapanma süreleri dikkate alınarak işlenmiş ve analiz için uygun hale getirilmiştir. Veri seti, 303 adet sütun içermekte olup, bu sütunlarda ilgili taleplerin ait olduğu mahallelerin sayısal özellikleri ile bu mahallelere ait hat uzunlukları yer almaktadır. Ayrıca, her sütun 0 ve 1 değerleriyle temsil edilen ikili (binary) sınıflandırma bilgilerini içermektedir.

Analiz kapsamında kullanılan veriler, çok çeşitli nitelikleri içeren kapsamlı bir veri yapısına sahiptir. Bu nitelikler, hem zamansal hem de mekânsal unsurları barındırmakta olup, talep yönetimi süreçlerinin daha etkin bir şekilde analiz edilmesine olanak tanımaktadır. Veriler; vatandaş taleplerinin iletildiği kanal (çağrı merkezi, mobil uygulama, web portalı, doğrudan başvuru gibi), talebin geldiği ilçe ve mahalle bilgileri ile birlikte zamansal olarak talebin sisteme giriş yaptığı tarih ve saat gibi zaman damgalarını içermektedir. Bunun yanı sıra, taleplerin iletildiği mahallelerin hangi su depoları ile ilişkili olduğu bilgisi de veri setine dâhil edilmiştir. Bu ilişki, su dağıtım altyapısının bölgesel düzeydeki yapısını anlamaya yönelik önemli bir bileşendir. Ayrıca, mahallelerin sahip olduğu içmesuyu altyapısına ilişkin teknik veriler de (boruların toplam uzunluğu, kullanılan boru hatlarının türleri, malzeme yapıları, çap ve basınç sınıfları gibi) analiz sürecinde dikkate alınan önemli nitelikler arasında yer almaktadır.Veri toplam 72.861 adet talepten oluşmaktadır.A305 sütunu, tahmin edilmesi amaçlanan hedef değişkeni temsil etmektedir. Bu sütunda yer alan değerler, ilgili işin bir saat içinde tamamlanıp tamamlanmadığını göstermektedir. Eğer iş, belirtilen süreden önce tamamlanmışsa 303 sütunundaki değer '0'; aksi takdirde, yani bir saat içinde tamamlanmamışsa, değer '1' olarak kaydedilmiştir. Diğer sütunlar ise, bu hedef değişkenin tahmin edilmesine katkı sağlayan bağımsız değişkenlerdir ve işin tamamlanma durumunu öngörmek amacıyla kullanılmaktadır.

METODOLOJİ

Sınıflandırma Yöntemi, bir veri setindeki verilerin benzer özelliklerine dayanarak belirli kategorilere ayrılmasını sağlar. Bu amacı gerçekleştirmek için çeşitli algoritmalar geliştirilmiştir (Çınar, 2019).Bu çalışmada ensemble öğrenme yöntemlerinden Boosting ve Bagging algorıtmalarından bazıları olan LogitBoost, GentleBoost, RobustBoost, LPBoost, TotalBoost, RUSBoost, Bag ve AdaBoost kullanılmıştır. Veri madenciliği ve makine öğrenimi alanlarında önemli bir yer edinen topluluk (ensemble) yöntemleri, özellikle son on yılda dikkate değer bir gelişim göstermiştir. Topluluk öğrenme yaklaşımlarında, birden fazla sınıflayıcı modelin çıktıları birleştirilerek, daha güçlü ve genellenebilir bir tahmin performansı elde edilmektedir. Bu yöntemde, bireysel modellerin kararları kolektif bir biçimde değerlendirilir ve nihai karar, topluluğun ortak görüşüne dayanarak oluşturulur (Kalemci, 2018).

Bagging (Bootstrap Aggregating) yöntemi, 1996 yılında Leo Breiman tarafından geliştirilmiş ve istatistiksel öğrenme literatürüne önemli katkılar sağlamış bir topluluk (ensemble) yöntemidir. Bu yöntem, model varyansını azaltarak genelleme performansını artırmayı hedefler. Bagging yaklaşımında, orijinal veri setinden rastgele ve iadeli (bootstrap yöntemiyle) birden fazla alt örneklem oluşturulur. Her bir alt örneklem, veri setinden belirli sayıda gözlemin tekrarlı olarak seçilmesiyle elde edilir ve bu örneklemler üzerinde bağımsız tahmin modelleri eğitilir. Eğitilen bu modellerin çıktıları, sınıflandırma problemlerinde çoğunluk oylaması, regresyon problemlerinde ise ortalama alma yöntemiyle birleştirilerek nihai tahmin gerçekleştirilir. Özellikle yüksek varyansa sahip temel öğreniciler (örneğin karar ağaçları) için Bagging, modelin istikrarını ve doğruluğunu artıran etkili bir yöntem olarak öne çıkar.Diğer yandan, Boosting yöntemi, Bagging'e benzer biçimde topluluk öğrenmesine dayansa da, öğrenme sürecinin ardışık ve birbirine bağımlı adımlarla ilerlemesi bakımından farklılık gösterir. Boosting algoritmalarında her bir temel öğrenici, önceki modelin yaptığı hatalar dikkate alınarak eğitilir. Bu süreçte, eğitim verileri içerisindeki yanlış sınıflandırılmış ya da yüksek hata barındıran gözlemlerin sonraki adımlarda seçilme olasılığı artırılır. Böylece model, her adımda hatalara daha fazla odaklanarak tahmin doğruluğunu artırır. Öğrenme süreci iteratif olarak devam eder ve modeller, ağırlıklı oylama ya da ağırlıklı ortalama gibi yöntemlerle birleştirilerek nihai tahmin elde edilir. Boosting, bu ardışık

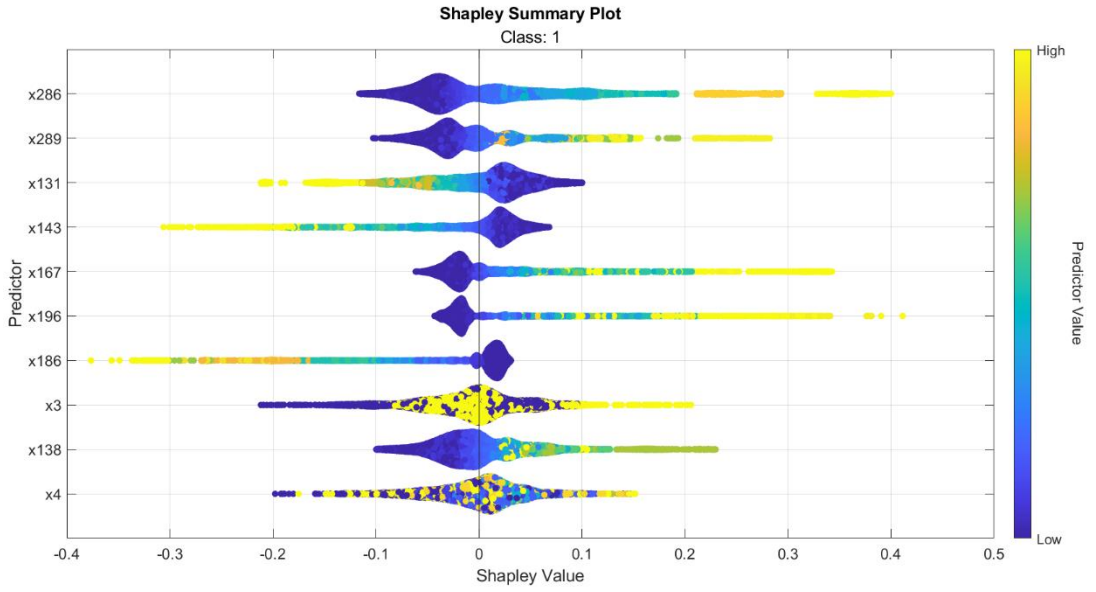
yapısı sayesinde özellikle bias'ı azaltmada etkili olmakta, düşük bias ve makul varyans düzeyiyle yüksek doğruluk sağlamaktadır.

Bagging ve Boosting yöntemleri arasındaki temel farklılıklar, öğreniciler arası bağımlılık, veri seçimi stratejisi ve modelleme hedefleri açısından belirginleşir. Bagging'de öğreniciler birbirinden bağımsız olarak eğitilirken, Boosting'de her öğrenici bir öncekinin hatalarına bağlı olarak oluşturulur. Ayrıca, Bagging'de tüm gözlemlerin seçilme olasılığı eşitken, Boosting'de bu olasılıklar model hatalarına bağlı olarak dinamik biçimde güncellenir. Bu bağlamda, Bagging daha çok varyansı azaltmaya yönelikken, Boosting'in temel amacı bias'ı düşürmektir. Uygulama açısından değerlendirildiğinde ise Boosting'in genellikle daha az bellek kullanması, daha hızlı sonuç üretmesi ve yüksek doğruluk sunması sebebiyle günümüzde daha yaygın bir şekilde tercih edildiği görülmektedir. Bununla birlikte, her iki yöntem de problem türü, veri yapısı ve temel öğrenici tipi dikkate alınarak uygun koşullarda başarıyla kullanılabilir.

RESULTS AND DISCUSSION

Bu çalışmanın daha derinlemesine yorumlanabilmesi ve modelin karar verme süreçlerinin anlaşılabilmesi amacıyla SHAP (Shapley Additive explanations) analizi uygulanarak başlanmıştır. SHAP yöntemi, her bir özelliğin modele yaptığı katkıyı açıklayıcı bir biçimde nicel olarak ifade etmesiyle, modelin karar mekanizmalarını şeffaflaştırmakta ve yorumlanabilirliği artırmaktadır. Makine öğrenmesi önemli ilerlemeler kaydetmiş olsa da, algoritmaların genellikle "kara kutu" şeklinde çalışması, çıktıların nedenlerini açıklamayı zorlaştırmaktadır. SHAP (SHapley Additive ExPlanations) yöntemi, bu sorunu aşarak makine öğrenmesi modellerini yorumlanabilir hale getirmekte ve karar süreçlerinin şeffaflığını artırmaktadır.(Kelle & Yüce, 2022).Bu bağlamda, SHAP analizi sayesinde hem modelin genel davranışı hem de bireysel tahminler düzeyinde değişkenlerin etkisi detaylı olarak incelenmiş ve elde edilen sonuçların açıklanabilirliği güçlendirilmiştir. SHAP, makine öğrenmesi algoritmalarının çıktılarının yorumlanabilirliğini artırmak amacıyla koalisyonel oyun teorisine dayanan bir açıklama yöntemidir (Lundberg & Lee, 2017). Bu yaklaşım, her bir özelliğin modele katkısını adil ve tutarlı bir şekilde değerlendirmeyi amaçlar.

Bu çalışmada kullanılan verilere ilişkin SHAP (Shapley Additive explanations) şekil 1 de sunulmaktadır. Grafiğin Y ekseninde modelde yer alan öznitelikler yer almakta, X ekseninde ise her bir öznitelik değerinin model tahmini üzerindeki etkisi, yani SHAP değeri, gösterilmektedir. Pozitif SHAP değerleri modelin hedef sınıfa yönelik tahminini güçlendirirken, negatif değerler bu eğilimi zayıflatmaktadır. Renk skalası, öznitelik değerlerinin büyüklüğünü temsil etmektedir; mavi tonlar düşük, sarı tonlar ise yüksek öznitelik değerlerini göstermektedir. Her bir öznitelik için yoğunluğun arttığı bölgeler, ilgili SHAP değerinde çok sayıda gözlemin bulunduğunu ve bu değerin model çıktısında sıkça görüldüğünü ifade etmektedir. SHAP değerlerinin mutlak ortalamasına göre sıralanarak model üzerinde en fazla etkiye sahip olan ilk 10 özniteliği temsil etmiştir.



Şekil 1. Shapley Analiz Sonuçları

x286: *Terfi Hat Uzunluğu* ; **x289:** *K9 Sınıfı Duktil Boru Uzunluğu* ; **x131:** *Ø150 Mm Çaplı Düktil Döküm İçme Suyu Borusu Uzunluğu ;* **x143:** *Ø20 Mm Çaplı Polietilen İçme Suyu Borusu Uzunluğu ;* **x167:** *Ø140 Mm Pvc İçme Suyu Borusu Uzunluğu ;* **x196:** *Ø160 Mm Pvc İçme Suyu Borusu Uzunluğu ;* **x186:** *Ø350 Mm Çaplı Düktil Döküm İçme Suyu Borusu Uzunluğu ;* **x3:** *Talebin İletildiği Yıl ;* **x138:** *Ø110 Mm Çaplı Polietilen İçme Suyu Borusu Uzunluğu ;* **x4:** *Talebin İletildiği Ay;*

Şekil 1de elde edilen bulgular doğrultusunda, terfi hat uzunluğu (x286) ve K9 sınıfı duktil boru uzunluğu (x289) özniteliklerinin modelin tahmin performansına en yüksek katkıyı sağlayan değişkenler arasında yer aldığı tespit edilmiştir. Sınıf 1 tahmininde en etkili iki değişkenin x286 ve x196 olduğu görülmektedir. Bu değişkenler, değerlerine bağlı olarak model tahminine hem pozitif hem de negatif katkı sağlayabilmekte, dolayısıyla sınıflandırma sonucunu yukarıya ya da aşağıya çekebilmektedir. Bu durum, talebin geldiği mahallelerde bulunan terfi hatlarının ve K9 sınıfı düktil boru yoğunluğunun kapanma süresi üzerinde belirgin bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Shapley değerlerinin negatif olduğu bölgelerde ise, bu etkilerin ters yönde işlediği ve kapanma süresinin daha kısa olduğu gözlemlenmektedir.

Diğer taraftan, x131 ve x143 değişkenleri sırasıyla Ø150 mm çapında düktil döküm içme suyu borusu uzunluğu ile Ø20 mm çapında polietilen içme suyu borusu uzunluğunu temsil etmektedir. Bu değişkenlerin ise kapanma süresi üzerinde ters yönde bir etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir. Özellikle bu boruların yoğun olarak bulunduğu bölgelerde, talebin kapanma süresinin 1 saatin altına (Sınıf 0) düşmesine katkı sağladığı anlaşılmaktadır. Bu durum, söz konusu boru tiplerine kurum tarafından uygulanan hızlı ve pratik tamir yöntemlerinin, örneğin kolay monte edilebilen tamir kelepçeleri gibi ekipmanların, müdahale sürelerini kısaltmasıyla açıklanabilir.

Bu öznitelikler, analiz edilen bölgedeki içmesuyu hatlarının yapısal türlerini tanımlamaktadır.Söz konusu hat türlerinin farklı mühendislik ve işletme özelliklerine sahip olması, bakım-onarım faaliyetlerinin karmaşıklığını ve vatandaş taleplerine verilen hizmet sürecini doğrudan etkileyebilmektedir. Bu bağlamda, hattın türü, basınç sınıfını ve tamir yöntemlerinin taleplerin kapanma süresinin tahminide önemli rol oynadığı belirlenmiştir.

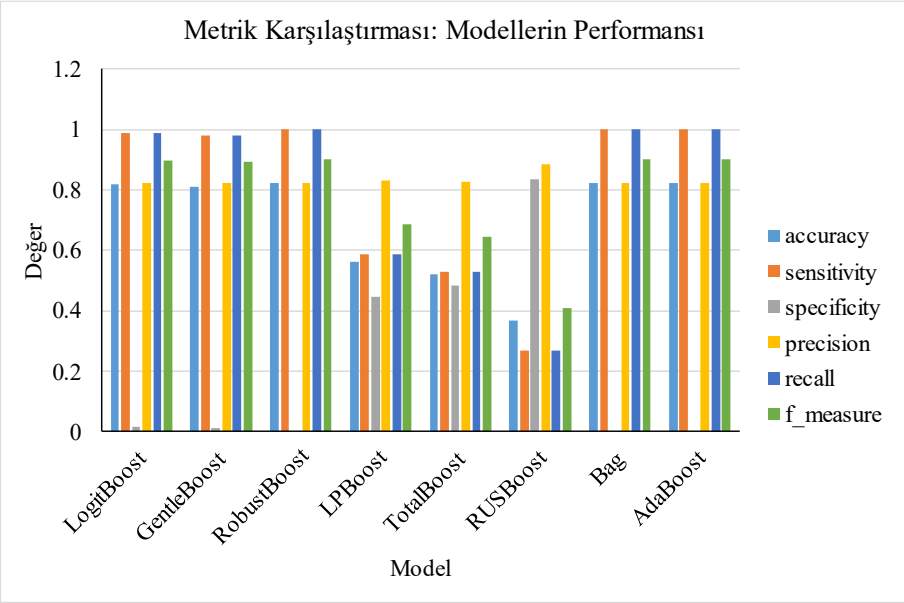
Bu çalışma, farklı sınıflandırma algoritmalarının performansını çeşitli metrikler üzerinden de karşılaştırmaktadır. Modellerin doğruluk (accuracy), duyarlılık (sensitivity), özgüllük (specificity), kesinlik (precision), geri çağırma (recall) ve F ölçütü (f-measure) gibi metriklere dayalı olarak performansları değerlendirilmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar tablo 1 de verilmiştir.

Tablo 1. Makine Öğrenmesi Yöntemlerinin Performans Ölçütleri

Yöntem	Accuracy	Sensitivity	Specificity	Precision	Recall	F-measure
LogitBoost	0.817	0.989	0.016	0.823	0.989	0.899
GentleBoost	0.810	0.981	0.014	0.822	0.981	0.894
RobustBoost	0.822	0.999	0.000	0.822	0.999	0.903
LPBoost	0.562	0.587	0.446	0.831	0.587	0.688
TotalBoost	0.522	0.531	0.483	0.826	0.531	0.646
RUSBoost	0.368	0.267	0.837	0.884	0.267	0.410
Bag	0.822	0.999	0.000	0.822	0.999	0.903
AdaBoost	0.822	0.999	0.000	0.822	0.999	0.903

Tablo 1 de görüleceği üzere, Ensemble modellerin Sensitivity ve Precision gibi metriklerde üstün performans sergilediğini göstermektedir. Özellikle RobustBoost, Bagging ve AdaBoost gibi modeller, yüksek sensitivity ve recall değerlerine sahip olup, doğru pozitifleri tanımada mükemmel başarı göstermektedir. Bu modellerin precision ve f-measure gibi diğer metriklerde de yüksek değerler alması, bu modellerin genel olarak iyi bir performans sergilediğini gösterir. Diğer taraftan, RUSBoost modeli, özellikle specificity açısından yüksek bir başarıya sahiptir ve negatif sınıfları doğru şekilde tanımlamada güçlüdür. Ancak, LPBoost ve TotalBoost modelleri, özellikle accuracy ve recall gibi metriklerde daha düşük performans göstermektedir. Bu durum, bu modellerin belirli görevlerde sınıflandırma başarısını olumsuz yönde etkileyebilir.

Grafiksel karşılaştırmalar, modellerin her bir metriğe göre nasıl performans gösterdiğini açık bir şekilde ortaya koymaktadır ve renkli grafikler, modeller arasındaki farkları görsel olarak netleştirmektedir. Şekil 2'ye göre, bu çalışma, model seçiminde metriklerin önemini vurgulamakta ve her modelin güçlü yönlerini belirlemekte yardımcı olmaktadır. Özellikle, yüksek sensitivity ve recall gerektiren uygulamalarda RobustBoost ve AdaBoost gibi modeller tercih edilebilirken, RUSBoost modelinin specificity avantajı, yanlış pozitiflerin minimize edilmesi gereken durumlar için uygun olabilir.

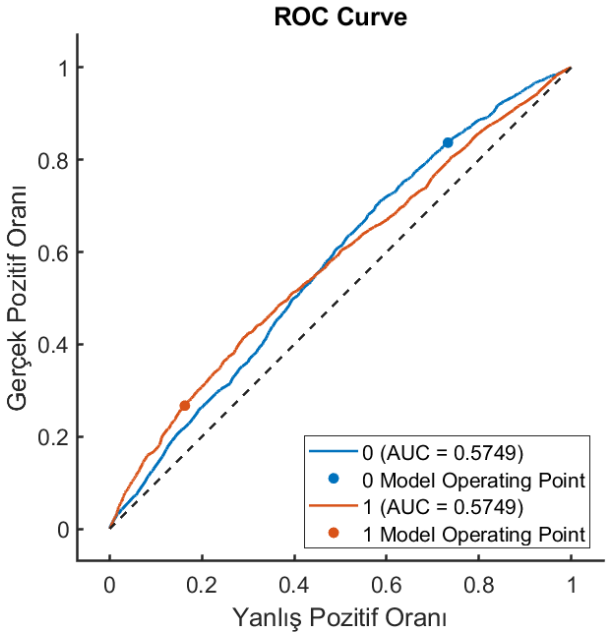


Şekil 2. Modellerin Metrik Değerleri

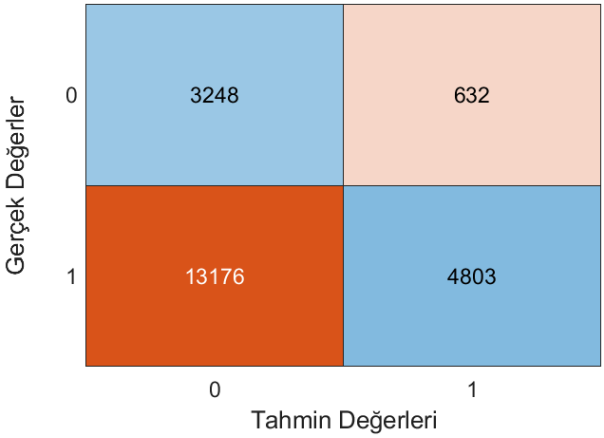
En yüksek performans metriklerine sahip algoritmalar RobustBoost, Bag ve AdaBoost olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntemler, özellikle doğruluk (accuracy), duyarlılık (sensitivity) ve F1 skoru açısından üstün sonuçlar vermektedir. Bununla birlikte, söz konusu algoritmaların özgüllük (specificity) değerlerinin düşük olması, negatif sınıfların ayırt edilmesinde yetersiz kaldıklarını göstermektedir. Buna karşın, LogitBoost algoritması daha dengeli bir performans sergilemekte; hem pozitif hem de negatif sınıfların sınıflandırılmasında nispeten daha istikrarlı sonuçlar sunmaktadır. Bu nedenle, algoritma seçimi uygulamanın bağlamına ve sınıflar arası dengenin önemine göre yapılmalıdır. Pozitif sınıfların doğru tanınmasının öncelikli olduğu durumlarda RobustBoost, Bag veya AdaBoost tercih edilebilirken; sınıflar arası ayırt ediciliğin önemli olduğu senaryolarda LogitBoost daha uygun bir seçenek olarak değerlendirilebilir.

Çalışmada Tablo 1'deki performans kriterlerine göre ensemble modelleri başarılı iken, RUSBoost modeli için ROC eğrisi Şekil 3 de verilmiştir. Modelin ROC eğrisi altındaki alanı (AUC) 0.5749 olarak hesaplanmıştır. Bu değer, sınıflar arasındaki ayrım gücünün oldukça düşük olduğunu göstermektedir. AUC değeri 0.5'e oldukça yakın olup, modelin performansının rastgele sınıflandırma düzeyinde olduğu söylenebilir. ROC eğrisi, ideal durumda olması beklenen sol üst köşeye yakın bir doğrultuda ilerlememekte; bu durum, modelin düşük düzeyde duyarlılığa (true positive rate) ve görece yüksek bir yanlış pozitif oranına (false positive rate) sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, iki farklı performans kriteri açısından bir çelişki ortaya koymaktadır. Şekil 4'de ise bu algoritmaya ait karışıklık matrisi verilmiştir. Burada da Şekil.3'deki yorumları destekler nitelikte değerler çıkmıştır. RUSBoost modelinin Karşılık matrisi ve ROC kriterine göre performansının

iyileştirilmesi amacıyla, makine öğrenmesi yaklaşımlarının meta-sezgisel yöntemlerle (örneğin, genetik algoritma, parçacık sürü optimizasyonu) birleştirildiği hibrit yöntemlerin kullanılması gerekmektedir.



Şekil 3. RUSBoost algoritması Roc Eğrisi



Şekil 4. RUSBoost algoritması karışıklık matrisi

CONCLUSION

İnsanların taleplerinin kısa sürede giderilmesi için bölgenin sahip olduğu içmesuyu altyapısının türünün önemi anlaşılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, kamu hizmetlerinin etkinliğini artırmak ve vatandaş taleplerine daha hızlı yanıt verebilmek amacıyla, içmesuyu altyapı sistemlerinde yer alan farklı hat türlerine özgü müdahale protokollerinin geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir. Terfi, isale ve yüksek basınçlı düktil hatları gibi farklı mühendislik ve işletme karakteristiklerine sahip hat türleri, bakım-onarım süreçlerinin karmaşıklığını artırmakta ve bu durum doğrudan kapanma süresi üzerinde etkili olmaktadır.Yine bu çalışmada görülmüştür ki hızlı ve pratik tamir yöntemlerinin taleplerin kapanma süresine olumlu katkıları olmaktadır. Bu nedenle, her hat türüne uygun standart müdahale prosedürlerinin oluşturulması ve bu prosedürlere ilişkin saha personeline düzenli ve uygulamalı eğitimlerin verilmesi, müdahale sürelerinin optimize edilmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır.Buna ek olarak, müdahale edilecek hat türüne özgü

ekipmanların önceden belirlenerek ilgili bakım birimlerinde hazır bulundurulması ve bu ekipmanların yeterli stok seviyelerinde tutulması, müdahale sürecindeki lojistik gecikmelerin önüne geçilmesini sağlayacaktır. Operasyonel etkinliğin artırılması adına, hat türüne dayalı önceliklendirme stratejilerinin geliştirilmesi ve bu stratejilerin karar destek sistemleriyle entegre edilmesi de önerilmektedir. Bu sayede, daha fazla teknik risk veya vatandaş mağduriyetine yol açabilecek hatlara öncelik verilerek kaynak kullanımı rasyonelleştirilebilir.

Bu bağlamda, bu tür bütüncül ve veri odaklı yaklaşımlar sayesinde, kamu sektörü hizmet sağlayıcılarının daha hızlı, etkili ve çözüm odaklı müdahalelerde bulunmaları mümkün hale gelmekte; bu da doğrudan vatandaş memnuniyetini artırarak kamu hizmetlerinin kalitesine pozitif yönde katkı sunmaktadır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, sağladığı istatistikler için Kayseri Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanalizasyon İdaresi'ne (KASKİ) teşekkür eder.

REFERENCES

Acar, F., Bozkurt C., & Fırat, M. (2024). *Importance And Evaluatıon Of Apparent Losses In Urban Water Management*, IX. International Health, Engineering and Sciences Congress, September 27–29, 2024, Ankara, Türkiye.

Başa, Ş., & Kurt, S. (2017). *Su ve Kanalizasyon İdarelerinde Akıllı Su Yönetimi Uygulamaları: Tekirdağ Örneği*. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Y.2017, C.22, Kayfor15 Özel Sayısı, s.1519–1532.

Çınar, A. (2019). *Veri Madenciliğinde Sınıflandırma Algoritmalarının Performans Değerlendirmesi ve R Dili ile Bir Uygulama*, Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi, Cilt 14, Sayı 51, Ocak 2019, ss. 90–111.

Güney, İ., & Selvi, İ. (2023). *Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Anormal İçme Suyu Tüketimlerinin Tespit Edilmesi ve Tahmin Modellerinin Geliştirilmesi*. Zeki Sistemler Teori ve Uygulamaları Dergisi, 6(2), 159–173.

Kalemci, Ö. (2018). *Veri Madenciliği Yöntemi ile Prostat Kanseri İçin Erken Uyarı Protokollerinin Geliştirilmesi* (Doktora Tezi). Erişim adresi: https://nek.istanbul.edu.tr/ekos/TEZ/60607.pdf

Kara, Y., & Aksu, A. (2023). *Tüketicilerde Kaçak Elektrik Kullanımının Akıllı Sayaç Verisi Üzerinden Gradyan Artırmalı Karar Ağacı Tabanlı Makine Öğrenmesi Yöntemleriyle Tespiti*, Journal of Investigations on Engineering & Technology, 6(1), 1–12. ISSN: 2687-3052.

Kelle, A., & Yüce, H. (2022). *MQTT Trafiğinde DoS Saldırılarının Makine Öğrenmesi ile Sınıflandırılması ve Modelin SHAP ile Yorumlanması*, Journal of Materials and Mechatronics: A JournalMM, 3(1), 50–62.

Lundberg, S., & Lee, S. (2017). *A Unified Approach to Interpreting Model Predictions*. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/317062430_A_Unified_Approach_to_Interpreting_Model_Predictions

Sezer, Ö. (2008). *Kamu Hizmetlerinde Müşteri (Vatandaş) Odaklılık: Türkiye'de Kamu Hizmeti Anlayışı Açısından Bir Değerlendirme*, ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 4(8).

ASSESSING WASTE HEAT RECOVERY POTENTIAL IN DISHWASHERS

Fazıl Erinç YAVUZ[1]

[1]Haier Europe, Eskişehir, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-6796-3516

ABSTRACT

This study investigates the potential for energy savings in dishwashers through the implementation of a waste heat recovery system. The core concept involves transferring heat from hot wastewater to cold incoming tap water before the wastewater is discharged from the system. This process aims to reduce the operating time of the dishwasher's heating element, thereby conserving energy. The proposed system collects wastewater in a chamber, through which a pipe carrying fresh tap water is routed, facilitating heat exchange. The maximum recoverable heat is calculated using fundamental heat exchanger formulas, and potential heat recovery is determined using the Log Mean Temperature Difference (LMTD) method, as no prototype design or experimental data are currently available. The analysis focuses on two distinct heat recovery points within the dishwasher's operational cycle, corresponding to the pre-wash and main wash phases. Cumulatively, these two points suggest a total heat gain representing approximately 6% energy saving compared to the system's current energy consumption. This theoretical study provides a foundational understanding for the development of energy-efficient dishwashers.

Keywords: Waste heat recovery, Dishwasher, Energy efficiency, Heat exchanger, LMTD.

INTRODUCTION

Energy consumption is increasing day by day with the human activity. Every industry is trying to reduce their impact to be more competitive, more environmentally friendly and more sustainable. In this context, lots of regulations have been published by the governments to reduce the energy consumption of the household appliances, also companies must declare their machines energy consumption before sale. So, reducing the energy consumption is become an essential aim for the companies. For this reason, energy consumption of the dishwasher has been investigated and implementation of heat recovery system investigated in this study. There is plenty of studies in the literature which investigated similar topics. One paper proposes and analyses a heat recovery system for dishwashers that uses wastewater heat to preheat incoming water, demonstrating its technical feasibility, validating a design method through prototype testing, and confirming its economic benefits (Paepe, et al.,2003). Other paper, experimentally investigates a heat recovery system for household dishwashers using a heat exchange tank to transfer greywater heat to incoming tap water, demonstrating annual energy savings of 57.1 kWh, a payback period of 6.7 years, and a reduction of 21.08 kg in CO_2 emissions (Selimli, et al., 2019). In another study, theoretical and experimental study on integrating a miniaturized heat exchanger into commercial dishwashers to recover waste heat, demonstrating up to 50% energy savings without compromising performance, and highlighting its potential to significantly reduce energy consumption and emissions in the sector (Zanganeh, et al., 2025).

During this study, several heat exchanger types has been investigated and decided to use the compact brazed plate heat exchanger to prevent mixing and leakage (Shah & Sekulic, 1998).

For calculation of the amount of heat recovery, logaritmic temperature difference method is used in this study and average heat capacity is used for calculation of total heat transfer (Incropera, et al., 1996)

METHOD

To measure the potential heat recovery working principles of dishwasher should be understood. During one washing cycle of dishwasher, it generally consisted of three main sections, which, pre-wash, main wash, rinse and drying. As seen in the Figure 1. Water is not heated during the pre-wash section, in main wash section water is heated to the almost 50°C and during the last section rinsing water is heated to the almost 70°C. So,

during one cycle the machine has two potential heat recovery area which is shown in the green rectangle in the Figure 1.



Figure 1. Temperature of the water during complete washing cycle, and potential heat recovery areas

After the decision of potential heat recovery areas, calculation methodology has been investigated. During the investigation and calculation, counterflow heat exchangers, has been considered, because their potential is much greater than the parallel flow heat exchangers (Incropera, et al., 1996). In Figure 2 and Eq 1., calculation method of counterflow heat exchanger is shown (Incropera, et al., 1996)

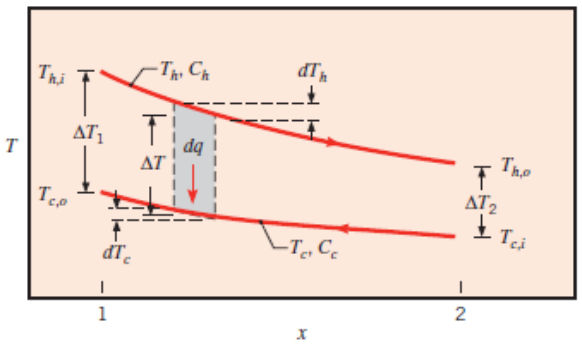


Figure 2. Counterflow heat exchanger heat transfer potential

$$\Delta T_{lm} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\Delta T_1 / \Delta T_2\right)} \quad (1)$$

Temperatures of the inlet water and to be drained hot water were measured experimentally. Calculation of the potential heat transfer amount has been calculated according to those values. Potential heat transfer amount has been calculated with Eq. 2 which shared in below.

$$Q = mC_p\Delta T_{lm} \quad (2)$$

As previously described, in the cycle two potential heat recovery area exists, due to that, two different calculations will be conducted.

RESULTS

First Heat Recovery Point

As explained in previous section, Eq.1 & 2 were used with the experimental water temperatures which is shown in Table 1. Average temperature is calculated with based on both inlet temperatures and thermophysical properties of the water is determined as shown in Table 2.

Table 1. Water inlet and outlet temperatures

Inlet / Outlet	Inlet	Outlet
Hot Water	25	18
Cold Water	15	21

Table 2. Thermophysical properties of water at 20°C

Property	Unit	Value
Density	kg/m^3	998
Cp	J/kgK	4182

LMTD and potential heat recovery were calculated according to these values, and 3.476°C and 14.1 Wh heat recovery potential has been calculated, respectively.

Second Heat Recovery Point

Same study has been conducted for the second heat recovery point for temperatures that are shared in Table 3 and with the properties in Table 4.

Table 3. Water inlet and outlet temperatures

Inlet / Outlet	Inlet	Outlet
Hot Water	40	25
Cold Water	15	27

Table 4. Thermophysical properties of water at 20°C

Property	Unit	Value
Density	kg/m^3	997
Cp	J/kgK	4179

LMTD and potential heat recovery were calculated according to these values, and 11.434°C and 46.32 Wh heat recovery potential has been calculated, respectively.

CONCLUSION AND DISCUSSION

As a result of the calculations, the heat recovery potential of the dishwasher was determined to be 14.1 Wh for the first section and 46.32 Wh for the second section, totaling 60.42 Wh. This corresponds to approximately 6% of the dishwasher's total heat consumption, indicating that a significant portion of energy can be recovered from the drain water, ultimately reducing overall energy usage.

REFERENCES

Incropera, F. P., DeWitt, D. P., Bergman, T. L., & Lavine, A. S. (1996). *Fundamentals of heat and mass transfer* (Vol. 6, p. 116). New York: Wiley.

De Paepe, M., Theuns, E., Lenaers, S., & Van Loon, J. (2003). Heat recovery system for dishwashers. *Applied Thermal Engineering*, *23*(6), 743-756.

Selimli, S., Karabas, T., Taskin, Y., & Karatas, M. B. (2019). Experimental study of the performance of heat recovery by a fin and tube heat exchange tank attached to the dishwasher greywater line. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, *36*, 100552.

Zanganeh, J., Seyfaee, A., Gates, G., & Moghtaderi, B. (2025). Thermal Management and Energy Recovery in Commercial Dishwashers: A Theoretical and Experimental Study. *Energies*, *18*(9), 2338.

Shah, R. K., & Sekulic, D. P. (2003). *Fundamentals of heat exchanger design*. John Wiley & Sons.

EFFECT OF NOZZLE SHAPE ON SPRAY DISTRIBUTION IN DISHWASHER SPRAY ARM: A MESHLESS CFD APPROACH

Fazıl Erinç YAVUZ[1]

[1]Haier Europe, Eskişehir, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-6796-3516

Enes ŞAHİN[2]

[2]Haier Europe, Eskişehir, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0008-4857-7198

Hasan GERGİN[3]

[3]Haier Europe, Eskişehir, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-4970-0081

ABSTRACT

This study presents preliminary work for a new spray arm being designed for use in dishwashers. The aim is to virtually evaluate design criteria to enhance washing performance. For this purpose, a specific section of an existing spray arm was selected, and analyses were conducted by adding a single nozzle to it.

A virtual design of experiment was created for the added nozzle, considering parameters that influence spray behavior, such as surface area, radius shape, outlet geometry, and radius direction. The analyses were performed using Particleworks software, a mesh-free particle-based computational fluid dynamics (CFD) solver. This method allows for precise modeling of fluid flows within intricate geometric details.

Performance criteria such as water outlet angle, volumetric flow rate, surface coverage, and pressure were evaluated within the scope of the study. The results indicated that different regions of the spray arm have varying design requirements.

These analyses will form the basis for the design of the new spray arm, which is still under development, and play a guiding role in the early stages of the product development process. Future experimental studies are planned to validate these preliminary findings and contribute to the final design.

Key Words: Spray behaviour, Dishwasher, Spray Arm, Meshless CFD, DoE

INTRODUCTION

Energy consumption is one of the most critical parameters for companies operating in the home appliance industry. However, in the case of dishwashers, this evaluation extends to additional parameters such as water consumption, noise level, and washing performance. This study represents the initial phase of a broader investigation aimed at improving washing performance, focusing specifically on the analysis of spray patterns.

The spray behavior will be examined based on four distinct parameters, and their interrelationships will be evaluated using the Taguchi method (Taguchi, 1987).

One producer of dishwasher is colloborated with the university for master thesis, and they work on, focusing on the experimental evaluation and iterative redesign of dishwasher spray arm nozzles to enhance system robustness and validate a new performance improvement theory, ultimately leading to a final design with improved mechanical stability but requiring further development to meet cleaning performance targets (Teskara,2015).

This study demonstrates the use of stereolithography-fabricated prototypes as functional components in the experimental redesign and optimization of a dishwasher spray arm, highlighting the effectiveness of SL models in real washing cycles and detailing the methodology and engineering challenges encountered throughout the process (Dedoussis & Giannatsis, 2004).

METHOD

A meshless Computational Fluid Dynamics (CFD) approach was utilized to investigate how nozzle geometry affects spray behaviour in a dishwasher spray arm. The commercial software Particleworks, which is based on Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH), was used for all simulations. This approach allowed fluid behaviour to be modelled without the constraints of mesh generation, which is advantageous for complex internal geometries.

A Design of Experiments (DoE) approach was adopted to systematically examine the effect of geometric parameters. The factors considered were shared in Table 1.

Table 1. Design of Experiments Factor Table

Factor	Number of Level	Name of Levels
Shape	3	Cylindrical, Rectangular, Slot
Round	2	Inwards, Outwards
Height	2	Yes, No
Surface Area	2	Full, Half

According to Table 1, full factorial study should be run and total number of runs is should be equal to 24 (2^3x3) but to reduce the number of runs shape study was neglected and for every other factors ½ fractional run made possible with that modification complete assessment were completed with 12 runs and for one shape completed runs is shown in Figure 1. In the figure red rectangles were conducted.

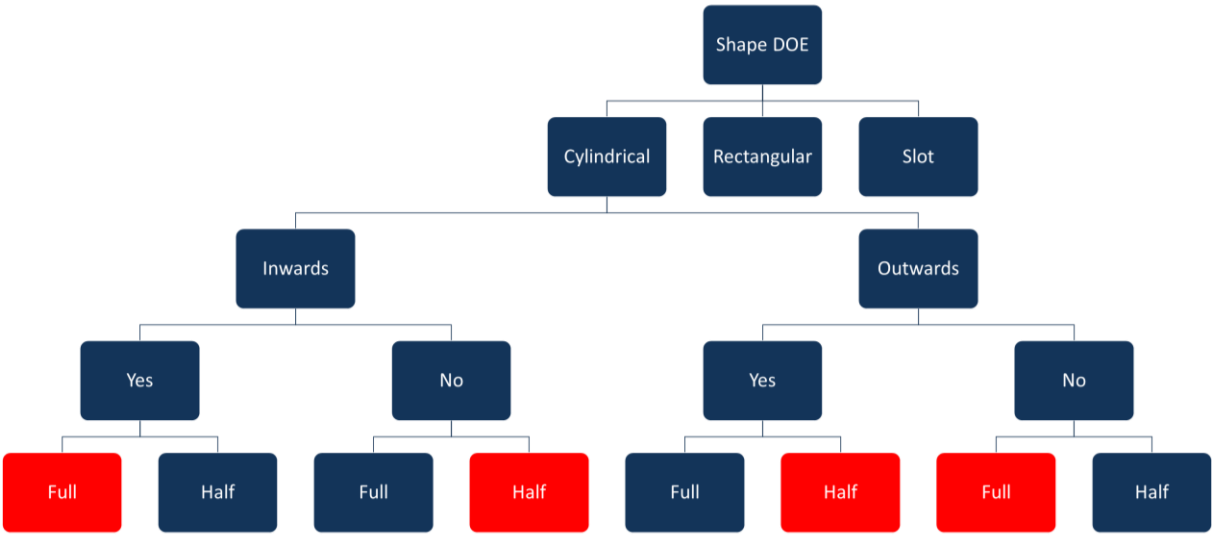


Figure 1. DoE Table

After completing above mentioned study, results were investigated, and for one shape (slot) full factorial study were conducted to compare if half factorial study was aligned with the real situation that we saw in full factorial DoE.

For each study, spray angle, average volumetric flow rate, surface coverage, and average pressure were investigated.

RESULTS

Half Factorial Study

First comparative study related with this study, was measuring the spray angle according to nozzle normal. In Figure 2, spray angle of different shapes was shown. It clearly seems that, in every simulation tightest angle occurred with the same configuration (Round: Outwards, Surface Area: Half, Height: Yes). However, for widest angle it varies with the shape, therefore, shape effect on the increased angle can't be neglected.

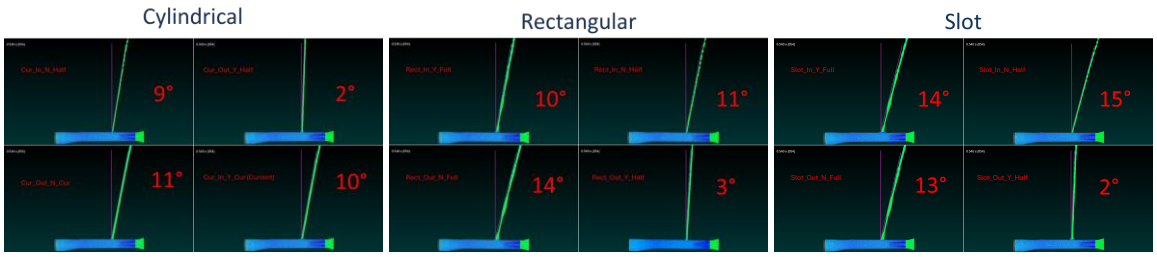
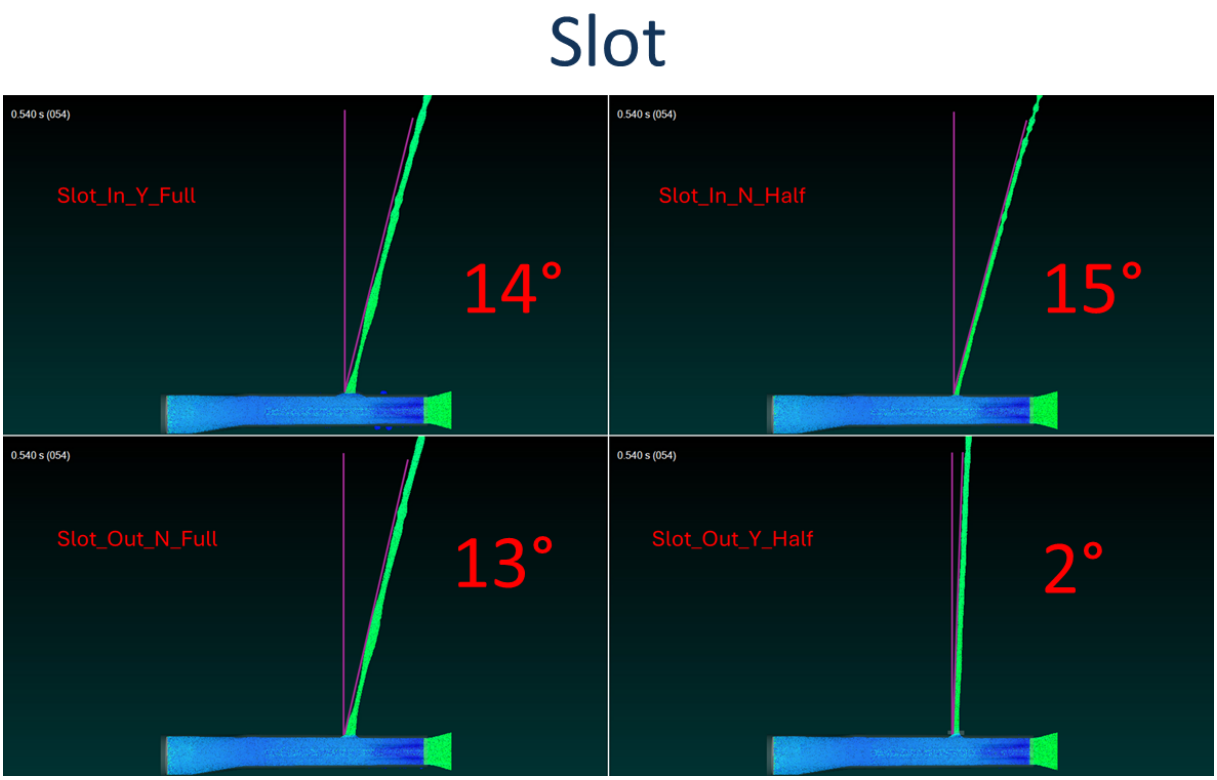
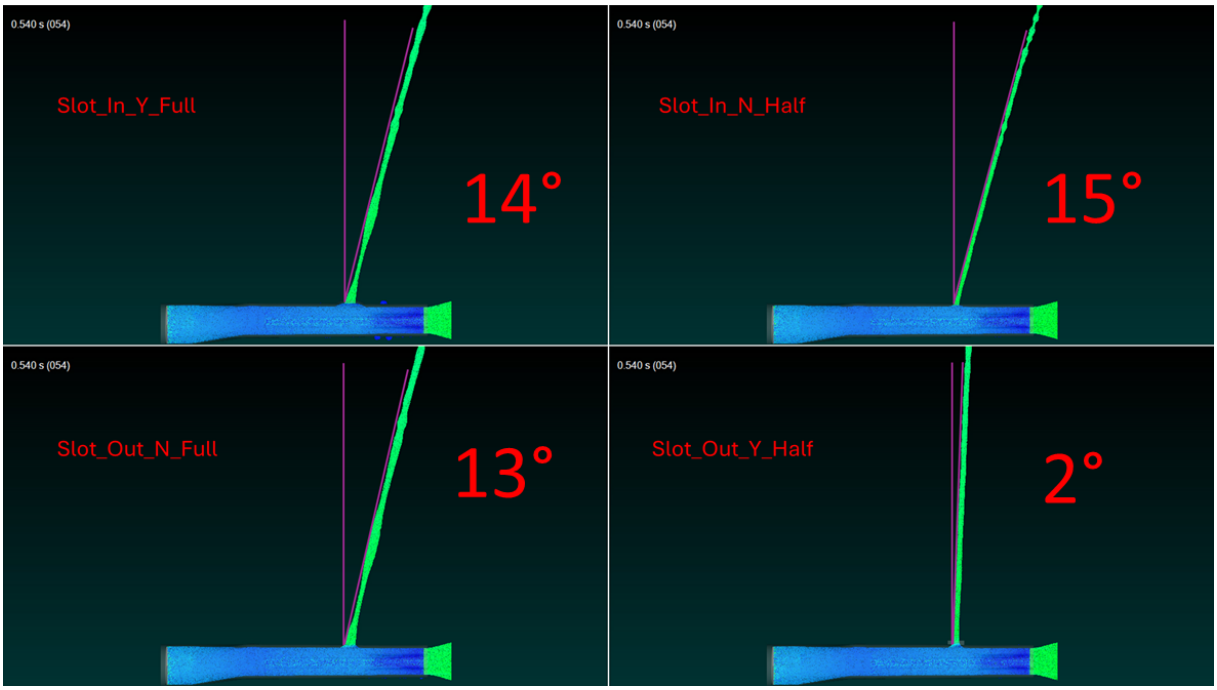


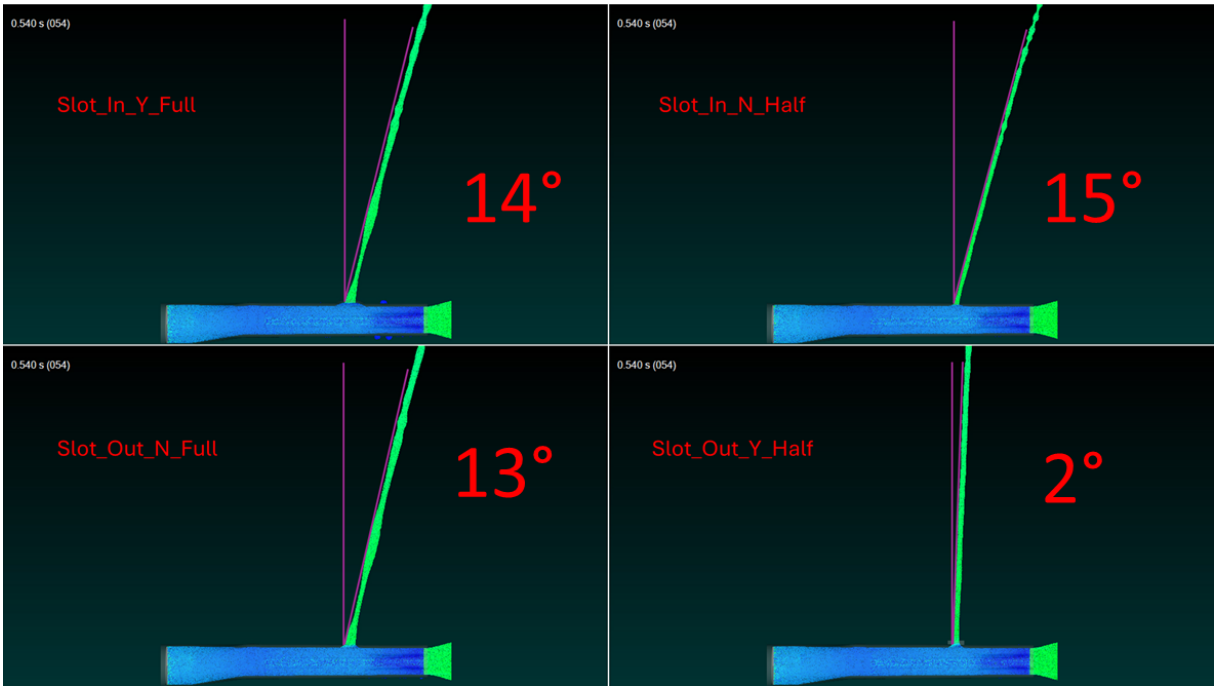
Figure 2. Spray Angles According to Half Fractional Study



Slot


0.540 s (054)
Slot_In_Y_Full
14°
0.540 s (054)
Slot_In_N_Half
15°
0.540 s (054)
Slot_Out_N_Full
13°
0.540 s (054)
Slot_Out_Y_Half
2°

Slot


0.540 s (054)
Slot_In_Y_Full
14°
0.540 s (054)
Slot_In_N_Half
15°
0.540 s (054)
Slot_Out_N_Full
13°
0.540 s (054)
Slot_Out_Y_Half
2°

Slot

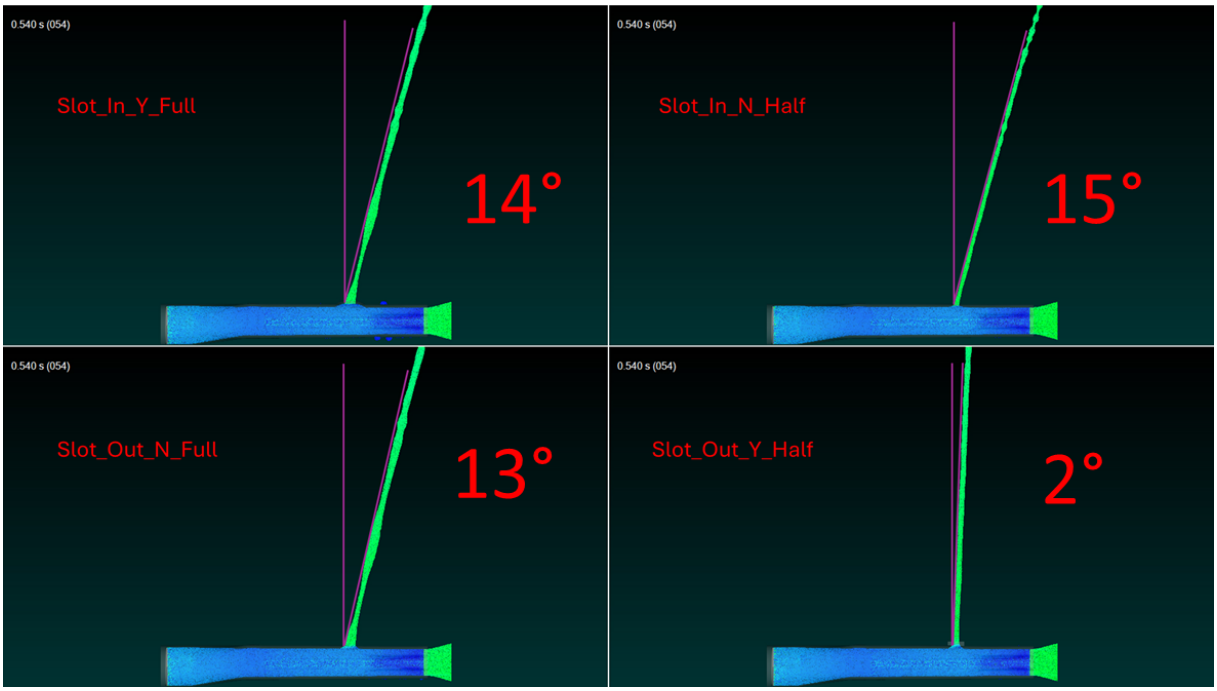

0.540 s (054)
Slot_In_Y_Full
14°
0.540 s (054)
Slot_In_N_Half
15°
0.540 s (054)
Slot_Out_N_Full
13°
0.540 s (054)
Slot_Out_Y_Half
2°

Table 2. Results of Half Fractional Study

Shape	Round	Height	Surface Area (mm^2)	Angle	Average Volumetric Flow Rate (l/h)	Surface Coverage	Average Pressure
Current	Inwards	N	Half	9	4.428	137	16800
Current	Inwards	Y	Current	10	6.876	237	17300
Current	Outwards	Y	Half	2	5.364	162	14800
Current	Outwards	N	Current	11	8.568	265	17500
Rectangular	Inwards	N	Half	3	4.86	177	16200
Rectangular	Inwards	Y	Current	10	8.388	269	14900
Rectangular	Outwards	Y	Half	11	3.708	142	12900
Rectangular	Outwards	N	Current	14	9.864	303	15900
Slot	Inwards	N	Half	2	5.472	175	17100
Slot	Inwards	Y	Current	14	9.36	268	14800
Slot	Outwards	Y	Half	15	3.15	141	14200
Slot	Outwards	N	Current	13	10.368	309	15800

Figure 3 shows the main effect plot for angle. Spray angle is crucial at the center and on the tip of the spray arm, because in the center if the spray arm has big spray angle the load in the center can be missed, due to that effectiveness of the spray arm can be reduced. On the contrary, at the tip where we try to hit the corners and the dispenser, we should have larger angle values, due to that top left main effect plot gaining importance. According to that information on the center we can use cylindrical nozzle shape with inward radius with an extrusion through the nozzle exit also reduced surface area.

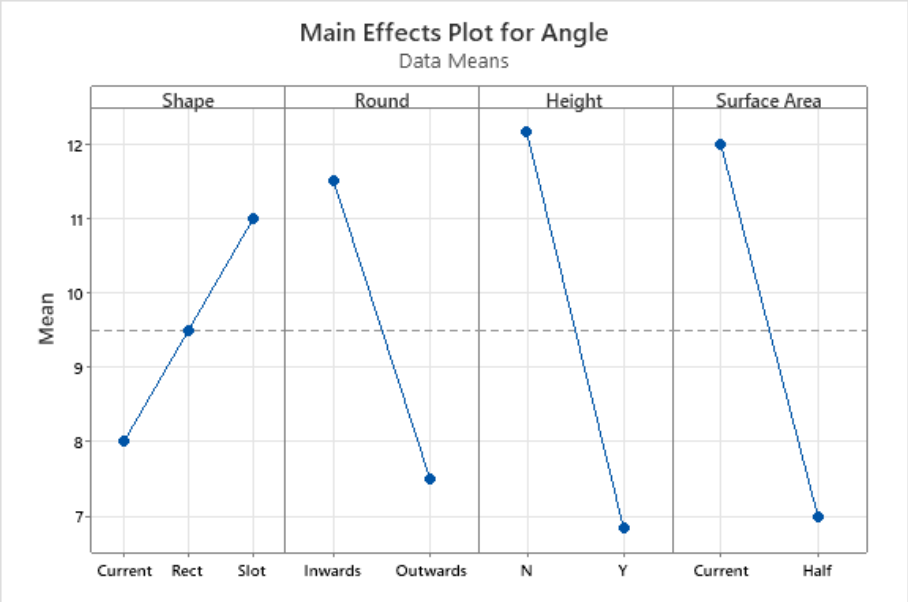


Figure 3. Main Effect Plot for Angle

Figure 4 shows the main effect plot for volumetric flow rate. Flow rate of the spray arm has an important effect when we are investigating spray arm effectiveness, because it can directly impact on if the load is cleaned or not. In the regions where we need higher flow rates, we can use slot shaped, outward radius with higher surface area, according to first doe height seems not important for the flow rate.

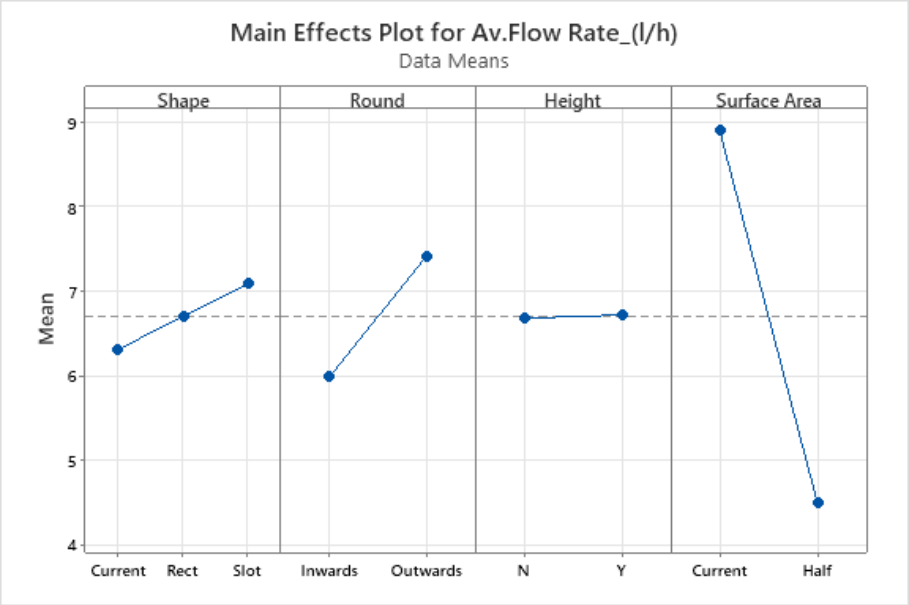


Figure 4. Main Effect Plot for Volumetric Flow Rate

Figure 5 shows the main effect plot for surface coverage. Surface coverage is mainly affected by surface section area as expected, when the surface area getting larger coverage is also getting larger, during design phase, main wash nozzles can be designed with bigger surface area to increase total coverage of the spray arm. To have higher surface coverage, rectangular and slot shape doesn't have difference while the cylindrical seems a bit lower coverage area. However, the effect of nozzle section area seems most important as expected. Height doesn't have any positive or negative effect on the surface coverage.

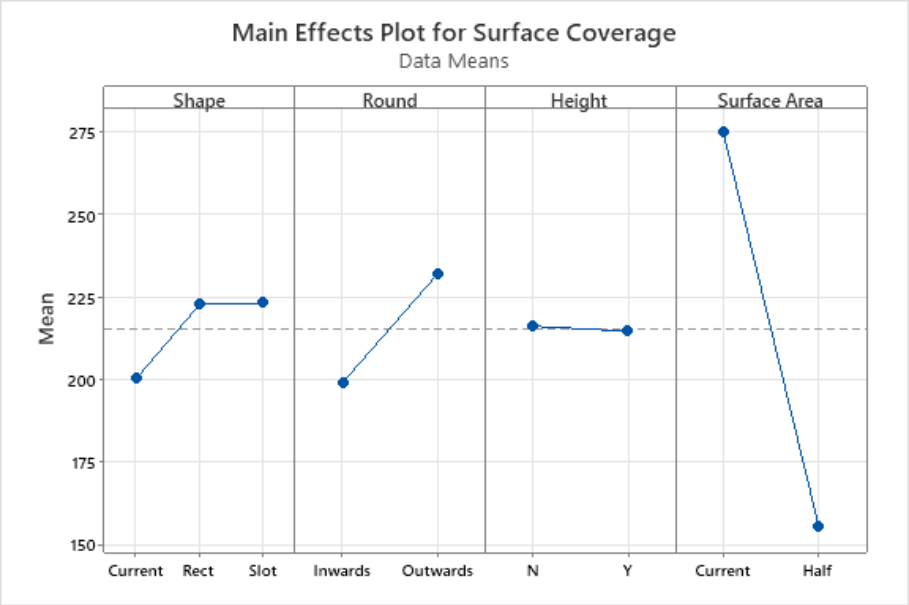


Figure 5. Main Effect Plot for Surface Coverage

Figure 6 shows the main effect plot for pressure. Pressure is directly impacting on the washing effectiveness because, with higher pressure loads can be cleaned more easily. However, higher pressure also means higher splash noise, so during the selection of the nozzle shapes, pressure values can directly affect both effectiveness and noise.

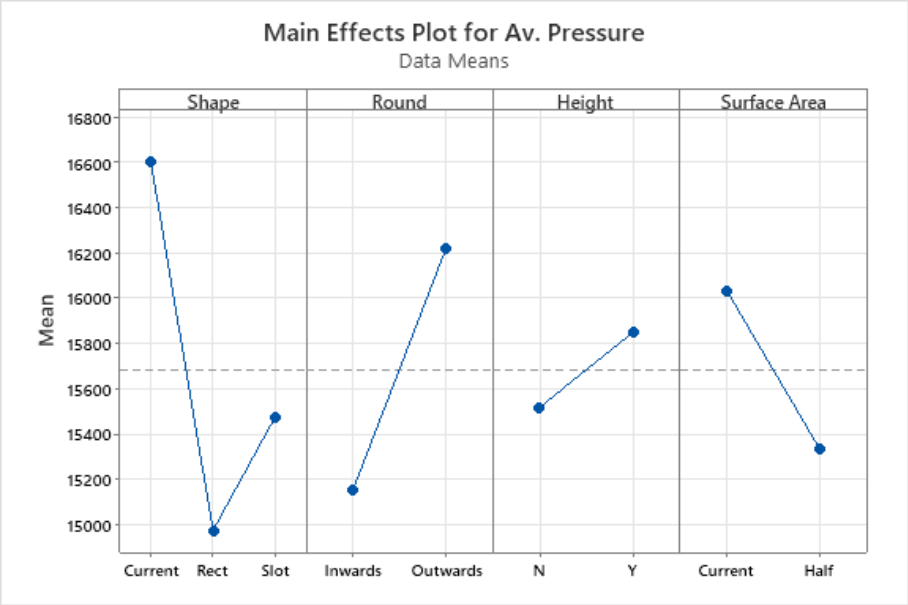


Figure 6. Main Effect Plot for Surface Pressure

Full Factorial Study (Slot Shape)

Similar studies were conducted for slot shape only and full study was conducted. Results are shared in Table 3.

Table 3. Results of Full Factorial Study (Slot)

Shape	Round	Height	Surface Area (mm^2)	Angle	Average Volumetric Flow Rate (l/h)	Surface Coverage	Average Pressure
Slot	Inwards	Y	Current	14	9.36	268	14800
Slot	Inwards	Y	Half	11	3.708	150	12500
Slot	Inwards	N	Current	15	9.72	262	15100
Slot	Inwards	N	Half	15	3.15	141	14200
Slot	Outwards	Y	Current	8	13.356	328	17200
Slot	Outwards	Y	Half	2	5.472	175	17100
Slot	Outwards	N	Current	13	10.368	309	15800
Slot	Outwards	N	Half	8	5.148	157	16100

According to Main Effects Plots:

Angle (Figure 7): Round type has the bigger effect on angle change according to results. However, in this plot one can decide which parameters should be used for specific angles.

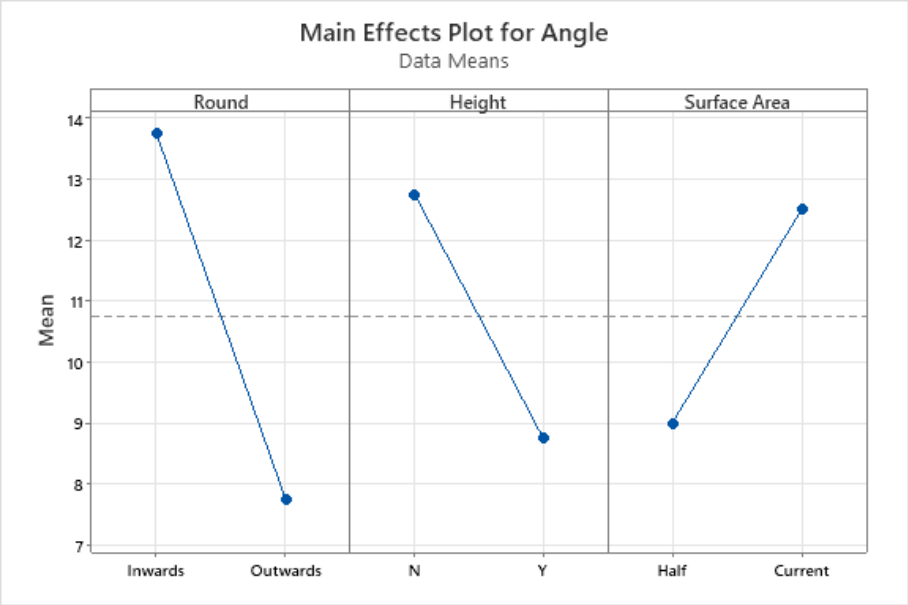


Figure 7. Main Effect Plot for Angle

Flow Rate (Figure 8): As mentioned before, surface area crucial for flow rate but, round type is also affecting the flow rate. To increase the flow rate in one nozzle surface area should be high and with the outwards round type.

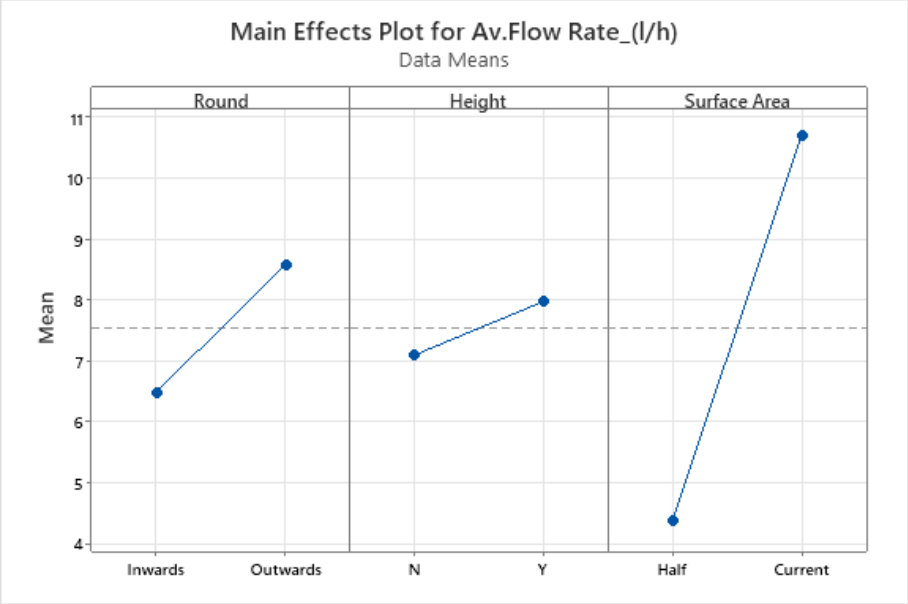


Figure 8. Main Effect Plot for Volumetric Flow Rate

Surface Coverage (Figure 9): Like flow rate surface area was bigger effect on the coverage but that was expected. Again, outward round shape increases the coverage compared with the inwards round shape.

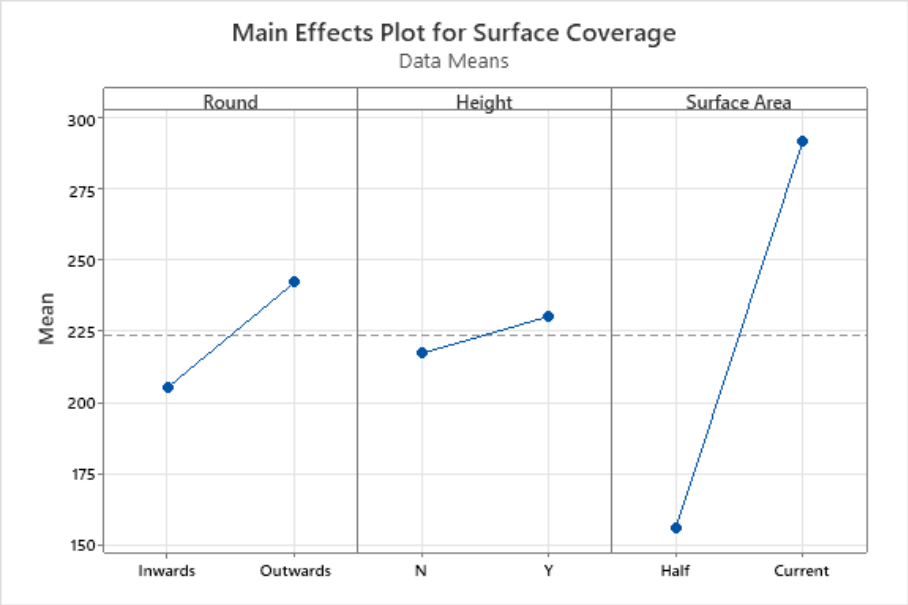


Figure 9. Main Effect Plot for Surface Coverage

Pressure (Figure 10): To increase average pressure for better cleaning outward round shape should be used. However, splash noise should be carefully investigated.

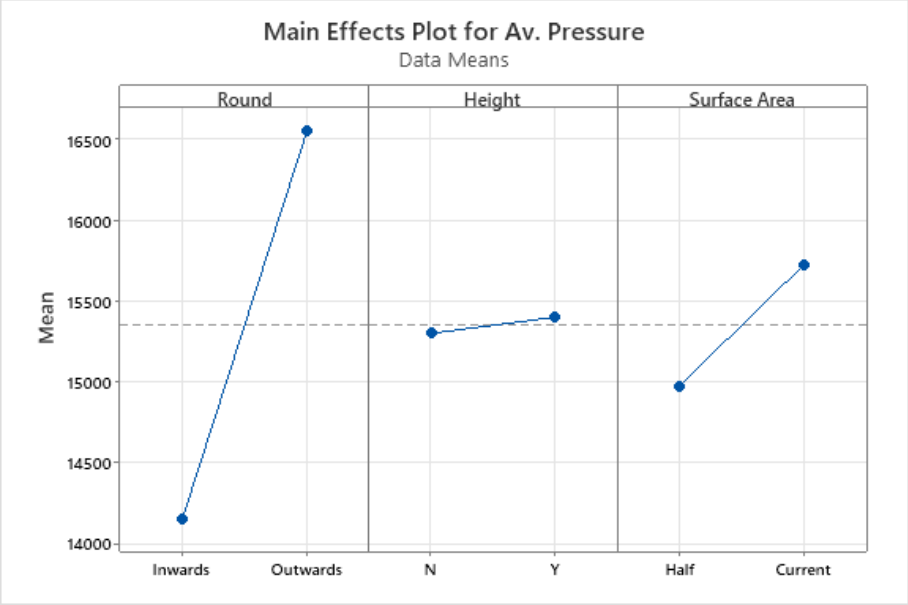


Figure 10. Main Effect Plot for Pressure

CONCLUSION AND DISCUSSION

Spray angle will be the essential thing on the center of new spray arm and at the tip of the spray arm. In this manner, study shows how angle can be manipulated during design phase.

One of the main aim of this study is increasing the coverage area of the spray arm, nozzle section area seems most critical but shape and round type also have small effects on the coverage.

For the flow rate, besides the section area of the nozzle (linear correlation was expected), round type and nozzle shape also seems effective.

REFERENCES

Taguchi, G.: “System of Experimental Design”, Unipub/Kraus, International Publication, (1987).

Teskera, I. (2015). Investigation and Further Development of the Spray Arm in a Dishwasher.

Dedoussis, V., & Giannatsis, J. (2004). Stereolithography assisted redesign and optimisation of a dishwasher spraying arm. *Rapid Prototyping Journal*, *10*(4), 255-260.

ÖZ BELİRLEME KURAMI IŞIĞINDA ÇOCUKLUK İMAJLARI VE KÜLTÜREL YANSIMALARI

Hatice Büşra YILMAZ TAM

Arş. Gör., Muş Alparslan Üniversitesi, ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2563-8353

ÖZET

Bu çalışma, Deci ve Ryan tarafından geliştirilen Öz Belirleme Kuramı çerçevesinde çocukların üç temel psikolojik ihtiyacı olan özerklik, yetkinlik ve ilişkisellik kavramlarının kültürel bağlamda nasıl karşılandığının incelenmesinin amaçlandığı bir derleme çalışmasıdır. Kuram, bireylerin sağlıklı gelişimi ve iyi oluşu için bu ihtiyaçların karşılanmasının gerekliliğini vurgularken, içinde bulunulan kültürel yapının söz konusu ihtiyaçların karşılanma biçimini doğrudan etkilediği ifade edilmektedir.

Çalışmada, alan yazınındaki ilgili araştırmalar incelenmiş ve Öz Belirleme Kuramı kapsamında çocukluk imajları değerlendirilmiştir. Kültürel yansıma açısından bireyci ve kolektivist kültürlerde özerklik ve ilişki kurma ihtiyacının nasıl şekillendiği karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Bireysel kültürlerde özerklik daha çok desteklenirken, kolektivist kültürlerde ilişkisellik ön plandadır. Türk toplumu gibi kolektivist kültürlerde çocukların ilişkisellik ihtiyacının daha fazla desteklendiği, özerklik ihtiyacının ise sınırlı kaldığı görülmektedir. Bunun yanında, yetişkinlerin çocukluk imgeleri –örneğin masum, kurtarıcı ya da katılımcı çocuk imajı– çocukların psikolojik ihtiyaçlarını karşılayacak fırsatlara erişimlerini doğrudan etkilemektedir. Elde edilen bulgular, çocukların öz belirleme hakkının desteklenmesinde kültürel normlar, ebeveyn tutumları ve yetişkin-çocuk etkileşim biçimlerinin belirleyici olduğunu göstermektedir. Katılımcı çocuk imajının çocukların özerklik, yetkinlik ve ilişki kurma ihtiyaçlarını dengeli bir biçimde desteklediği vurgulanmaktadır.

Sonuç olarak, kültürel farklılıklar gözetilse dahi, çocuk haklarının evrensel olduğu ve tüm çocukların yüksek yararının gözetilmesi gerektiği ifade edilebilir. Çocukların katılımcı bireyler olarak görülmesi ve karar süreçlerine dahil edilmesi, öz belirleme hakkının desteklenmesi açısından önem taşımaktadır. Bu bağlamda, çocukluk alanı araştırmacılarının, yetişkinleri çocukların ihtiyaçlarını destekleyici biçimde yönlendirme konusunda önemli bir sorumluluğu bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çocuk, Öz Belirleme Kuramı, Çocuk Katılımı

CHILDHOOD IMAGES AND CULTURAL REFLECTIONS IN THE LIGHT OF SELF-DETERMINATION THEORY

ABSTRACT

This study is a review study in which it is aimed to examine how the concepts of autonomy, competence and relatedness, which are the three basic psychological needs of children within the framework of the Self-Determination Theory developed by Deci and Ryan, are met in the cultural context. While the theory emphasises the necessity of meeting these needs for the healthy development and well-being of individuals, it is stated that the cultural structure directly affects the way these needs are met.

In the study, relevant research in the literature was examined and childhood images were evaluated within the scope of Self-Determination Theory.

In terms of cultural reflection, how the need for autonomy and relationship building is shaped in individualistic and collectivist cultures is discussed comparatively. While autonomy is more favoured in individualistic cultures, relationality is at the forefront in collectivistic cultures. In collectivist cultures such as Turkish society, it is observed that children's need for relationality is more supported, while their need for autonomy is limited. In addition, adults' images of childhood - for example, the image of the innocent, saviour or participatory child - directly affect children's access to opportunities to meet their psychological needs. The findings show that cultural norms, parental attitudes and adult-child interaction styles are determinant in supporting children's right to self-determination. It is emphasised that the image of the participatory child supports children's autonomy, competence and relationship building needs in a balanced way.

In conclusion, it can be stated that children's rights are universal and the best interests of all children should be considered, even if cultural differences are observed. Seeing children as participatory individuals and including them in decision-making processes is important in terms of supporting their right to self-determination. In this context, researchers in the field of childhood have an important responsibility to guide adults in a way that supports children's needs.

Keywords: Child, Self Determination Theory, Child Participation

KUR'ÂN'DA EMÂNET KELİMESİNİN ANLAMI VE BAĞLAMI

Cemal Sandıkcı

Dr. Öğretim Üyesi, Ordu Üniversitesi|, ORCID: 0000-0001-5767-1161

ÖZET

Kur'ân-ı Kerîm, insan hayatını şekillendiren ahlâkî, toplumsal ve itikadi ilkelere kapsamlı bir biçimde temas ederken; emanet kavramına da merkezi bir yer vermektedir. Emanet, hem bireysel hem de toplumsal ilişkilerde güvenin, sadakatin ve sorumluluğun esasını oluşturur. Kur'an'da farklı sûre ve âyetlerde çeşitli anlam boyutlarıyla zikredilen bu kavram, sadece maddî bir teslimiyet değil, aynı zamanda insanın ilâhî sorumluluğunu ve yaratılış gayesini de yansıtan derin bir anlama sahiptir. Emanet kavramı İslam ahlâkının en önemli ilkelerinden biri olup, bireyin hem yaratıcıya hem de içinde yaşadığı topluma karşı sorumluluğu da içine alan kapsamlı bir ilkedir. Emanet Kur'ânda sıkça temas edilen ve müminlerin temel nitelikleri arasında gösterilen bir değerdir. Arapça 'da *"emâne"* güven duymak, teslim olmak, korumak ve sadakat göstermek anlamlarında kullanılmıştır. Kur'ân emanetin hem maddi hem de manevi yönüne işaret eder. Buna göre emanet Kur'ân'da kişilerin başkalarına ait varlıkları korumaları anlamında kullanılmasının yanı sıra aynı zamanda görev, yetki, bilgi ve sorumluluk gibi sosyal yükümlülüklerin de istenildiği gibi yerine getirilmesi anlamını da ifade eder. Kur'ân'da emanet kavramı aynı zamanda bireyin başta Yüce Yaratıcı olmak üzere bireyin kendisine ve başkalarına karşı taşıdığı sorumlulukların ve görevlerin bir sembolü olarak ifade edilmektedir.

İslâm âlimleri emanetin ilahi sorumluluk bilinci anlamında olduğu görüşündedirler. Çünkü Kur'ân emanetin göklere, yeryüzüne ve dağlara teklif edildiğini, fakat onların bu yükümlülüklerden kaçındığı ve bu sorumluluğu insanın üstlendiğinden söz etmektedir. Kur'an'da aynı zamanda emanet ile ehliyet arasında yakın bir ilişki kurulur.

Bu çalışmada emânet kavramı, Kur'ân'daki kullanımları çerçevesinde incelenecek; kavramın bağlamsal zenginliği ve anlam derinliği tefsirî yaklaşımlar ışığında değerlendirilecektir.

Anahtar kelimeler: Kur'ân, Emanet, Sorumluluk, Erdem.

THE MEANING AND CONTEXT OF THE WORD "AMĀNAH" IN THE QUR'AN

ABSTRACT

The Qur'ān, while comprehensively addressing the moral, social, and theological principles that shape human life, places a central emphasis on the concept of amānah (trust). Amānah forms the foundation of trust, loyalty, and responsibility in both individual and societal relationships. In the Qur'ān, this concept is mentioned across various sūrahs and verses, reflecting a range of meanings. It signifies not only a material entrustment but also a profound notion encompassing human divine responsibility and the very purpose of creation. The concept of amānah is one of the most fundamental principles of Islamic ethics. It represents a comprehensive value that encompasses an individual's responsibilities toward both the Creator and the society in which they live. Amānah is frequently referenced in the Qur'ān and is counted among the essential qualities of true believers. In Arabic, the root "amāna" is used in the sense of trust, surrender, protection, and loyalty. The Qur'ān refers to both the material and spiritual dimensions of amānah. Accordingly, the concept includes not only the safeguarding of others' possessions but also the proper fulfillment of duties such as authority, responsibility, knowledge, and other forms of social accountability. In this respect, amānah in the Qur'ān symbolizes the responsibilities and obligations a person bears—first and foremost toward the Almighty Creator, and then toward oneself and others.

Islamic scholars hold the view that amānah signifies a consciousness of divine responsibility. This interpretation is grounded in the Qur'ānic account that trust was offered to the heavens, the earth, and the mountains, but they refused to bear this burden and feared it—while the human being accepted it. The Qur'ān also establishes a close relationship between amānah (trust) and ahlīyah (competence or qualification).

This study aims to examine the concept of amānah within the framework of its occurrences in the Qur'ān, and to evaluate the contextual richness and depth of its meaning in light of exegetical perspectives.

Keywords: Qur'ān, Amānah (Trust), Responsibility, Virtue

Giriş

Kur'ân-ı Kerîm, insan hayatını şekillendiren itikadî, ahlâkî ve toplumsal ilkeleri kapsamlı bir şekilde ele alan ilahî bir rehberdir. Bu çerçevede, bireyin hem Rabbine hem de diğer insanlara karşı olan sorumluluklarını belirleyen temel kavramlara da sıklıkla yer vermektedir. Bu kavramlardan biri olan emanet, Kur'ân'da çok yönlü anlam alanıyla dikkat çeken, derin ve kapsamlı bir içeriğe sahip değerlerdendir. Emanet, sadece maddî bir varlığın muhafazası anlamında değil, aynı zamanda bireyin ilâhî sorumluluk bilinciyle donatılmış bir varlık olarak taşıdığı yükümlülüklerin sembolü konumundadır.

Arapça'da "emâne" kökünden türeyen bu kavram; güven, sadakat, korunma ve teslimiyet gibi anlamları içinde barındırmakta; Kur'ânî bağlamda ise inanç, ahlâk ve toplumsal düzenle doğrudan ilişkilendirilmektedir. Kur'ân'da emanet kavramı, bireysel görev ve sorumlulukların yanı sıra toplumsal işleyişin adalet ve liyakat esasına dayanması gerektiğine işaret eden âyetlerde de yer almaktadır. Özellikle Ahzâb Sûresi 72. âyette emanetin göklere, yere ve dağlara teklif edilip onların bu sorumluluğu yüklenmekten kaçındığı; insanın ise bu sorumluluğu üstlendiği belirtilerek, emanetin ne denli ağır ve derin bir anlam taşıdığına dikkat çekilmektedir.

Bu bağlamda, emanet yalnızca dünyevî bir yükümlülük değil, aynı zamanda ontolojik bir sorumluluk ve ahlâkî bir imtihandır. Nitekim İslâm âlimleri, emanetin Kur'ân'daki kullanımını ilâhî sorumluluk bilinciyle yorumlamış; onu insanın yeryüzündeki halifeliği ve ahlâkî varoluşu bağlamında değerlendirmişlerdir.

Bu çalışmada, emanet kavramı Kur'ân'daki kullanımları doğrultusunda ele alınacak; kavramın semantik zenginliği ve bağlamsal derinliği klasik tefsirler ışığında analiz edilecek; ayrıca emanetin bireysel ve toplumsal düzlemdeki yansımaları değerlendirilecektir.

İslam Alimlerine göre Emanet kavramının kavramsal çerçevesi

Müfessirler emanet kelimesini farklı boyutlarıyla eserlerinde ele almışlardır. Örneğin İbn-i Abbâs'a göre emanet Allah'ın farz kıldığı ibadetler, Allah'a ibadet etmek demektir.[1] Rağıb el-İsfehânî'ye göre emanet bu kelime emn, *eman* kelimesinden türemiş olup ruhun emniyet ve güven içerisinde olması anlamında olup, âyetteki anlamı ise insana bahşedilen en büyük akıl nimetidir. Muhammed İkbâl'e göre emanet hür şahsiyettir. Ona göre insan hür şahsiyetin emanetçesidir.[2] Fahreddin Râzi'ye göre emanet mükellefiyet anlamındadır.[3] Mustafa el-Merâğî'ye göre emanet emanet, din ve dünyaya taalluk eden ve kişinin tazammun ettiği tüm emir ve yasaklara şamil olduğunu belirterek, bu yüzden emanetten kastedilen anlamın sorumluluk olduğu kanaatindedir.[4]

Emanet kelimesinin kapsam boyutuna ilişkin Elmalılı Hamdi Yazır'ın görüşü şöyledir: O'na göre insanın halifelik sıfatını kazanmasıyla emanet görevini yüklenmesi arasında bir irtibat söz konusudur. Çünkü O'na göre emanet, Allah'ın gerek kendi hukukuna ve gerek insanların hukukuna taalluk eden emirlerinin, yasaklarının ve hükümlerinin icrasına, insanın Allah'ın emini olarak hilafeti demektir.[5]

Fazlurrahmân da tıpkı Yazır gibi insanın halifeliği ile emanet görevini yüklenmesi arasındaki irtibat kurar ve eğer insan emanet görevini yerine getirir ve ona uygun hareket ederse Allah'ın halifesi olmaya liyakat göstermiş olacaktır. Fazlurrahman, daha sonra emaneti şu şekilde tarif eder: O'na göre Kur'ân'ın emanet olarak adlandırdığı ağır yük, Kur'anî hukuk ve ahlaka dayalı sosyal bir toplum kurma görevidir.[6] Ayrıca Fazlurrahmân

[1] Ebû Câfer et-Tâberî, *Tefsirü'l-Taberî* (Beyrut: Dârü'l-Kütübi'l-'İlmiyye, 1992), 10/340.
[2] Muhammed İkbâl, *İslam'da Dini Düşüncenin Yeniden Doğuşu*, çev. ,Ahmet Asrar (İstanbul: Birleşik Yay., 2013), s. 134.
[3] Fahreddîn er-Râzî, *et-Tefsiru'l-Kebir,* (Beyrut: Daru'l-Kütübi'l-İlmiyye, 1990), 25/202.
[4] Mustafa el-Merâğî, *Tefsiru'l-Merağı*, (Mısır: y.y.,) 1953. 22/45.
[5] Elmalılı Ahmed Hamdi Yazır, *Hak Dini Kur'ân Dili,* (İstanbul: Eser Neşriyat, 1979), 6/ 3934.
[6] Fazlurrahman, *Ana Konu!arıyla Kur'an*, çev. A. Açıkgenç (Ankara: Fecr Yay.,1987), 71.

İslam ve Çağdaşlık adlı eserinde tamamen dini ilkeler olan İslam'ın beş esası bile sosyal adalete, insan eşitliğine ve ahlaka dayalı bir toplum kurmayı hedeflediğini ifade etmektedir.[7]

Bütün bu açıklamalar ve izahlar emanet kavramının ferdi ve sosyal bir sorumluluk ile entelektüel ve sosyal bir tutuma karşılık geldiği anlaşılmaktadır. Zira Kur'ân'ın temel hedefi manevi değerler üzerine inşa edilecek bir ahlâkî toplum oluşturmak olduğundan emanet kavramının da bu çerçevede önemli bir yeri olduğunu belirtmemiz isabetli olacaktır.

1-**Kur'ân'da Emanet Kavramının Anlamı ve Bağlamsal Kullanımı**

Kur'ân-ı Kerîm'de "emanet" kavramı hem doğrudan hem de dolaylı bir anlam örgüsü içerisinde farklı bağlamlarda kullanılmıştır. Kelime, temel anlamıyla bir kimsenin koruması ve iade etmesi üzere kendisine bırakılan maddî bir nesneyi ifade etmekle birlikte, Kur'ân'daki kullanım alanı bu anlamla sınırlı değildir. Kur'ânî bağlamda emanet, sadece maddî unsurları değil, aynı zamanda bireye yüklenen görev, sorumluluk, yetki ve bilgisel yükümlülükleri de kapsayan çok yönlü bir kavram olarak karşımıza çıkar.

Bu geniş perspektif doğrultusunda, emanet hem bireysel hem de toplumsal düzlemde anlam kazanan bir sorumluluk alanını ifade etmektedir. Bireyin gerek Allah'a karşı olan kulluk görevleri gerekse diğer insanlara karşı taşıdığı ahlâkî sorumluluklar, Kur'ân'da emanet kavramı altında ele alınır. Bu çerçevede emanet, bireyin yükümlülük bilinciyle hareket etmesini gerekli kılan, sadece hukukî ya da dünyevî değil, aynı zamanda ontolojik ve ahlâkî bir anlam taşıyan kavramlardan biri hâline gelmektedir.

Kur'an'da şöyle buyurulur*: ""Şüphesiz Allah, size emanetleri ehline vermenizi ve insanlar arasında hükmettiğiniz zaman adaletle hükmetmenizi emreder. Allah size ne güzel öğüt veriyor! Şüphesiz Allah, her şeyi işitendir, görendir*."[8] Bu âyet, emanet kavramının yalnızca bireyler arası ilişkilerle sınırlı olmadığını, aynı zamanda toplumsal yapının temel ilkelerinden biri olan adaletle doğrudan ilişkili olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Kur'ân'da emanetin ehline verilmesi emredilirken, bu emir yalnızca maddî eşyaların muhafazası ile ilgili değil; aynı zamanda yönetim, yetki devri ve yargılama gibi toplumsal ve kamusal sorumluluk alanlarını da kapsamaktadır.

Dolayısıyla, bu âyet bağlamında emanet; liyakat, ehliyet ve adalet ilkeleriyle birlikte düşünülmesi gereken çok boyutlu bir kavram hâline gelmektedir. Allah'ın insanlara yönelik bu emri, sosyal düzenin sağlanmasında güven ve adaletin temel esaslar olduğunu vurgulamakta; böylece emanet hem ahlâkî bir yükümlülük hem de toplumsal bir düzen ilkesine dönüşmektedir.

2-Emanet kelimesinin İlâhî Boyutu

Kur'ân-ı Kerîm'de şöyle buyurulur: *"Biz emaneti göklere, yerküreye ve dağlara teklif ettik, ama onlar bunu yüklenmek istemediler, ondan korktular ve onu insan yüklendi. Kuşkusuz insan çok zalim, çok bilgisizdir."*[9] Bu âyetette geçen "emanet", sadece maddî bir varlığı değil, insana özgü ilâhî bir sorumluluğu, daha kapsamlı bir ifadeyle kulluk yükümlülüğünü, akıl ve irade ile yapılan tercihin vebalini ifade eder. Bu bağlamda emanetin anlamı, Allah'a karşı sorumluluk bilinci, özgür irade, ahlâkî seçim, dini emirleri yerine getirme görevi gibi soyut ama çok önemli yükümlülükleri içine almaktadır.

Kur'ân'da göklere, yere ve dağlara teşbihî bir anlamla sorumluluğun teklif edilmesi; onların ise bu ağır yükümlülüğü taşıyamayacaklarını beyan etmeleri, bu emanetin ne denli ağır ve kapsamlı olduğunu gösterir. Zira burada söz konusu edilen varlıklar, büyüklük ve kudret bakımından insanla kıyas kabul etmeyecek kadar yüce olsalar da, bu özgür irade temelli emaneti üstlenmeyi kabul etmemişlerdir.

İnsan ise bu emaneti yüklenmiş, ancak *"çok zalim ve çok cahil"* olduğu ifade edilmiştir. Bu nitelendirme, insanın emanete layık olmadığı anlamına değil, bilakis bu sorumluluğun farkında olmadan hareket ettiğinde ya da bu yükümlülüğü ihlâl ettiğinde zulme ve cehalete düşeceğine işaret eder. Buradaki "zulüm", emanete

[7] Fazlurrahman, *İslam ve Çağdaşlık*, çev. A. Açıkgenç-M. Hayri Kırbaşoğlu, (Ankara: Fecr yay., 1990), 94.
[8] Kur'ân Yolu (Erişim 22 Nisan 2025), en-Nisâ 4/58.
[9] el-Ahzâb 3/72.

riayet etmemek, hakları çiğnemek; "cehalet" ise emaneti hakkıyla idrak edememek ve sorumluluğun büyüklüğünü kavrayamamak anlamında yorumlanır.

3-Mü'minlerin Özellikleri olarak Emanet

Kur'ân-ı Kerîm mü'minlerin emanet bilincine bağlı kalmaları gerektiğine dair şu ilâhî mesajı verir: *"Yine o müminler emanetlerine ve ahidlerine sadakat gösterirler."*[10] Bu âyette müminlerin emanetlerine ve ahidlerine sadakat göstermeleri özellikle vurgulanmaktadır. Bu vurgu, İslam'ın ahlâkî sisteminde güvenilirlik, sözde durma ve sorumluluğa bağlılığın ne denli merkezi bir yere sahip olduğunu gösterir. Bu âyetteki emanet kişiye geçici olarak tevdi edilen malların korunması gibi maddî yükümlülüklerin yanı sıra; görev, yetki, bilgi, sır saklama, hatta Allah'a karşı sorumluluklar da bu kapsamda değerlendirilir.

4-Emanet ile Ehliyet ilişkisi

Emanet kavramı aynı zamanda bir işi yapmaya münasip olmak anlamındaki ehliyet ile de bağlantılı bir kelimedir. Kur'ân-ı Kerîm, yöneticilik ve karar alma süreçlerinde emanetin ehil olanlara verilmesini öğütleyerek şöyle buyurur: *Allah size, emanetleri mutlaka ehline vermenizi ve insanlar arasında hükmettiğiniz zaman adaletle hükmetmenizi emreder. Allah size ne güzel öğütler veriyor. Şüphesiz Allah her şeyi işitmekte, her şeyi görmektedir.*[11] Bu âyet, İslam ahlâkının ve hukuk sisteminin temel direklerinden biri olan emanet ve adalet ilkelerini birlikte zikrederek, toplumsal düzenin ancak bu iki temel üzerine bina edilebileceğini vurgular. Ayrıca bu âyete göre, özellikle yönetimsel ve yargısal görevlerin, bilgi, dürüstlük ve yetkinlik sahibi kimselere verilmesi gerektiğini açıkça beyan edilmektedir. Bu yönüyle âyet, hem bireysel hem de kurumsal düzeyde adaletin ve güvenin sağlanmasında liyakatin vazgeçilmez olduğunu ortaya koyar.

Sonuç

Kur'ân-ı Kerîm'de emanet kavramı, sadece maddî anlamda bir şeyin korunması değil; aynı zamanda bireyin Allah'a, kendisine ve topluma karşı taşıdığı her türlü sorumluluğu içine alan çok boyutlu bir değerdir. Emanet, bireysel ahlâkın, toplumsal düzenin ve ilâhî iradeye bağlılığın temel ilkelerinden biri olarak sunulmuş; adalet, sadakat, ehliyet ve güven gibi kavramlarla doğrudan ilişkilendirilmiştir. Kur'ân'da emanetin ehline verilmesi emredilmiş, bu emirle birlikte adaletle hükmetmek de aynı âyet içerisinde zikredilerek, emanetin sadece bireysel bir yükümlülük değil, toplumsal bir sorumluluk olduğu vurgulanmıştır.

Müfessirler, emaneti hem maddî hem de manevî sorumluluklar olarak değerlendirmiş; bu kapsamda iman, ibadet, bilgi, yönetim ve görev bilinci de emanet kategorisinde ele alınmıştır. Ahzâb 72. âyetinde ise emanet, yaratılışın özüyle ilişkilendirilmiş ve insana verilen en büyük sorumluluk olarak tanımlanmıştır. Bu bağlamda emanet, insanın özgür iradesiyle üstlendiği bir imtihan alanıdır ve onu hakkıyla yerine getirmek hem bireyin ahlâkî olgunluğunu hem de toplumun adalet ve güven temelinde varlığını sürdürebilmesini mümkün kılar.

Sonuç olarak, Kur'ân'da emanet kavramı, sadece dinî bir terim değil; aynı zamanda insanın varlık amacı, sosyal sorumluluğu ve ahlâkî yükümlülüğünü belirleyen merkezî bir ilkedir. Bu nedenle, emanet bilinciyle donanmış bireyler ve yöneticiler hem ilâhî rızaya erişebilir hem de güven temelli, adil ve erdemli bir toplumun inşasında temel rol oynarlar.

Kaynakça

et-Tâberî, Ebû Câfer. *Tefsirü'l-Taberî* Beyrut: Dârü'l-Kütübi'l-'İlmiyye, 1992.

İkbâl, Muhammed. *lslam'da Dini Düşüncenin Yeniden Doğuşu*, çev., Ahmet Asrar. İstanbul: Birleşik Yay., 2013.

er-Râzî, Fahreddin. *et-Tefsiru'l-Kebir.* Beyrut: Daru'l-Kütübi'l-İlmiyye, 1990.

el-Merâğî, Mustafa. *Tefsiru'l-Merağî.* Mısır: y.y.,1953.

[10] el-Mü'minûn 23/8.
[11] Kur'ân Yolu. Erişim 23 Nisan 2025. https://yayin.diyanet.gov.tr

Kur'ân Yolu. Erişim 22 Nisan 2025. https://yayin.diyanet.gov.tr

Kur'ân Yolu. Erişim 23 Nisan 2025. https://yayin.diyanet.gov.tr

Yazır, Elmalılı Ahmed Hamdi. *Hak Dini Kur'ân Dili.* İstanbul: Eser Neşriyat, 1979.

Fazlurrahman, *Ana Konularıyla Kur'an*, çev. A. Açıkgenç Ankara: Fecr Yay.,1987.

Fazlurrahman. *İslam ve Çağdaşlı.* çev. A. Açıkgenç-M. Hayri Kırbaşoğlu. Ankara: Fecr yay., 1990.

EMEVÎ HALİFESİ VELÎD B. YEZÎD (II)'İN ŞİİRLERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Fuat DAŞ

Dr., Bartın Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi, Mütercim ve Tercümanlık Bölümü

ÖZET

Emevîler Dönemi'nde şiir, önceki dönemlerde olduğu gibi ilerleme katetmek için uygun olan atmosferi yakalamıştır. Özellikle Emevî hânedanlığı, Zübeyrîler, Şîa ve Hâricîler gibi siyasi grupların olması ve siyasi rekabetin yoğun bir şekilde yaşanması şiirin itibarını daha da ileriye taşımış ve siyaset ehli tarafından şiir, daha fazla kabul görmüştür. Bu dönemde şiir, devlet erkanının da dikkatini çekmiş, Emevî halifelerinden birçoğu şiire ilgi göstermiş ve kendilerine ait edebiyat meclislerinde şiirlerini söylemişlerdir. Bu halifelerden biri de bir yıl gibi kısa bir süre hilafette kalan ve hem halife kimliğiyle hem de şair kimliğiyle tanınan Velîd b. Yezîd (II)'dir (ö. 126/744). Velîd refah seviyesi yüksek bir ortamda yetişmiş, çevresel olgular onun edebi kimliği üzerinde büyük etki yaratmış ve bu olgular onun müziğe ve eğlenceye düşkün olmasının da önünü açmıştır. Öyle ki halifelik makamına geçmesine ve alışkanlıklarından dolayı halkın kendisini kınamasına rağmen içinde bulunduğu yaşam tarzını terk etmemiştir. Aksine halifeliğin imkanlarını da kullanarak önceki yaşamının getirdiği alışkanlıklara daha fazla sarılmıştır. Söylediği şiirlerde, ele aldığı temalarda, kullandığı kavramlarda bu yaşam tarzını açık bir şekilde yansıtmıştır. Belki bir yıl gibi kısa olan halifelik döneminde başarılı bir yönetici olamamıştır ancak edebiyat literatüründe iz bırakan bir şair olmuş, kendinden sonra gelen birçok güçlü şaire şiirleriyle etki etmiştir. Bu çalışmada halife Velîd b. Yezîd'in hayatı, edebî kişiliği ve şiirleri üzerine değerlendirmeler yapılacaktır. Şiirlerinden örnekler ışığında şairlik yönü ve bir şair olarak hangi tür şiirler söylediği irdelenecek, bir devlet adamı olmaktan ziyade edebiyatçı kimliği sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Emevîler Dönemi, Arap Şiiri, Velîd b. Yezîd, Gazel, Hamriyyat.

AN EVALUATION OF THE POEMS OF UMAYYAD CALIPH WALÎD B. YAZÎD (II)

ABSTRACT

During the Umayyad Period, poetry, as in previous periods, found the atmosphere suitable for progress. Especially the existence of political groups such as the Umayyad dynasty, Zubayrids, Shia and Kharijites and the intense political competition carried the reputation of poetry even further and poetry was more accepted by the politicians. During this period, poetry also attracted the attention of the state officials, many of the Umayyad caliphs showed interest in poetry and recited their poems in their own literary gatherings. One of these caliphs was Walîd b. Yazîd (II) (d. 126/744), who remained in the caliphate for a short period of one year and was known both as a caliph and a poet. Velid grew up in a well-off environment, environmental factors had a great impact on his literary identity, and these factors paved the way for his fondness for music and entertainment. Even though he became the caliph and the people condemned him for his habits, he did not abandon his lifestyle. On the contrary, he used the opportunities of the caliphate to cling more tightly to the habits of his previous life. He clearly reflected this lifestyle in the poems he wrote, the themes he discussed, and the concepts he used. He may not have been a successful ruler during his caliphate, which was only a year long, but he was a poet who left his mark on literature and influenced many powerful poets who came after him with his poems. In this study, the life, literary personality and poems of Caliph Walîd b. Yazîd will be evaluated. In the light of examples from his poems, his poetic aspect and the types of poems he wrote as a poet will be examined, and his identity as a man of letters rather than a statesman will be presented.

Key Words: Umayyad Period, Arabic Poetry, Walîd b. Yazîd, Ghazal, Hamriyyat.

COMPARISON OF THE CONSTITUTIONAL LANGUAGE IN TERMS OF TURKISH USAGE FROM THE REPUBLIC TO THE PRESENT

Cihan SOYLU

Ahi Evran University, Graduate School Of Social Sciences, Department of Turkish and Social Sciences, Department of Turkish Education, Kırşehir, Turkey, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-5343-9955

ABSTRACT

This study comparatively examines the linguistic features of constitutional texts that have come into force in the Republic of Turkey in terms of their use of Turkish. The research, based on the 1921, 1924, 1961, and 1982 constitutions, evaluates changes in constitutional language over time, the processes of simplification, and the balance between legal terminology and comprehensibility for the general public. The main goal is to develop suggestions to improve the comprehensibility of constitutional language.

Keywords: Constitution, change, legal language, Turkish, foreign words.

INTRODUCTION

A constitution is the highest legal text that outlines the basic legal framework of a state, defines the rights and freedoms of individuals, and regulates the organization of the state. Four constitutions have been enacted in the history of the Republic of Turkey: the constitutions of 1921, 1924, 1961, and 1982. Each of these documents reflects the political and social conditions of its time, as well as linguistic differences.

METHODOLOGY

A descriptive method was employed in the study. The constitutional texts adopted during the Republican period were analyzed through content analysis, comparing the roots of words used, sentence structures, and the density of legal terminology. The degree to which current constitutions are written in a language understandable by the public was also evaluated.

USE OF TURKISH IN CONSTITUTIONAL TEXTS

The 1921 Constitution is notable for its simple and populist language. Sentences are short and direct, and most words are of Turkish origin. The 1924 Constitution is more formal and uses many Arabic and Persian terms. The 1961 Constitution is detailed and explanatory but technically complex. The 1982 Constitution uses bureaucratic and technical language, often difficult for the public to understand.

SIMPLIFICATION PROCESS IN LEGAL LANGUAGE

The language reform initiated in the early Republic also affected legal language, though progress was slow in constitutional texts. Over time, Arabic and Persian terms were replaced by Turkish equivalents. Examples include:

- “Müruruzaman” → “Statute of limitations”
- “Divan-ı Ali” → “High Court”
- “İdare-i örfi” → “Martial law”

Despite simplification in judicial decisions, constitutional texts remain rich in technical terminology.

COMPARATIVE FINDINGS

1921 Constitution: short and clear expressions, high use of Turkish words.
1924 Constitution: complex structure, heavy use of Ottoman Turkish terms.
1961 Constitution: liberal tone, technical and academic language.
1982 Constitution: bureaucratic, filled with legal jargon, long sentences.
Findings show that constitutional language has become more complex over time.

DISCUSSION

Given the legal and social functions of constitutions, the language used must be clear, simple, and understandable by the public. Language is a vital tool of civic participation; alienation in language can result in alienation from law. Therefore, studies on constitutional language contribute to democratization.

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

The study concludes that efforts to simplify constitutional language are insufficient, and most current texts are not easily understood by the general public. Recommendations include:

1. Collaboration between linguists and legal experts in new constitution drafts.
2. Encouraging the use of plain language in legal education.
3. Publishing simplified versions of constitutions for public access.
4. Promoting plain Turkish in official state institutions.

THE NARRATORS CITED BY AL-MIZZĪ AS TRANSMITTING FROM IBN ʿAMR IN THE KUTUB AL-TISʿA DESPITE THE LACK OF DIRECT TRANSMISSION

Muhammet Seyyit BALABAN[1]

[1]Selcuk University, Faculty of Divinty, Department of Hadith, Konya, Turkey

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3191-8629

ABSTRACT

Introduction and Purpose: ʿAbd Allāh b. ʿAmr b. al-ʿĀṣ (d. 65/684), one of the prominent Companions in the field of hadith transmission, ranks ninth among the Companions in terms of the number of narrations attributed to him. His early conversion to Islam, prolonged companionship with the Prophet Muhammad (peace be upon him), and strong passion for knowledge enabled him to attain a distinguished position in hadith transmission. Notably, he was granted special permission by the Prophet to write down the hadiths he heard, which he compiled in a personal manuscript known as al-Ṣaḥīfat al-Ṣādiqa.

The role of ʿAbd Allāh b. ʿAmr in hadith transmission has continued to hold significant weight in the isnād chains and narrator evaluations of subsequent generations. In this context, Tahdhīb al-Kamāl, the comprehensive biographical work authored by al-Mizzī (d. 742/1341), serves as one of the most important secondary sources regarding the hadith transmissions of ʿAbd Allāh b. ʿAmr. Al-Mizzī, adhering to his systematic methodology, enumerates both those from whom ʿAbd Allāh b. ʿAmr transmitted hadiths and those who transmitted from him. His listings largely rely on the isnād chains found in the Kutub al-Tisʿa (the Nine Canonical Books of Hadith). However, al-Mizzī often does not explicitly confirm whether these transmission relationships are supported by evidence of direct hearing (samāʿ).

Materials and Methods: It is therefore clear that al-Mizzī's identification of transmitters based solely on their appearance in the isnād chains does not necessarily indicate that these narrators directly heard hadiths from ʿAbd Allāh b. ʿAmr. Consequently, the narrators listed in Tahdhīb al-Kamāl as having transmitted from ʿAbd Allāh b. ʿAmr must be critically re-evaluated with regard to the status of samāʿ.

Results: In this regard, the present study aims to identify which of the 120 narrators listed by al-Mizzī as transmitting from ʿAbd Allāh b. ʿAmr in Tahdhīb al-Kamāl do not have established evidence of samāʿ. Each narrator’s position within the transmission chain and their samāʿ status will be examined individually according to the principles of jarḥ and taʿdīl (narrator criticism and reliability assessment) within the hadith sciences. Through this isnād-based analysis, the study seeks to determine which narrators lack verified direct hearing from ʿAbd Allāh b. ʿAmr and to explore the underlying reasons for these disconnections.

Key Words: ʿAbd Allāh b. ʿAmr b. al-ʿĀṣ, Tahdhīb al-Kamāl, al-Mizzī, narrator criticism, samāʿ.

مفهوم النقد عند نورثروب فراي

Hümeyra ŞENGÜL

الجامعة الأردنية، كلية الآداب، قسم اللغة العربية، عمان، الأردن

Orcid ID: https://orcid.org/ 0009-0001-7936-8929

مفهوم النقد عند نورثروب فراي

نورثروب فراي هو عالم اجتماع وأنثروبولوجي أمريكي شـهير. يتبنى فراي منهجاً نقدياً فريداً يركز على دراسـة النصـوص الثقافية والرموز كوسـيلة لفهم الثقافة وتحليلها. وألّف كتابَ "تشـريح النقد" الذي قدّم تفسـيرًا جديدًا لماهيّة النقدِ وكيفيته، ويحتوي على أربع محاولاتٍ نظرية هي النقد التاريخي: نظرية الأنماط"، و"النقد الأخلاقيّ: نظرية الرموز"، و"النقد النموذجيّ: نظرية الأسـاطر"، و"النقد البلاغي: نظرية الأنواع الأدبية". ويصف فراي الغرضَ من هذه المحاولات في "المقدّمة الجدليّة": أربع محاولات تتناول إمكانيّة التوصّل إلى نظرة موجزة شاملة بشأن النقد الأدبي: مجاله, نظريته, مبادئه, ووسائله. ويشدد فيها على ضرورة النقد والناقد، ويعرف النقد: "كلّ ما يتوصل إليه البحث العلمي والذوق الإنسـاني المتصـل بالأدب", ويجعل النقدَ جزءً أساسـيًا من دراسـة الإنسـانيات. والنقدُ علمٌ وليس تطفلًا أدبيًا فوجود العلم في أي موضـوع يغير طبيعته ليتحوّل من النظرات العابرة العشـوائية إلى نظرات منظمة. ويصـف فراي النقاد بأنهم المثقفون الذين لديهم ذوق للفن ولكنهم يفتقرون إلى القدرة على إنتاجه، وأنَّ مهمتهم الأساسـيّةَ توضيح كيف يمكن لشخص ذي ذوق استخدام الأدب وتقييمه, وبالتالي كيف يستطيع المجتمعُ أن يهضم الأدب. يُوردُ رأي الأدباء في أن النقد متطفل على أنواع التعبير الأدبي فن يقوم على فن وُجِد قبله محاكاة ثانية لقوة خلاقة. ويركز فراي على ضـرورةِ وجود النقد، وذلك لأن جميع الفنون تفتقر إلى القدرة على الكلام، ولكن النقد يسـتطيع التحدث. لذلك لا بدّ من النقد حتى لا يكونَ الفنُّ ضـحية للأحكام الانطباعيّة بل يجب هناك فهم نقدي منضـبط. ولا يمكن أن تكون المفاهيم المبنية على "الذوق" و"التفضـيل" مقياسًـا في التحليل الأدبي والنقد. وإذا أردنا أن نلخص أهم ما في نظرية فراي: يؤكد أهميةَ وجود فهم نقدي منضـبط لتجنب الأحكام الانطباعية، والذوق الشـخصـي والاعجاب لا يمكن أن يكونا معياراً في النقد، يمكن تطوير معايير التقييم من خلال ممارسـة النقد الأدبي. لا بدّ من فهمٍ نقدي منهجي وغياب هذا النوع من النقد قد يؤثر سلباً على المجتمع والفن. والنقد مدخلٌ لفهم الثقافة والمجتمع دور في بناء الهويات ونقل القيم والمعاني.

الكلمات المفتاحية: الأدب، النقد، نورثروب فراي.

THE CONCEPT OF CRİTİCİSM ACCORDİNG TO NORTHROP FRYE

Northrop Frye was a renowned American sociologist and anthropologist. Frye adopts a unique critical approach that focuses on studying cultural texts and symbols as a means to understand and analyze culture. He authored the seminal work *Anatomy of Criticism*, which offered a new interpretation of the nature and methodology of literary criticism. This book contains four theoretical essays: "Historical Criticism: Theory of Modes," "Ethical Criticism: Theory of Symbols," "Archetypal Criticism: Theory of Myths," and "Rhetorical Criticism: Theory of Genres."

In the "Polemical Introduction," Frye outlines the purpose of these four essays as an attempt to arrive at a unified and comprehensive perspective on literary criticism—its scope, theory, principles, and methods. He emphasizes the necessity of both criticism and the critic. Frye defines criticism as "everything that scientific inquiry and human taste can derive from literature," and considers it an essential component of the humanities. For him, criticism is a science, not a parasitic literary activity; the presence of science in any subject transforms it from random and superficial observations into systematic and organized understanding.

Frye describes critics as intellectuals who possess a refined taste in art but may lack the ability to produce it. Their primary task is to explain how a person with aesthetic sensibility can engage with and evaluate literature, and thereby how society can assimilate literature. He presents the view of some writers who regard criticism as parasitic—a secondary art based on a primary creative force. Nevertheless, Frye insists on the indispensability of criticism, arguing that all art forms lack the ability to speak, while criticism has the power to articulate. Therefore, criticism is essential to prevent art from falling victim to impressionistic judgments; rather, it must be understood through disciplined critical interpretation.

Concepts such as “taste” and “preference” cannot serve as standards in literary analysis and criticism. To summarize the core of Frye’s theory: he underscores the necessity of methodical critical understanding to avoid subjective and impressionistic judgments. Personal taste and admiration are inadequate as criteria in literary evaluation. Standards of assessment must be developed through the practice of literary criticism. A systematic and disciplined critical approach is vital, as the absence of such criticism can negatively impact both society

and art. Criticism serves as an entry point for understanding culture, plays a role in shaping identities, and transmits values and meanings.

Keywords: Literature, Criticism, Northrop Frye.

MULTIDISCIPLINARY APPROACH TO USUL AL-FIQH IN THE MODERN ERA

Hasan ÖZKET

Dr. Öğr. Üyesi, Kırklareli University, Faculty of Theology, Department of Islamic Law, Kırklareli, Türkiye, Orcid ID: 0000-0002-6193-4363

ABSTRACT

Usul al-fiqh (the methodology of Islamic jurisprudence) has long held a central place within Islamic scholarship and is widely regarded as an original and systematic discipline within the broader landscape of knowledge. While its foundational significance remains undisputed, the modern era has witnessed a perceived narrowing of its scope and influence. Some scholars have even questioned its contemporary legitimacy, leading to new proposals such as the development of a "secular *usul al-fiqh*" in academic literature. This perceived marginalization has created a theoretical vacuum that has inevitably influenced related fields of Islamic thought. In response, this study aims to examine new intellectual approaches that have emerged in Turkey during the twentieth century, particularly those that reflect efforts to reinterpret or revitalize the field. By doing so, it seeks to contribute to ongoing academic discussions surrounding the evolution of Islamic legal methodology in the modern age. Scientific inquiry is inherently open, resisting monopolization and rigid boundaries. In this context, *usul al-fiqh*—as an epistemological framework developed by the Islamic tradition—has been noted by some scholars to have indirectly contributed to modern industrial and legal developments, particularly through its systematic reasoning and interpretative methods. Within the domain of Islamic law, the methodological contributions of *usul al-fiqh* are undeniable. Given its accumulated intellectual heritage, there is reason to believe that it could offer valuable insights beyond the legal sphere, especially when reexamined through a multidisciplinary lens. One key feature of modern epistemology is its emphasis on rationality and quantification alongside transmitted knowledge (*naql*). The very structure of *usul al-fiqh*, particularly its focus on the relationship between language and meaning, suggests that a proto-quantitative dimension existed even before the rise of modern methodologies. Exploring the potential integration of this dimension into the interpretation of religious texts (*nass*) presents a promising area of inquiry. This study proposes that such a re-evaluation can help bridge existing gaps in the field and open new avenues for interdisciplinary dialogue. By rethinking the epistemic tools of *usul al-fiqh* within contemporary frameworks, it aspires to foster a broader and more inclusive understanding of Islamic legal thought.

Keywords: Usul of Fiqh, Industrial, Rational, Transferable, Numerical, Methodology

MODERN DÖNEMDE FIKIH USULÜ İLMİNE MULTİDİSİPLİNER YAKLAŞIM

ÖZET

Fıkıh usulü ilminin İslami ilimlerde merkezi öneme sahip olduğu kuşkusuz olduğu gibi dünya ilimleri arasında da özgün bir ilim olarak yer aldığı bilinmektedir. Modern dönemde alan daralması yaşadığı ve meşruiyetini yitirdiği ileri sürülmüştür. Buna karşın "yeni" adı altında laik fıkıh usulü önerisi literatürde görülmektedir. Alan daralması ile ortaya çıkan boşluktan sınırlı olarak diğer ilimlerinde etkilenmesi kaçınılmaz olmuştur. Bu çalışma yirminci asırda ülkemizde alanında öne çıkan arayışlar bağlamında yeni yaklaşımları barındıran örneklerin varlığını araştırmak ve akademik ortamda tartışmay amaçlamaktadır. Şüphesiz bilim, üzerinde tekel oluşturulamayan, sınır çizilemeyen hatta kendisinden başka dayanağı olmayan müstesna bir kurumdur. Bu yönüyle İslam dünyasının ortaya koyduğu özgün bir ilim olan fıkıh usulü ilminin Avrupa ilim çevrelerince sanayi alanına uygulanması sonucunda günümüz gelişmelere vesile olduğuna dair önemli tespitler erbabınca dillendirilmiştir. Fıkhın alan tanımı doğrultusunda usul ilminin hukuk ilmi özelinde başarılı tecrübeleri yadsınamaz. Bu birikim göz önüne alındığında fıkhın genel anlamıyla diğer alanlar için önemli sonuçlara ulaştıracağı düşüncesi dikkat çekmektedir. Modern dönemin başat özelliklerinden olan anlamlandırma sürecinde nakli bilgilerin yanında akla ve sayısala önemli yer verilmesidir. Başta fıkıh usulü ilminde olmak üzere ki bizzat konuluş itibariyle lafzın manaya delalet konusu ilmin modern öncesinde sayısal yönünün varlığına delalet etmektedir. Bunun, nasların değerlendirilmesinde işlevsel hale getirilmesi tartışmaya

açılmalıdır. Bu çalışmada ele alınan bu öneri ile alanında boşluğu dolduracağını ve katkıda bulunacağı hedeflenmektedir. Ayrıca multidisipliner bakışla geniş akademik çevrede farklı alan tabanlı tartışmalara davet oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fıkıh Usulü, sanayi, akli, nakli, sayısal, Metodoloji

GİRİŞ

Fıkıh usulü ilmi klasik adıyla usûlü'l-fıkh, tamlamanın bir unsuru olan 'fıkıh' teriminin genel anlamı doğrultusunda nazari düşünmenin varsayımlarla kurallarını oluşturan, ortaya konan görüşler bakımından hesap sorma-verme sürecini yöneten ve denetleyen özgün ve İslamî ilimlere özel merkezi bir ilimdir. Ancak süreçte, fıkhın alan tanımı doğrultusunda ahkam -modern dönemde hukuk- konusunda gelişmesiyle önemli örnek tecrübe birikimini temsil etmektedir. Bu örneklik, sistematik olarak ilimlerin çoğalması nedeniyle günümüz diğer bilim alanlarına ve özelliklerine göre uyarlanarak kullanılması tespit, öneri ve çağrıları mevcuttur. Böylece usûlü'l-fıkh ilmi fıkıh teriminin genel tanımına uygun biçimde ilimler arasında merkezi yer işgal edeceği düşünülmektedir. Gerçekte usûlü'l-fıkh ilminin fıkıh terimine ait genel, alan, kaynak ve amaç bakımından yapılan tanımların yanında tamlamanın diğer bir unsuru olan asl kelimesinin çoğulu olan usûl terimine yaklaşımın da önemli olduğu vurgulanmaya değer görülmektedir. Zira 'usûl' teriminin delil, kaide, tercih, kendisine kıyas edilen anlamlarına geldiği ve o unsurları teker teker temsil ettiği kuşkusuzdur. Yani bir anlamlandırma sürecinde öncelikle çıkış noktasına duyulan ihtiyaç ve onun gerektirdiği kaidelerle değerlendirmede, ortaya çıkanlardan birini tercih edecek kritere ulaşmada, kıyas yoluyla sahih bir anlamlandırmaya ulaşılacağı açıktır. Bu süreç İslamiyet'te vahiy döneminde işaret edilen ve nispeten Peygamberin gözetiminde örnek uygulamaları görülen içtihat müessesinin çok erken dönemde doğal biçimde oluşmasına, değişim ve gelişmeleri anlamlandırmayı iç bütünlükle yönetmeye katkı sağlamıştır. Başlangıçta hicrî ilk üç yüzyıl içinde değerlendirme ve dönüşüm açısından verimli sonuçlar elde edilmiştir. Ancak hicrî beşinci yüzyıl sonlarında ise doğal bir doygunluk ve yetinme süreci nedeniyle içtihatta bir daralmaya girildiği gözlemlenmektedir. Zira bu dört asırla birlikte yaklaşık bin senelik bir süreçte dünyada sosyal ve teknik bakımından etki yaratan sıçramalar, gelişmeler ve değişimler görülmediği dikkat çekmektedir. Ancak on sekizinci yüz yılda yaygın biçimde hissedilen sanayi alanındaki gelişmeler ve onun yarattığı sosyal, siyasi ve ekonomik etkiler neticesinde ortaya çıkan durum; İslam coğrafyasının dışında olduğundan İslamiyet özelinde içtihat müessesesinden yararlanma cihetine gidilmediği bir gerçektir. Ancak ne zamanki işaret edilen alanları kapsayan etkisi ile İslam dünyasını temsil eden Osmanlı devletinde Tanzimat fermanı ilan edildiğinde bir uyanış ve farkındalık başladığı kuşkusuzdur. Şüphesiz bu değişimin yönetilmesinde içtihat müessesi önünde oluşan engeller nedeniyle, başlangıçta olduğu gibi doğal biçimde harekete geçilememiş, daralma derinleşerek sürmüştür. Bu çalışma bu engeller ve onları aşma çabaları hakkında bir araştırma, inceleme ve sonuçların tespitini amaçlamaktadır. Çalışma modern dönemde usûlü'l-fıkh ilmi ve içtihat müessesine duyulan ihtiyaç, beklentiler ve bu doğrultuda ortaya konulan bir usul çalışması örneğine işaret edilmesiyle sınırlı tutulacaktır. Zira anılan yeni çalışma içerik ve şekil bakımından tenkitle başka bir çalışmaya ihtiyaç duymaktadır.

1. Daralma Süreci veya Açılım Noktası

Girişte anlatılan süreçte yani on sekizinci asırda Osmanlı Devleti'nde Tanzimat Fermanı ilan edilmiştir. Bununla başlayan dönemin genel anlamda aydınlar bağlamında "Türk Aydınının Tanzimat'la İmtihanı" betimlemesine konu olduğu görülmektedir. Gerçekte fermanla başlayan Tanzimat döneminin ve yarattığı etkilerin, günümüzde de tartışılmaya devam ettiğine hiç şüphe olmadığı da belirtmektedir.[1] Alanımız açısından kırılmaya yardımcı olan unsurların başında içtihadın, daha önceden girdiği daralma sürecinde 'içtihat kapısının kapalı' olduğuna dair öne çıkan iddialar dikkat çekmektedir.[2] Kuşkusuz bu savın karşısında 'içtihat kapısının açık' olduğu, ancak 'müçtehidin bulunmadığı' şeklinde öne çıkan savunmaya 'müçtehit yetiştirme' önerisi yapıldığı da görülmektedir.[3] Diğer taraftan proje olarak 'Laik Fıkıh Usûlü' önerisinin[4] yanında 'İçtima'î Usûl-

[1] Çakır, Coşkun. "Türk Aydınının Tanzimat'la İmtihanı: Tanzimat ve Tanzimat Dönemi Siyasî Tarihi Üzerine Yapılan Çalışmalar". *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi* 3 (Mayıs 2004), 9-69.

[2] Manastırlı, İsmail Hakkı. "Bâb-ı İctihad Mesdûd mudur? (1)", *Sırat-ı Müstakîm*, 2/31 (3 Rebîü'l- Evvel 1327/27 Mart 1909), 65-66.

[3] el-Mağribî. "Müctehidler Yetiştirelim", *Sırat-ı Müstakîm*, çev. A. (Ayın) F. Salah, 3/75, (30 Muharrem 328/27 Ocak 1910), 364-365.

[4] Hüseyin Naci. "Usul-i Fıkıh Nasıl Tedris Edilmeli?" *Dâru'l-Fünûn hukuk Fakültesi Mecmuası*, Mayıs 1341/Mart 1925, 18, 695-705.

ı Fıkh' önerisi de yapılmış ve çeşitli tartışmalara konu olduğu bilinmektedir.[5] Ayrıca, fıkhın genel anlamdaki multidisipliner özelliği nedeniyle[6] Avrupa'da sanayi alanına uyarlanan usûlü'l-fıkh ilminin yer aldığına da dikkat çekilmektedir.[7] Usûlü'l-fıkh ilminde değişim taleplerinin yeni olmadığı özellikle mütekellimin ekolüne mensup sistematik ilk eserden günümüzde yazılan son esere kadar tekrarlandığı bir gerçektir.[8]

2. Usûlü'l-fıkh ve İctihad

"Şer'î delil ve şer'î hükümler ikilisinin durumlarının kendisiyle tanındığı -ki, istinbat etmekle hükmün ispatında delillerin müdahalesi bulunan- bir ilimdir." şeklinde tanımlanan usûlü'l-fıkh,[9] başlangıçta anlama yöntemi biçiminde işlev gördüğünü ifade edenlerin yanında[10] fıkhın felsefesini yapma tarzını yansıttığını vurgulayanlar da bulunmaktadır.[11] Özetle fıkıh usulünün varlık sebebi hükümlerin kaynaklarını tespit, üstlendiği görev ise akıl yürütmeyle içtihat/istinbat yöntemlerini belirlemektir. Bu yönüyle müçtehit ve ilim adamlarına hitap ettiği ifade edilmektedir. Dolayısıyla fukaha veya mütekellimin olmak üzere ilgili fıkıh doktrininin iç bütünlüğünde hükümlerin tutarlılığını tespit etmek, dayanaklarını ve elde ediliş yöntemlerini açıklamak, mezhebi görüşlerin meşruiyetini ispatlamak olduğu da belirtilmektedir. Günümüzde ise geçmişteki içtihatların açıklamasını ortaya koyma ve tutarlılığını denetleme yönünde olduğunu söyleyenlerle birlikte mevcut ve geleceğe yönelik içtihatlar yapmayı işlevlerine ekleyenler de bulunmaktadır. Furû'-ı fıkıh kadar eski olan usûlü'l-fıkhın içinde her şeyin yer alabileceği savunulmaktadır. Teşrî' sürecini anlamanın yöntemi ve Sünnî çerçeveyle furûun uyum gösterdiği vurgulandığı da görülmektedir. Ayrıca geleneksel dini ilimlerin zirvesinde yer aldığına işaret edilerek kelam-fıkıh arasında köprü vazifesi gördüğü belirtilmektedir. Hatta bütün bir sosyal varlık alanın tasvir, yeniden inşa ve sürdürmeyi hedeflediği önemle vurgulanmaktadır.[12] Günümüz bilimsel bağlamında değerlendirildiğinde biri tümevarım/fukaha diğeri tümdengelim/mütekellimin metotları olmak üzere iki ayrı ekol olarak gelişen usûlü'l-fıkh ilmin,[13] ilk temel eseri serbest özelliğe sahip *er-Risâle* adıyla İmam Şafi'î tarafından kaleme alındığı bilinmektedir. Ayrıca bu eserin Medine'de ehl-i eser ekolünden İmam Malik, Kûfe'de ehl-i rey' ekolünden İmam Ebû Hanife'nin ortaya koyduğu tecrübelerden sonra Bağdat'ta kaleme alınmış olması[14] dikkat çekmektedir. Diğer açıdan bu eserin erken devirde bütüncül

---

[5] Gökalp, Ziya. "İctimâi Usûl-i Fıkıh", İslam Mecmuası, I/3, 1329.

[6] Literatürde fıkıh terimi öncelikle Ebû Hanife'ye isnat edilen "kişinin lehinde ve aleyhinde olanları bilmesidir." şeklinde genel ve geniş anlamda olduğu görülmektedir. Bunun devrin şer'î ilimleri kapsadığına dikkat çekilmekte ve alan belirlemek üzere tanıma "amel" kelimesi eklenmiş, itikat, vicdan kapsam dışı tutulmuş kelam ve tasavvuf ilimlerinin dışarıda bırakıldığı vurgulanmıştır. Ayrıca amel kelimesini ekleyen diğer ilimleri kapsam dışı tutmakta eklemeyen ise kapsam içine almakta olduğuna dair uyarı yapılmaktadır. Böylece alan bakımından mükellefin fiillerinin helal-haram çerçevesinde sevap/fayda sağlayan-ikap/zarar derecelerine göre on iki katmanlı değerlendirmeye işaret edilmiştir. Bir üçüncü tanım ise "amelî şer'î hükümleri tafsîlî delillerinden bilmektir." şeklinde yapıldığı belirtilmektedir. (Sa'du'd-dîn Mes'ûd b.'ömer et-Teftâzânî. et-telvîh 'alât'tavdîh li-metnit'tenkîh fî usûli'l-fıkh, (Mısır: Matba'a Muhammed 'Alî, 1957), 12-19) Tanzimat döneminde oluşturulan Mecelle'de "ilm-i fıkh mesâl-i şer'iyye-i ameliyyeyi bilmektir." (Ahmet Cevdet Paşa Komisyon. Mecelle-i Ahkâm-ı Adliyye, (İstanbul: Matba'a-ı Osmaniyye, 1300), 20) şeklinde verilen tanım, eserin Arapçaya tercüme edilen şerhinde "Uygulamalı hukuki meselelerin ayrıntılı delillerinden türetilen bilim dalıdır." (Ali Haydar. Düreru'l-hukkâm fî şerhi mecelleti'l-ahkâm, Arapçaya tercüme Fehmî el-Hüseynî, (Mısır: Dâru'l-cîl, 1991), 23) biçiminde fıkıh külliyatı ilmine işaret ettiğini söylemek mümkündür.

[7] Bilmen, Ömer Nasuhi. *Hukukı İslâmiyye ve Istılahatı Fıkhiyye Kamusu*, (İstanbul: Bilmen Yay., 1985), 1/40.

[8] Özket, Hasan. "Mütekellimîn Metodunun Kavramsal İç Bütünlüğü". *Rumeli İslam Araştırmaları Dergisi* 12 (Ekim 2023), 141-158. https://doi.org/10.53336/rumeli.1331909.

[9] Molla Hüsrev, Mir'âtü'l-usûl fî şerhi mirkâti'l-vusûl. İstanbul: Dersa'âdet, 1317. 670.

[10] Apaydın, H. Yunus, "Klasik Fıkıh Usûlünün Yapısı ve İşlevi", *İslam Hukuku Araştırmaları Dergisi*, 2003, 1/7-28.

[11] Köksal, Asım Cüneyd- Dönmez, İbrahim Kâfi. "Usûl-İ Fıkıh", TDV İslâm Ansiklopedisi, https://islamansiklopedisi.org.tr/usul-i-fikih (09.07.2025). (İstanbul: 2012) 42/201-210.

[12] Köksal-Dönmez, "Usûl-İ Fıkıh", (İstanbul: 2012) 42/201-210.; Aslan, Mehmet Selim, "Fıkıh Usûlünde Tecdîd Anlayışı Üzerine Bir Değerlendirme", *Uluslararası İslam ve Yorum III Sempozyumu*, 529. (Ankara: İnönü Üniversitesi Yayınları, 2019), 529.

[13] Özket, Hasan. Sanayileşen Fıkıh: XIX. Asır İslam Hukuk Usûlü Çalışmaları (1800-1923), (İstanbul: Medhal Yayınları 2006), 36.

[14] Bedir, Murteza. "Er-Risâle", *TDV İslâm Ansiklopedisi, (İstanbul: 2008). 35/117-119.* https://islamansiklopedisi.org.tr/er-risale--safii (08.07.2025).

yeni yaklaşımla yani eser-re'y ve iman-amel birlikteliğine güçlü biçimde işaret ettiği kuşkusuzdur.[15] İlmin, sistematik hale gelene kadar terimlerin dağınık biçimde yer aldığı görülse de sonradan sistematik bütünlüğe kavuştuğu gözlemlenmektedir.[16]

İçtihat, her ne kadar tanıtıcı olarak "nassın lafız ve mânasından hareketle, nassın bulunmadığında da çeşitli istinbat metotları kullanılarak şer'î hüküm hakkında zannî bilgiye ulaşma çabasının genel adı"[17] şeklinde verilse de bu ıstılah tanımı değildir. Zira nassın en azından asl olarak bulunması gereğinde hiç kuşku yoktur.[18] Nitekim terim olarak "gayret edilen (anlamlandırılmaya çalışılan) konuda delilinden fer'î şer'î hükmün istinbatında gücün tüketilmesi"[19] şeklindeki delile vurgu yapılan tarif klasik tanımlardan biri olarak dikkat çekmektedir. Ayrıca mutlak içtihat için a) **Kitap** ilmine, kapsayıcı biçimde lügat ve şer' bakımından anlamlarıyla birlikte kısım bilgilerine sahip olma; b) **Sünnet** ilmini metni ve senedi ile bilme; c) **İcma'**ın varit olduğu konuların alanlarını bilme; d) **Kıyas**'ın çeşitlerini bilme gibi hususlar temel şartlar[20] olarak yer almaktadır. Kuşkusuz sonuçta "içtihadın ***hükmü***, hata ihtimaline karşın zannın galip gelmesi[21] olduğuna dikkat çekilmektedir. Aslında bu tanım ile belirtilen şartları taşıyan özgüvene sahip bağımsız ilim adamlarının önünde bir engel olmadığı kanaati ortaya çıkmaktadır. Ancak otorite ve toplum düzeni sarsılacağı varsayılarak bir toplumsal baskıdan söz edileceği yapılan tartışmalardan anlaşılmaktadır.[22] Ancak bireysel çaba olan içtihadın sonucu zan ifade etmesine ve bağlayıcılığı tartışılmasına rağmen otoritenin muhtemel rahatsızlık duyma yargısıyla bilim ve öğrenmeye baskı oluşturmayı hatta ket vurmayı gündeme getirir. Bu nedenle ilimle karşı tezlerin ortaya konulmasını uygun olduğunu vurgulamak gerekmektedir.

3. Yenileme Gerekçesi ve Sorunları

Girişte işaret edilen, daralmayı açacak ve aşacak başlangıçtaki heyecanı duyanlar İslam coğrafyasının çeşitli yerlerinde bulunmuşlardır. Bunlar, dönemlerindeki teknolojik gelişmeler nedeniyle ortaya çıkan hayat şartlarındaki değişimleri yönetmek üzere anlamlandırma çabasıyla fikirler üretmişlerdir.[23] Ancak erken devire göre zayıf da olsa günümüz için bu güçlü tarafın yanında din algısının temelde barındırdığı farklılıklar nedeniyle aydın-halk arasında sürdürülebilir sağlam bir iletişim ağının olmayışı güçlü biçimde zayıf tarafını oluşturmaktadır. Sonuçta güçlü taraf özelinde olmak üzere XX. yüzyılın başında Avrupa'nın etkisiyle tartışmalı da olsa Osmanlıcılık, Batıcılık, İslamcılık ve Milliyetçilik şeklinde genel fikri akımlar ortaya çıkmıştır.[24] Başka bir sıralamada ise diğer bütün müesseselerin dine bağlanmasını isteyen 'teokratlar', dinin diğer müesseselerden birine veya bir kaçına bağlanmasını isteyen 'ateistler', din ile devlet işinin birbirinden ayrılmasını isteyen 'Avrupa tipi lâikler' ve dini diğer içtimai müesseselere muadil bir müessese kabul edip, müstakil yaşamasını isteyen 'gerçek lâikler' şeklinde ifade edildiği de vardır.[25] Dolayısıyla bu fikri akımların

[15] Özket, Hasan. XIX. Asır İslam Hukuk Usûlü Çalışmaları (1800-1923), 2. Baskı. (Ankara: Akademisyen yayınevi, 2023), 22.

[16] bk. el-Isbahânî, İbn Fûrek "Muḳaddime fî nüket min uṣûli'l-fıḳh", *Mecmû'u resâ'il fî uṣûli'l-fıḳh,* Der. Cemâleddin el-Kāsımî (Beyrut: el-Matba 'atü'l-Ehliyye 1324).; bk. Debûsî, Ebû Zeyd Abdullah b. Muhammed b. Ömer b. Îsâ. *Takvîmu'l-edille fî usûli'l-fıkh*, thk. Halil Muhyiddin Meys, (Beyrût: Dârü'l-kütübi'l-ilmiyye, 2001).

[17] Apaydın, H. Yunus. "İctihad", *TDV İslâm Ansiklopedisi*, https://islamansiklopedisi.org.tr/ictihad (08.07.2025). *TDV İslâm Ansiklopedisi (*İstanbul: Türkiye Diyanet vakfı yayınları 2000) 21/432-445.

[18] Orhan, Fatih. "Şer' Naslar Karşısında İçtihadın İmkânı 'Mevrid-I Nasta İctihada Mesağ Yoktur' Kaidesi". *İslami İlimler Dergisi* 16/1 (Mart 2021), 107-131. https://doi.org/10.34082/islamiilimler.901990.

[19] Molla Hüsrev, Muhammed b. Feramuz. *Mir'âtü'l-usûl*. (İstanbul: Salah Bilici, 1966), 670.

[20] Molla Hüsrev. 670.

[21] Molla Hüsrev. 670.;

[22] Heyet. *Muhavelâtu't-Tecdîd fî usûli'l-fıkh*. ed. Huza' el-Ğâmidî. (Riyad: Cami'atü'l-İmam Muhammed, 2008).

[23] Elmalılı, Muhammed Hamdi Yazır. *Hak Dini Kur'an Dili*, 1/629, 8/x, 9/x.; Beşir Gözübenli, Elmalılı Hamdi Yazır'ın Seferilik Konusuna Yaklaşımı, Seferilik ve Hükümler, İSAV Tartışmalı İlmi Toplantılar Dizisi, İstanbul, 1997, s. 137-152.; Özgel, İshak. "Elmalılı Muhammed Hamdi Yazır'ın Tefsiri ve Hakkında Yapılmış Çalışmalar Bibliyografyası". *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi* 19 (Eylül 2012), 327-362.; Topal, Şevket. "Elmalılı İle Aksekili Arasındaki Seferilik Hükmü Tartışması". *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi* 2/3 (Aralık 2013), 7-29.

[24] Özket, Hasan. *Sanayileşen Fıkıh XIX. Asır İslam Hukuk Usulü Çalışmaları (1800-1923)*, (İstanbul: Medhal Yayınları 2006), 133.: Taş, Prof. Dr. Kemaleddin-Göksüçukur, Betül. "Osmanlı Dönemi Batıcılık, İslamcılık, Türkçülük Fikir Akımları ve Din". *Dini Araştırmalar* 22/56 (Aralık 2019), 463-488. https://doi.org/10.15745/da.583546.

[25] Karagülle, Süleyman. *İslamiyet ve Günümüzün Meseleleri*, (İzmir: Kaynak, 1976), 38.

süreç içinde farklı şekilde isimlendirildiği ve sıralandığı görülmektedir. Günümüzde akılcı, realist, modernist ve tarihselcilik ekolleri şeklinde gruplandığı görülmektedir.[26] Şüphesiz bu ekollerden hiç birisi din olarak İslamiyet'i terk etmeyi önermiş değildir. Ancak etki-tepki diyalektiği içinde kendilerine batı tarzı gelişmeye alan ve imkân açma gayretinde oldukları görülmektedir. Aslında başlangıçta bakış açıları için seçtikleri yöntemler nedeniyle görüş ayrılıkları bulunduğu da bir gerçektir. Bu grupların arasında İslamiyet'in genetiğine uygun sahih ve sağlıklı biçimde anlamlandırma özelliğini taşıyan içtihat müessesinin temsilciğini yapan bir ekol görülmemektedir. Kuşkusuz anılan grupların her biri belli bir gayretin içinde yer almaktadır. Ancak içtihat müessesinin özgünlüğüne uygun bir kurucu yaklaşımla mutlak veya mukayyed içtihat başlığını hak eden bir kişi veya grubun araştırmalarda yer almaması dikkatlerden kaçmamaktadır. Zira isimlendirilen gruplardan hiç birisinin öncelikle kitap, sünnet, icma, kıyas biçimindeki kaynak/delilden içtihat ile istinbatı yansıttığı söylenemez. Her ne kadar verilen tasnifler için geçişkenliği ortadan kaldıran sınırları belirleme zor olsa da yakarıda verilen günümüz tasnif kullanılacaktır. Grupların üzerinde odaklandıkları konular ve çözüm önerileri bağlamında değerlendirme yapılacaktır.

3.1. Akılcı ekol

Her ne kadar erken devirde ehl-i eserin karşısında konumlanan ve ehl-i re'y olarak isimlendirilen bir ekol olsa da süreç içerisinde sentezlenerek kelamcı olarak temsil edilmiş oldukları söylenebilir. Kuşkusuz bilgi kaynağı olarak naklin yerine aklı öne çıkaran Mutezile ekolü de bu anlayışın içinde değerlendirilmektedir. Ancak modern dönemlerin[27] çeşitli aşamalarında değerlendirmelere katılan gözlem ve sayısal bilgilere dayalı sonuçlar İslamiyet'te özellikle 'din' özelinde olmak üzere yer verilmediği anlaşılmaktadır. Önerilerin çoğunluğu da bu konuda odaklanmaktadır. Yani eskiden baskın olan nakli anlatım yerine aklı yorumların çoğaltılması talebinde bulunmaktadırlar.[28] Örneğin, Kur'an gözden geçirildiğinde "Kur'an'da ve surelerinde tematik birlik, kapsamlılık, yasa koymanın birincil kaynağı, belirsiz konularda uzun açıklamalardan kaçınma, modern bilimsel yorum ve yorumlamaya rasyonel yaklaşım gibi ilkeler yakalamak mümkün olduğu" belirtilmektedir.[29] Nitekim bu ekolün on dokuzuncu yüzyılda Hristiyan batı anlayışı bağlamında temelde din-ilerleme ikileminde var olan mesafe ile, olduğu gibi İslam düşünce dünyasına aktarılma talebi ve sürecidir. Osmanlı devletinde XX. yüzyılın başında ortaya çıkan fikri akımlardan biri olan Batılılaşma diye bilinen akımın temsilcilerinin süreç içinde kendilerini bu ekolde buldukları da söylenebilir. Ancak Batılılaşma serüveni olarak baskın biçimde uygulanmasına karşın bazı ülkelerde sentezlemelere tabi tutulduğu kuşkusuzdur.[30] Çalışma ile sınırlı olmak üzere bu kısımda yer alan aydınlar şunlardır. Duman ve Jabarı'nın "Çağdaş Dönemde Usûl-i Fıkhın Yenilenmesi Tartışmaları" adlı çalışmalarında Hindistanlı Seyyid Ahmed Han'ın (1817-1898) bu ekolden olduğu belirtilmektedir.[31] Diğer temsilciler ise Mısırlı Rifâ'a et-Tahtâvi (1801-1873),[32] Afganlı Seyyid Cemâlüddîn el-Efgānî (1838-1897),[33] Mısırlı Muhammed Abduh (1849-1905),[34] Keşmirli Muhammed İkbal (1877-1938),[35] Mısırlı Muhammed el-Gazâlî, (1917-1996) gibi aydınlar bulunmaktadır.[36]

---

[26] Duman, Soner-Jabari, Shaker. "Çağdaş Dönemde Usûl-i Fıkhın Yenilenmesi Tartışmaları". *Dinbilimleri Akademik Araştırma Dergisi,* 20/1 (Mart 2020), 199-233. https://doi.org/10.33415/daad.637895.

[27] Yeni Çağ (1453'te Müslümanların eliyle Batı Roma'nın düşüşü) ile başlayan süreçte bilim, fikir, sanat, ekonomi ve siyaset alanında meydana gelen sıçramalar ile modern ~~dönem~~dönemler olarak ortaya çıkan basamaklarına işaret edilen tartışmalar bulunmaktadır. Modern Çağ Ne Zaman Başladı – basinodasi.com.tr

[28] *Muhavelât,* 444.

[29] *Muhavelât,* 445.

[30] Bk. Güngör, Erol. *İslamiyet ve Günümüz Meseleleri*, (İstanbul; Ötüken Yayınları 1980) Laiklik makaleleri.

[31] Duman-Jabari. 199-233.; Ayrıca bkz. Öz, Mustafa. "Ahmed Han, Seyyid", *TDV İslâm Ansiklopedisi,* https://islamansiklopedisi.org.tr/ahmed-han-seyyid (08.07.2025). (İstanbul: 1989), 2/73-75.

[32] Görgün, Hilal. "Rifâa et-Tahtâvî", *TDV İslâm Ansiklopedisi, (İstanbul: 2008) 35/95-97.* https://islamansiklopedisi.org.tr/rifaa-et-tahtavi (08.07.2025)

[33] Karaman, Hayreddin. "Efgānî, Cemâleddin", *TDV İslâm Ansiklopedisi*, https://islamansiklopedisi.org.tr/efgani-cemaleddin (08.07.2025). (İstanbul: 1994), 10/456-466.

[34] Özervarlı, M. Sait. "Muhammed Abduh", *TDV İslâm Ansiklopedisi*, https://islamansiklopedisi.org.tr/muhammed-abduh (08.07.2025). (Ankara: 2020), 30/480-485.

[35] Aydın, Mehmet S. "İkbal, Muhammed", *TDV İslâm Ansiklopedisi*, https://islamansiklopedisi.org.tr/ikbal-muhammed (08.07.2025). (İstanbul: 2000) 22/17-23

[36] Duman-Jabari. 210.

3.2. Realist ekol

Realist olarak tanımlanan ekolün bir önceki akılcı ekole yapılan eleştirilerle oluşan bir ekol olduğu ifade edilmektedir.[37] Aslında Seyyid Bey (1873-1925)[38] ve İzmirli İsmail Hakkı (1869-1946) bir düşünce sistemi ve ekol oluşturamamışlarsa da temsil ettikleri geleneğe bağlı yenilik çizgisiyle son dönem Osmanlı düşüncesi içinde önemli bir yer edindikleri düşünüldüğünden bu ekol içinde yer alabilecek[39] ilim adamları olarak değerlendirilmiştir. Yine İranlı düşünür Ali Şeriati (1933-1977)[40] bu ekole uygun düştüğü düşünülenlerdendir. Sudanlı Hasan et-Turabi (1932-2016),[41] Mısırlı Yusuf el-Karadâvî, (1926-),[42] Iraklı Ali Muhyiddin Karadağı (1949-), Hayreddin Karaman (1934-).[43] Bunların ortak özellikleri tecdid, ihya, ıslah ve telfik gibi argümanlarla gelenek içinde çözüm aramaları olduğu söylenebilir. Ayrıca günümüz finansman ve iktisat konularında yaptıkları danışmanlıklarla fıkıh müktesebatından sınırlı içtihattan yana göründükleri bilinmektedir.

3.3. Modernist Ekol

Duman ve Jabarı Cezayirli Muhammed Arkoun'u (1928-2010) bu ekolde gösterirken TDV Tarihselci ekolden göstermektedir.[44] Mısırlı Hasan Hanefî (1935-), Faslı Muhammed el-Câbiri (1936-2010) bu grubun diğer temsilcileridirler.

3.4. Tarihselci Ekol

Pakistanlı Fazlur-Rahman (1919-1988) bu grubun temel temsilcisidir.

3.5. İçtihatçı ekol

Ülkemizden bir aksiyoner mütefekkir olan Süleyman Karagülle (1928-2021)[45] babasından medrese ilimleri tahsilinden sonra 1955 yılında İTÜ'den elektrik yüksek mühendisi olarak mezun olmuştur. On beş yıllık devlet tecrübesinden sonra dinî, ilmî, iktisadî, siyasî ve sosyal çalışmalarını bir arada bağımsız bir şekilde yürütmek üzere 1967 yılında bir gurup akademisyenle birlikte İzmir'de "S. S. Akevler Kredi ve Yardımlaşma Kooperatifi" adı altında AR-GE merkezini kurmuştur. Kooperatifin gaye maddesinin "çalışmada ve yaşamada birbirleri ile anlaşabilecek kimseleri bir araya getirerek aralarında iktisadî, içtimaî, ilmî ve ahlakî dayanışmayı ve yardımlaşmayı gerçekleştirmektir." şeklinde belirlendiği görülmektedir.[46] Ayrıca sunacağı genel hizmetler şu şekilde sıralanmıştır.

c) Ortaklık, hizmetlerini: Ortakların ve ortakların kuracakları Adi Ortaklıkların muamelelerini yapmak, muhasebesini tutmak, emanet ve tapularını muhafaza etmek, haklarını müdafaa etmek, borç ve alacaklarına kefil olmak, ortakları birbirleri ile tanıştırmak, mal ve işlerini tanıtmak, aralarında çıkan anlaşmazlıkları halletmek, adlarına murakabe yapmak ve her türlü iktisadî ve içtimaî dayanışmayı kurmak suretiyle yapar.[47]

Kooperatifin yaptığı bu hizmetler karşılığında ise:

d) Ortaklık, hizmet karşılığı olarak Adi Ortaklık Teşebbüslerinden aldığı paylar dışında bütün hizmetlerini karşılıksız yapar. Ortaklık, doğrudan doğruya kârlı işlere girişemez; ortaklarına kâr, temettü, faiz gibi kazançlar dağıtamaz. Kooperatif ortakları, ancak kooperatifin de hizmet ortağı olarak katıldığı ve aralarında kurdukları Adi Ortaklık Teşebbüslerinden doğacak kârlara sahip olabilirler.

---

[37] Duman-Jabari. 217.

[38] Erdem, Sami. "Seyyid Bey", TDV İslâm Ansiklopedisi, https://islamansiklopedisi.org.tr/seyyid-bey (08.07.2025). *(İstanbul: 2009) 37/54-56.*

[39] Özervarlı, M. Sait "İzmirli, İsmail Hakkı", TDV İslâm Ansiklopedisi, https://islamansiklopedisi.org.tr/izmirli-ismail-hakki#2-ilmi-sahsiyeti-ve-gorusleri (08.07.2025). *(İstanbul: 2001), 23/533-535.*

[40] Subaşı, Necdet. "Şerîatî, Ali", TDV İslâm Ansiklopedisi, https://islamansiklopedisi.org.tr/seriati-ali (08.07.2025). *(İstanbul: 2010), 38/577-580.*

[41] Hasan el-Turabi ; Hasan et-Turabi - Vikipedi

[42] Yusuf el-Karadâvî;

[43] HAYREDDİN KARAMAN - TDV İslâm Ansiklopedisi

[44] Duman-Jabari. 220; Polat, Fethi Ahmet. "Arkoun, Muhammed", TDV İslâm Ansiklopedisi, https://islamansiklopedisi.org.tr/arkoun-muhammed (08.07.2025). *(Ankara: 2020) 2. basım) EK-1/110-114.*

[45] Ersoy, Arif, (1987) "Faizsiz Banka ve İşlevleri", *Faizsiz Yeni Bir Banka Modeli (Faizsiz Kredileşme sistemi),* (İstanbul, İSAV Yayınları), 2-19; *Özket, Hasan. "Türkiye'de İslam İktisadı Öncü Düşünürlerinden Sezai Karakoç ve Süleyman Karagülle: Fikir ve Uygulamaları". İslam Medeniyeti Dergisi 6/46 (Aralık 2020), 81-105.*

[46] S. S. Akevler Kredi ve Yardımlaşma Kooperatifi Ana Sözleşmesi, 3.

[47] Akevler, 3.

Arkadaşlarıyla birlikte belirtilen amaçların gerçekleştirmek üzere denemeler yapmıştır. Burada uygulamalarla geliştirdiği sonuçları bilim dünyasıyla tartışmış ve siyasi partilerle paylaşmıştır. 1980 öncesi Milli Görüş Partilerinde fiilen görev almış, 1990 sonrasında Refah Partisi seçim beyannamesi olarak gündeme gelen Adil Düzen'in teorisyeni olduğu bilinmektedir.[48] Parti bu seçim beyannameler ile önce büyük çoğunlukla yerel yönetimleri kazanmış sonra genel seçimlerde iktidar olmuştur. Ancak iktidarda iken dönemin Yargıtay Başsavcısı tarafından 21 Mart 1997'de "Refah Partisi'nin Anayasa'nın laiklik ilkesine aykırı eylemlerin odağı haline geldiği gerekçesi ile sürekli kapatılması istemiyle Anayasa Mahkemesi'nde dava açılmıştır. Anayasa Mahkemesi 1998 yılında Refah Partisi'ni kapatmıştır. Diğer taraftan anılan kooperatife de teftiş sonucunda kapatılmak üzere mahkemeye verilmiş, görülen dava sonucunda Yargıtay tarafından kapatılmak üzere tasfiye heyeti oluşturulmuştur. Tasfiyenin sürmekte olduğu belirtilmektedir.

Anılan çalışma sonucunda İstanbul'daki İslami İlimler Araştırma Vakfı (İSAV) tarafından 1987 yılında yapılan "Faizsiz Yeni Bir Banka Modeli (Faizsiz Kredileşme sistemi)" sempozyumu yapılmıştır.[49] Genel bir modelin ekonomik tarafını örnek olmak üzere tarışan bu sempozyum usulü'l-fikh ilminden istifade etmiştir. Ebû Hanife'ye isnat edilen fıkhın genel ve teknik tanımına 'amelen' terimi eklenerek 'ahkam/hukuk/pratik' alana indirgenerek diğer ilimlerin kapsam dışında kaldığı bilinmektedir.[50] Böylece usûlle beraber ahkam/hukuk alanında gelişmiş ve tecrübe birikimi yaşandığı kuşkusuzdur. Ancak ilimlerin özel usullerinin farklı olduğunu vurgulayan Karagülle, bu tecrübeyi 'içtihatla istinbat ederek amelen', 'ilhamla teslim olarak imanen', 'ittifak ederek ilmen' ve 'bey'at ile cihad ederek siyadeten' şeklinde dörtlü bir düzenlemeye tabi tutmaktadır. Böylece multidisipliner bir yaklaşım sergilediği görülmektedir. Dayanak olarak Hac Suresi 40-41. ayetleri aldığı görülen Karagülle[51], insanda mevcut olan dört meleke ile şu düzenlemeyi yapmaktadır.

"Dört Temel Meleke:

İnsanda fikir, his, irade, ünsiyet (sosyal yönseme) denen dört temel meleke mevcuttur. Sırası ile doğruluk, iyilik fayda, adalet bu dört melekenin ayırma aracıdır. Bunların karşıtı yanlışlık, kötülük, zarar ve haksızlıktır.

Dört ictimaî Müessese:

Fertte mevcut bu dört nevi faaliyetin içtimaileşebilmesi için bunların karşılıklı anlatılabilmesi ve dışardan gerçekleştirilebilmesi için dört ictimaî müesseseye ihtiyaç vardır. Bunlarda sırası ile dil, sanat, teknik ve hukuk müesseseleridir. Bunlar ferdin deruni faaliyetleri açığa vuran çoğu cemiyetlere has birer ifade tarzıdır…"[52]

Eserinde ve çalışmalarında Kur'an kökenli kelimelere bağlı kalarak terimler öne çıkaran Karagülle'nin, içtihat mertebelerini ilk üçü ilmi diğer üçü amel/pratik sahasındaki dereceler olmak üzere sırasıyla rasih, fakih ehl-i zikr, amil, sail ve ümmi olarak altı mertebe şeklinde sıraladığı görülmektedir.[53] Toplumsal kurumları insan, şa'b, kabile, kavim, insanlık olarak düşünmektedir. Yönetsel olarak aile, mahalle, kaza, il, bölge, devlet, mısr

[48] Daha fazla bilgi için bkz. http://www.akevler.org/AkevlerKitaplar/1425/104/2-SULEYMAN-KARAGULLE-KIMDIR-2-biyografim-ben-kimim; DEĞERLENDİRMEYE ESAS/H.KARAMAN-HATIRAT-ADİL DÜZEN KISMI-Hayrettin Karamanın-ADİL DÜZEN DEĞERLENDİRMELERİ VE CEVAPLARIMIZ; bk. Sabahattin Zaim'in raporu: tenkitler ve değerlendirmeler-Hayrettin Karamanın-ADİL DÜZEN DEĞERLENDİRMELERİ VE CEVAPLARIMIZ

[49] Sempozyum konuları ve akademisyenler şunlardır. Ersoy, Arif, "Faizsiz Banka ve İşlevleri", Sayı, Ali, "Faiz ve Faizin Tarihi Gelişimi", Fındıklı, Remzi, "Faizsiz Kredileşme Sisteminde Genel Hizmetler", Tekir, Sabri, "Faizsiz Sistemde Kredileşme ve Kredi Müessesesi", Yavuzer, Salih, "Yeni Bir Faizsiz Banka Modelinde Senet Çıkarılması ve Çeşitleri", Tekelioğlu, Mehmet S., "Senetlerin Karşılıkları ve Teminatı", Karagülle, Hira, "Senetlerin Tedavülü ve Fiyatlandırılması", Erişen, Ali, "Faizsiz Banka Muhasebesi ve İşleyişi", Kılıç, Süleyman, "Bina ve Fabrika inşasının Senetle Kredilendirilmesi", Akdemir, Süleyman, "Faizsiz Bankanın Kuruluşu Teşkilatlanması ve Yönetimi", Karagülle, Süleyman, "Genel Cevaplar".

[50] Bkz. 6. Dipnot.

[51] Hac Suresi Tefsiri 40-44. Ayetler-Kuran Seminerleri 1008

[52] Karagülle. 33.; Ayrıca bk. "İnsanın his ve akıl ve irade ile muttasıf bir cism-i fa'âl" şeklinde üzerinde birleşilen tanımın olduğu belirtilir. Bu tanıma Seydişehrî 'muhabbet' ifadesini ekleyerek tanımı dört meleke ile tamamlamıştır. bk. Seydişehrî, Mahmûd Es'ad b. Emîn. *Tarih-i İlmi Hukuk*, (İstanbul: Matba'a-ı 'Amire, 1332), 20.; Özket, Hasan. "Süleyman Karagülle'nin İslâmiyet ve Günümüzün Meseleleri Bağlamında Düzen, Teokrasi ve Lâiklik Değerlendirmesi", Kadim Tarihinden Yakın Tarihe Artvin'de Dini ve Kültürel Hayat, (Ankara: Akçağ Yayınları 2024), 235-254.

[53] Karagülle. 50.

olarak sıralamaktadır. Ayrıca toprak miktarını ve nüfus sayılarını hücre bölünmesi esası üzerinden standart belirlemeler yaptığı görülmektedir.

Yaptığı çalışmaların büyük çoğunluğu yeni nesil içtihatlar ve yaklaşımlar olduğu görülmektedir. Şüphesiz erbabının tenkidine, tartışmasına ihtiyaç duyulduğu kaçınılmaz bir gerçektir. İlmi çalışmalarla pratiği kooperatif ortaklarıyla beraber yürüten Karagülle, Molla Hüsrev'in *Mirkâtü'l-vusûl ila 'ilmi'l-usûl* adlı eserine 1996 yılında şerh yazmış ve *Mirkâtü'l-vusûli'l-cedîde ila 'ilmi'l-usûl* adını vermiştir. Eser tenkitli baskıya hazırlanmaktadır.[54]

SONUÇ

Usûlü'l-fıkh ilmi İslam bilim ve ilim tarihinde önemli rol üstlenmiş olmasında kuşku yoktur. Aynı şekilde alan daralması kendisinden kaynaklanan bir durum olmadığı açıktır. Değişim ve gelişmeleri hissetmek, yönetmek ve çözüm üretmek alanlarına göre özel usuller gerektirmektedir. Öncelikle 'modern dönem' nitelemesi başlı başına bir inceleme konusu olarak durmaktadır. Zira 'modern öncesi ne idi de sonrasına modern dönem dendi' belirlemesi müphemliğini korumaktadır. Modern tanımlaması sadece bir tarihi dönüm olarak görüldüğü izlenimi verse de tabiatın, sayısalın, gözlemin bilgi kaynakları arasına girmiş olduğu, yöntemlerin alanlara göre bunlara dayandırıldığı bir gerçektir. Bu betimlemeye göre İslam düşünce sisteminin kendi bünyesinde iç bütünlüğüne uygun biçimde gelişme ve değişme yani sahih bir tecdide ulaşması kaçınılmazdır. Bu anlamda modern dönemin oluşturduğu heyecan İslam mütefekkirlerinin düşüncesinde bir yabancılaşmaya yol açtığı söylenebilir. Süreç, düşünürleri sırasıyla batıcılık, Osmanlıcılık, İslamcılık, milliyetçilik gibi çeşitli fikri akımlar etrafında toplamıştır. Ciddi arayış ve tartışmaların yaşandığı görülmektedir. Usûlü'l-fıkh ilminde değişim taleplerinin yeni olmadığı özellikle mütekellimin ekolüne mensup sistematik ilk eserden günümüzde yazılan son esere kadar tekrarlandığını söylemek gerçekçi görülmektedir.

Bu çalışmada günümüz İslam düşüncesinde oluşan gruplar bazılarına göre fetvacı, gelenekçi, modernist ve içtihatçı şeklinde olması daha uygun gibi görülürken, bazılarınca da akılcı, modernist, realist, tarihselci vb. grup adları ile sıralanmaktadır. Bu şekilde sahiplenilmesi ve gayret sarf edilmesi arayışların çözüme evrildiğini göstermektedir. Yeter ki aralarında akademik biçimde prensipli ve samimi biçimde diyalektik tartışma süreci canlı tutulsun

Yeni nesil içtihat anlayışı bu çalışmanın önemli sonucu olarak görülmektedir. Tenkide ve tartışma konusunda bir farkındalık oluşturmasına katkı sunması beklenmektedir.

KAYNAKÇA

Ahmet Cevdet Paşa-Komisyon. Mecelle-i Ahkâm-ı Adliyye, (İstanbul: Matba'a-ı Osmaniyye, 1300).

Ali Haydar. Düreru'l-hukkâm fî şerhi mecelleti'l-ahkâm, Arapçaya tercüme Fehmî el-Hüseynî, (Mısır: Dâru'l-cîl, 1991)

Asım Cüneyd Köksal-İbrahim Kâfi Dönmez. "Usûl-İ Fıkıh", TDV İslâm Ansiklopedisi, https://islamansiklopedisi.org.tr/usul-i-fikih (09.07.2025). (İstanbul: 2012) 42/201-210.

Arif Ersoy. (1987) "Faizsiz Banka ve İşlevleri", *Faizsiz Yeni Bir Banka Modeli (Faizsiz Kredileşme sistemi),* (İstanbul, İSAV Yayınları).

Beşir Gözübenli. "Elmalılı Hamdi Yazır'ın Seferilik Konusuna Yaklaşımı, Seferilik ve Hükümler", *İSAV Tartışmalı İlmi Toplantılar Dizisi,* İstanbul, 1997.

Coşkun Çakır. "Türk Aydınının Tanzimat'la İmtihanı: Tanzimat ve Tanzimat Dönemi Siyasî Tarihi Üzerine Yapılan Çalışmalar". *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi* 3 (Mayıs 2004).

Ebû Zeyd Abdullah b. Muhammed b. Ömer b. Debûsî. Îsâ. *Takvîmu'l-edille fî usûli'l-fıkh,* thk. Halil Muhyiddin Meys, (Beyrût: Dârü'l-kütübi'l-ilmiyye, 2001).

Elmalılı, Muhammed Hamdi Yazır. *Hak Dini Kur'an Dili,* 1/629, 8/5-8, 9/49.

[54] Özket, Hasan. "Mir'âtü'l-usûlün Kaynakları I", İlahiyat Alanında Uluslararası Çalışma ve Değerlendirmeler, Edt. Hamdi Gündoğar, (Ankara: Serüven Yayınları, 2024), 62.

Erol Güngör. *İslamiyet ve Günümüz Meseleleri*, (İstanbul; Ötüken Yayınları 1980).

Fatih Orhan. "Şer' Naslar Karşısında İçtihadın İmkânı 'Mevrid-I Nasta İctihada Mesağ Yoktur' Kaidesi". *İslami İlimler Dergisi* 16/1 (Mart 2021), 107-131. https://doi.org/10.34082/islamiilimler.901990.

Fethi Ahmet Polat. "Arkoun, Muhammed", TDV İslâm Ansiklopedisi, https://islamansiklopedisi.org.tr/arkoun-muhammed (08.07.2025). *(Ankara: 2020) 2. basım) EK-1/110-114.*

H. Yunus Apaydın. "İctihad", *TDV İslâm Ansiklopedisi*, https://islamansiklopedisi.org.tr/ictihad (08.07.2025). *TDV İslâm Ansiklopedisi (*İstanbul: Türkiye Diyanet vakfı yayınları 2000) 21/432-445.

H. Yunus Apaydın. "Klasik Fıkıh Usûlünün Yapısı ve İşlevi", *İslam Hukuku Araştırmaları Dergisi*, 2003, 1/7-28.

Hasan Özket. Sanayileşen Fıkıh: XIX. Asır İslam Hukuk Usûlü Çalışmaları (1800-1923), (İstanbul: Medhal Yayınları 2006).

Hasan Özket. "Mütekellimîn Metodunun Kavramsal İç Bütünlüğü". *Rumeli İslam Araştırmaları Dergisi* 12 (Ekim 2023), 141-158. https://doi.org/10.53336/rumeli.1331909.

Hasan Özket. XIX. Asır İslam Hukuk Usûlü Çalışmaları (1800-1923), 2. Baskı. (Ankara: Akademisyen yayınevi, 2023), 22.

Hasan Özket. "Mir'âtü'l-usûlün Kaynakları I", İlahiyat Alanında Uluslararası Çalışma ve Değerlendirmeler, Edt. Hamdi Gündoğar, (Ankara: Serüven Yayınları, 2024).

Hasan Özket. "Süleyman Karagülle'nin İslâmiyet ve Günümüzün Meseleleri Bağlamında Düzen, Teokrasi ve Lâiklik Değerlendirmesi", *Kadim Tarihinden Yakın Tarihe Artvin'de Dini ve Kültürel Hayat*, (Ankara: Akçağ Yayınları 2024).

Hasan Özket. "Türkiye'de İslam İktisadı Öncü Düşünürlerinden Sezai Karakoç ve Süleyman Karagülle: Fikir ve Uygulamaları". *İslam Medeniyeti Dergisi,* 6/46 (Aralık 2020), 81-105.

Hayreddin Karaman. "Efgānî, Cemâleddin", *TDV İslâm Ansiklopedisi*, https://islamansiklopedisi.org.tr/efgani-cemaleddin (08.07.2025). (İstanbul: 1994), 10/456-466.

Heyet. *Muhavelâtu't-Tecdîd fî usûli'l-fıkh*. ed. Huza' el-Ğâmidî. (Riyad: Cami'atü'l-İmam Muhammed, 2008).

Hilal Görgün. "Rifâa et-Tahtâvî", *TDV İslâm Ansiklopedisi, (İstanbul: 2008) 35/95-97.* https://islamansiklopedisi.org.tr/rifaa-et-tahtavi (08.07.2025)

Hüseyin Naci. "Usul-i Fıkıh Nasıl Tedris Edilmeli?" *Dâru'l-Fünûn hukuk Fakültesi Mecmuası*, Mayıs 1341/Mart 1925, 18, 695-705.

İbn Fûrek el-Isbahânî. "Muḳaddime fî nüket min uṣûli'l-fiḳh", *Mecmûʿu resâʾil fî uṣûli'l-fiḳh,* Der. Cemâleddin el-Kāsımî (Beyrut: el-Matba 'atü'l-Ehliyye 1324).

İshak Özgel. "Elmalılı Muhammed Hamdi Yazır'ın Tefsiri ve Hakkında Yapılmış Çalışmalar Bibliyografyası". *Türkiye Araştırmaları Literatür Dergisi* 19 (Eylül 2012), 327-362.

İsmail Hakkı Manastırlı. "Bâb-ı İctihad Mesdûd mudur? (1)", *Sırat-ı Müstakîm*, 2/31 (3 Rebîü'l- Evvel 1327/27 Mart 1909), 65-66.

Kemaleddin Taş-Betül Göksüçukur. "Osmanlı Dönemi Batıcılık, İslamcılık, Türkçülük Fikir Akımları ve Din". *Dini Araştırmalar* 22/56 (Aralık 2019), 463-488. https://doi.org/10.15745/da.583546.

el-Mağribî. "Müctehidler Yetiştirelim", *Sırat-ı Müstakîm*, çev. A. (Ayın) F. Salah, 3/75, (30 Muharrem 328/27 Ocak 1910), 364-365.

Mehmet Selim Aslan, "Fıkıh Usûlünde Tecdîd Anlayışı Üzerine Bir Değerlendirme", *Uluslararası İslam ve Yorum III Sempozyumu*, 529. (Ankara: İnönü Üniversitesi Yayınları, 2019), 529.

M. Sait Özervarlı. "Muhammed Abduh", *TDV İslâm Ansiklopedisi*, https://islamansiklopedisi.org.tr/muhammed-abduh (08.07.2025). (Ankara: 2020), 30/480-485.

M. Sait Özervarlı. "İzmirli, İsmail Hakkı", TDV İslâm Ansiklopedisi, https://islamansiklopedisi.org.tr/izmirli-ismail-hakki#2-ilmi-sahsiyeti-ve-gorusleri (08.07.2025). *(İstanbul: 2001), 23/533-535.*

Mehmet S. Aydın. "İkbal, Muhammed", *TDV İslâm Ansiklopedisi*, https://islamansiklopedisi.org.tr/ikbal-muhammed (08.07.2025). (İstanbul: 2000) 22/17-23

Molla Hüsrev, Muhammed b. Feramuz. *Mir'âtü'l-usûl*. (İstanbul: Salah Bilici, 1966).

Molla Hüsrev, Mir'âtü'l-usûl fî şerhi mirkâti'l-vusûl. İstanbul: Dersa'âdet, 1317.

Murteza Bedir. "Er-Risâle", *TDV İslâm Ansiklopedisi*, *(İstanbul: 2008). 35/117-119.* https://islamansiklopedisi.org.tr/er-risale--safii (08.07.2025).

Necdet Subaşı. "Şerîatî, Ali", TDV İslâm Ansiklopedisi, https://islamansiklopedisi.org.tr/seriati-ali (08.07.2025). *(İstanbul: 2010), 38/577-580.*

Ömer Nasuhi Bilmen. *Hukukı İslâmiyye ve Istılahatı Fıkhiyye Kamusu*, (İstanbul: Bilmen Yay., 1985).

Sa'du'd-dîn Mes'ûd b.'ömer et-Teftâzânî,. *et-telvîh 'alât'tavdîh li-metnit'tenkîh fî usûli'l-fikh*, (Mısır: Matba'a Muhammed 'Alî, 1957).

Sami Erdem. "Seyyid Bey", TDV İslâm Ansiklopedisi, https://islamansiklopedisi.org.tr/seyyid-bey (08.07.2025). *(İstanbul: 2009) 37/54-56.*

Seydişehrî, Mahmûd Es'ad b. Emîn. *Tarih-i İlmi Hukuk*, (İstanbul: Matba'a-ı 'Amire, 1332).

S. S. Akevler Kredi ve Yardımlaşma Kooperatifi Ana Sözleşmesi.

Süleyman Karagülle, *İslamiyet ve Günümüzün Meseleleri*, (İzmir: Kaynak, 1976).

Şevket Topal. "Elmalılı İle Aksekili Arasındaki Seferilik Hükmü Tartışması". *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi* 2/3 (Aralık 2013).

Ziya Gökalp. "İctimâi Usûl-i Fıkıh", İslam Mecmuası, I/3, 1329.

İNTERNET KAYNAKLARI

Hasan el-Turabi ; Hasan et-Turabi - Vikipedi

Yusuf el-Karadâvî

HAYREDDİN KARAMAN - TDV İslâm Ansiklopedisi

http://www.akevler.org/AkevlerKitaplar/1425/104/2-SULEYMAN-KARAGULLE-KIMDIR-2-biyografim-ben-kimim;

DEĞERLENDİRMEYE ESAS/H.KARAMAN-HATIRAT-ADİL DÜZEN KISMI-Hayrettin Karamanın-ADİL DÜZEN DEĞERLENDİRMELERİ VE CEVAPLARIMIZ

tenkitler ve değerlendirmeler-Hayrettin Karamanın-ADİL DÜZEN DEĞERLENDİRMELERİ VE CEVAPLARIMIZ

Hac Suresi Tefsiri 40-44. Ayetler-Kuran Seminerleri 1008

درر الحكام شرح مجلة الأحكام (الدولة العثمانية) - علي حيدر - الشاملة : المكتبة الشاملة : Free Download, Borrow, and Streaming : Internet Archive

Modern Çağ Ne Zaman Başladı – basinodasi.com.tr

ZITLARIN CAZİBESİ: KARANLIK TURİZM VE WELLNESS TURİZM ARASINDAKİ ETKİLEŞİM

Ayşe AVCIOĞLU

Yüksek Lisans Öğrencisi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı ORCID ID: 0009-0009-9320-9375

Yeliz PEKERŞEN

Doç. Dr., Öğretim Üyesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Üniversitesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı ORCID ID:0000-0003-4769-7717

Hatice Ferhan NİZAMLIOĞLU

Prof. Dr. Öğretim Üyesi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal Bilimler Üniversitesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı ORCID ID: 0000-0002-5042-0172

ÖZET

Günümüz turizm anlayışı, bireylerin değişen ihtiyaçları ve beklentileri doğrultusunda çeşitlenmiş; sağlık, maneviyat ve duygusal deneyimleri odağına alan yeni turizm türleri ön plana çıkmıştır. Bu çalışmada, birbirinden oldukça farklı görünen ancak belirli yönlerden birbirini tamamlayan *karanlık turizm ve wellness turizmi* arasındaki etkileşim incelenmiştir. Karanlık turizm; savaş, soykırım, doğal afet gibi tarihî trajedilerin yaşandığı mekânlara yapılan ziyaretleri ifade ederken, wellness turizmi bireylerin bedensel, zihinsel ve ruhsal iyilik halini desteklemeyi amaçlayan, sağlık temelli bir seyahat türüdür. Her iki turizm biçiminin psikolojik ve sosyolojik etkileri, bireylerin seyahat motivasyonları ve deneyim odaklı yaklaşımları bağlamında değerlendirilmiştir. Araştırmada, geçmişin acı dolu izleriyle yüzleşme süreci olarak karanlık turizmin, wellness uygulamalarıyla desteklenmesi halinde bireyde arınma, rahatlama ve içsel denge sağlama gibi olumlu sonuçlar doğurabileceği vurgulanmaktadır. Özellikle yoga, meditasyon, spa gibi uygulamalar karanlık turizm deneyimlerinin ardından iyileştirici bir rol üstlenebilir. Türkiye'nin zengin tarihî geçmişi dikkate alındığında, karanlık turizm potansiyelinin daha etkin kullanılması ve bu potansiyelin wellness turizmi ile bütünleştirilerek sunulması, hem bireysel hem de toplumsal düzeyde farkındalık ve iyileşmeye katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda, zıt temalı turizm türlerinin birlikte ele alınması, turizm sektöründe yeni ve bütüncül yaklaşımların geliştirilmesine olanak tanımaktadır.

Anahtar kelimeler: Karanlık turizm, Hüzün turizmi, Wellness turizmi

THE ATTRACTION OF OPPOSITES: THE INTERACTION BETWEEN DARK TOURISM AND WELLNESS TOURISM

ABSTRACT

Contemporary tourism has diversified in line with individuals' evolving needs and expectations, bringing to the forefront new types of tourism focused on health, spirituality, and emotional experiences. This study examines the interaction between *karanlık tourism* and *wellness tourism*—two seemingly different yet, in some aspects, complementary forms of travel. While karanlık tourism refers to visits to places marked by historical tragedies such as wars, genocides, and natural disasters, wellness tourism aims to support individuals' physical, mental, and spiritual well-being through health-centered travel experiences. The psychological and sociological impacts of both tourism types, as well as tourist motivations and experience-based perspectives, are evaluated in this context. The research emphasizes that confronting the painfultraces of the past through karanlıktourism, when combined with wellness practices, can lead to personal purification, relaxation, an dinner balance. Wellness practices such as yoga, meditation, and spa treatments may play a healing role following karanlık tourism experiences. Considering Turkey's rich historical background, more effective

utilization of its karanlık tourism potential, integrated with wellness tourism, may contribute to both individual and societal awareness and healing. In this regard, the combination of these contrasting tourism types offers an opportunity for the development of a new and holisticapproach in the tourism sector.

Keywords: Karanlık tourism, Sadnesstourism, Wellnesstourism

GİRİŞ

Wellness, ruh, beden ve zihin sağlığını dengede tutmayı amaçlayan bir yaşam şeklidir (Berg, 2008: 6). Son on yılda konukların tecrübe ve beklentilerindeki değişikliklerle birlikte, wellness yaklaşımı Avrupa'nın haz odaklı tüketim anlayışı ile ABD'nin bireysel sorumluluk anlayışı arasında bir denge kurmaktadır. Her bireyin wellness beklentilerinde farklılıklar olsa da, ABD ve Orta Avrupa'da wellness yaşam şeklinin ortak paydası, bireyi bir bütün olarak ele almalarıdır (Cohen, 2008: 8). Wellness, bir yandan keyif almayı ve "an"ın farkında olmayı teşvik ederken, diğer yandan sağlığın devamlılığını korumanın yollarını göstermektedir. Temel amacı, alışkanlıkların olumlu yönde değiştirilmesi ve yeni, sağlıklı davranışların kazandırılmasıdır. Örneğin, beslenme hem sağlık hem de günlük yaşam kalitesi için kritik bir öneme sahiptir. Uzun vadede yaşam kalitesini artırmak isteyen bireylerin bu alanda dengeli kararlar almaları gerekir; önemli olan kişinin bu kararlar sonucunda kendini iyi hissetmesidir. Diğer yandan, kişi ruhunu ve bedenini dinlemeyi öğrenmelidir. Birçok kişi ruhsal dengenin yaşam kalitesi üzerindeki etkisini fark etmiş durumdadır. Stresle başa çıkmak için yoga, gevşeme ve meditasyon gibi yöntemler tercih edilebilir. Doğal terapi uygulamalarının kişiyi iyi hissettirmedeki başarısı da bunu desteklemektedir. Wellness, var olan sağlık hizmetlerinin yerini almaktan ziyade, onları tamamlayan bir anlayışa sahiptir. Bu nedenle wellness uygulamaları çoğunlukla tıbbi gereklilikten çok, genel sıhhatlilik ve iyilik halini artırmaya yöneliktir (Ergüven, 2010: 88).

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Wellness Turizm

Kelime olarak wellness ruh, akıl, vücut ve ilişkilerde iyi ve canlı olmayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda, insanın kendisini ruhsal, bedensel, zihinsel ve ilişkisel olarak iyi, taze ve canlı hissetmesine yardımcı olan her türlü masaj, thalasso terapi, yosun ve çamur banyoları, cilt bakımları gibi doğal, doğa ürünleriyle ve sağlıklı yaşam yönelik vücut bakımları wellness kapsamında ele alınmaktadır (Özsarı ve Karatana, 2013: 140). Wellness Turizmi, hastalık sonrası iyileşme sürecinde ya da kalıcı olarak zarar veren rahatsızlıkların kısmen iyileşmesi için kaplıca ve SPA merkezlerinde yardımcı sağlık personeli ya da alanında bir uzman korumasındagerçekleştirilen tedavi destekleyici veya iyileştirici uygulamaların tamamıdır (Özer ve Sonğur, 2012: 72). Kültür ve Turizm Bakanlığınca, çamur banyosu, inhalasyon, içme ve termomineral su banyosu gibi çeşitli yöntemlerin yanında fizik tedavi, iklim kürü, rehabilitasyon, psikoterapi, egzersiz, diyet gibi destek tedavilerinin birleştirilmesi ile tedavi (yapılan kür) uygulamaları yanı sıra termal suların reaksiyon ve eğlence amaçlı kullanımı ile meydana gelen turizm türüdür (Varol, 2012: 2). Wellness&SPA uygulamaları Yunan medeniyetine kadar dayanmaktadır. Roma imparatorluğundan birçok bölgeye yayılmıştır. Mezopotamyalılar, Yunanlılar, Romalılar ve diğer medeniyetler demetodik banyo uygulamalarının şifalı gücünü denemiştirler. Bu trend çalışanlarınhem rahatlatılması için hem de ödüllendirilmesine yönelik günümüzde artış göstermiştir. Yeni bir yaşambiçimi, yeni bir dinlenmebiçimi ve yeni bir beslenme biçimiolarak wellness günümüzde kendisini göstermektedir. Wellness artık sadece bir modadeğil aynı zamanda bir yaşam tarzı olaraktagörülmektedir (Yurcu, 2019: 179). Yoğun çalışma ve stresli hayattan kaçmak, dinlenmek, fiziksel ve zihinsel refahlarını artırmak amacıyla insanlar tatile çıkmaktadırlar (Smith and Puczko, 2009: 39). Kum- deniz-güneş tatilini tercih eden kişiler fiziken dinlendiklerini belirtirken zihinsel açıdan ise tatmin olmadıklarını dile getirmiştirler. Yoga turizmi, literatürde genellikle sağlık turizminin bir parçası olarak değerlendirilmektedir (Weiler ve Hall, 1992: 2). Yoga turizminin hızla gelişmesiyle beraber, bazı araştırmalar (Smith, 2003; Smith ve Kelly, 2006; Xinran ve ark., 2006; Koncul, 2012) bu turizm türünü spiritüel turizm çerçevesinde ele almıştır. Ayrıca, yoga uygulayıcıları arasında sosyal ve duygusal açıdan canlanma sağladığı düşünüldüğü için, yoga zamanla bir boş zaman etkinliği olarak da kabul görmüştür (Nimrod, 2007: 66).

Fosarelli'nin, (2002: 207) maneviyat turizmi üzerine yaptığı çalışması incelendiğinde bireyleri manevi arayışa iten nedeni; *"insanların fiziksel bakımlarına ek olarak, duygusal ve manevi hayatlarına da dikkat ederek kendilerini daha sağlıklı hale getirmek için yeni yollar, yöntemler aramak ve bulmak"* şeklinde açıklamıştır. Cohen (2008) ise; *"insanların yabancı olarak kaldığı yenidünyamızda maneviyat ve turizmin ayrılamaz bir*

bütün" olarak ifade etmiştir. Manevi turistlerin seyahat güdülerini anlayabilmek için, onların seyahat motivasyonlarını incelemek gerekmektedir. Manevi turistler genellikle inanç duygularını göz önüne alarak ve yerel halka saygı göstererek, doğal deneyimler yaşayarak maneviyat arayışı içindedirler. Yoga için yapılan seyahatlerin ana konusu genellikle zihinsel deneyim ve maneviyatı güçlendirmek içindir (Kandemir Altunel ve diğ, 2020: 157). Genel olarak değerlendirildiğinde, wellness anlayışı bireyin bedensel, zihinsel, ruhsal ve sosyal yönlerden dengede olmasını hedefleyen bütüncül bir yaşam biçimi olarak öne çıkmaktadır. Bu çerçevede, spa ve wellness temelli uygulamalar yalnızca fiziksel rahatlama sağlamanın ötesine geçerek, bireylerin ruhsal huzurunu ve zihinsel sağlığını destekleyen önemli araçlar haline gelmiştir. Termal kaynaklara dayalı uygulamalar ve tamamlayıcı tedavi yöntemleri ile şekillenen bu turizm türü, bireylerin yaşam kalitesini artırma amacını taşımaktadır. Özellikle yoga gibi uygulamaların merkezinde yer aldığı seyahatler, manevi ve zihinsel deneyimleri ön plana çıkarmakta; bireylerin içsel dünyalarına yönelmelerine imkân tanımaktadır. Günümüzde wellness yalnızca bir tatil tercihi değil, aynı zamanda sağlıklı ve dengeli bir yaşam arayışında olan bireyler için sürdürülebilir bir yaşam tarzı olarak kabul görmektedir. Bu bağlamda, wellness ve manevi temelli turizm faaliyetlerinin bireysel iyilik hâlinin gelişimine katkı sunduğu kadar, toplumsal sağlık anlayışının dönüşümüne de zemin hazırladığı ifade edilebilir.

Karanlık turizm

Turizmin temelinde değişim bulunmaktadır. Son zamanlarda turizm isteklerinin toplumsal değişimlerden etkilenmesiyle beraber, kitle turizminden ziyade özel ilgi turizmi daha çok talep edilmektedir. Turistlerin istek, talep ve ihtiyaçlarına göre şekillenen özel ilgi turizmi klasik tatil anlayışına farklı bir bakış açısı getirmiştir (Pekerşen, 2017: 313). Korku, keder ve ölüm gibi durumların insanları etkilemesi sonucunda bunların yaşandığı destinasyonlara insanlar seyahatler düzenlemeye başlamışlardır. Böylelikle bu destinasyonların çeşitli yönlerden çekiciliğini arttırmıştır (Kurnaz, Çeken ve Kılıç, 2013: 58).

İnsanların sefaleti ve ölümle bağlantılı olan yerlere gösterdikleri ilgi ve bu tür destinasyonları ziyaret etmeleri, bu eğilimin açık bir göstergesidir. Bu çerçevede, karanlık turizm kültürel ve tarihi değerlerin turistik bir ürün şekline getirilip ziyaretçilere sunulması bakımından önemli bir turizm türüdür (Yılmaz ve Eşitti, 2023: 65). Karanlık turizm, farklı ülkelerden, çeşitli kültürlere mensup kişilerin; terör ve savaş gibi trajik olayların yaşandığı müze, mezar, anıt gibi yerleri, aitlik hissiyle ya da seyahat amaçları yönünde ziyaret etmeleri olarak tanımlanmaktadır (Kozak ve diğ., 2018: 45-47). Karanlık turizmin, birden çok ifade edilme çeşidi varken, çoğunlukla "karanlık tourism" olarak ifade edilmektedir. 1990'lı yıllardan sonra literatürde yer bulan bu turizm türüne; Seaton (1996) "Thanatourism", Lennon ve Foley (2000) "Karanlık Tourism", Blom (2000) "Morbid Tourism", Slayton (2006) "Grief Tourism" ifadesini kullanmıştır (Kılıç ve Akyurt,2011:213). Türkiye literatürüne bakıldığında ise genellikle "hüzün turizmi" olarak ifade edilmektedir (Şengül, Genç ve Türkay, 2020: 17). Stone (2006: 151) karanlık turizmin arz çerçevesinde algılanan ürün özelliklerine göre en karanlıktan en aydınlığa uzanan bir şekilde derecelendirmektedir ve "en karanlık, daha karanlık, karanlık, aydınlık, daha aydınlık, en aydınlık" olmak üzere sınıflandırma yapmakta ve karanlık turizmin en karanlık alanlarını ise"soykırımın karanlık kampları" olarak tanımlamaktadır. Uluslararası literatürde "dark tourism" olarak adlandırılan keder turizmi, ulusal literatürde "hüzün turizmi, karanlık turizm ve ölüm turizmi" olarak da geçmektedir (Kurnaz, Çeken ve Kılıç, 2013: 58). Hüzün turizmini tercih edenlerin psikolojik motivasyonları oldukça çeşitlidir. En temel ortak nedense genellikle ölüme olan ilgidir. Ancak, hapishane gibi bazı hüzün turizmi alanlarında mutlaka ölüm yaşanmış olması gerekmez. Bazı ziyaretçiler, suç ve olağan dışı davranışların izlerini sürmek, kanlı olaylara duydukları merak veya ölümle adeta bir risk oyunu oynamak gibi motivasyonlara sahip olabilir. Öte yandan, hayaletlere olan korku, gerçek hikayeleri araştırma isteği ve nostaljiyi deneyimleme arzusu da ziyaretçilerin önemli motivasyonları arasındadır. Ayrıca, kültürel ya da dini anlam taşıyan yerleri ilgi, inceleme ya da geçmişe saygı göstermek amacıyla ziyaret etmek de bu tür turizmin önemli bir parçasıdır (Stone ve Sharpley, 2008).

Zıt Temalı Turizm Deneyimlerinin Psikolojik ve Sosyolojik Yönleri ve Turistlerin Seyahat Motivasyonları

Stone ve Sharpley (2008), hüzün turizmini tercih eden kişilerin psikolojik motivasyonlarının birbirlerinden farklılık gösterdiğini ve hepsinin ortak ve en temel motivasyonunun ölüm olduğunu savunmuşlardır. Bazılarının temel motivasyonu ölümle oyun oynamak, suç ve sapkınlığın kutlanması olmaktayken hayalet korkusu,hakikatin araştırılması ve geçmişi anma gibi motivasyonlarında güçlü olduğu görülebilmektedir. Bu

tür destinasyonlara yapılan ziyaretlerde, bireyler atalarının yaşadığı acı, mücadele ve mutsuzlukları anımsayarak onlara karşı bir sorumluluk duygusu hissederler. Bu yerlere gitmeyi, geçmişle yüzleşmenin ve atalara saygı göstermenin bir yolu, hatta kimi zaman kutsal bir görev olarak görürler. Ziyaretçiler, atalarıyla empati kurarak onların yaşadığı acıları içselleştirir ve bu deneyim aracılığıyla ruhsal bir arınma, katarsis, yaşarlar. Bu duygusal bağ ve içsel dönüşüm, bu turizm türünün başlıca motivasyon kaynaklarından biridir. İnsanlar geçmişte dinsel ya da toplumsal bir konuda mücadele eden, acı çekerek öldürülen bireylerin verdikleri mücadeleye saygı duymak, bu kişilere şükran borcunu ödemek için bu destinasyonlara giderek kendilerini ruhsal açıdan rahatlatmayı hedeflemektedirler. Bireyin yüklerinden arınması ve huzura kavuşmasında etkili olmaktadır (Varol, 2015: 148).

Turizm ürünlerinin etkili bir şekilde pazarlanabilmesi için, turistlerin davranışlarının ve seyahat etme nedenlerinin arkasındaki motivasyonların iyi kavranması gereklidir. Motivasyon, algı, öğrenme ve kültürel etkenler gibi birçok faktörden sadece biridir; ancak bireyin davranışlarını yönlendirme açısından oldukça önemlidir (Fodness, 1994: 555). Motive olmak, bir kişiyi harekete geçirip eyleme yönlendirmek anlamına gelir. Crompton ve McKay'e (1997: 425) göre, turist motivasyonlarının anlaşılması, turistlerin karar alma süreçlerinde önemli bir yere sahiptir ve bu sayede onların memnuniyet düzeyine bağlı olarak daha kaliteli hizmet ve ürünlerin geliştirilmesi mümkün olur. Genel olarak turistlerin seyahat motivasyonu, kişilerin seyahat etme eğilimini belirleyen ihtiyaç ve isteklerin bir araya gelmesi olarak tanımlanabilir. Meng ve arkadaşlarının (2006: 43), turizm motivasyonu üzerine yaptığı araştırmada turistlerin belirli davranış kalıplarını niçin benimsediklerini ve motivasyonlarını etkileyen faktörleri anlamaya yöneliktir. Turistlerin seyahat motivasyonlarını duygular ve farkındalık temelli açılardan incelendiğinde seyahat etme nedenlerinin büyük ölçüde olumsuz duygulardan uzaklaşmak ve olumlu yönden duygusal farkındalığı artırmak olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda ön plana çıkan motivasyonel boyutlar arasında; stresin azaltılması (Kandemir Altunel ve diğ., 2020: 168), bilinçli farkındalık (Zafeiroudi vd. , 2022: 11), pozitif duyguların artırılması (Speier, 2019: 24), mutluluk (Kiremitçi Canıöz, 2023: 89), duygusal iyi oluş (Öner ve Biçer, 2018: 108), negatif duygularla başa çıkma (Abdou vd. , 2022), iyilik hali (Ranjan ve diğ., 2022), farkındalık geliştirme (Ranjan vd., 2022), duygusal bağlılık, iyi oluşa yönelik aktiviteler (Rungsimanop and Ashton, 2021), neşe, sevgi, olumlu anlamda şaşırma (Sharma and Nayak, 2019: 647) ve içsel denge arayışı (Ali-Knight and Ensor, 2017) gibi temalar yer almaktadır. Bununla birlikte, deneyim odaklılık da yoga turizmini tercih eden bireylerin seyahat motivasyonları arasında önemli bir yer tutmaktadır. Bu kapsamda; kültürel deneyimler (Öznalbalt, 2017), kültürel ve dini temalı deneyimler (Kandemir Altunel ve diğ., 2020), otantiklik arayışı (Telej and Gamble, 2019), özgün yoga uygulamaları (Rungsimanop and Ashton, 2021), gerçek bir yoga tecrübesi yaşama arzusu (Ali-Knight and Ensor, 2017) ve egzotik-otantik unsurların çekiciliği (Maddox, 2015) öne çıkan unsurlardır. Ayrıca, yoga turistlerinin tercih nedenleri arasında şehir hayatından kaçış (Smith, 2003), akılda kalıcı turizm deneyimleri yaşama (Sharma and Nayak, 2019), eğlenme arzusu (Yaman ve diğ., 2019), yoga merkezli seyahatler (Öznalbalt, 2017), yerel mutfak deneyimleri (Telej and Gamble, 2019) ve rahatlama ihtiyacı (İnce ve Keskin, 2023) da bulunmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Turizmdeki trendler ve yenilikler, tıpkı diğer alanlarda olduğu gibi giderek daha hızlı bir şekilde değişmektedir. Günümüzde kişiye özel tatil turları ve rotaları, turistler için daha çekici hale gelmeye başlamıştır. Wellness ise, beden, zihin, ruh ve sosyal ilişkilerde sağlıklı ve canlı kalmayı hedefleyen bir yaklaşımdır. Bu turizm türü, bireylerin kendilerini tanımalarını, iç dünyalarına dönmelerini ve huzur bulmalarını sağlamayı amaçlamakta ve her geçen gün daha çok ilgi görmektedir (Atasoy Aydoğdu, 2021: 24). Literatürde de görüldüğü üzere SPA-wellness turizminde en çok sağlık turizm ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır.

Hüzün turizminin insanlık tarihiyle ilişkisi oldukça fazladır. Geçmişte yaşanmış ve insanlık üzerinde derin etkiler bırakmış olayların, özellikle bu olayların yaşandığı ve korunmuş yerlerin etkisi daha güçlüdür. Hüzün turizmi kapsamında, turistler bu mekânlarda bir araya gelerek yaşanan acıların önemini daha iyi kavrar ve eğer varsa sergilenen cesareti takdir ederler. Ziyaret sonrası bireyler, sorumluluk bilinciyle hareket edebilir, duygusal bir rahatlama yaşayabilir veya yeni bir farkındalık kazanabilir (Çimen, 2020: 392).

Anadolu yüzyıllar boyunca birçok farklı devlete, uygarlığa ev sahipliği yapmış olup bu süreçte Anadolu toprakları tarihinde birçok acı, ölüm, keder, felaket ve savaş yaşanmıştır. Anadolu, karanlık turizm açısından oldukça zengin bir potansiyele sahip olmasına rağmen, bu alanda diğer ülkelere kıyasla daha düşük bir farkındalığa sahiptir (Topsakal ve Ekici, 2014). Ülkemizde kültürel açıdan önemli bir alternatif turizm türü

olan karanlık turizmin daha fazla tanıtılması için, ulusal, bölgesel ve yerel düzeyde pazarlama ve tanıtım stratejilerinde daha fazla öncelik verilmesi gerekmektedir. Zıt temalı turizm deneyimleri, psikolojik ve sosyolojik düzeyde karmaşık etkiler yaratır. Karanlık turizm, bireyleri geçmişin acılarıyla yüzleştirirken, wellness turizmi bu yüzleşmenin ardından rahatlama, iyileşme ve içsel denge bulmalarını sağlar. Bu tür deneyimler, ziyaretçilerin duygusal dengeyi bulmalarına, kültürel farkındalık geliştirmelerine ve toplumsal düzeyde kolektif iyileşme süreçlerine katkıda bulunabilir. Zıt temalı turizm türlerinin bir arada var olması hem bireysel hem de toplumsal düzeyde derin bir etkileşim ve dönüşüm yaratabilir.

KAYNAKÇA

Abdou, A. H., Mohamed, S. A. K., Khalil, A. A. F., Albakhit, A. I. and Alarjani, A. J. N. (2022). Modeling the relationship between perceived service quality, tourist satisfaction, and tourists' behavior a lintentionsamid COVID-19 pandemic: Evidence of yoga tourists' perspectives. *Frontiers in Psychology*, 13, 1003650.

Ali-Knight, J. and Ensor, J. (2017). Salute to the sun: An exploration of UK Yoga tourist profiles. *Tourism Recreation Research, 42*(4), 484-497.

Atasoy Aydoğdu, Ö. (2021). Spiritüel turizm köyü modeli: Erdek. *Bandırma On yedi Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 4, 20-28.

Berg, W. (2008). *Gesundheitstourismus und Wellnesstourismus* [Health tourism and wellness tourism]. Oldenburg Verlag.

Cohen, E. (2008). Medical tourism in Thailand, *AU-GSB e-Journal,* 1(1):24-37.

Crompton, J. L. and McKay, S. L. (1997). Motives of visitors attending festival events. *Annals of Tourism Research,* 24 (2), 425–439.

Çimen, H. (2020). Hüzün turizminin tercih edilmesinde temel motivasyonların kavramsal incelenmesi. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergisi*, 47, 386-393.

Ergüven, M. H. (2010). Wellness, medikal wellness ve turizm. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 2(2), 87- 95.

Fodness, D. (1994). Measuring tourist motivation. *Annals of Tourism Research*, 21(3), 555-581.

Fosarelli, P. (2002). *Fearfully and wonderfully made: The interconnectedness of body-mind-spirit*. **Journal of Religion and Health, 41**(3), 207–229.

Hall, C. M. and Weiler, B. (1992). What's special about special ınterest tourism? *London: BelhavenPress,* 1-14.

İnce, F. F. ve Keskin, Ç. (2023). Comparison of travel motivations in yoga tourism and mass tourism. *Journal of Management and Economic Studies, 5*(1), 35-45.

Kandemir Altunel, G., Özer, Y. ve Akova, O. (2020). Turizmde maneviyat arayış aracı olarak yoga, *Türk Turizm Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 152-163.

Kılıç, B. ve Akyurt, H. (2011). Destinasyon imajı oluşturmada hüzün turizmi: Afyonkarahisar ve Başkomutan Tarihi Milli Parkı. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 10(1), 209-232.

Kiremitçi Canıöz, E. (2023). Yoga and psychological well-being: Sequential mediating role of happiness and mindfulness. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 15* (1), 87-94.

Koncul, N. (2012). Wellness: A new mode of tourism. *Economic Research -EkonomskaIstraživanja*, 25(2), 525-534.

Kozak, N., Kozak, M. A., ve Kozak, M. (2018). Genel turizm ilkeler-kavramlar (20 Bs.). Ankara: Detay Yayıncılık.

Kurnaz, H. A., Çeken, H. ve Kılıç, B. (2013). Hüzün turizmi katılımcılarının seyahat motivasyonlarının belirlenmesi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 57-73.

Maddox, C. B. (2015). Studying at the source: Ashtanga yoga tourism and the search for authenti city in Mysore, India. *Journal of Tourism and Cultural Change, 13*(4), 330-343.

Meng, F., Tepanon, Y. and Uysal, M. (2006). Measuring Tourist satisfaction by attribute and motivation: The case of a nature-basedresort. *Journal of Vacation Marketing*, 14 (1), 41-56.

Nimrod, G. (2007). Retirees' leisure: Activities, benefits, and their contribution to life satisfaction. *Leisure Studies,* 26(1): 65–80.

Öner, Ç. ve Biçer, T. (2018). Yoga temelli beden-zihin egzersizlerinin iş kadınlarında duygu ifadesine etkisi. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi, 13*(49), 93-112.

Özer, Ö. ve Sonğur, C., (2012). Türkiye' nin dünya sağlık turizmindeki yeri ve ekonomik boyutu. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,* 7, 69-81.

Öznalbant, E. (2017). *A socio-cultural perspective on yoga tourism* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

Özsarı, S. H. ve Karatana, Ö. (2013). Sağlık turizmi açısından Türkiye'nin durumu. *JKartalTR*, 24 (2), 137.

Pekerşen, Y. (2017). Hayatı sonlandırmak için seyahat...!. *MCBÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(4), 313-326.

Ranjan, R., Sujay, V. S., Himanshu, S. and Vaibhav, K. C. (2022). Factors influencing yoga tourism in Uttarakhand: A casestudy of Patanjali yogpeeth. *Int. J. Trend Sci. Res. Dev, 6*, 292-298.

Rungsimanop, P. and Ashton, A. S. (2021). The influence of the components of yoga destination development toward tourist satisfaction and revisitintention. *Journal of Tourism, Hospitality and CulinaryArts, 13*(3), 158-179.

Sharma, P. and Nayak, J. K. (2019). Do tourists' emotional experiences influence images and intentions in yoga tourism?. *TourismReview, 74*(3), 646- 665.

Sharma, P. and Nayak, J. K. (2019). Understanding memorable tourism experiences as the determinants of tourists' behaviour. *International Journal of Tourism Research, 21*(4), 504-518.

Smith, M. (2003). Holistic holidays: Tourism and there conciliation of body, mind and spirit. *Tourism Recreation Research, 28*(1), 103-108.

Smith, M. and Kelly, C. (2006). Holistic tourism: Journeys of the self. *Tourism Recreation Research*, 31(1), 15-24.

Smith, M., & Puczko, L. (2009). *Health and wellness tourism*. Butterworth-Heinemann.

Speier, A. (2019) *Yoga as an embodied journey to wards flexibility, openness and balance*C. Palmer ve H. Andrews (Ed.). Tourism and embodiment (1st ed.). Routledge.

Stone, P. R. (2006). *A dark tourism spectrum: Towards a typology of death and macabrerelated touristsites, attractions and exhibitions.* Tourism: An Interdisciplinary International Journal, 54(2), 145–160.

Stone, P. ve Sharpley, R. (2008). Consuming dark tourism: athanatologial perspective, University of Central Lancashire, UK: Pergamon.

Şengül, S., Genç, K., ve Türkay, O. (2020). Her şeyin turizmi (mi?): Turizm çeşitlerini isimlendirme problemi. *Journal of New Tourism Trends (JOINNTT)*, *1*(1), 14–21.

Telej, E. ve Gamble, J. R. (2019). Yoga wellnesstourism: a study of marketing strategies in India. *Journal of Consumer Marketing, 36*(6), 794-805.

Topsakal, Y. ve Ekici, R. (2014). Dark tourism as a type of special ınterest tourism: Dark tourism potential of Turkey, *Akademik Turizm Ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 1 (2), 325-330.

Varol, B. (2012). *Nevşehir Termal Turizm Raporu*, Nevşehir: Ahiler Kalkınma Ajansı – Nevşehir Yatırım Destek Ofisi.

Varol, F. (2015). Hüzün turizminin Türkiye'de var olan potansiyeli üzerine kuramsal bir araştırma, EITOC. I. Eurasia International Tourism Congress: Current Issues, Trends and Indicators, 1(1), 147-160.

Xinran, Y.L., Brown, S., Chen, Y. and Morrison, M.A. (2006). Yoga tourism as a niche within the wellness tourism market. *Tourism Recreation Research*, 31(1), 25-35.

Yaman, H., Akçay, İ. ve Günay, G. (2019). The perception and views of yoga trainers on yoga practices in Turkey. *The Ulutas Medical Journal, 5*(2), 129-132.

Yılmaz, H., ve Eşitti, B. (2023). Destinasyon pazarlama, destinasyon çekiciliği ve turizm gelişimi aracı olarak hüzün turizmi: Ankara ili örneği. *AHBVÜ Turizm Fakültesi Dergisi*, *26*(1), 65-90.

Yurcu, G. (2019). Turizm öğrencilerinin sportif reaktif faaliyet katılım ve wellness algılamalarının demografik değişkenler açısından incelenmesi. *Safran Kültür ve Turizm Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 177-191.

Zafeiroudi, A., Yfantidou, G., Kouthouris, C. and Zanna, A. (2022). Yoga as seriousleisure activity: Socio-demographic differences in mindfulness levels among yoga retreat participants. *AcademicJournal of InterdisiplinaryStudies, 11*(6), 8-18.

ELECTROCHEMICAL EVALUATION OF A NATURAL CORROSION INHIBITOR FROM MLS EXTRACT FOR CARBON STEEL IN HCL SOLUTION

Elharami ANAS [*1]

[1] Sultan Moulay Slimane university, School of Technology, Laboratory of Engineering and Applied Technologies, Beni Mellal, Morocco.

Issam FORSAL [1]

[1] Sultan Moulay Slimane university, School of Technology, Laboratory of Engineering and Applied Technologies, Beni Mellal, Morocco.

Kerouad SOFIA [1]

[1] Sultan Moulay Slimane university, School of Technology, Laboratory of Engineering and Applied Technologies, Beni Mellal, Morocco.

Wissal KOTMANI[1]

[1] Sultan Moulay Slimane university, School of Technology, Laboratory of Engineering and Applied Technologies, Beni Mellal, Morocco.

ABSTRACT

With the growing interest in environmentally friendly corrosion mitigation strategies, natural inhibitors have gained considerable importance for their effectiveness as corrosion inhibitors. In this context, this research investigates the inhibitory efficacy of an acetonic extract obtained from a green source (MLS) for carbon steel in 1M HCL using various experimental techniques, including Potentiodynamic Polarization (PDP) and Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS). The results indicate that the inhibitory efficacy increases from 89% to 96% with increasing concentration of MLS extract, decreases with the increase of temperature and stabilizes with immersion time. Polarization curves showed that the extract acted as a mixed inhibitor.

Keywords: Carbon steel; Extract; Immersion time; EIS.

INTELLIGENT TASK SCHEDULING FOR WORKFLOW OPTIMIZATION IN CLOUD COMPUTING ENVIRONMENTS

Abdenour Lazeb*[1]

[1]Computer Science, University of Mostaganem, Algeria

Meriem Zeboudj[2]

[2] Computer Science, University of Mostaganem, Algeria

Dalila Boulerial[3]

[3]Computer Science, University of Oran 1, Algeria

ABSTRACT

Effective workflow executions within cloud computing environments hinges on proper task scheduling. Complications in cloud-based applications increase the complexity of computing systems, which makes intelligent scheduling based on the set parameters of performance, cost, and deadlines critical. This paper seeks to explore and extend existing research on tiered task scheduling concerning workflow-based applications within the cloud. We consider heuristic, metaheuristic, and machine learning approaches, analyzing their capabilities in managing dependency resource heterogeneity and dynamic resource-constrained workloads. Focus is placed on relevant approaches which try to optimize execution time and cost, while also upholding scalability and fault tolerant capabilities. Such an optimized scheduling strategy is designed to improve resource allocation and enhance the service quality (QoS) perceived by the end-users. Results obtained through simulation and actual cloud environments showed that the proposed scheduling strategies are feasible and efficient under different conditions. These findings will help in designing adaptive and intelligent workflow control systems in clouds.

Keywords: Cloud Computing; Workflow Scheduling; Task Allocation; Resource Optimization; Quality of Service (QoS); Heuristic Algorithms; Metaheuristic Approaches; Cost-Efficient Scheduling; Dynamic Workloads; Cloud Infrastructure

A NEW PITCH CONTROL SYSTEM HAS BEEN APPLIED TO A WIND TURBINE TO WITHSTAND HIGH WIND SPEEDS

Riyadh ROUABHI[1]

[1]Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology/ LGE Research Laboratory, Mohamed Boudiaf University of M'sila (28000), Algeria

Salim DJERIOU[1]

[1]Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology/ LGE Research Laboratory, Mohamed Boudiaf University of M'sila (28000), Algeria

Abdelghafour HERIZI[1]

[1]Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology/ LGE Research Laboratory, Mohamed Boudiaf University of M'sila (28000), Algeria

Mahrez ZAHRAOUI

[1]Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology/ LGE Research Laboratory, Mohamed Boudiaf University of M'sila (28000), Algeria

AHCENE ABED[1]

[1]Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology/ LGE Research Laboratory, Mohamed Boudiaf University of M'sila (28000), Algeria

Mohamed SAHED [1]

[1]Department of Electrical Engineering, Faculty of Technology/ LGE Research Laboratory, Mohamed Boudiaf University of M'sila (28000), Algeria

ABSTRACT

This work presents a new control technique for wind turbines operating at high wind speeds. This technique limits and maintains the turbine's speed to ensure that it produces the rated power and avoids overloads. This is achieved by adjusting the pitch angle of the blades (Pitch control). This reduces the power coefficient, thereby limiting the power converted. Simulations using MATLAB/Simulink software demonstrate the effectiveness of the new control technique in achieving these objectives

Keywords: Control, Power turbine, Power coefficient, Pitch control, High wind speeds, Wind turbines.

FLOOD MODELING AND RISK ASSESSMENT OF THE YAMUNA RIVER IN DELHI USING HEC-RAS 6.1

Abdur Rahman Siddiqui[1]

[1]Dept. of Civil Engineering, Aligarh Muslim University, Aligarh, India

Md Nazeem Akthar[1]

[1]Dept. of Civil Engineering, Aligarh Muslim University, Aligarh, India

Md Shahjahan[1]

[1]Dept. of Civil Engineering, Aligarh Muslim University, Aligarh, India

Mohammad Kamil Khan [1]

[1]Dept. of Civil Engineering, Aligarh Muslim University, Aligarh, India

Wajahat Ali[2]

[2]Department of Statistics & Operations Research, Aligarh Muslim University, Aligarh, India

ABSTRACT

Floods are among the most destructive and frequent natural disasters, characterized by the overflow of water beyond the normal confines of rivers or canals, leading to the inundation of land areas. Between 1995 and 2015, floods affected nearly 32 million people globally, ranking as the foremost natural hazard in terms of frequency and impact. Floods are classified into various types based on their origin and characteristics. Riverine floods are among the most common, occurring when rivers overflow their banks due to excessive rainfall or upstream water release. Flash floods, on the other hand, develop rapidly with little or no warning and are often caused by intense, localized rainfall.

The Yamuna River, a major tributary of the Ganga, originates from the Yamunotri Glacier (6,387 m) in Uttarakhand and traverses 1,376 km through multiple states, including Delhi, where it supplies over 70% of the city's water. This study examines a critical 22 km stretch of the Yamuna floodplain in Delhi, between the Wazirabad and Okhla barrages, within the rapidly urbanizing National Capital Region (NCR). The analysis focuses on floodplain dynamics, emphasizing the region's ecological and hydrological significance amid intense anthropogenic pressures.

To quantify flood risks in this vulnerable area, this research employs 1D/2D hydrodynamic modeling using HEC-RAS, integrating high-resolution topographical data, river cross-sections, and historical discharge records. The model simulates both riverine and flash flood scenarios under varying return periods (25-, 50-, and 100-year events), with calibration against past flood events (2013 and 2019). Results reveal extensive inundation in low-lying areas of East Delhi, with flood depths exceeding 2-3 meters during peak discharges, threatening densely populated settlements and critical infrastructure. The study evaluates the effectiveness of existing flood control structures and identifies high-risk zones requiring immediate mitigation measures.

Keywords: Flood Modeling, HEC-RAS, Yamuna River, Urban Flood Risk, Hydrodynamic Simulation, Disaster Management, Riverine Floods, Flash Floods

THERMAL AND EXERGETIC OPTIMIZATION OF A PHOTOVOLTAIC THERMAL PVT SYSTEM: A CFD APPROACH

Mouad BENAICHA[1*]

[1*]LPTPME Laboratory, Faculty of Sciences, Mohammed 1st University, 60000, Oujda, Morocco

Youssef ES-SABRY[1*]

[1*]LPTPME Laboratory, Faculty of Sciences, Mohammed 1st University, 60000, Oujda, Morocco

Elmiloud CHAABELASRI[1*]

[1*]LPTPME Laboratory, Faculty of Sciences, Mohammed 1st University, 60000, Oujda, Morocco

ABSTRACT

In this study, a comprehensive numerical simulation of a photovoltaic thermal (PVT) system was conducted using ANSYS Fluent, focusing on optimizing thermal management through innovative collector geometry. The research aimed to enhance both energy efficiency and thermal regulation, crucial for sustainable energy applications. The PVT system's performance was evaluated under varying operational parameters including mass flow rate, solar irradiation, ambient temperature, and wind velocity. Streamline visualizations illustrated the effectiveness of the novel collector design in improving fluid dynamics and heat transfer within the system. Significant findings include a notable reduction in PV surface temperature, decreasing from 58.39 °C to 33.48 °C as the mass flow rate increased from 0.002 to 0.02 kg/s. Correspondingly, outlet fluid temperature improved from 62.37 °C to 24.75 °C, highlighting enhanced cooling efficiency with higher flow rates. Solar irradiation demonstrated its impact on system performance, with panel temperature rising from 26.14 °C to 56.43 °C as irradiance levels increased from 200 to 1200 W/m², underscoring the critical need for effective thermal regulation under high solar exposure. Ambient temperature variations showed a moderate influence, with minimal changes in panel temperature observed as ambient temperatures fluctuated from 26 °C to 35 °C. Wind speed, however, proved beneficial for cooling, with temperatures decreasing marginally from 38.21 °C to 37.92 °C as wind speeds increased from 0.5 to 5 m/s. The PVT system achieved impressive thermal efficiencies, with a peak thermal efficiency $\eta_{\mathrm{pvt}} = 99.87\%$and exergetic efficiency $\varepsilon_{\mathrm{pvt}} = 19.78\%$. These results validate the efficacy of the proposed PVT configuration in maximizing energy harvesting capabilities while effectively managing thermal conditions. Overall, this study contributes significant insights into optimizing PVT system design for enhanced energy performance and underscores the importance of advanced numerical simulations in renewable energy research.

Keywords: PVT modules; Energy efficiency; Solar collectors; PV cell temperature

BIOREMEDIATION OF POLYCHLORINATED BIPHENYLS (PCBS)-CONTAMINATED SOIL BY RHIZOREMEDIATION VERSUS PHYTOREMEDIATION

Sylvanus Asiegbu IGWESHI[2]

[2]Faculty of Chemical Engineering, Federal Polytechnic, Nekede-Owerri, Nigeria

Raymond Oriebe ANYASI[1]

[1]Department of Environmental Sciences, University of South Africa, Florida Campus, Roodepoort-South Africa

ABSTRACT

The biological methods of cleaning the environment especially our soil that has been receiving increasing attention especially in the past two decades was described in this paper. Bacteria, plants, and fungi have been the natural detoxification agents for contaminants in the environment. Substantive research in this field of study sparked because of the shortcomings of the conventional methods of remediation of POPs including PCBs. Although PCBs and other POPs have continued to be less responsive to various bioremediation strategies, however recent studies have proven that the combination of plants and microorganism in the right proportions and technique, could lead to the detoxification of PCBs in the environment. In this paper, rhizo/phytoremediation carried out synergistically was agued as the most effective biological method for the remediation of PCB contaminated soil. Rhizoremediation and phytoremediation was reported to both play their individual role and has its specific advantages in the remediation of PCBs, but each has certain demerits and could be provided for by the effective utilization of the symbiotic relationship of both plants and microbes. Different methods of PCB remediation were discussed including their merits and demerits, narrowing to the biological remediation. However, the advantages of harnessing rhizoremediation combined with phytoremediation for an effective PCB remediation was elucidated.

Keywords: Biodegradation, Bioremediation, Contaminated soil, Dechlorination, Environmental pollution, PCB, Phytoremediation, Rhyzodegradation.

Organic compound: Polychlorinated biphenyls (PCBs) represent a certain number of recalcitrant pollutants in the environment. They differ in number of chlorine substitution attached to the biphenyl nucleus forming the congeners and therefore conforming to their excellent physico-chemical properties (Mackova *et al*., 2007). PCBs are representatives of a group of compounds known as Persistent Organic Pollutants (POPs). This persistence is because of their physico-chemical characteristics. PCBs compounds are mixtures of aromatic chemicals produced by the chlorination of biphenyls in the presence of suitable catalyst. The chemical formula of PCB can be represented as thus:-

$C_{12}H_{10-n}Cl_n$ (Erickson, 1997),

Where n is the number of chlorine atom within the range of numbers from 1-10. i.e., from monochlorobiphenyl through decachlorobiphenyl. The relative molecular weight of PCBs depends on their degree of chlorination.

1.1 Properties of PCBs

The properties of PCBs bring about the understanding of their analytical, physiological and environmental effects, these properties however vary widely across the class of the compounds. PCBs are characterised by two linked aromatic rings substituted by 1-10 chlorine atoms. There are about 209 of its congeners identified as a function of chlorine numbers and position Erickson, 1997).

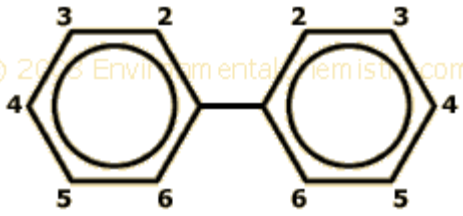
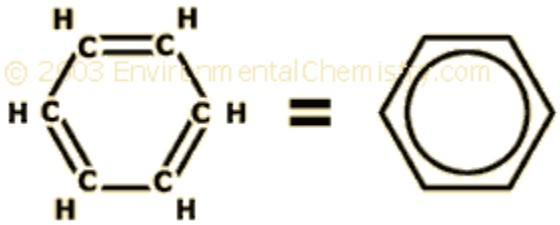


Figure 1. Structural formula of PCB showing the number and location of a Cl groups (Barbalace, 2000)

Most PCB congeners posses colourless and odourless crystals, and the most commercial mixtures are usually viscous liquids; though the highly chlorobiphenyls are more viscous for example Aroclor 1260 which is a sticky resin. PCBs are very insoluble in water and have low vapour pressures, it is however, very soluble in aqueous substances. These properties of the compound tend to change as the number of abounding chlorine substitute changes (Anyasi and Atagana, 2021). The molecular weight of PCBs are usually presented in two forms; based on the atomic of the abundant common isotopes as well as the average atomic weight of the ratios of the ones that abound naturally in their different isotopes. While the initial corresponds to the least mass in the molecular cluster of the spectrum, the other signifies the average molecular weight. The boiling point, melting point, octanol water partition coefficient as well as its bioconcentration factor in aquatics all increases as the number of chlorine atoms abounding in the biphenyl nucleus increases. Evaporation rate on the other hand, at room temperature reduces as the number of chlorine increases (EPA, 1996). The interaction of the physico-chemical properties of PCBs and their relevance to specific application of the compound could be complex, however many of the references that were cited in this review use their properties to derive bioconcentration ability in the biosphere (Erickson, 1997).



Basic Aromatic structures

Figure 2: Basic Aromatic conformation and PCB congeners (Barbalace, 2000)

Meanwhile, the behaviour of individual PCB congener is much influence by its physic-chemical characteristics; take for instance its volatility, lipophilicity, aqueous solubility, as well as the ability to rotate around the phenyl-phenyl bond (Annema et al., 1995; Andersson, 2000; Anyasi and Atagana, $2022_{(1)}$). These properties moreso depend on the degree of chlorination of PCB molecule. Most PCBs are highly mobile colourless and oily liquids through the increasingly darker and more viscous liquids, to the yellow and black resins. The monos-, di-, tri-and tetra-chlorinated PCBs regarded as the lower ones are colourless, oily liquids (Anyasi and Atagana, 2011). The heavy PCBs are honey-like oils. The most highly chlorinated PCBs are waxy and greasy substances. PCBs have a low flash point ranging from 140^0 C to 200^0 C, but most of them have no flash points according to standard tests (Wiegel and Wu, 2000). The vapour of PCB is usually invisible and has a very strong odour; this is one of the characteristic properties of the compound. The partition coefficient and water solubility of PCBs is low, while octanol partition is high as well as its solubility in fats and oil. The solubility in water decreases with increase in the degree of chlorination. This solubility is known to vary among congeners of same number of chlorine atoms (Borja *et al*., 2005).

1.2 Sources of PCBs

No evidence has supported the natural occurrence of PCBs although they continue to exist in many environmental matrices (Borja *et al*, 2005). Majority of the PCBs in the environment finds its way during their manufacture, usage as well as during disposal (EPA, 1996). Human activities influence the concentration of PCBs especially close to shorelines and in water (Borja et al., 2005), this could be attributed to human occupation as well as the use of PCB-containing products. The major source of PCB in surface water is from environmental cycling (i.e. from sediments, air and land). Sediments at the bottom of a water body can act as a reservoir from which PCBs can be released in small amounts to water. PCBs in fish can be hundreds and thousands of times higher than in water because they bioaccumulate in the fish (EPA, 1993a). PCBs are versatile and synthetic chlorinated compounds, though its production was banned years ago, they are still contained in most of the finished products that are used by man. PCB attaches strongly to soil and may remain there for several years as a result of its lipophilicity it is for this reason that environmental cycling is expected in disposal and spill sites. Another possible source of PCB exposure is the workplace, these occurs during the

course of maintenance and repair of PCB transformers, accidents, fires and spills (Yang *et al*., 2006). It also occurs during the disposal of PCB-containing materials by breathing contaminated air and by making contact with materials containing PCBs (Borja *et al*., 2006). Old appliances and electrical equipments are also believed to be the primary source of household contamination, since they may contain PCBs. Meanwhile, PCB levels in indoor air are often much higher than outdoor air (Borja *et al*, 2005).

1.2.1 PCB release into the environment- PCBs are largely generated as by-products of other chemical production. Dating from 1929 until 1970s, they were commercially produced as complex mixtures (Erickson, 1997), such production was stopped in some of the producing countries in 1970s because of the harmful effect of the compound. However, production continued in some areas till 1984 (Erickson, 1997). Each country of production of PCBs adopts different methods and name to the compound, for example, In USA, Monsanto Industrial Chemicals Company, produced PCBs as Aroclor; in Germany, Bayer produced as Clophen; Caffaro produced as Phenoclor in Italy; Japan as Pyralene by Kanegafuchi Chemical Company; Kanechlor in France by Prodelec; Fenchlor in Czechoslovakia by Chemko; and Delor in USSR by Sovol. During the period of production especially in the US, about 571,000 metric tons ($1{,}250 \times 10^6$ pounds), were produced and or were used in the United States (Erickson, 1997; Hamlin, 1999). In 1976, the US government banned the manufacture, processing, distribution in commerce and use of PCB under Toxic Substance Control Act (TSCA), and The Reserve Conservation and Recovery Act (RCRA). Exemptions could be granted to individual practitioners for use with optical microscopy and for research and development (EPA 1998u). However, production of PCBs in Europe, USA and Canada ceased years ago because of its toxicity and persistence (Pross *et al*., 2000)

1.3 Uses of PCB

PCB are valuable for industrial applications as a result of the following properties in which they possess: chemical inertness, high electrical resistivity and dielectric constancy, thermal stability, non-flammability and low acute toxicity (Hutzinger, 1974). The characteristics of PCB instil their usefulness in various industrial applications, these ranges from liquid components of transformers, heat exchangers, capacitors as well as vacuum pumps. PCBS are also found in open systems such as in plasticizers, sealing liquids, water proofing agents, deinking solvents, pesticides and in water retardants (Andersson, 2000; Anyasi and Atagana, $2022_{(2)}$)

1.4 Health and environmental effects of PCBs

The toxicity of PCB varies considerably among congeners. The coplanar PCBs are known as non-*ortho* PCBs because they are not substituted at the ring positions to the other ring, (i.e. PCBs 77, 126, 169 etc.). They tend to have dioxin-like properties and are generally among the most toxic congeners (UNEP Chemicals, 1999). PCB health effects on human ranges from the skin conditions to the acute liver damage because of man's exposure to the chemical. Animals that eat PCB contaminated food even for a short period of time surfers' liver damage and may die (UNEP Chemicals, 1999). About twenty-nine of PCB congeners are of environmental interest when considering its toxicity (Figure 1).

Toxicological problems of PCB which are associated with its co-planar congeners have been studied extensively in vitro and in vivo using animals as well as well as humans that were exposed to the compound through occupation or perhaps incidents for example the Yusho incident of Japan in 1968, the Hudson River incident in the US in 1979, the New Bedford Harbor incident also in the US, in the 1970s, and in the Great Lakes incident of 1988 in Canada (Erickson, 1997). Lethality, toxicity on reproduction, growth inhibition, porphyria, immunotoxicity, induction of enzyme, hepatotoxicity, endocrine effects, neurotoxicity, thymic atrophy, dermal toxicity, carcinogenicity and other biochemical responses have all been implicated in almost all the multiple PCB studies in the laboratory. This laboratory exposure is subject to some questions because of the purity of the compound. However, the possibility of other POPs present in the studies, make the assignment of the observed effects to PCBs liable to criticism (Safe, 1992; species (Anyasi and Atagana, 2011). The toxicological effects of PCBs relate directly with their structures. The most important of the congeners is that containing no ortho-chlorine substituents or single ortho chlorine substituents which can assume a co-planar configuration with shapes like 2,3,7,8-TCDD (Erickson, 1997).

1.4 PCB regulations

As a result of the adverse health effects caused by PCBs and their persistence in the environment, the Toxic Substances Control Act (TSCA), enacted on October 11, 1976, banned the manufacture of PCBs after 1978 [Section 6(e)]. The first PCB regulations were in the Code of Federal Regulations, promulgated at 40 CFR Part 761, and were finalized on February 17, 1978. These PCB regulations include requirements specifying disposal methods and labelling procedures, and controlling PCB use (Rahuman *et al.,* 2000). PCBs have been assigned a hazardous substance in accordance with the Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (CERCLA) of 1980 and as a toxic chemical under Section 313 of Title III of the Superfund Amendments and Reauthorization Act (SARA) of 1986. Section 121(b) of this act requires the EPA "conduct an assessment of permanent solutions and alternative technologies or resource recovery technologies." Special emphasis was placed on those technologies which could permanently decrease the level of pollutants. Congress further provided for a "program of research, evaluation, testing, development, and demonstration 7 of alternative or innovative treatment technologies" in section 311(b) of SARA (Timian and Connolly, 1996). PCBs is one of twelve (so called dirty dozen) Persistent Organic Pollutants (POPs) governed by UNEP (United Nations Environmental Program) according to the outcome of the Basel Convention that was held in March 1999 and the treaty that was ratified in Sweden in May 2001, with South Africa being a signatory.

CERCLA instituted the National Contingency Plan (NCP) in order to establish a framework for identification and remediation of the nation's most contaminated and hazardous sites. The national goal of the remedy selection process is to select remedies that are protective of human health and the environment, that maintain protection over time, and that minimize untreated waste (U.S. EPA, 1997). Section 121(d)(2)(A) of CERCLA requires adherence to other Federal and State laws through the identification of and compliance with applicable or relevant and appropriate requirements (ARARs). Overall, the NCP has implemented CERCLA requirements involving the protection of human health and the environment, compliance with ARARs of Federal and State laws, be cost-effective, utilize long-term permanent solutions, have short-term effectiveness, reduce the toxicity, mobility, or volume through treatment, implementable, and attain state and community acceptance (Table 1) (U.S. EPA, 1990; U.S. EPA, 1997).

1.5 Biological PCB transformation

Various literatures have dealt critically with the biological degradation of PCB by plant as well as with microorganisms both referred to as phytoremediation and bioremediation respectively. Although both concepts seem to be synonymous with each other as the former is a component of the later, however, each of the concepts is a technique which can be used independently. While Bioremediation specifically investigates the natural capability by living organisms to degrade toxins, phytoremediation on the other hand entails the use of plants to remediate environmentally toxic compounds (Newman and Reynolds, 2005; Aken *et al.*, 2010). Conventional remediation of PCB-polluted sites requires excavation and transportation of the soil, prior to in situ treatment by solvent extraction, thermal alkaline dichlorination, incineration, or landfilling. These mentioned techniques are bemoaned with a lot of disadvantages culminating to the rise in the search for alternative remediation techniques (Anyasi and Atagana, 2011).

The ability of PCBs to be degraded or be transformed in the environment depends on the degree of chlorination of the biphenyl molecule as well as isomeric substitution pattern. However, the process of putting biochemical capabilities of microorganisms into use has become the technique of interest in the bioremediation of contaminated soil (Semple *et al*., 2001). Microorganism, more so than any other class of organisms, have a unique ability to interact both chemically and physically with a huge range of man-made and naturally occurring compounds leading to a structural change to, or the complete degradation of, the target molecule (Borja *et al*., 2005). Recent improvement on bioremediation technique has increased the existing clean-up processes currently available for the restoration of contaminated sites. It can be done either *in-situ* or *ex-situ*. *In situ* remediation entails the remediation of soil at its point of contamination. This include bioventing, biosparging, bioslurping and phytoremediation along with in situ physical, chemical and thermal process (Koning *et al.,* 2000). *In situ* remediation is less costly as the cost of excavation and transportation is avoided, it is easily controlled and managed (Idris and Ahmed, 2003). *Ex situ* remediation, however, is the situation whereby the contaminated soil is taking to the remediation plant or center to be remediated. They include land farming, biopiling, *ex situ* thermal, chemical/physical process. A major advantage of *ex situ* technique is the

fact that most of the decontaminated soil can be reused (Dobbins, 1995; McEldowney *et al*., 1993; Aken *et al*., 2010; Furukawa *et al*., 1985).

The optimization of bioremediation is dependent on many environmental factors, and the rate of such optimization depends on the environmental condition at which such action was carried out. These factors are:

(a). the structure of the compound.

(b). the presence of foreign substituent and their position in the molecule.

(c). Solubility of the compound and

(d). Concentration of the pollutants.

Phytoremediation as a technique involves a whole range of processes which acts to remove contaminants from soil using plants. It goes beyond plants uptake of metabolism of chemicals from soil hence includes the whole process as described in Figure 1.

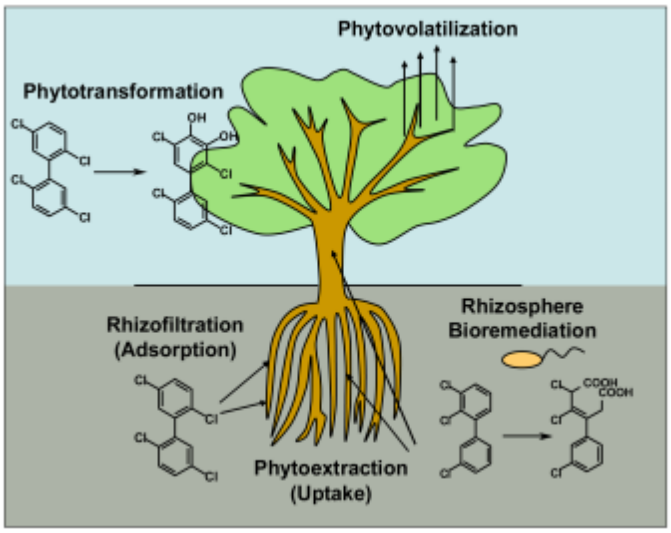


Figure 2: Phytoremediation processes of PCB remediation (Aken *et al.*, 2010)

This ability of PCBs to constantly persist in the atmosphere requires a more environmentally friendly alternative dissipation method having been failed by the conventional methods of incineration. The environmentally friendly alternative mentioned above is bioremediation. Bioremediation involves the use of biological means to destroy, transform or deactivate environmental contaminants as to protecting potential sensitive receptors (ENTACT. www.entact.com/26/03/25). It could also be referred to as any process that uses microorganisms or their enzymes to return the environment altered by contaminants to its original condition (Brazil *et al*., 1995). Bioremediation is sometimes used to attack contaminants like PCBs that are degraded by bacteria. Various forms of bioremediation technique include:

- Land farming
- Bioventing
- Biosparging
- Bioslurping
- Phytoremediation
- In situ/ex situ remediation

This chapter shall elaborate only on those that are within its.

1.6 In situ remediation technique

In situ remediation is a phenomenon used to treat pollutions on site devoid of significant disturbance. It is a biological technique which incorporates the use of either physical extraction, biological activities, chemical modification or other processes to remove, stabilize or degrade pollutants in soil and groundwater (Gogoi and Sarma, 2023). In *in-situ* processes, result is usually accomplished by the introduction of exotic substances into the site.

1.6.1 Bioventing- This bioremediation technique that allows only the treatment of unsaturated soil. It is an *in-situ* remediation technology that uses indigenous microbes to biodegrade organic constituents which were adsorbed to the soil especially in the unsaturated zones (www.sci.ccny.cuny//bioventing). Bioventing is mostly used in the remediation of petroleum products because it induces airflow as a provision of oxygen which promotes the biodegradation of the pollutants. Some factors referred to as site characteristics support the practicability of bioventing technique, they are: -

(a) Intrinsic permeability-this means that there should be enough oxygen supply to the system. The air flow rates also should be in 1 order of magnitude less with corresponding less pressure.

(b) There should be enough microbial presence.

(c) Supply of appreciable sources of energy which depends on whether the microbes and system is heterotrophic, autotrophic, aerobic, anaerobic or facultative.

(d) Optimal soil pH which ranges between 6 and 8, moisture content of 40-60%, soil temperature between 10^{o}C and 45^{o}C, enough nutrient concentration and the depth to groundwater.

Advantages of bioventing include- the system makes use of readily available equipment's which are easy to install, minimal disturbance to its site of operation, short time of treatment, less expensive, ability to combine with other technologies etc. But this technique is disadvantaged in that it is not effective if the water table is within several feet from the surface, high constituent concentration usually toxic to microbes, requires certain site conditions, and cannot achieve low clean-up standards (Van Deuren *et al*., 2002).

1.6.2 Biosparging- Biosparging is an in-situ remediation technique which exploits and stimulates the use of indigenous microbes to degrade organic contaminants in soil. This is the injection of atmospheric air into the aquifer to stimulate the activity of microorganisms by increasing oxygen dissolution which by so doing enhances biodegradation of the contaminants present in the soil (www.remedios.uk.com). Biosparging is used in both saturated and unsaturated soil zones hence was designed to augment for the shortcomings of bioventing process meaning that reduction of energy consumption is reduced (Held and Dorr, 2000). The injection of air into the aquifer results in small channels for the air to move to the unsaturated soil zone. Therefore, to form the necessary numerous branches in these channels, the air must be pulsed into this soil. This then result in volatile contaminants being transported to the unsaturated zone. Finally soil vapour extraction is then used to extract the volatile vapours and treat them at the surface. For biosparging to be effective, the sparge point must be below the contamination zone because air always flows upwards (EPA, 1994).

1.6.3 Phytoremediation- Phytoremediation is a recent development in green technology that uses plants to remedy soils, sediments, surface water and ground water, when contaminated with metals, organics and radionuclides (Alkorta and Garbisu, 2001). Phytoremediation is an effective, environmentally friendly, and inexpensive means of remediating soil (Wiltse *et al.,* 1998; Alkorta and Garbisu, 2001; Dietz-Annette and Schnoor, 2001). It is a more cost-effective method than the conventional mechanical and chemical methods of removing hazardous compounds from the soil (Trap and Ulrich, 2001; Bhandry, 2007). Apart from these, phytoremediation is a natural, aesthetically pleasing low-cost technology which is socially accepted by surrounding communities and regulatory agencies as a potentially elegant and beautiful technology (Chekol *et al.*, 2004). Phytoremediation of contaminated soils offers an environmentally friendly, cost effective, and carbon neutral approach for the cleanup of toxic pollutants in the environment. Plants with abilities to hyper accumulate heavy metals, uptake volatile organic compounds, and sequester pollutants have been proposed as a solution to the treatment of toxic contamination *in situ*.

Plant remediates organic pollutants by:

1. Direct uptake of contaminants, their conversion and accumulation of non-phototoxic metabolites;
2. Releasing exudates and enzymes enhancing microbial activity and biochemical transformations (Mackova *et al*., 1997);
3. Enhancement of mineralization in the rhizosphere.

There is suggestion that plant enzymes released into the environment have a significant catalytic effect (Cunningham *et al*., 1997). After screening of freshwater sediments, it was shown that five specific enzymes-dehagenase, nitroreductase, peroxidise, laccase and nitrilase- were of plant origin. Though there has been scarce detailed description of enzymatic reactions leading to the degradation of PCBs in plants. But the metabolic pathways of PCB degradation in microbial cells have been intensively studied; this showed that bacterial degradation occurs via two main routes, highly chlorinated PCB congeners can be dechlorinated under anaerobic conditions to form less chlorinated ones which are more susceptible to aerobic degradation. Lower chlorinated PCBs on the other hand, can be degraded by aerobic bacteria via a well-documented pathway (Abramowicz, 1995) to chlorobenzoates.

1.6.3.1 Direct benefits of phytoremediation. Phytoremediation is an in situ, solar driven technique, which limits environmental disturbance and reduces cost (Smith *et al*., 2007). Moreover, it is particularly well suited to the treatment of large areas of surface contamination, especially where other methods may not be cost effective (Schnoor, 1999). In general, both public and government regulators look favourably upon phytoremediation because it involves exploiting the natural ability of the environment to restore itself (Cunningham *et al.,* 1997). There has been a wider support from the public on the use of plants for remediation. This was cited at a series of public focus group meetings to gauge public perceptions and awareness of environmental applications of biotechnology especially in Canada (Carrillo-Castaneda *et al*., 2001).

Plant samples can be harvested and used as indicators of the extent of remediation or, conversely contamination. Similarly, a field of plants may serve as a direct, visual bioassay (Shimp *et al*., 1993). There is also the potential to grow various phytoremediator species together on the same site to simultaneously remediate various contaminants, including salts, metals, pesticides, and petroleum hydrocarbons. Plants help to contain the region of contamination by removing water from soil, thereby keeping the contaminants from spreading or confining them within or near the root system (Quiping *et al*., 1992). Some wetland plants can transport oxygen to the rhizosphere under conditions that may otherwise limit the amount of oxygen available to soil microorganisms, as in the case in soils and sediments saturated with water or contaminated with oil (Schnoor, *et al*., 1995). For this reason, microbial communities in the rhizosphere may be able to biodegrade wide variety of organic contaminants. Finally, using existing agricultural practice in a contaminated site, application of phytoremediation could be done at ease (Haritash and Kaushik, 2009).

1.6.3.2 Indirect benefit of phytoremediation. Phytoremediation leads to improvement of soil quality by improving soil structure (aggregates and pads), increasing porosity/aggregation and therefore water infiltration, providing nutrients (nitrogen fixing legumes), and accelerating nutrient cycling, and increasing soil organic carbon (Schnoor *et al*., 1995; Cunningham *et al*., 1997). The use of plant in remediation efforts stabilizes the soil, thus preventing erosion and direct human exposure (i.e. inhalation of soil particles carried by the wind (Carrillo-Castaneda *et al*., 2001). Phytoremediation eliminates secondary air-or water- borne waste, example the accumulation of PAHs from the atmosphere (Bock *et al*., 2002). It also has the potential to eliminate greenhouse gas emission because it does not require the use of pumps or motors that give off greenhouse gases and plants used in phytoremediation may serve as sinks for the greenhouse CO_2 (Schnoor *et al.* 1995). Reduction of noise level from industrial sites is achieved because phytoremediation is less noisy than the other reclamation alternative. Another indirect benefit of phytoremediation is that the growths of high hardy plants give room for growth of lower ones also (Germida *et al*., 2002; Frick *et al*., 1999).

1.6.3.3 Limitations of phytoremediation. Petroleum hydrocarbon contamination must occur at shallow depths for phytoremediation to be effective. There is generally decrease in root diversity with depth as most

plants do not have high root depths like the trees (Frick *et al*., 1999: Germida *et al*., 2002). Consequently, as depth increases beyond one or two metres, relatively immobile contaminant- those that cannot migrate to the plant roots during water uptake are increasingly unlikely to be affected by phytoremediation. Phytoremediation requires more than annual planting seasons for site clean-up hence slower than *ex-situ* methods (Frick *et al*., 1999; Germida *et al*., 2002). Because it is slow, phytoremediation is not an appropriate solution where the target contaminant presents an immediate danger to human health or the environment. If the contaminant is bound tightly on soil particles or organic matter, it may not be available to plants or microbes for degradation (Olsen *et al*., 2003). Bioremediation is a required option especially where sediments are contaminated with PCBs (Furukawa and Fujihara, 2008). However, thermal and chemical processes have always been the method used to decontaminated highly polluted sites until biotechnology offered a more economically friendly alternative for diffuse pollution (Furukawa *et al*., 2004; Agbo *et al*., 2024). The aim of all thermal, chemical/physical methods of remediation is to change the chemical environment in a way that prevents the transport of toxic substances to other elements of the soil system; examples can be given by the transport of pollution to plants, to ground water, or to soil organisms. Such preventive measures may include decreasing mobility change of chemical constitution or any of the factors on which it has been elaborated by various researchers (Aken *et al*., 2010).

1.7 Phytoremediation of PCBs

PCBs are exotic compounds of note which spreads widely in the environment (Toro *et al.,* 2006). A review of literatures indicates that PCBs are not leachable in soils and that they are readily adsorbed by soil constituents. It appears that lower chlorinated PCBs are less adsorbed and thus slightly mobile in soils. There have also been reports of absorption of PCBs by plants, but in very low amounts as PCBs appears to have some effects on photosynthesis and respiration in plants (Toro *et al*., 2006). As a result, contradictory evidence ensures; thus, while some studies report that there is little or no active transport, others showed evidence of an active uptake and translocation. According to Quiping *et al*, (1992), an investigation into the possible effects of PCB congeners in tomato and barley plants, showed a lack of active transport or metabolism of PCBs. From the study, 95% of the injected PCBs were retrieved from stem section within 5cm of point of introduction after 55 days.

Phytoremediation is referred to as the use of plants to dissipate organic compounds like PCB from the soil (Ferro *et al*, 1994). It is an in-situ technique which is most suited for sites where other remediation options are not cost effective, low-level contaminated sites, or in conjunction with other remediation technique. Deep rooted trees, grasses, legumes, and aquatic plants all have application in the phytoremediation field. The aim of this review is to highlight bioremediation technologies with plants and microorganisms that have proven successful in the remediation of PCB. It will then compare the two mechanisms, describing the positive impacts of combining the two processes in the remediation of PCBs

2.0 Rhizo/phytodegradation of PCBs.

The rates of removal of pollutants in bioremediation are usually slower than those that can be achieved by the conventional methods. This is purely shown in remediation by plants in which its growth depends on some environmental factors. Therefore, the need arises for finding ways to enhance the entire scope and rate of bioremediation in order to propel them as a competitive commercial technique (Chaudhry *et al*., 2005). PCBs are hydrophobic hence sorbs strongly to soil particles rendering its biotransformation property. The compounds are poorly taken up by plants tissues, but in the rhizospheres, microbes play a dominant role in their remediation. They have been many reports of recent, showing significant increase in the reduction of PCBs in soil with different plants grown in it compared to unplanted soil (Chaudhry *et al*., 2005; Gerhardt *et al*., 2009).

This section of the chapter reviews the interactions of plants and microorganism in a rhizosphere looking at the effectiveness of remediation of PCB-contaminated soil with microorganism and plants explaining the differences between the two. It will also throw more light in the combination of the two techniques using rhizodegradation technology of microorganisms and phytoremediation of plants (Chojnacka *et al*., 2023).

2.1 Degradation of PCBs by microorganisms

Recalcitrance of PCBs to biodegradation by microbes was because of its chemical stability (Furukawa and Fujihara, 2008). Just as higher chlorine constitution increases chemical stability and lowers water solubility; it makes higher chlorinated congeners more resistant to remediation. Metabolism of PCBs is usually unfavourable energetically, thus requiring additional source of carbon to aid its co-metabolism. PCBs are regarded as POPs, however; its degradation by microbes has been well reported (Brazil et al., 1995; Pieper and Seeger, 2008; Borja *et al.,* 2005; Field and Sierra-Alvarez, 2008; Vasilyeva and Strijekova, 2007). There are two known metabolic pathways of microbes in PCB- aerobic and anaerobic, these depends on the degree of chlorination of the congener, the types of microbes involved as well as the redox conditions (Borja *et al*., 2005: In Aken *et al.,* 2010)

2.1.1 Anaerobic PCB-dechlorination. PCB congeners that contain four or more chlorine substituent undergo anaerobic reductive dechlorination (Aken *et al*., 2010). This is an energy yielding process in which PCBs serves as the electron acceptor for the oxidation of organic substrates. Anaerobic bacteria possess characteristics that are suited for high carbon-concentration pollutants because of the limitation in oxygen diffusion in a high concentration system (Borja *et al.,* 2005). A predominant anaerobe environment is conducive for the reductive transformation resulting in the displacement of chlorine by hydrogen (Borja *et al.,* 2005). These compounds that are dechlorinated are however substrates for oxidative attack of the anaerobes. Aerobic bacteria grow faster than anaerobes and can sustain high degradation rate resulting in mineralization of the compound. Theoretically, the biological degradation of PCBs should give carbon dioxide, chlorine, and water. This process involves the removal of chlorine from the biphenyl ring followed by cleavage and oxidation of the resulting compound (Boyle *et al*., 1992).

2.1.2 Aerobic biodegradation of PCB. Sparsely chlorinated PCB congeners which form as a result of dichlorination of the higher congeners are substrates for aerobic bacteria (Komancova *et al.,* 2003) Those PCB congeners undergo cometabolic aerobic oxidation which is mediated by an enzyme deoxygenases, bringing about a ring opening hence completing mineralization of the molecule (Kohler *et al*., 1989; Vasilyeva and Strijakova, 2007; Furukawa and Fijihara, 2008). A lot of bacterial strains are implicated in oxidative degradation of PCBs; among them are *Pseudomonas, Burkholderia, Comamonas, Rhodococcus,* as well as *Bacilus* (Aken *et al*., 2010). Obviously, chlorine numbers per molecule and its placement are important factors in aerobic biodegradation (Furukawa *et al*., 2004). PCB congeners with three or less chlorine atoms per molecule are easily degraded, but ones with more are recalcitrant, therefore requires reductive dechlorination prior to oxidative mineralization (Aken *et al*., 2010). PCB-destruction in the presence of oxygen involves two gene clusters (Borja *et al*., 2005). The first one enables transformation of PCB congeners to chlorobenzoic acid and the second involves degradation of the chlorobenzoic acid. A common growth substrate for PCB – degradating bacteria is biphenyl or monochlorobiphenyls. During utilization of biphenyls, a yellow *meta*-ring cleavage product is formed as observed in most studied bacteria like the *Pseudomonas sp. (*Boyle *et al*., 1992), and *Micrococcus sp*. (Benvinakatti *et al*., 1992)

3.0 Phytoremediation and PCB

The inability of PCBs to be leached in soil has been reviewed by literatures. PCBs are also reported to be readily absorbed by soil sediments (Strek and Weber, 1982). These indicated the difficulty in the removal of PCBs from the soil. It appears that lower chlorinated PCBs are less absorbed and slightly mobile in the soils. Meanwhile, total organic matter content of the soils seems to be a more important than total clay content or total surface area in explaining adsorption of PCBs by soil (Chojnacka *et al*., 2023). There have been various work on the effect of PCBs on plants, the results of those work indicated that plants absorb PCBs, but in a very slow amount. PCBs therefore appear to have some effects on the photosynthesis and respiration in plants (Strek and Weber., 1982). Reports on the potential of plants for phytoremediation of PCBs started during the late 70s and early 80s. (Aken *et al.,* 2010). From then, a lot of significant advances have been made to elucidate the potentials of plants and microbes for the metabolism of PCBs. Some processes are known to be involved in phytoremediation of PCBs; they are rhizoremediation, phytoextraction and phytotransformation.

3.1 Rhizoremediation

PCBs are hydrophobic, hence possesses high affinity for soil particles. There are therefore taken up into the plant's tissues sparingly. However, microorganisms in the rhizosphere play a dominant role in the biodegradation of PCBs (Aken *et al*., 2010). Reports have continued to show significant improvement in the reduction of PCBs in a soil planted with different types of plants as compared with non-planted controls (Campanella *et al*., 2002; Chaudhry *et al*., 2005; Gerhardt *et al*., 2009; Wood *et al*., 2000). The mechanisms by which plants can stimulate microorganism activity in the soil to enhance the biodegradation of PCBs include:

(a) The release of organic compounds like suger, amino acids, and organic acids by plants root used as electron donor support for either aerobic or anaerobic metabolism of chlorinated compounds. In certain instances, microbial aerobic degradation consumes energy resulting in anaerobic processes which is usually favourable for PCB dehalogenation. (Chaudhry *et al*., 2005).

(b) Extracellular enzymes that cause transformation of PCBs leading to further microbial metabolism are secreted by plants (Fletcher *et al*., 1995).

(c) Microbial degradation of PCBs is speed up by inducers which are secreted by plants., however, Hedge and Fletcher (1996), reported that *B. Xenovoransvorans* LB400 and its activity as a PCB degrader was induced by plants phenolic exudates (Agbo *et al*., 2024).

(d) The effects of plants root increase the permeability of the soil and also oxygen diffusion in the rhizosphere. These induces microbial oxidative transformation by certain enzymes (Chaudhry *et al*., 2005)

(e) Growth factors are also known to be secreted by plants (Campanella *et al*., 2002).

(f) Organic acids and molecules that act as surfactants comes from the roots, they therefore help to mobilize PCBs making them more susceptible to plants tissues (Chaudry *et al.,* 2005).

4.0 Difference between PCB metabolism in bacteria and plants

Plants are implicated in the increase of both microbial numbers and activity in the soil, which usually results to an increase in the biodegradation of PCB (Limbert and Betts, 1996). Nevertheless, endogenous microbes capable of maintaining symbiosis with plant are however attracted to the rhizosphere by plants secretions. Although plants have shown capability of degradation of PCBs, it has rather been slowly achieved in field trials leading to accumulation and volatilization of compounds that are toxic (Aken *et al*., 2010). Metabolism of PCB by plants is represented conceptually by a three-way process of activation, conjugation and sequestration (Sandermann, 1994; Subramanian *et al*., 2019). Generally, the first stage of detoxification of PCBs called activation usually involves oxidation or hydroxylation reaction. It is a high reactive process producing soluble hydroxylated products (Aken *et al*., 2010). Following activation stage is the conjugation reaction involving endogenous hydrophilic molecules including glutathione, glucose or malonate that helps to increase the hydrophobicity of the parent compound (Rezek *et al*., 2007; Anyasi and Atagana, 2022b).

6.0 Conclusions

In conclusion, Schnoor and his co-workers evaluated applicability of phytoremediation (Schnoor et al., 1995; Schnoor, 1997). They found out that the technique is most successful when topsoil is polluted with chemicals being either degraded in the rhizosphere or effectively taken up by plants for too high pollutants concentrations. Toxic effects may occur, and phytoremediation therefore is restricted to lower medium contaminated level. There is need for phytoremediation to be used in combination with an alternative treatment method, for example harnessing the symbiotic relationship between plants and microorganisms in rhizoremediation for hot spots (Schnoor, 1997). Therefore, the remediation of PCBs from the soil should be facilitated using the synergistic effects of plants and microbes in the rhizosphere (Chaudhry *et al*., 2005). This co-effect enables them to cope with the toxicity and recalcitrance of the pollutant that would otherwise be difficult for either plants or soil microbes to do alone. In that line also, more research is however important to throw more light into the feedback processes that regulate the interaction of plant and microbes in the root zone of the soil during PCB remediation. The study of Mackova *et al*, (2007), highlighted on the subject, but suggested that more effort be directed towards proper elucidation of the possibility of interactions between plant and bacteria in a

model PCB-contaminated environment. Therefore, all hands should be on deck by all environmental toxicologists towards achieving an effective solution to PCB contamination.

References

Abramowicz DA (1995). Aerobic and anaerobic PCB biodegradation in the environment. *Environ*. *Health Perspect. Suppl*. 103: 00-00.

Agbo DC, Okafor U, Eze UD, Anyasi RO (2024). Bioremediation of wastewater towards reduction of water pollution. Proceedings of the 10th International European Congress on Advanced Studies in Basic Sciences, Amsterdam, Holland, July 26-28. Pg 1225-1236.

Agency for toxic substances and disease registry (1993). *Toxicology profile for selected PCBs*, TP-92/16.

Allsopp M, Stringer R, Johnston P (1998). Global review of data on 12 priority persistent organochlorine pollutants and some other organochlorines in human tissues. *Greenpeace research laboratory*. UK.

Anyasi RO, Atagana HI (2011). Biological remediation of polychlorinated biphenyls (PCB) in the environment by microorganisms and plants. Afr. J. Biotechnol. 10(82): 18916-18938.

Anyasi RO, Atagana HI (2021). Understanding the Effect of oil on Phytoremediation of PCB co-contamination in transformer oil using Chromolaena odorata. *Int. J. Phytorem*. 23(4): 1-12.

Anyasi RO, Atagana HI (2022). Assessment of Biological Remediation of Polychlorinated Biphenyls (PCB) in the Environment by Microorganisms and Plants. In G Ozcan (Ed) *Research Aspects in Biological Sciences* Vol 3, Pg. 29-57.

Anyasi RO, Atagana HI (2022). Determination of Phytotreatment of Polychlorinated Biphenyls Contaminated Soil. In Dr. Angelo Mark P Walag (Ed) *Current Advances in Geography, Environment and Earth Sciences*. Vol 4, Pg. 119-127.

Aslund MLW, Rutter A, Reimer KJ, Zeeb BA (2008). The effects of repeated planting, planting density, and specific transfer pathways on PCB uptake by *Cucurbita pepo* grown in field conditions. *Sci. Total Environ*. 404: 14-25.

ATSDR, 2000. Toxicology profile for PCBs. U.S. Department of Health and Human Services, Ref. No. 7

Basharudin HB (2008). Bioremediation of oil contaminated wastewater using mixed culture. *Thesis*-Faculty of Chemical and Natural Resource Engineering, Palang University- Malasia. 19-23.

Bedard DL, Bailey JJ, Reiss BL, Jerzak GV (2006). Development and characterization of stable sediment-free anaerobic bacterial enrichment cultures that dechlorinate aroclor 1260. Appl Environ Microbiol. 72: 2460–2470.

Bhandary A (2007). Remediation technologies for soil and groundwater. US Environmental Council. Science.

Bianucci A, Ryslava E, Mackova M, Demnerova K (2004). Bacterial PCB degradation in presence of compounds of plants origin. *Int. Biodeterio. Biodegrad*. 53: 277.

Borja J, Marie-Teleon D, Auresenia J, Gallardo S (2005). Polychlorinated biphenyls and their biodegradation. *Process Biochemistry*. 40: 1999-2013.

Borja JQ, Auresenia JL, Gallardo S (2006). Biodegradation of polychlorinated biphenyls using biofilm grown with biphenyl as carbon source in fluidized bed reactor. *Chemosphere*. 64: 555-559.

Brazil GM, Kenefik L, Callanan M, Haro A, Delorenzo V, Dowling DN, Ogara F (1995). Construction of rhizosphere pseudomonad with potential to degrade polychlorinated biphenyls and detection of *bph* gene-expression in the rhizosphere. *Appl. Environ. Microbiol*. 61: 1946-1952.

Chaudhry Q, Blom-Zandstra M, Cupta S, Joner EJ (2005). Utilizing the synergy between plants and rhizosphere microorganisms to enhance breakdown of organic pollutants in the environment. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 12(1): 34-48.

Chekol T, Vough LR, Chaney RL (2004). Phytoremediation of polychlorinated byphenyls contaminated soils: The rhizosphere effect. *Environ. Int*. 30: 799-804.

Cherian S. Margarida-Oliveira M (2005). Transgenic Plants in Phytoremediation: Recent Advances and New Possibilities. *J. Environ. Sci. And Technol*. 39(24).

Choi H, Veriansyah B, Kim J, Kim D, Lee YW (2009). Recycling of transformer oil contaminated by polychlorinated biphenyls (PCBs) using catalytic hydrodechlorination. *J. of Environ. Sci. and Health*. A: 494-501.

Chojnacka K, Moustakas K, Mikulewicz M. The combined rhizoremediation by a triad: plant-microorganism-functional materials. Environ Sci Pollut Res Int. 2023 Aug;30(39):90500-90521.

Chroma L, Macek T, Demnerova K, Mackova M (2004). Decolorization of RBBR by plants cells and correlation with the transformation of PCBs. *Chemosphere* 49: 739-740.

Dobri AB (2009). How to Write a Good Review Article. www.yahoosearch.com. 26/10/2009.

Dowling DN, Doty SL (2009). Improving phytoremediation through biotechnology. Current opinion in Biotechnology. 20: 204-206.

Ericksons MD (1997). Analytical chemistry of PCBs, 2nd edition. CRC Press, Boca Raton, FL, 66.

Field JA, Sierra-Alvarez R (2008). Microbial transformation and degradation of polychlorinated biphenyls. *Environ. Pollut*. 155: 1-12.

Fitzgerald ED, Hwang S, Deres DA, Bush B, Cook K, Worswick P (2001). The association between local fish consumption and DDE, mirex, and HCB concentration in the breast milk of Mohawk women at Akwesasne. *J. of Expos. Anal. Environ. Epid*. 11: 381-388.

Fletcher JS, Hedge RS (1995). Release of Phenols by Perennial Plant Roots and their Potential *Importance in Bioremediation. Chemosphere. 31: 153-158.*

Furukawa K, Fujihara H (2008). Microbial degradation of polychlorinated biphenyls: Biochemical and molecular features. *J. Biosci. Bioeng*. 105: 433-449.

Gioia DD, Bertin L, Zanaroli G, Marchetti L, Fava F (2006). Polychlorinated biphenyl Degradation in aqueous wastes by employing continuous fixed-bed bioreactors. *Proc. Biochem*. 41: 935-940.

Gogoi, B., Sarma, H. (2023). Rhizoremediation of Persistent Organic Pollutants (POPs) from the Soil. In: Sarma, H., Joshi, S. (eds) Land Remediation and Management: Bioengineering Strategies. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-4221-3_3

Halim AA (2007). Analysis of polychlorinated biphenyls in sewage sludge using supercritical carbon dioxide and subcritical water extraction. *Thesis*: Faculty of Science, University *Teknologi Malasia*, 18-23.

Hamlin RL (2002). Phytoremediation literature review. Umass.edu. 00-00.

Haritash AK, Kaushik CP (2009). Biodegradation aspects of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): A review. *J. Haz. Mat*. 169: 1-15.

Hatamian-Zarmi A, Shojaosadati SA, Vasheghani-Farahani E, Hosseinkhani S, Emamzadeh A (2009). Extensive biodegradation of highly chlorinated biphenyl and Aroclor 1242 by *Pseudomonas aeruginosa* TMU56 isolated from contaminated soil. *Intern. Biodeterioration & Biodegrad*. 63: 788-794.

Huang X-D, EL-Alawi Y, Gurska J, Glick BR, Greenberg BM (2005). A multi-process phytoremediation system for decontamination of persistent total petroleum hydrocarbon (TPH) from soil. *J. Microc*. 81: 139-147.

Leigh MB, Fletcher J, Nagle D, Kucerova P, Mackova M, Macek T (2004). Rhizosphere remediation of PCBs based on field studies in the Czech Republic. *Int Biodeterio. Biodegrad*. 53: 260.

Leigh MB, Prouzova P, Mackova M, Macek T, Nagle DP, Fletcher JS (2006). Polychlorinated bacteria associated with trees in a PCB-contaminated site. *Appl. Environ. Microbiol*. 72: 2331-2342.

Limbert ESB, Betts WB (1996). Influence of substrate chemistry and microbial metabolic diversity on the bioremediation of xenobiotic contamination. *Genet. Eng.Biotechnol.* 16: 158-180.

Liu JY, Schnoor JL (2008). Uptake and translocation of lesser chlorinated polychlorinated biphenyls (PCBs) in whole hybrid poplar plants after hydroponic exposure. *Chemosphere*. 73: 1608-1616.

Macek T, Mackova M, Kucerova P, Chroma L, Burkhard J, Demnerova K (2002). Phytoremediation; in: Agathos SN, Reineke W (Eds.). Biotechnology for the environment: Soil Remediation, Kluwer Academic Publishers, Brussels. 115-137.

Mackova M, Uhlik O, Lovecka P, Viktorova J, Novakova M, Demnerova K, Slivestre M, Macek T (2010). Bacterial degradation of polychlorinated biphenyls. Geomicrobilogy: *Molec.Environ. Perspect*. 347-366.

Moreira H, Mench M, Pereira S, Garbisu C, Kidd P, Castro P (2021). Phytomanagement of metal (loid)-contaminated soils: options, efficiency and value. *Front. Environ. Sci*. 9:661423

Newman LA, Reynolds CM (2004). Phytoremediation of organic compounds. Current Opinion in Biotechnology. 15: 225-230

Okey AB (2007) An aryl hydrocarbon receptor odyssey to the shores of toxicology: The Deichmann Lecture. International Congress of Toxicology-X1, *Toxicological Sciences*, 98(1): 5-28.

Panwar BS, Marton L, Kadar I, Anton A, Nemeth T (2010). Phytoremediation: A novel green technology to restore soil health. *Acta. Agron. Hung*. 58(4): 443-458.

Paul OE, Ana C, Mark J, Nancy MD, Pilon-Smits EAH Reardon KF (2007). Comparism of Plant Families in a Greenhouse Phytoremediation Study on an Aged Polycyclic Aromatic Hydrocarbon-Contaminated Soil. *J. Environ. Qual*. 36:1461-1469.

Pieper DH, Seeger M (2008). Bacterial metabolism of polychlorinated biphenyls. *J. Mol. Microbiol. Biotechnol.* 15: 121-138.

Prasad MNV, Freitas H, Fraenzie S, Wuenschmann S, Markert B (2010). Knowledge explosion in phytotechnologies fro environmental solutions. *Environ. Poll.* 158: 18-23

Rezek J, Macek T, Mackova M, Triska J (2007). Plants metabolites of polychlorinated biphenyls in hairy root culture of black nightshade *Solanum nigrum* SNC-90. *Chemosphere*. 69: 1221-1227.

Smith KE, Schwab AP, Banks MK (2007). Phytoremediation of polychlorinated biphenyls-contaminated sediments: A greenhouse feasibility study. *J. Environ. Qual*. 36:239-244.

Smith KE, Schwab AP, Banks MK (2009). Dewatering of contaminated sediments: Greenhouse and field studies. *J. Ecol. Engr*. 35(10):1223-1228.

Sobiecka E, Cedzynska K, Bielski C, Antizar-Ladislao B (2009). Biological treatment of transformer oil using commercial mixtures of microorganisms. Int. Biodeter. Biodegrad. 63: 328-333.

Subramanian S, Tehrani R, Aken BV (2019). Transcriptomic response of Arabidopsis thaliana exposed to hydroxylated polychlorinated biphenyls (OH-PCBs). *Int.J. Phytorem*. 21: 52-59

Toro SD, Zanaroli G, Fava F (2006). Aerobic bioremediation of an actual site soil historically contaminated by polychlorinated biphenyls (PCBs) through bioaugmentation with a non acclimated, complex source of microorganisms. *Microbial Cell Factories*, 5: 11.

Trap S, Ulrich K (2001). Aspect of Phytoremediation of Organic Pollutants. *J. Soil & Sediments*. 1: 83-85

Vasilyeve GK, Strijakova BR (2007). Bioremediation of soils and sediments contaminated by polychlorinated biphenyls. *Microbiology*. 76: 639-653.

Wiltse CC, Rooney WL, Chen Z, Schwab AP, Banks MK (1998). Greenhouse evaluation of agronomic and crude oil-phytoremediation potential among alfalfa genotypes. *J. Environ. Qual*. 27:169-173.

Yang M, Park MS, Lee HS (2006). Endocrine disrupting chemicals: Human exposure and health risks. J. *Environ. Sci. & Health*. 24: 183-224.

Zeeb BA, Amphlett JS, Rutter A, Reimer KJ (2008). Potential for phytoremediation of polychlorinated biphenyls-(PCB) contaminated soil. *Int. J. Phytor*

THE PROBABILITY OF THE COMMUTATOR EQUATION $[x^n, y] = g$ ON THE GROUPS G_m

Mina Pirzadeh

Faculty of Mathematical Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Mansour Hashemi

Faculty of Mathematical Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

ABSTRACT

In this paper, we study the number of solutions of commutator equation $[x^n, y] = g$ in a class of finite groups. For $g \in G$, we consider $\rho_g^n(G) = \{(x, y) \mid x, y \in G, [x^n, y] = g\}$. Then the probability that the commutator equation $[x^n, y] = g$ has a solution in a finite group G, written $P_g^n(G)$, is equal to $|\rho_g^n(G)|/|G|^2$. By using the numerical solutions of the equation $xy - zu \equiv t \pmod n$, we derive formulas for calculating the probability of $\rho_g^n(G)$.

In the last years there has been a growing interest in the use of probability in finite group theory. One of the most important aspects that have been studied is the probability that two elements of a finite group G commute. This is denoted by $P(G)$ and is called the commutativity degree of G. M. Hashemi and et al. [1] derived formulas for calculating the probability of $P_g(G)$ where G is a two generated group of nilpotency class 2.

Definition. Let G be a finite group. The commutativity degree of G, written $P(G)$, is defined as the ratio

$$P(G) = \frac{|\{(x, y) \in G \times G : xy = yx\}|}{|G|^2}.$$

In [6], Pournaki and R. Sobhani have studied and generalized this concept for the group G and $g \in G$ as follows:

$$P_g(G) = \frac{|\{(x, y) \in G \times G : [x, y] = g\}|}{|G|^2}.$$

Note that for every $g \in G$, we have $0 \le P_g(G) \le 1$. In particular for $g \in G - G'$, we get $P_g(G) = 0$ and $P_g(G) = 1$ if and only if G is abelian and $g = e$.

For integer $m \ge 2$, we consider the following finitely presented groups

$$G_m = \langle a, b \mid a^m = b^m = 1, [a, b]^a = [a, b], [a, b]^b = [a, b] \rangle.$$

Theorem. For the group $G = G_m$ and $g \in G^{'}, P_g(G) = \alpha / m^6, ,$ where

$$\alpha = m^3 [\sum_{d|m} (\sum_{d_2|(d, t_g)} \frac{m}{d} \phi(\frac{m}{d}) \phi(\frac{d}{d_2}) \times d_2)].$$

In this paper, we obtain explicit formula for the commutativity degree of generalized relative g the element of G of the finite group G_m. These results can be checked for some groups with small orders, by GAP [2].

Keywords : Finite groups, nilpotent groups, commutativity degree, GAP.

References

[1] M. Hashemi, M. Pirzadeh and S. A. Gorgian, *The probability that the commutator equation [x, y] = g has solution in a finite group*, Journal of Algebra and Related Topics, 7 (2020), no. 2, 47-61.

[2] M. Hashemi, M. Pirzadeh and S. A. Gorgian, S. A., Some numerical results on the wreath product of Z_p and Z_{p^n} Mathematical Sciences, 15 (2024), 253–258.

[3] W. H. Gustafson, What is the propability that two group elements commute?, Amer Math. Monthly.,80 (1973), 1031{1034.

FUNDAMENTALS OF MATHEMATICAL MODELING FOR PHYSICS AND ENGINEERING PROBLEMS FROM A HISTORICAL AND PHILOSOPHICAL APPROCHES

Mohammad Jahanshahi

Dept of Mathematics, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz/ Iran, Orcid: 0000 0002 4482 1973

ABSTRACT

As we know, natural sciences have two main goals to conquer nature for human welfare and comfort: - Identification of independent substances in nature - Identification of unknown variable scientific laws in nature.

The first one is actually the elements of the Russian chemist Mendeleev's table, which has so far discovered about 112 independent elements in nature. In fact, the rest of the materials used in various industries are a combination of these materials. This branch is not related to our discussion. The second case is the identification of the laws of the unknown variable in nature, which is the main purpose of our discussion about creating different calculus in mathematics, in order to model physics and engineering problems and other natural, biological, economic and demographic phenomena.

In this paper, we discuss about different calculus in mathematics and different differential and integral equations related to them. These equations are actually important tools of mathematicians, physicists and engineers who wants to make a model to the different problems in physics and engineering.

We discuss how to play this role and examine the principles and basics of mathematical modeling in the form of a cycle related to mathematical, physics and engineering problems. Next, we have examine the existing and practical problems in this cycle from the perspective of history and philosophy of science, and we also discuss the abilities of mathematical methods to solve the problems in this cycle along with some examples.

Finally, we study the conditions of well-posed and ill-posed math-physics problems so that we can expand the fields of interaction between physics, engineering and mathematics.

Keywords: mathematical modeling, Different Calculus, physics and engineering problems, differential equations, Scientific cycle

HEAT EXPLOSION IN REACTIVE EYRING–PRANDTL FLOW THROUGH A MAGNETIZED POROUS CHANNEL

Ephesus O. FATUNMBI

Department of Mathematics and Statistic, Federal Polytechnic Ilaro, Nigeria.

ABSTRACT

Reactive non-Newtonian fluid flows in porous media are critical in applications such as chemical reactors, geothermal systems, petroleum recovery, and thermal insulation technologies. This study investigates heat explosion behaviour in a magnetized porous channel conveying Eyring–Prandtl fluid undergoing dual exothermic reactions. The model incorporates nonlinear viscosity, magnetic field influence, and Arrhenius-type kinetics. Governing equations for momentum and energy are formulated and solved numerically using a shooting method with Runge–Kutta integration. The impact of key parameters—magnetic field strength, porosity, activation energies, and reaction rates—on temperature distribution and explosion thresholds is thoroughly examined. Results indicate that magnetic fields and porous resistance suppress thermal explosion, while dual reaction kinetics intensify heat generation. These findings offer practical guidelines for controlling thermal instability in reactive fluid systems across industrial and environmental applications.

Keywords: Heat explosion; porous channel; Eyring-Prandtl fluid; Exothermic reactions.

1. Introduction

The category of non-Newtonian fluid dynamics has been modelled using various constitutive equations due to the complex rheological behavior of such fluids. Prominent models include the micropolar**,** Casson**,** Jeffrey**,** Williamson**,** and Eyring–Powell models (George & Qureshi; Fatunmbi & Okoya, 2024; Rajagopal, 2023). Among these, the Eyring–Powell model stands out for avoiding shear rate singularities and capturing shear-thinning behavior without yielding infinite viscosity at zero shear. This makes it particularly effective in modeling real-world polymeric, biological, and industrial fluids. Eyring–Powell fluids exhibit nonlinear stress–strain relationships that are crucial in applications involving moderate to high shear rates. Such fluids are common in chemical engineering, geophysical flows, biomedical transport (e.g., blood perfusion), and food processing. Examples include lubrication systems, synthetic fiber production, and slurry or drilling mud flows in porous media. Recent advances in non-Newtonian fluid dynamics have increasingly focused on the Eyring–Powell model for its practical adaptability. For instance, Mustafa (2020) presented analytical solutions for Eyring–Powell fluid flow and heat transfer in a circular pipe, illustrating how rheological parameters affect velocity and temperature distributions. Similarly, Ali et al. (2018) and Nazeer et al. (2019**)** examined the flow under varying thermal boundary conditions, emphasizing the sensitivity of fluid behavior to material properties and imposed wall temperatures.

In complex geometries, Riaz et al. (2019**)** examined the peristaltic motion of Eyring–Powell fluid in a compliant rectangular channel with heat and mass transfer, modeling processes relevant to biomedical and industrial systems. Fatunmbi and Adeosun (2020**)** extended the model to radiative nanofluid flow along a vertical Riga plate, incorporating exponentially varying viscosity and chemical reactions—crucial for boundary layer control in thermal systems. Alghamdi et al. (2024) employed intelligent computing to simulate double-layered Eyring–Powell flow over an elevated stretched cylinder, offering insight into thermal enhancement in cylindrical geometries. Furthermore, Salawu et al. (2024) analyzed electromagnetic Eyring–Powell hybrid nanofluid flow with internal heat generation, thermal radiation, and slip boundary conditions, emphasizing its relevance in energy systems and electronics cooling. Gholinia et al. (2019) explored magnetohydrodynamic (MHD) flow over a rotating disk with homogeneous–heterogeneous reactions, highlighting the influence of rotation and reactive species on velocity and temperature distributions. Collectively, these studies underscore the versatility of the Eyring–Powell model in addressing complex thermo-fluid problems across engineering, biotechnology, and materials processing, thereby advancing the understanding of non-Newtonian transport behavior under diverse physical effects.

Heat explosion, also known as thermal explosion, is a rapid and uncontrollable increase in temperature within a reactive system, often leading to violent combustion or detonation. It occurs when the rate of heat generation from an exothermic chemical reaction surpasses the rate at which heat is removed from the system, causing a dangerous buildup of thermal energy. This phenomenon is typically observed in reactive fluids or gases, particularly in chemical reactors, porous media, or industrial processes involving combustible substances. The critical condition for explosion is determined by the balance between thermal diffusion and chemical reaction rate—described mathematically by Frank-Kamenetskii's theory. Heat explosions are influenced by factors such as activation energy, ambient temperature, thermal conductivity, and geometric configuration. They are studied extensively in combustion theory, safety engineering, and applied mathematics to prevent industrial accidents and optimize energy conversion systems.

Many authors have studied this phenomenon focusing on diverse thermal explosion mechanisms and addressing heat transfer, reaction kinetics, and magnetic effects. due to its various applications in many engineering fields. For instance, Lei et al. (2022) analyzed how heat transfer modes influence methane–air explosions in a spherical device. Wang and Shu (2022) evaluated thermal runaway in Li-ion cells, highlighting energy-generating reactions whereas Campbell (2015) investigated how external heat transfer and natural convection impact explosion thresholds in spherical vessels. He et al. (2025) studied heat transmission from explosion near-fields to metal targets. Recently, Salawu and Okoya (2025) examined exothermic diffusion-reaction and explosion branch-chain behavior in asymmetrical heating channels with convective cooling. A model for thermal explosion and entropy in a magnetized couple stress fluid experiencing viscous dissipation and slip effects was developed by Salawu et al. Fenuga (2019) while Salawu (2020) further studied ignition and heat propagation in a magnetohydrodynamic reactive Oldroyd 8-constant flow under Couette motion. Collectively, these works enrich understanding of explosion phenomena across fluid dynamics, heat transfer, and combustion systems.

However, less attention has bee given to the study of diffusion reaction of double exothermic reaction. Such a phenomenon is crucial in many fields of engineering including pollution mitigation, jet and rocket propulsion, lubricant oil, etc. In light of this development the current study intends to analyze the double exothermic reaction combustion using the non-Newtonian Eyring-Prandtl fluid passing through a porous channel.

2. Problem Development

In this study, it is assumed that:

- There is exothermic diffusion-reaction of Eyring-Prantl fluid flow along a porous channel.
- There is no consideration for the fluid reactant species consumption
- The flow is induced by the pressure gradient
- There is the effect of the Lorentz force in the flow field
- The heat region is influenced by the Arrhenius kinetics causing a viscous heating fluid
- There is the pre-exponential factor together with continuous heat transfer.
- The flow geometry is depicted in figure 1.

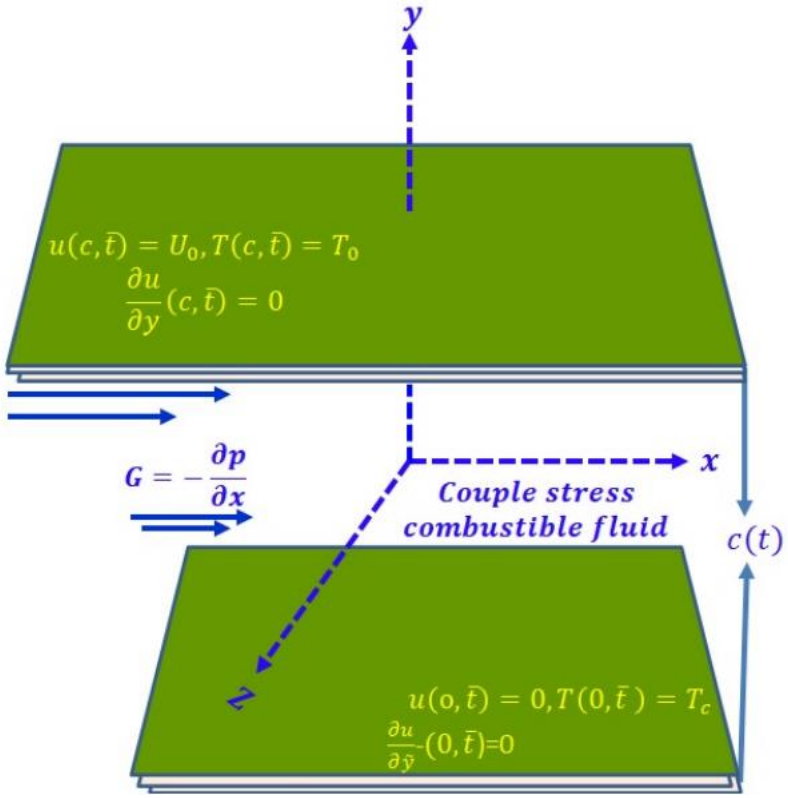


Fig. 1: Picture of the flow geometry

The double irreversible diffusion-reaction mechanism of the oxidation reactive species for k-fluid at 430^0C is assumed as described by Williams [36]

$$\begin{aligned} O_2 + \text{fuel} &\longrightarrow H_2O + CO + \text{ Product} \\ 1/2O_2 + CO &\longrightarrow CO_2 \end{aligned} \tag{1}$$

The chemical reactions occur in two steps and are first-order dependent on the species oxidizer and fuel, with a negligible wall effect. As a result, the heat diffusion through the reactive species does not influence the combustible temperature. Hence, the Eyring-Prandtl dynamically compatible stress tensor is considered [37-39].

$$\tau_0 = \frac{\Omega sin^{-1}\left\{\frac{1}{\gamma}\left[\left(\frac{\partial \bar{w}}{\partial \varsigma}\right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{w}}{\partial \varsigma}\right)^2\right]^{1/2}\right\}}{\left[\left(\frac{\partial \bar{w}}{\partial \varsigma}\right)^2 + \left(\frac{\partial \bar{w}}{\partial \varsigma}\right)^2\right]^{1/2}} \frac{\partial \bar{w}}{\partial \varsigma}. \tag{2}$$

The $\bar{\mathbf{w}} = [\bar{\mathbf{w}}_1(\zeta, \varsigma, 0), \bar{\mathbf{w}}_2(\zeta, \varsigma, 0), 0]$ describe curving velocity mechanism, where Ω and γ represent fluid viscosity parameters. The time-dependent energy transfer two-step exothermic species diffusion-reaction is considered according to [23, 29]

$$\rho \frac{\partial \phi}{\partial \bar{t}} = \gamma(\nabla^2 \bar{\mathbf{w}})^2 + g_1 h_1 s_1 + g_2 h_2 s_2 - div\mathbf{q}, \tag{3}$$

where s_1 and s_2 depict chemical reactant, h_1 and h_2 present heat reaction, ϕ represent thermal energy, $\mathbf{q}$ signifies Fourier law thermal flux as $\mathbf{q} = -k\nabla\phi$ heat conduction, and ρ connotes density individually. In accordance with [32, 33], the thermic-dependent diffusion-reaction rates (g_1 and g_2) are as follows:

$$g_1 = C_1\left(\frac{K\phi}{\upsilon\hbar}\right)^r e^{-A_1/RT}, \; g_2 = C_2\left(\frac{K\phi}{\upsilon\hbar}\right)^r e^{-A_2/RT}, \tag{4}$$

where K denotes Boltzmann constant, υ defines vibration frequency, C_1 and C_2 depict reactive chemical order, A_1 and A_2 describe the activation energy, $\hbar$ Planck's constant, and r is factor kinetic index, i.e., $r \in$

$\{0.5,0,-2.0\}$ represents the kinetics. A fixed wall boundary velocity constraint is assumed for the flow non-isothermal channel with negligible wall species reactant consumption coefficient. Hence, the combustion theoretical thermal fluid flow model for the two-step exothermic Eyring-Prandtl hydromagnetic reaction mechanism is presented following the stated assumptions and Ref. [31, 38, 40]:

$$\frac{\partial \bar{w}}{\partial \bar{t}} = -\frac{\partial \bar{p}}{\partial \zeta} + \frac{\Omega}{\rho\gamma}\frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial \varsigma^2} - \frac{\Omega}{2\rho\gamma^3}\left(\frac{\partial \bar{w}}{\partial \varsigma}\right)^2 \frac{\partial^2 \bar{w}}{\partial \varsigma^2} - \frac{\sigma_0 B_0^2}{\rho}\bar{w} - \frac{\nu}{K_0}\frac{\Omega}{2\gamma^3}\left(\frac{\partial \bar{w}}{\partial \varsigma}\right)^4, \tag{5}$$

$$\rho C_p \frac{\partial \phi}{\partial \bar{t}} = k\frac{\partial^2 \phi}{\partial \varsigma^2} + \frac{\Omega}{\gamma}\left(\frac{\partial \bar{w}}{\partial \varsigma}\right)^2 \left(1 - \frac{1}{6\gamma^2}\left(\frac{\partial \bar{w}}{\partial \varsigma}\right)^2\right) + \chi(1+\alpha\phi)^r \left\{\exp\left(\frac{\phi}{1+\alpha\phi}\right) + \varphi\exp\left(\frac{n\phi}{1+\alpha\phi}\right)\right\}. \tag{6}$$

In the current work, the non-isothermal thermal fixed wall condition is utilized. This is often used to model systems experiencing variation in wall temperature with a fixed wall, such as commonly found in complex heat transfer and fluid flow dynamics, like in heat exchangers, combustion chambers, and porous media flow. Therefore, in accordance with the work of previous authors [18, 22], the initial and boundary conditions are provided as follows:

$$\bar{w}(\varsigma,0) = 0, \phi(\varsigma,0) = 0, \bar{w}(0,\bar{t}) = 0, \phi(0,\bar{t}) = \phi_a, \frac{\partial \bar{w}}{\partial \varsigma}(c,\bar{t}) = 0, \phi(c,\bar{t}) = \phi_0, \text{ for } \bar{t} > 0. \tag{7}$$

The separate parameters $\bar{w}$, φ, ϕ_a, n, B_0, p, ϕ_0, χ, $\bar{t}$, C_p, c, σ, k, and α are velocity, exothermic second step reaction, thermal ambient, activation energy ratio, magnetic strength, pressure, initial heat, Frank-Kamenetskii, time, thermal capacity, channel width, electrical conduction, exothermic conduction, and activation energy. Apply the subsequent transformation variables to the dimensional partial differential boundary value models (5) to (7) to obtain an invariant equation.

$$\begin{aligned} &G = -\frac{\partial \bar{p}}{\partial \zeta}, t = \frac{\bar{t}\mu}{c^2\rho}, \eta = \frac{\zeta}{c}, f = \frac{\bar{w}}{h}, \vartheta = \frac{E_1(\phi-\phi_0)}{R\phi_0^2}, p = \frac{\bar{p}c}{h\mu}, \xi = \frac{\varsigma}{c}, Br = \frac{E_1\mu h_0^2}{kR\phi_0^2}, \\ &b = \frac{E_2}{E_1}, \lambda = \frac{s_1 h_1 E_1 g_1 c^2}{kR\phi_0^2}\left(\frac{K\phi_0}{\upsilon\hbar}\right)^r e^{-\frac{1}{\beta}}, \beta = \frac{R\phi_0}{E_1}, \epsilon = \frac{\Omega}{\gamma\mu}, \delta = \frac{h}{2\gamma^2 c^2}, \Lambda = \frac{C_2 h_2 s_2}{C_1 h_1 s_1}, \\ &\vartheta_a = \frac{E_1(\phi_a-\phi_0)}{R\phi_w^2}, Pr = \frac{\mu C_p}{k}, M = \frac{B_0^2 c^2 \sigma}{\mu}, P = \frac{c^2}{K_0}. \end{aligned} \tag{8}$$

Using the transformation variables (8) on the equations (5) to (7) to have a physical invariant dimensionless model as:

$$\frac{\partial f}{\partial t} = G - \delta\epsilon\left(\frac{\partial f}{\partial \xi}\right)^2 \frac{\partial^2 f}{\partial \xi^2} + \epsilon\frac{\partial^2 f}{\partial \xi^2} - Mf - \delta\epsilon P\left(\frac{\partial f}{\partial \xi}\right)^4, \tag{9}$$

$$Pr\frac{\partial \vartheta}{\partial t} = \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial \xi^2} + \lambda\left\{(1+\beta\vartheta)^r\left(e^{\frac{\vartheta}{1+\beta\vartheta}} + \Lambda e^{\frac{b\vartheta}{1+\beta\vartheta}}\right)\right\} + Br\left[\epsilon\left(\frac{\partial f}{\partial \xi}\right)^2 - \frac{\delta\epsilon}{3}\left(\frac{\partial f}{\partial \xi}\right)^4\right], \tag{10}$$

with the corresponding non-dimensional boundary constraints as

$$f(0,t) = 0, f(\xi,0) = 0, \vartheta(\xi,0) = 0, \vartheta(0,t) = \vartheta_c, \frac{\partial f}{\partial \xi}(1,t) = 0, \vartheta(1,t) = 0, \text{for } t > 0, \tag{11}$$

where f and ϑ are the transformed velocity and temperature respectively. The combustible fluid parameters P, δ, ϵ, G, M, λ, Pr, Λ, Br, b and β are individually the porosity, Eyring-Prandtl terms, pressure gradient, magnetic term, Frank-Kamenetskii, Prandtl term, second step term, Brinkman number, activation energy ratio and activation energy. The transformed non-dimensional invariant model for the technology quantities, which are valuable in device and engine developments are illustrated. These are the channel wall shear stress (Ws) and thermal gradient (Tr) depicted respectively as follows:

$$St = \left(\epsilon\frac{df}{d\xi} - \frac{1}{3}\delta\epsilon\left(\frac{df}{d\xi}\right)^3\right)\Big|_{\xi=0}, \quad Hg = -\left(\frac{d\vartheta}{d\xi}\right)\Big|_{\xi=0} \tag{12}$$

The solutions to the invariant dimensionless partial differential equations (8) to (10) are computed numerically, to give comprehensive knowledge of the combustible fluid parametric sensitivities as emerged in the transformed boundary value models.

Solution method

For the solution of the governing equations, this study adopts a finite difference semi-implicit scheme, selected for its proven stability, accuracy, and computational efficiency in handling time-dependent partial differential equations commonly encountered in fluid dynamics, heat transfer, and related engineering applications. The approach uses an implicit intermediate time level A Cartesian mesh is employed, with finite difference discretization applied across both spatial and temporal domains. Spatial derivatives are approximated using second-order central differences, while time integration follows the semi-implicit formulation. The resulting numerical model effectively incorporates boundary conditions at each grid point, enabling accurate computation of fluid velocity, temperature, and related fields. The semi-implicit representation for the velocity module is given as follows:

$$\frac{f^{(n+1)}-f^{(n)}}{\Delta t}=G-\delta\epsilon\partial f_{\xi}^{2(n)}\partial^{2}f_{\xi\xi}^{(n+a)}+\epsilon\partial^{2}f_{\xi\xi}^{(n+a)}-Mf^{(n+a)}-\delta\epsilon P(f_{\xi})^{(4n)}, \quad (13)$$

thus, $f^{(n+a)}$ is described as:

$$-\varsigma_{1}f_{j-1}^{(n+1)}+(2\varsigma_{1}+1)f_{j}^{(n+1)}-\varsigma_{1}f_{j+1}^{(n+1)}=f^{(n)}+\Delta t(1-\varsigma)\epsilon f_{\xi\xi}^{(n)}-\Delta t\epsilon\delta(f_{\xi})^{2(n)}f_{\xi\xi}^{(n)}+\Delta tG-\Delta tMf^{(n)}-\Delta t\epsilon\delta P(f_{\xi})^{(4n)}, \quad (14)$$

where, $\varsigma_{1}=\frac{\Delta t}{\Delta\xi^{2}}$. The procedure for $f^{(n+1)}$ solutions is transformed into a tri-diagonal inverse matrices, a good result when compared to a full implicit method. Hence, the exothermic distribution for the double exothermic reaction-diffusion in a semi-implicit method aligned with the flow momentum module. The partial differentiation of second order for the heat transfer component in semi-implicit form becomes:

$$Pr\frac{\vartheta^{(n+1)}-\vartheta^{(n)}}{\Delta t}=\vartheta_{\xi\xi}^{(n+a)}+\lambda(1+\beta\vartheta)^{r}\left(e^{\frac{\vartheta}{1+\beta\vartheta}}+\Lambda e^{\frac{b\vartheta}{1+\beta\vartheta}}\right)^{(n)}+Br\left(\epsilon\left(\partial f_{\xi}\right)^{2}-\frac{\delta\epsilon}{3}\left(\partial f_{\xi}\right)^{4}\right)^{(n)}, \quad (15)$$

thus, $\vartheta^{(n+1)}$ is given as:

$$-\varsigma_{2}\vartheta_{j-1}^{(n+1)}+(2\varsigma_{2}+Pr)\vartheta_{j}^{(n+1)}-\varsigma_{2}\vartheta_{j+1}^{(n+1)}=\Delta tBr\left(\epsilon\left(\partial f_{\xi}\right)^{2}-\frac{\delta\epsilon}{3}\left(\partial f_{\xi}\right)^{4}\right)^{(n)}+\Delta t\lambda(1+\beta\vartheta)^{r}\left(e^{\frac{\vartheta}{1+\beta\vartheta}}+\Lambda e^{\frac{b\vartheta}{1+\beta\vartheta}}\right)^{(n)}+\vartheta^{(n)}+\Delta t\vartheta_{\xi\xi}^{(n)}, \quad (16)$$

The obtained results are checked with some existing works available in the literature. Specifically, we compared with Kareem et al. (2023) and found a good agreement with the current data under limiting scenarios. This information is collated in Table 1

Table 1: Numerical outcomes for the viscous drag and thermal gradient as compared with previous results in the literature

					Kareem (2023)	Kareem (2023)	Current work	Current work
M	$\boldsymbol{\lambda}$	$\boldsymbol{\Lambda}$	$\boldsymbol{\beta}$	$\boldsymbol{G}$	St	Hg	St	Hg
0.1	0.3	0.5	0.1	0.5	0.8064272086	0.0864398473	0.8061357575	0.0866254647
1.0					0.0680149172	0.0840103029	0.0643149345	0.0840116707
1.5					0.5563276261	0.0818279427	0.5558163455	0.0818279427
	0.1				0.0862222878	0.0806427208	0.0861367493	0.0807127207
	0.2				0.0863309014	-	-	0.0863167430
		0.7			0.0968217670	-	-	0.0967347529
		1.0			0.0112483937	-	-	0.0111766502
			0.15		0.1256185998	-	-	0.1253565402
			0.20		0.0165485359	-	-	0.0165385357
				0.05	0.0765329919	0.1276016933	0.0764833917	0.1275902148
				0.2	0.0807744238	0.5208829695	0.0807843137	0.5214396679

Results and Discussion

The numerical solution procedure was executed using a Maple-based solver developed for the semi-implicit finite difference scheme. As shown in the corresponding tables and graphical results, the method demonstrated stable convergence using parameter values carefully selected from existing literature: $G = 0.3, Br = 3, Pr = 3, \beta = 0.2, r = 0.5, b = 1, \delta = 0.3, \Lambda = 0.3, \lambda = 0.03, P = 0.3, M = 0.5, \epsilon = 0.2,\ \delta = 0.7.$

For better understanding of the flow parameters on the system, some graphs have been included in this section, Figures 2 and 3 point out the trend of velocity and heat distribution as the time values increase., both the velocity and temperature escalate with rising magnitude of the time parameter. Figure 4 demonstrates the effect of the pressure gradient on fluid velocity. As the pressure applied in the direction of flow increases, the fluid accelerates, resulting in an enhanced velocity profile. This occurs because the increased pressure disrupts viscoelastic molecular interactions, prompting the fluid to move from high- to low-pressure regions. The pressure gradient, representing the rate of pressure change over a given distance, plays a vital role in fluid transport analysis. Its significance extends across various applications, including pipeline design, cardiovascular studies, and meteorological predictions. The impacts of the material fluidic term and magnetic field term are revealed in figures 5 and 6 on the velocity profiles. From these figures, it is found that there is a decline in the flow field as both parameters grow in strength. This is because, the viscous drag tends to rise as the material term increases while the Lorentz force also escalate with a rise in the magnetic field. Thus, both terms supress the velocity profiles.

A rise in the Brinkman number on the temperature field is depicted in figure 7 whereas figure 8 shows the impact of the Frank-Kamenetskii term on the heat distribution while the effect of the two-step exothermic reaction on the temperature distribution is shown in figure 9. These parameters significantly influence the oxidation process and thermal behavior of the combustible, exothermic species.

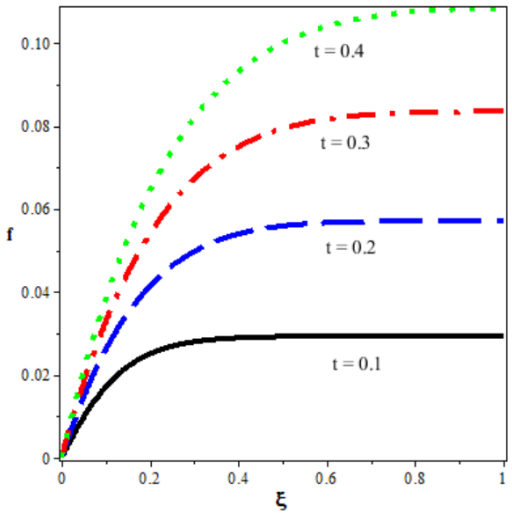


Fig. 2: Effect of time parameter on velocity

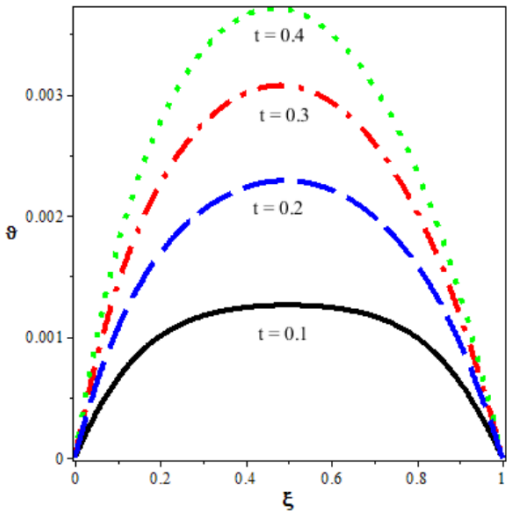


Fig. 3: Effect of time term on thermal profile

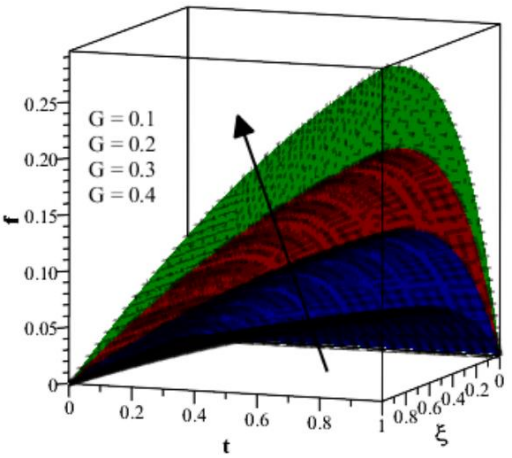


Fig. 4: Pressure gradient on velocity profiles

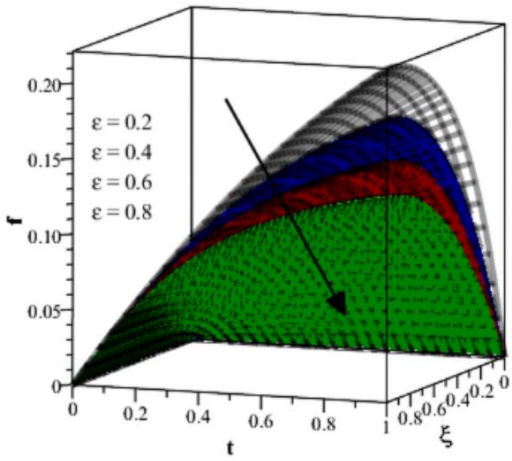


Fig. 5: Material term on velocity profile

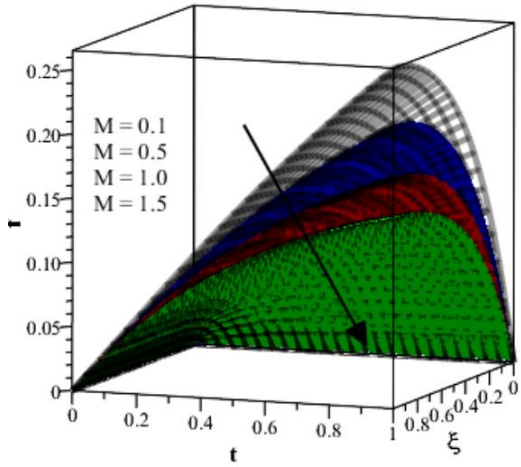


Fig. 6: Impact of M on the velocity field

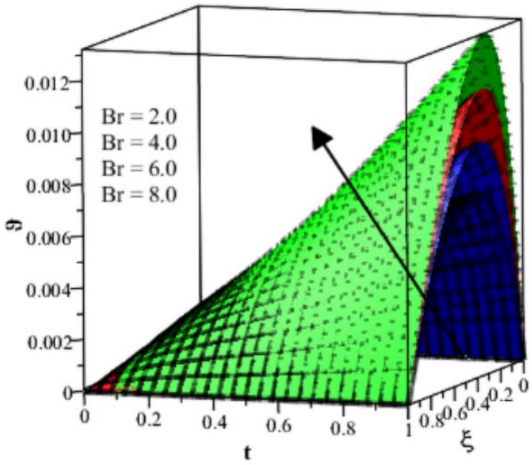
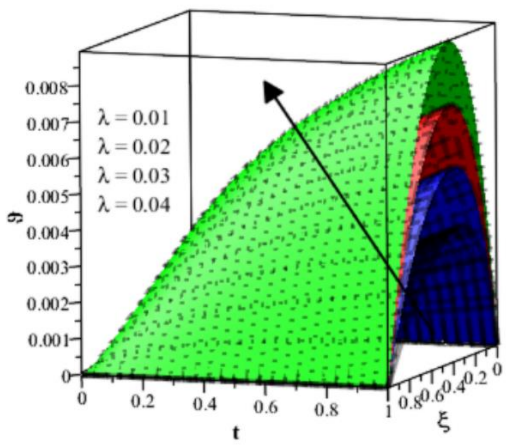


Fig 7: Effect of the Brinkman number on heat field



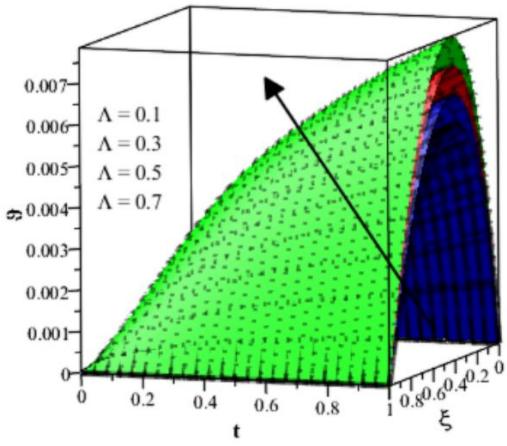
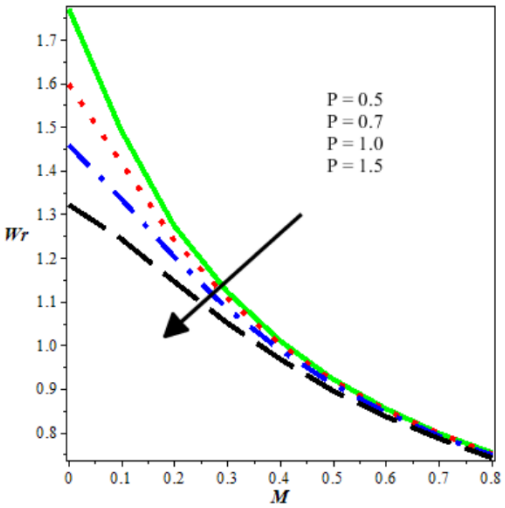


Fig.8: Variation of λ on thermal field **Fig.9** thermal profile for two-step term

Figures 10 and 11 illustrate the variation of skin friction coefficient in response to changes in the magnetic parameter, with accompanying variations in the porosity parameter and the material parameter, skin friction, the tangential force exerted by a fluid on a solid boundary, is a critical measure of flow resistance. In Figure 10, increasing the porosity parameter leads to a reduction in skin friction. This occurs because greater porosity facilitates fluid penetration through the porous medium, resulting in a thinner momentum boundary layer and thus less wall shear. Conversely, Figure 11 shows that higher values of the material parameter enhance skin friction. This is attributed to increased fluid viscosity and momentum transfer, which thicken the boundary layer and elevate wall shear stress.

The behavior of the momentum boundary layer—its thickness or thinness—directly influences the skin friction at the channel walls. While a more porous medium lowers wall friction, a stiffer or more viscous fluid increases it. These dynamics are particularly relevant in applications such as ship hydrodynamics and aircraft aerodynamics, where wall shear contributes to drag. Notably, smoother channel surfaces can reduce skin friction, thereby minimize drag and improving system efficiency.



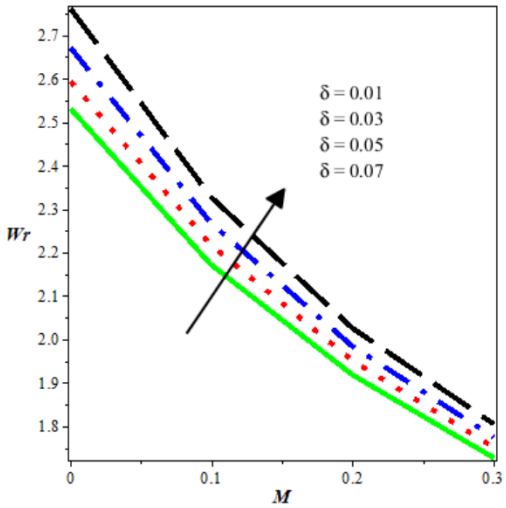
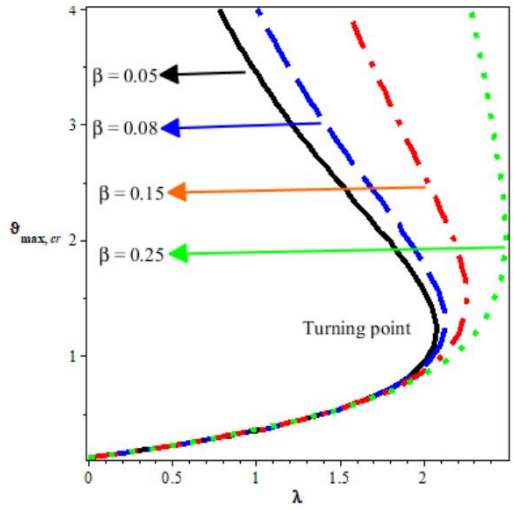


Fig. 10: Viscous drag for varying P **Fig. 11:** Trend of the skin friction coefficient for varying δ



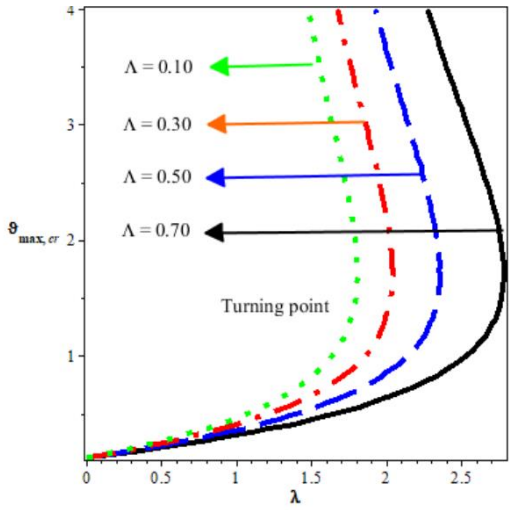


Fig. 12: Effect of β *on* Bifurcation profile **Fig.13:** Effect of Λ on the Branch-chain

Figures 12-13 depict thermal critical bifurcation branch-chain plots for selected system parameters, highlighting conditions under which thermal criticality arises. Thermal criticality occurs when the rate of heat generation surpasses the rate of heat removal, leading to an uncontrolled temperature rise that can trigger thermal explosions or system failure if not properly managed. To investigate this phenomenon, the maximum temperature plotted against the critical Frank-Kamenetskii parameter under varying activation energy as depicted in figure 12 in Figure 14 and two-step reaction term in Figure 13. As illustrated, increasing β suppresses thermal propagation, thereby delaying or preventing explosive behavior in the Eyring–Prandtl reactive flow. In contrast, a rise in Λ\enhances heat release and distribution, pushing the system closer to thermal runaway conditions. These observations underscore the sensitivity of thermal systems to small perturbations in initial or boundary conditions where irreversible ignition may occur. Therefore, ensuring thermal stability is vital for both safety and performance. Effective mitigation strategies include emergency shutdown mechanisms, the use of control rods, active coolant circulation, and enhanced convective cooling at channel walls—measures commonly employed in thermal reactors, combustion chambers, and high-temperature processing systems.

Concluding Remarks

This study explores the thermal explosion dynamics and heat distribution in a hydromagnetic Eyring–Prandtl fluid undergoing a two-step exothermic diffusion–reaction process within a porous channel. A finite difference semi-implicit scheme is utilized to numerically solve the governing equations. The results reveal that the Eyring–Prandtl fluid enhances system nonlinearity and exothermicity, thereby intensifying heat transfer and promoting thermal instability. Channel porosity modulates both flow and thermal behavior, either mitigating or amplifying criticality based on the material properties. The imposed magnetic field generates Lorentz forces that influence velocity and temperature fields, thus affecting reaction rates and thermal energy dispersion. Furthermore, the two-step reaction mechanism heightens reactive interactions, leading to localized thermal hotspots and potential runaway conditions—characteristic indicators of thermal explosion.

References

Fatunmbi, E. O., & Okoya, S. S. (2024). Nonlinear radiative thermal analysis of magneto-micropolar fluid over a bidirectionally extending sheet with varied thermal conditions. *Case Studies in Thermal Engineering*, *60*, 104712

Rajagopal, K. R. (2023). Mechanics of non–Newtonian fluids. In *Recent developments in theoretical fluid mechanics* (pp. 129-162). Chapman and Hall/CRC.

George, H. F., & Qureshi, F. (2013). Newton's law of viscosity, Newtonian and non-Newtonian fluids. In *Encyclopedia of tribology* (pp. 2416-2420). Springer, Boston, MA.

Mustafa, T. (2020). Eyring–Powell fluid flow through a circular pipe and heat transfer: full solutions. *International Journal of Numerical Methods for Heat & Fluid Flow*, *30*(11), 4765-4774.

Riaz, A., Ellahi, R., Bhatti, M. M., & Marin, M. (2019). Study of heat and mass transfer in the Eyring–Powell model of fluid propagating peristaltically through a rectangular compliant channel. *Heat Transfer Research*, *50*(16).

Fatunmbi, E. O., & Adeosun, A. T. (2020). Nonlinear radiative Eyring-Powell nanofluid flow along a vertical Riga plate with exponential varying viscosity and chemical reaction. *International Communications in Heat and Mass Transfer*, *119*, 104913.

Alghamdi, M., Akbar, N. S., Zamir, T., & Muhammad, T. (2024). Double layered combined convective heated flow of Eyring-Powell fluid across an elevated stretched cylinder using intelligent computing approach. *Case Studies in Thermal Engineering*, *54*, 104009.

Ali, N., Nazeer, F., & Nazeer, M. (2018). Flow and heat transfer analysis of an Eyring–Powell fluid in a pipe. *Zeitschrift für Naturforschung A*, *73*(3), 265-274.

Salawu, S. O., Yusuf, T. A., Obalalu, A. M., Fatunmbi, E. O., & Kareem, R. A. (2024). Internal heating and distribution in electromagnetic powell-Eyring GO− MoS2/glycerin hybridized nanomaterial with radiation and wall slip conditions. *Thermal Advances*, *1*, 100006.

Nazeer, M., Ahmad, F., Saeed, M., Saleem, A., Naveed, S., & Akram, Z. (2019). Numerical solution for flow of a Eyring–Powell fluid in a pipe with prescribed surface temperature. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, *41*(11), 518.

Gholinia, M., Hosseinzadeh, K., Mehrzadi, H., Ganji, D. D., & Ranjbar, A. A. (2019). Investigation of MHD Eyring–Powell fluid flow over a rotating disk under effect of homogeneous–heterogeneous reactions. *Case Studies in Thermal Engineering*, *13*, 100356.

Lei, B., Xiao, J., Kuznetsov, M., & Jordan, T. (2022). Effects of heat transfer mechanism on methane-air mixture explosion in 20 L spherical device. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, *80*, 104864.

Wang, Y. W., & Shu, C. M. (2022). Energy generation mechanisms for a Li-ion cell in case of thermal explosion: A review. *Journal of Energy Storage*, *55*, 105501.

Campbell, A. N. (2015). The effect of external heat transfer on thermal explosion in a spherical vessel with natural convection. *Physical Chemistry Chemical Physics*, *17*(26), 16894-16906.

He, T., Tian, Z., Zhang, Y., Liang, M., & Lin, Y. (2025). Analysis of heat transfer mechanism between explosion near-field and metal target plate. *Applied Thermal Engineering*, *264*, 125470.

Salawu, S. O., & Okoya, S. S. (2025). Exothermic Diffusion-Reaction and Explosion Branch-Chain of an Asymmetrical Heating Channel with Convective Cooling. *Combustion Science and Technology*, *197*(6), 1154-1168.

Salawu, S. O., Dada, M. S., & Fenuga, O. J. (2019). Thermal explosion and irreversibility of hydromagnetic reactive couple stress fluid with viscous dissipation and Navier slips. *Theoretical and Applied Mechanics Letters*, *9*(4), 246-253.

] Kareem, R. A., Ajilore, J. O., Sogunro, S. O. (2023). Heat Propagation of Eyring-Prandtl Double Reaction and Pressure Driven Hydromagnetic Viscous Heating Fluid in a Device. Journal of Applied Mathematics and Physics, 11(8), 2429-2443.

TESTING F(T) GRAVITY WITH COSMOLOGICAL OBSERVATIONS: CONFRONTING THE HUBBLE TENSION AND IMPLICATIONS FOR THE LATE-TIME UNIVERSE

Saurabh Verma[1]

[1]Department of Mathematics, Indira Gandhi University, Meerpur, Haryana 122502, India

Archana Dixit[2]

[2] Department of Mathematics, Gurugram University Gurugram, Harayana, India

Anirudh Pradhan[3]

[3] Centre for Cosmology, Astrophysics and Space Science (CCASS), GLA University, Mathura, Uttar Pradesh, India

M S Barak[4]

[4] Department of Mathematics, Indira Gandhi University, Meerpur, Haryana 122502, India

ABSTRACT

In recent years, modifications to General Relativity (GR) have been explored to address cosmological observations, particularly in the context of late-time cosmic acceleration. Among these, modifications based on the Teleparallel Equivalent of General Relativity (TEGR), particularly f(T) gravity, have gained significant attention. In this work, we investigate the scalar perturbations in f(T) gravity, focusing on how these perturbations modify the Poisson and lensing equations and how they impact cosmological observables. By incorporating observational data from cosmic chromatometers, Big Bang nucleosynthesis, the DESI BAO survey, and Type Ia Supernovae (SNe Ia), we derive constraints on the parameters of the f(T) power-law model. Our results suggest that f(T) gravity can effectively alleviate some of the tensions observed in the standard ΛCDM model, including the Hubble constant (H_0) discrepancy. Furthermore, the evolution of the supernova luminosity and its dependence on the gravitational constant are considered to refine the measurement of cosmological parameters. The model's ability to address the H_0 tension is critically examined, and we find that f(T) gravity offers a viable alternative to the standard model. The work concludes by comparing the fits of the f(T) gravity model to the ΛCDM model using various information criteria, revealing key insights into the viability of modified gravity in contemporary cosmology.

Keyword: Modified Gravity, Cosmological Observables, Hubble Tension (H_0)

INVESTIGATING THE WCDM MODEL WITH LATEST DESI BAO OBSERVATIONS

Manish YADAV[1]

[1] Department of Mathematics, Indira Gandhi University, Meerpur, Haryana 122502, India

Archana DIXIT[2]

[2] Department of Mathematics, Gurugram University Gurugram, Harayana, India

Anirudh PRADHAN[3]

[3] Centre for Cosmology, Astrophysics and Space Science (CCASS), GLA University, Mathura, Uttar Pradesh, India

M S BARAK[4]

[4] Department of Mathematics, Indira Gandhi University, Meerpur, Haryana 122502, India

ABSTRACT

In this study, we explore the impact of various combinations of CMB-independent datasets, including the recent DESI BAO measurements, on the equation of state (EoS) of dark energy and other cosmological parameters within the framework of the dynamical dark energy model (wCDM). Assuming a constant EoS parameter for dark energy, we derive constraints on the free parameters of the model using observational datasets such as DESI BAO, BBN, Observational Hubble Data (OHD), and Pantheon Plus (SN+) & SH0ES. Our analysis examines the deviations of the wCDM model from the standard ΛCDM scenario and assesses its implications for cosmological tensions, particularly the H_0 tension. We find that the combination of DESI BAO with additional datasets provides constraints on w_{de0}, suggesting a possible deviation from the cosmological constant scenario at a significance level 1.6σ. Furthermore, we

observe an inverse correlation between w_{de0} and H_0, which highlights the role of dark energy dynamics in resolving the tension H_0. Our findings offer valuable insights into the nature of dark energy and its influence on the cosmic expansion history, with implications for future observational efforts. We apply the Akaike information and the Bayesian information criterion test to compare our model and see that wCDM model performs better.

Keywords :DESI, Obsevational data, wCDM model

IDENTITIES INVOLVING MULTIPLICATIVE (GENERALIZED)-DERIVATIONS AND RELATED MAPS ON RINGS WITH A PRIME IDEAL AND THEIR COMMUTATIVITY IMPLICATIONS

Azmi R. ALMASHKLI

Department of Mathematics, Mahrah University, Mahrah, Yemen

ABSTRACT

This paper investigates the behavior of multiplicative (generalized)-derivations and other related maps when acting on an arbitrary ring R that possesses a prime ideal P. Let R be a ring and P be a prime ideal of R. Suppose $F, G, H: R \to R$ are multiplicative (generalized)-derivations associated with maps $d, g, h: R \to R$ respectively (which are not necessarily additive or standard derivations), and $\Psi, \Delta: R \to R$ are any two maps. This study focuses on examining certain algebraic identities involving these derivations and maps, considered over the ring R or specifically within the context of the prime ideal P. For instance, identities analogous to $d(x)F(y) + G(y)d(x) + (\Psi(x)y + y\Delta(x)) \in P$ or $H(xy) + G(y)F(x) + (\Psi(y)x + x\Delta(y)) \in P$ (where conditions might relate to P or $Z(R/P)$) are explored for all $x, y \in R$. The aim is to understand the structural consequences these identities impose on the ring R or the factor ring R/P, particularly concerning commutativity or other related properties, given the primeness of the ideal P.

Keywords: Prime ideal; Multiplicative (generalized)-derivation; Algebraic identities; Commutativity.

THE EVOLUTION OF FINTECH IN INDIA: CURRENT LANDSCAPE, EMERGING TRENDS, AND FUTURE OUTLOOK

Md. Faizanuddin[1*]

[1,2]Post Graduate Department of Commerce & Business Management, V. K. S. University, Ara, India

Danish Anwar[2]

[1,2]Post Graduate Department of Commerce & Business Management, V. K. S. University, Ara, India

Md. Alimul Haque[3]

[3]Department of Computer Science, Veer Kunwar Singh University, Ara, India

ABSTRACT

India's financial technology (Fintech) sector has witnessed exponential growth over the past decade, fueled by widespread digital adoption, an expanding middle class, and government initiatives aimed at promoting financial inclusion. This paper delves into the current state of India's Fintech landscape, analyzing key trends and evaluating the sector's future potential. By conducting a thorough review of academic and industry literature sourced from databases like SciELO, Scopus, and Google Scholar, the study provides an in-depth understanding of the industry's dynamics. The research focuses on various Fintech subdomains, including digital payments, online lending platforms, insurtech, and wealth management. It also examines the roles played by critical stakeholders such as government bodies, regulatory authorities, and financial institutions in shaping the Fintech ecosystem. Additionally, the paper assesses the sector's ability to drive innovation, expand financial accessibility, and modernize the financial services framework. By offering a comprehensive analysis of India's evolving Fintech sector, this study underscores the industry's significant contribution to transforming traditional financial services through technological advancements. The findings aim to provide valuable insights for policymakers, industry leaders, and researchers interested in understanding the opportunities and challenges within the Fintech space.

Keywords: Fintech, financial services, digital payments, financial inclusion, innovation.

EXAMINING THE INFLUENCE OF GREEN HUMAN RESOURCE MANAGEMENT (GHRM) AND GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT (GSCM) INITIATIVES ON SUSTAINABLE PERFORMANCE (SP) IN THE CONTEXT OF PAKISTAN

Masaud AHMAD [1]

[1] MS Student, Department of Industrial Engineering, University of Engineering and Technology Peshawar (25000), Pakistan

ABSTRACT

Green Innovations and Sustainable Performances have garnered heightened interest due to world wide apprehensions of consumers, governments, and entities concerning diminishing natural resources and the formidable issue of climate change. Sustainable practices conform to principles of eco-friendly development. Its main objective is to maintain balance and harmony among People, Planet and Profit. The manufactring sector is one of the greatest contributor in causing waste that disturb natural environment.The study focused on achieving sustainable performance through implementing Green Human Resource Management (GHRM) and Green Supply Chain Management (GSCM) in context of Pakistan. Both human resources and supply chain management are important aspects of any organization. Primarily, the research investigated impacts of both GHRM & GSCM on sustainable performance, along with other factors that may moderate and mediate this relationship. Data for the research were collected primarily from manufactring companies that generate more environmental pollution like Textile, Food, Plastic, Pharmaceutical companies. The results indicated positive correlation between the adoption of GHRM practices and sustainable performance indicators. Similarly the survey revealed that GSCM may enhance sustainable performance due to focus green logistic and green purchasing. Along with it, data analysis suggest cross functional implementation of both GHRM and GSCM. The study also founded mediating role of GSCM specifically of Internal GSCM in relation between GHRM & SP. The survey unveiled certain challenges and hurdles, which organizations may face while implementing grreen practices in human resources and supply chain management sectors. The research concluded with valuable recommendations for stakeholders, offering pathways to promote sustainable performance.

Key Words: Green Human Resource Management (GHRM), Green Supply Chain Management (GSCM), Sustainable Performance (SP).

INCOME INEQUALITY IN ALBANIA: Evidence from Microdata

Armelina LILA[1]

University of Bari Aldo Moro

ABSTRACT

The unequal distribution of income and resources among the population is the defining challenge of our time and understanding what drives income inequality has always attracted the attention of researchers and decision-makers. (Atkinson, 2015; Blauand and Kahn, 2017; OECD, 2011; IMF, 2015). In both developed and developing economies, the income inequality gap between the rich and poor remains high and continues to rise (IMF, 2015). Increased income inequality not only affects the poorest, but it also has potentially negative consequences for the economy as a whole. (Persson and Tabellini, 1994; Kuznets, 2019).

Over the past two decades, income inequality in former communist Central and Eastern European countries has increased due to the transition to a market economy, with wage inequality being the primary driver (Milanović, 1999; Bank of Albania, 2018).

This work aims to study the factors related to income inequality in Albania, an emerging country striving to become part of the EU. Due to the macroeconomic conditions, as suggested by Epstein (2007), the well-being of nations should matter as much as the well-being of their citizens.

This paper aims to address the lack of research on inequality in Albania, focusing on determinants and potential policy reforms to reduce the trend.

This study uses data from the Survey of Income and Living Conditions (SILC) from 2017-2021 to analyze wage inequality in Albania. It combines the decomposition of inequality measurements with socioeconomic variables and the panel data technique (Fields, 2002). Results show education is crucial for wage inequality, but macroeconomic factors like migration and labour market conditions are also important.

Keywords: Income inequality; SILC; Decomposition approach; Albania.

TECHNOLOGIES FOR OBTAINING DRUG NANOPARTICLES BY GREEN SYNTHESIS

Kamala Gahramanova[1]

[*1]Baku State University, Biology, Department of Molecular Biology and Biotechnology, Baku, Azerbaijan.

Ismat Ahmadov[2]

[2]Baku State University, Physics, Department of Chemical Physics of Nanomaterials, Baku, Azerbaijan..

ABSTRACT

Azerbaijan's flora is rich in medicinal plants. Currently, 1161 species are used in folk medicine, with 525 species proposed as drugs in pharmacology. Recently, the use of nanotechnology to obtain drugs from medicinal plants has gained interest. A key issue in molecular medicine is delivering drugs directly to diseased cells. Using nanoparticles to adress this problem is a promising area. One method is transforming medicinal plants extracts into nanodrug forms by synthesizing s of metal-based nanoparticles in these extracts. *Melissa officinalis* is an important medicinal plant rich in terpenes (monoterpenes, triterpenes and sesquiterpenes), phenolic components, tannins and flavonoids. Metal nanoparticles such as silver and iron, can be sinthesized using various extracts and homogenates from Melissa.This study developed a technology to synthesiz nanoparticles in Melissa extract and homogenates converting them into nanomedicines. The nanoparticles were characterized using UV-Vis, XRD and FTIR methods, confirming the formation of Ag and iron oxide nanoparticles. Ag nanoparticles were synthesized in Melissa extract using thermal and sonication method, with sizing ranging from 20 - 30 nm. XRD analysis showed that cristalline nature of Ag nanoparticles synthesized using aqueous extract. The size, shape and properties of Ag nanoparticles dependent on extract amount and stablization time. These Ag nanoparticles and iron oxide may contain bioactive compounds acts as drug nanoparticles. Improving technologies for applying nanoparticles from medicinal plant extracts as nanomedicines is needed.

Keywords: medicinal plants, green synthesis, plant extract, silver nanoparticles, drug nanoparticles

ASSESSMENT OF OVARIAN ADVERSE EFFECTS LINKED TO ANTI-INFLAMMATORY DRUGS: A META-ANALYSIS

Bouafia Aya[1]

[1]Mustapha Ben Boulaid University, Faculty of Natural and Life Sciences, Department of Organismal Biology, Batna, Algeria.

Benbia Souheyla[12]

[1]Mustapha Ben Boulaid University, Faculty of Natural and Life Sciences, Department of Organismal Biology, Batna, Algeria.

[2]Laboratory of Biotechnology of Bioactive Molecules and Cellular physiopathology,University Batna 2,Algeria

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9558-1711

ABSTRACT

Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs) are widely acknowledged across the globe for their effective analgesic, antipyretic, and anti-inflammatory actions. The aim of this meta-analysis is to evaluate the effect of NSAIDs on multiple parameters of ovarian function. Our results show a decrease in FSH and LH levels, as well as a reduction in the ovarian index, ovulation rate, follicle diameter, and follicle count following NSAID exposure. Conversely, NSAID administration did not produce any statistically significant changes in progesterone concentrations, ovarian weight, body weight, or the count of corpora lutea.

Keywords: NSAIDs, Ovulation, follicles, FSH, LH, progesterone.

FACTORS INFLUENCING OPIOID-INDUCED OVARIAN TOXICITY:META-ANALYSIS STUDY

Behchachi Nourhene Ikram[1]

[1]Mustapha Ben Boulaid University, Faculty of Natural and Life Sciences, Department of Organismal Biology, Batna, Algeria.

Benbia Souheyla[1,2]

[1]Mustapha Ben Boulaid University, Faculty of Natural and Life Sciences, Department of Organismal Biology, Batna, Algeria.

[2]Laboratory of Biotechnology of Bioactive Molecules and Cellular physiopathology,University Batna 2,Algeria
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9558-1711

ABSTRACT

Our meta-analysis aimed to evaluate the effects of opioids on ovarian health.Primary outcomes analyzed included hormonal levels (FSH, LH, and estradiol), oxidative stress markers (CAT and tGSH), ovarian follicular counts (primordial, growing, and antral follicles), and body weight. Meta-analyses were performed using RevMan 5.4 software.

The results showed that LH and FSH levels were significantly influenced by the duration of opioid exposure, with FSH also affected by the type of opioid used. In contrast, estradiol (E2) levels were not significantly affected by opioid type, duration of exposure, or dose. CAT levels remained stable regardless of ATP co-treatment or dose, while tGSH levels were not significantly altered by the dose or route of administration. A significant decrease in body weight was observed, especially in association with certain opioid types. Primordial follicle counts were influenced by both FSH co-treatment and opioid type, whereas growing follicles were affected by species and opioid type. In contrast, antral follicles showed no statistically significant changes.

This meta-analysis highlights that opioids may impair ovarian function by altering hormone levels and disrupting follicular development, depending on several variables.

Keywords: Opioids, Ovarian toxicity, Meta-analysis , follicular development, hormone, opioid types

.

FACTORS INFLUENCING NSAID-INDUCED OVARIAN TOXICITY: A META-ANALYSIS STUDY

Bouafia Aya[1]

[1]Mustapha Ben Boulaid University, Faculty of Natural and Life Sciences, Department of Organismal Biology, Batna, Algeria.

Benbia Souheyla[1,2]

[1]Mustapha Ben Boulaid University, Faculty of Natural and Life Sciences, Department of Organismal Biology, Batna, Algeria.

[2]Laboratory of Biotechnology of Bioactive Molecules and Cellular physiopathology,University Batna 2,Algeria

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-9558-1711

ABSTRACT

The aim of this meta-analysis is to evaluate the effects of Non-steroidal anti- inflammatory drugs type, route of administration, species, duration, and dose of NSAID exposure on hormonal levels (particularly FSH, LH, and progesterone), ovarian index, body weight, and follicle count. Our results show that the type of NSAID significantly influences LH, FSH, and progesterone levels, as well as follicle count, while having no effect on body weight. Regarding the route of administration, it affects only FSH levels, with no significant impact on LH or progesterone. Additionally, FSH and progesterone levels are influenced by species, whereas LH levels and body weight are not. The duration of NSAID exposure does not have a significant effect on hormone levels or follicle count. Similarly, the exposure dose does not alter progesterone concentration, ovarian index, body weight, or follicle number.

Keywords: NSAIDs, ovarian follicles, route of administration, species, hormonal levels.

HOW DO CEREALS MANAGE WATER STRESS IN THE FIELD? PHOTOSYNTHESIS AND GROWTH

SAGHOURI EL IDRISSI Imane[1, 2]

[1] Laboratory of physiology and genetic improvement of cereals, National Institute of Agronomic Research (INRA), Meknes, Morocco, crrameknes@inra.org.ma

[2] Laboratory of Biodiversity and Natural Resources, Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Ibn Tofail, University campus, BP 133, Kenitra, Morocco.

KETTANI Rajae[1]

[1] Laboratory of physiology and genetic improvement of cereals, National Institute of Agronomic Research (INRA), Meknes, Morocco, crrameknes@inra.org.ma

KHALFI Chemsdoha[1]

[1] Laboratory of physiology and genetic improvement of cereals, National Institute of Agronomic Research (INRA), Meknes, Morocco, crrameknes@inra.org.ma

FERRAHI Moha[1]

[1] Laboratory of physiology and genetic improvement of cereals, National Institute of Agronomic Research (INRA), Meknes, Morocco, crrameknes@inra.org.ma

BRHADDA Najiba[2]

[2] Laboratory of Biodiversity and Natural Resources, Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Ibn Tofail, University campus, BP 133, Kenitra, Morocco.

ABSTRACT

Drought is a major constraint on agricultural production. It is therefore important to optimize the water supply according to the real needs of the crop, taking into account environmental conditions. The objective of this study is to assess the effect of water stress on germination, early seeding growth, and agronomic and physiological parameters of sixteen durum wheat genotypes *(triticum durum)* at the flowering stage. For this purpose, two experiments were conducted in the experimental field of the National Institute of Agricultural Research at Douyet Fès (34°2 N, 5°W, 416 m) under rainfall conditions over two growing seasons (2019/20, 2020/21). The assessment involved several morphological, physiological, biochemical and agronomic traits. The results obtained show that the various water regime treatments had an effect on the majority of the parameters studied. As a result, the water deficit caused a small decrease in seedling growth (decrease in plant height and relative water content). Similarly, there has been a decrease in photosynthetic yield and in the number of seeds per plant, particularly under severe stress. The existence of positive correlations between the reduction of photosynthetic activity and the decrease in chlorophyll content and number of seeds, on the other hand, indicates that the reduction in the number of seeds under the effect of water stress would be a consequence of the reduction in photosynthetic activity, explained by a decrease in leaf area and chlorophyll content. Moreover, for most of the parameters studied, the 16 varieties reacted differently to water stress.

Keywords: Drought, durum wheat, water stress, tolerance, germination, proline.

THE EFFICIENCY AND SAFETY OF TRIPLE ANTENNA MICROWAVE ABLATION

Nikola Bošković

Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia

Marija Radmilović-Radjenović

Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia

Branislav Radjenović

Institute of Physics Belgrade, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia

ABSTRACT

Microwave ablation is a minimally invasive, highly efficient procedure for treating the various types of cancers, during which tumor cells are destroyed with hyperthermia caused by microwave radiation from small probe inserted in tumor. With enough power and time much larger tumors can be destroyed at the expense of the significant damage of the healthy tissue, which can be minimized with spatially distribution of the power with multi-probe setup. Finite element method can be used to accurately estimate the processes occurring during the ablation, but due to complexity requires significant computation resources and time. In the multi-probe setup number of possible combination is massive, and with each new probe complexity of the calculation rise significantly. In multi-probe setup, identical probes are typically arranged symmetrically around the center of the tumor in the form equilateral shape such as triangle or square. If have the complete calculations with single probe, we can generate virtual computational domain with any multi-probe setup, and obtain fairly good starting estimation almost instantly. Chosen setups can be than simulated with the full simulation. All procedures involving modeling, meshing, and calculation are done using open-source software.

Keywords: microwave ablation, two antenna configuration, finite element

Authors acknowledge that this research was supported by the Science Fund of the Republic of Serbia, The Program IDEAS, GRANT No. 7739583, SimSurgery.

FIRST-PRINCIPLES CALCULATIONS OF THE STRUCTURAL, HYDROGEN STORAGE, AND OPTOELECTRONIC PROPERTIES OF ALUMINUM TRIHYDRIDE (β-AlH_3)

Mounaim BENCHEIKH[1]

[1]Mohammed First University, Faculty of Sciences, Department of Physics, Oujda, Morocco.

Larbi EL FARH[1]

[1]Mohammed First University, Faculty of Sciences, Department of Physics, Oujda, Morocco.

ABSTRACT

Hydrogen is widely recognized as a promising clean energy carrier ; however, its efficient storage remains a major challenge. In this study, we investigate the structural and optoelectronic properties of the β-AlH_3 phase to assess its suitability for hydrogen storage applications. The calculations were performed using density functional theory (DFT) as implemented in the Wien2k code. Structural optimization of β-AlH_3 was carried out, and the material's hydrogen content was found to be 10.1 wt%, indicating a high storage capacity. Electronic structure analysis shows that β-AlH_3 is a semiconductor with a wide indirect band gap of 5.947 eV, obtained using the generalized gradient approximation with the modified Becke–Johnson potential (GGA-mBJ).

To better understand the optical behavior of this material, we explored its response to electromagnetic radiation in the photon energy range of 0 to 10 eV. The calculated static dielectric constant $\varepsilon_1(\omega)$ is 2.1, confirming its semiconducting nature. The optical conductivity spectrum $\sigma_1(\omega)$ displays notable peaks at 7.25 eV and 8.5 eV. Moreover, the absorption coefficient $\alpha(\omega)$ rises sharply beyond the band gap, with significant peaks at 7.2 eV and 9 eV. The refractive index $n(\omega)$ and the extinction coefficient $\kappa(\omega)$ also exhibit marked features at these energies, indicating substantial electronic transitions and optical resonances.

This study provides essential insights into the optoelectronic performance and storage potential of β-AlH_3. The results highlight its promise as a candidate for future hydrogen storage technologies and contribute to the broader understanding of materials suitable for clean energy applications. Furthermore, the findings underscore the progress made and the remaining challenges in the field of hydrogen storage materials.

Keywords: Optoelectronic, Structural Properties, β-AlH_3, DFT, Hydrogen Storage.

THERMAL AND EXERGETIC OPTIMIZATION OF A PHOTOVOLTAIC THERMAL PVT SYSTEM: A CFD APPROACH

Mouad Benaicha[1]

[1]LPTPME Laboratory, Faculty of Sciences, Mohammed 1st University, 60000, Oujda, Morocco

Youssef Es-Sabry[1]

[1]LPTPME Laboratory, Faculty of Sciences, Mohammed 1st University, 60000, Oujda, Morocco

Elmiloud Chaabelasri[1]

[1]LPTPME Laboratory, Faculty of Sciences, Mohammed 1st University, 60000, Oujda, Morocco

ABSTRACT

In this study, a comprehensive numerical simulation of a photovoltaic thermal (PVT) system was conducted using ANSYS Fluent, focusing on optimizing thermal management through innovative collector geometry. The research aimed to enhance both energy efficiency and thermal regulation, crucial for sustainable energy applications. The PVT system's performance was evaluated under varying operational parameters including mass flow rate, solar irradiation, ambient temperature, and wind velocity. Streamline visualizations illustrated the effectiveness of the novel collector design in improving fluid dynamics and heat transfer within the system. Significant findings include a notable reduction in PV surface temperature, decreasing from 58.39 °C to 33.48 °C as the mass flow rate increased from 0.002 to 0.02 kg/s. Correspondingly, outlet fluid temperature improved from 62.37 °C to 24.75 °C, highlighting enhanced cooling efficiency with higher flow rates. Solar irradiation demonstrated its impact on system performance, with panel temperature rising from 26.14 °C to 56.43 °C as irradiance levels increased from 200 to 1200 W/m², underscoring the critical need for effective thermal regulation under high solar exposure. Ambient temperature variations showed a moderate influence, with minimal changes in panel temperature observed as ambient temperatures fluctuated from 26 °C to 35 °C. Wind speed, however, proved beneficial for cooling, with temperatures decreasing marginally from 38.21 °C to 37.92 °C as wind speeds increased from 0.5 to 5 m/s. The PVT system achieved impressive thermal efficiencies, with a peak thermal efficiency $\eta_{\mathrm{pvt}} = 99.87\%$and exergetic efficiency $\varepsilon_{\mathrm{pvt}} = 19.78\%$. These results validate the efficacy of the proposed PVT configuration in maximizing energy harvesting capabilities while effectively managing thermal conditions. Overall, this study contributes significant insights into optimizing PVT system design for enhanced energy performance and underscores the importance of advanced numerical simulations in renewable energy research.

Keywords: PVT modules; Energy efficiency; Solar collectors; PV cell temperature

SEEBECK COEFFICIENT PREDICTION: MACHINE LEARNING APPROACH

Ahmed Lamine Ben Kamri[1]

[1]Laboratoire de physique des matériaux, Université Amar Telidji de Laghouat ; BP 37G Laghouat 03000, Algeria.

Mohamed Abdelilah Fadla[2]

[2]School of Mathematics and Physics, Queen's University Belfast, Belfast BT7 1NN, UK

Ibn khaldoun Lefkaier[1]

[1]Laboratoire de physique des matériaux, Université Amar Telidji de Laghouat ; BP 37G Laghouat 03000, Algeria.

[2]School of Mathematics and Physics, Queen's University Belfast, Belfast BT7 1NN, UK.

Cheikh lakhdar Ben Messaoud[1]

[1]Laboratoire de physique des matériaux, Université Amar Telidji de Laghouat ; BP 37G Laghouat 03000, Algeria.

[2]School of Mathematics and Physics, Queen's University Belfast, Belfast BT7 1NN, UK.

Garadi Fatima[3]

[3]Laboratory of Materials for the Application and Valorization of Renewable Energies, Amar Telidji University, B.P. 37G, Laghouat 03000, Algeria

Souraya Goumri-Said[4]

[4]Department of Physics, College of Science and General studies, Alfaisal University, P.O. Box 5092, Riyadh 11533, Saudi Arabia

ABSTRACT

Half-Heusler compounds are fascinating materials with a special crystal structure that lets us tweak their properties for amazing thermoelectric performance. This makes them super promising for things like thermoelectric devices and energy conversion tech. In this study, we used a machine learning approach, specifically a model called LightGBM, to predict the Seebeck coefficient—a key property—for these compounds at room temperature, just by looking at their chemical formulas. The model works for both n-type and p-type compounds and does a great job uncovering hidden patterns in the data.Our model demonstrates satisfactory performance under 10-fold cross-validation, achieving high R-squared values of 0.89 for n-type and 0.94 for p-type materials, with low MAE values of 26.25 μV/K and 22.95 μV/K for n-type and p-type, respectively. Additionally, the model shows low RMSE values of 52.45 μV/K and 40.71 μV/K for n-type and p-type, respectively. These results indicate strong accuracy in Seebeck coefficient prediction and validate the model's predictive capability. This research can aid in screening materials for thermoelectric devices that rely heavily on the Seebeck coefficient.

Keywords: Seebeck Coefficient, Thermoelectricty, Half-Heusler, Machine Lerning.

ENDANGERING ACADEMIC INTEGRITY: A DISCOURSE OF THE NEGATIVITIES ATTACHED TO AGE RESTRICTION WHILE DISTRIBUTING ACADEMIC SCHOLARSHIP AMONG THE APPLICANTS FROM DEVELOPING COUNTRIES

Abdul-Rahman Balogun

British School in Baku, Qizil Sharq Street, No. 5, Yasamal District, Baku-Azerbaijan.

Muhammed-Shittu

British School in Baku, Qizil Sharq Street, No. 5, Yasamal District, Baku-Azerbaijan.

ABSTRACT

Academic integrity has been methodically investigated. In prior researches, the investigations focus largely on students' nature of conducts regarding academic and school activities in general after the admissions, while being so limited in their acumens about paramount causality. This study has theoretical and practical contributions to the literature and the real world by uncovering the negativity associated with the age-limit criterion in scholarship admissions and how it jeopardizes the stability of integrity within and outside institutions. A total of 82 participants from 11 countries across 2 continents of Africa and Asia were interviewed at five selected countries. Age restriction in scholarship admission was reported to deprive and discriminate against aged competent and qualified scholarship applicants. Thus, adjustment of age to meet the required age in the scholarship has been considered as a defense mechanism overtime. Implications of this misconduct are discussed, and recommendations are provided.

Keywords: scholarship, academic integrity; age; negativity; applicants developing; countries.

EXTENT OF USE OF DIGITAL RESOURCES AMONG PHYSICS AND CHEMISTRY FINAL YEAR UNDERGRADUATE STUDENTS IN ADEYEMI FEDERAL UNIVERSITY OF EDUCATION, ONDO, NIGERIA

Peter Olubunmi Olubiyo,

University Library, Adeyemi Federal University of Education, Ondo, Nigeria

Jude Timilehin Olubiyo

Department of Statistics, Faculty of Physical Sciences, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria

ABSTRACT

The study was designed to determine the extent of utilization of digital resources by physics and chemistry final year students in Adeyemi Federal University of Education Library. It ascertained the utilization, challenges encountered in the utilization and proffer recommendations as strategies. Descriptive survey research design was used to guide the study. Out of 100 copies of questionnaire distributed, 80 copies were returned representing 80% .Simple Random sampling technique was used due to the enormity of the student population. The face validation of the questionnaire was determined by experts in research. The copies of questionnaire was administered through face to face method which involve the researcher and research assistants moving from one department of the library to another. In analyzing the data collected, mean ($\bar{x}$) was used as the statistical method. The different purposes and extent of utilization were analyzed. The study revealed the challenges encountered in the utilization; strategies to enhance effective utilization were proffered as recommendations such as need for the provision of more facilities, accessibility to the facilities, provision of reliable internet services, and centralization of proposed library building on the campus, training and retraining of library staff on ICT utilization to help students search for information.

Keywords: Digital Resources, Physics and Chemistry, Final Year Undergraduate Students, Adeyemi Federal University of Education, Ondo, Nigeria

Introduction

Digital resources are indispensable in the 21st century academic work. A lot of information are online for the use of students, researchers and faculty. National Association for Scientists, (2000) proposed five common trends in the use of information technology and digital resources in data collection and analysis. They are: Increased use of computer for research. Many use computer for their research because of the speed and the corresponding decline in costs. Dramatic increase in the amount of information stored and analyzed. The creation of new families of instruments in which computer control and data processing are at core of observation. For example, in telescopes, image-matching programs on specialized computers align small mirror to produce the equivalent light gathering power of much larger scope with a single mirror. Increased communication among researchers, resulting from proliferation of computer networks dedicated to research, from a handful in the early 1970s to over 100 nationwide at present. Increased availability of software packages for standard research activities. Robust software packages allow researchers to do statistical analyses of their data, compute complex mathematical functions, simplify mathematical expressions, maintain large data bases, and design everything from circuit to factories.

In recent years, Information and Communication Technologies have developed very rapidly in line with the growth and convergence that occurred in telecommunication technology. The convergence of computers and telecommunication technology has popularized the electronic generation and access to information. The tools include internet, personal computers, scanners, printers, CD-ROMs, flash drives, floppy diskettes, photocopies, fax machines, audio/video tape players, digital projector/screen digital camera and T.V (Anyaogu, 2007).

Achebe (2005) categorized ICT into five broad groups as follows: Capturing technologies (e.g. keyboard, touch screens, voice recognition system, image scanner etc). These technologies help researchers to send in their data to the system for processing, while storage technologies (e.g. floppy disks, smart card, magnetic tapes,

disc e.t.c.) enable them to get from the system what data have been stored into the storage devices for use at a convenient time. Processing technologies comprise the system and application software while communication technologies are meant to display the captured object or information (e.g. Digital video, disc, CD ROM drives, audio CD, printers, computer display screen).

Students in science and technology need more of online resources than those in the Arts due to the need of the currency of their research. The older an information, the better it is for researchers in the Arts but for those in sciences the more current the information the more useful it is, due to the latest events and discoveries in the field which call for continuous research. Kumar and Kaur (2005) in Nwokedi and Amkpa (2011) affirmed that internet provides scientists, lecturers and students access to un-traditional sources of information at any points of the globe.

Physical science students cannot work without access to collaborators, to instruments, to information sources and sometimes to distant computers. Computers and communication networks are increasingly necessary for that access. Thus, three technologies are concerned with communications and collaboration: word processing, electronic mail, and networks. Word processing and electronic mail are arguably the most pervasive of all the routine uses of computers in research communication, electronic mail- sending text from one computer to another over the networks- is replacing written and telephone communication among many communities of scientists and is changing the way in which this communities are defined. Large collaborative project such as oceanographic voyages, use electronic mail to organize and schedule experiments, coordinate equipment arrival and handle other logistical details (National Academy of Science, 2000)

Statement of the Problem

With the information resources explosion in this digital age, students being information users should be more concerned on how to capture, process, preserve and use information. As such, Digital Resources have helped in the generation and management of information; and for it to be or could be use with relative ease, researchers need the knowledge of the extent of use of the facilities.

In the 21st century, digital resources have helped in academic work in the area of searching for information, cross fertilization of idea and experiment, data gathering, analysis and use; the importance of these resources in research work is becoming more prominent. Students researchers in physics and chemistry sciences need to engage in research to make discovery of new properties in sciences; this stresses the reason why they need IT resources more in carrying out their researches in their final year.

Despite the importance of digital resources in the information age, students use of the library, the researcher observes that most of them do not normally use ICT resources especially in the library. Hence, the study considers it appropriate to find out the extent of ICT utilization among final year students in Adeyemi College of Education, Ondo.

Purpose of the Study:

(1) To examine the extent of utilization of Digital resources among physics and Chemistry sciences students in the College Library.
(2) To find out the challenges facing the utilization of ICT resources by the physics and Chemistry sciences students in the College Library.

Research Questions:

1) What is the extent of utilization of Digital resources among physics and Chemistry sciences students in the Adeyemi Federal University of Education Library?

2) What are the challenges facing physics and Chemistry sciences students in the Adeyemi Federal University of Education Library?

Review of Related Literature

The use of ICT facilities varies according to the level of the availability of the equipment, literacy skill and competences, awareness and accessibility. Different libraries have various kinds of policies as regard the use of their ICT resources. But generally most university libraries operate according to the same pattern. Some libraries charge users on the use of internet others make it free. In the area of accessing OPAC it is generally free in all academics libraries because it serves as the access to the library stocks or holdings. Users ICT skills also determine to a considerable extent the rate at which the ICT resources are being explored and librarian's contribution is another factor to be considered. The use of these facilities such as computers, CD-ROM, internet, slides, digital multimedia, video / VCD machine etc involve various methods which include systematized feedback system, computer based operation / network, video conferencing and audio conferencing internet / worldwide websites and computers assisted instruction. However, students, staff and the librarians will not perform well if there is no official training. The library professionals, as intermediaries, have to be experienced, to cope with the knowledge explosion which is a result of information technology (IT) and high expectation of users. (Edem, 2007).

According to EDUCAUSE (2011), the various degree of the ICT utilization among researchers in the body could be viewed from collaborator's or solo's perspective. E mail is rated as the highest with 90.5%. Others are teleconferencing (34.6 %), web based file storage (45.2 %), file sharing software (13.1%), Bridget-tracking software (9.8 %), and Desktop synchronization software (9.0 %) In a further statement, Valentine (1993) in Ozoemelem (2009) stated the study of students of tertiary institutions and showed that they look for the fastest way that would lead to satisfactory results when doing research by going for electronic information sources first. However, the use of ICT facilities in Kenneth Dike Library is low, irregular and ineffective as majority of users lack adequate ICT awareness, training and support to use the facilities. ICTs are tools that need to be exploited completely for modern research activities.

In a related study carried out at the University of Edinburgh, Haywood et al.(2010) reported that 50% of their current students using website report doing so 2-3 times per week on average in the current academic year, with a further 16% reporting daily use. It is clear that there is substantial rising use beyond the scheduled university teaching day. Similarly, in the SEUSSIS survey of established students at Edinburgh in 2001, it was found that 60% of students reported daily use of ICT in any form, with fewer than 5% reporting less than weekly use. Furthermore, they observed that new students arriving at the university are already used to studying with ICT. As 80% said that they used it 2-3 times per week or more and only 8% said they used it less than weekly. Clearly some of these uses are made inside the school but the school equipment demands much use outside school as 74% indicated that they also studied at home with PC. In contrast, in 1991/92, 60-70% of students reported "seldom or never" using PC for their studies at school or at home.

Established students appeared mostly to use ICT in their studies as a blend of 'free choice' and 'expected' or 'compelled' with a slight bias towards use required by teachers or course requirements. Respectively, 70% and 85% gave evidence of using ICT for researching information and preparing assignments as the dominant activities. The rate of ICT use among students differs in respect to the environment in which they are studying. In the developed world students make use of ICT facilities than the developing world because the resources are more readily available there. It is convenient for them.

METHODS

Population of the Study

The population comprises all the final year Physics and Chemistry undergraduate students in Adeyemi Federal University of Education, Ondo.

Sampling Technique and Sample Size

Simple Random sampling technique was used for the study. Therefore the sample size of the study was one hundred (100) degree students.

Procedure for Data Collection

The researchers and research assistants collected the data through face-to-face administration of questionnaire. This involves going to the various sections of the college library to administer the questionnaire and collecting them back at the same time because library is a venue where virtually all students are present to study.

Research Design

The research design for the study is descriptive survey research design. It is a design that allows a population to be studied by collecting and analyzing data from only a sample considered to be representing the entire population. This is suitable for this research because none of the variables was manipulated but explained the way they occurred in the field of study (Physics and Chemistry).

Research Instrument

The research instrument used for the study was adapted by the researcher. Section A comprises information on Biodata; Section B was on Likert type scaling which asked questions on Extent of Use of Digital Resources among Physics and Chemistry Final Year Undergraduate Students in Adeyemi Federal University of Education, Ondo, Nigeria

Procedure for Data Analysis

The responses of the respondents were collected, aggregated, and presented in a tabular form. Based on this, frequencies of occurrence were established and used for the analysis using percentages and mean.

Out of the one hundred copies of questionnaire that were distributed to respondents, eighty one copies representing 81% were filled and returned. The copies of the questionnaire were administered to final year students in sciences. They were organized, computed and analyzed using mean (x). The mean scores of the responses were presented in the tables below:

Demographic Data

Table 1: Sex distribution of the respondents

SEX DISTRIBUTION OF RESPONDENTS

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Male	54	66.7	67.5	67.5
	Female	26	32.1	32.5	100.0
	Total	80	98.8	100.0	
Missing	NR	1	1.2		
Total		81	100.0		

From table 1 above, 54 out of 81 respondents are males while 26 are females.

Table 2: Distribution of the respondents according to programme of study

PROGRAMME OF STUDY

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	DEGREE	81	100.0	100.0	100.0
	Total	81	100.0	100.0	

The table above reveals that all the respondents are degree students.

Table 3: Distribution of the respondents according to programme of study

AREA OF STUDY

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	Physics	51	63.0	63.0	63.0
	Chemistry	30	37.0	37.0	100.0
	Total	81	100.0	100.0	

From the table above, 51 of the respondents are physics students while 30 are chemistry students.

Table 4: TO WHAT EXTENT DO YOU USE DIGITAL RESOURCES IN THE UNIVERSITY LIBRARY?

SN	ITEMS	N	VHE	HE	LE	NA	MEAN
1	COMPUTER	74	30	18	20	6	2.97
2	INTERNET	74	26	30	17	1	3.09
3	COMPUTERS CONNECTED TO INTERNET	74	21	22	23	8	2.76
4	PRINTERS	74	21	18	23	12	2.65
5	SCANNERS	74	11	22	24	17	2.36
6	MICROFORM READER	73	10	10	23	30	2.00
7	PHOTOCOPIERS	73	22	23	22	6	2.84
8	FASCIMILE (FAX)	72	6	18	21	27	2.04
9	FLOPPY DISKETTES	71	10	12	23	26	2.08
10	CD-ROMs	74	11	18	24	21	2.26

11	FLASH DRIVES	74	18	24	20	12	2.65
12	VIDEO TAPE PLAYER	72	13	17	24	18	2.35
13	MULTIMEDIA/DIGITAL PROJECTORS	73	12	22	19	20	2.36
14	PROJECTOR SCREEN	74	13	19	24	18	2.36
15	FUNCTIONAL LIBRARY E-MAIL	74	20	28	16	10	2.78
16	INTERCOM	74	16	17	18	23	2.35
17	INSTITUTION (UNIVERSITY) WEBSITE	71	34	20	15	2	3.21
18	DIGITAL CAMERA	73	23	13	11	26	2.45
19	TELEVISION	74	15	22	16	21	2.42
20	TELEPHONE	74	18	17	16	23	2.41

Table 7 above shows the extent to which respondents use ICT facilities in the college library. Items 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 18, 19 and 20 have respectively the following means 2.36, 2.00, 2.04, 2.08, 2.26, 2.35, 2.36, 2.36, 2.35, 2.45, 2.42 and 2.41 which all are less than the 2.5 criterion mean. Thus, the items are being rejected and therefore conclude that the respondents do not extensively use the items as stated in the table in the college library. However, the means of the remaining items are greater than the criterion mean. This implies that the respondents utilize the other items to a reasonable extent. Based on the analysis done on the extent of utilization of ICT facilities, it was discovered from table 7 that the ICT facilities have been used at various extents. Scanner, microform reader, facsimile (fax), floppy diskettes, CD ROMs, video tape player, multimedia/digital projector, projector screen, intercom, digital camera, television and telephone are not extensively utilized. However, out of all the facilities the institutional website (college), computer, computer connected to internet, internet and photocopiers were the ones used at a very high extent because their mean exceeded the criterion mean as shown in the analysis.

In line with the finding EDUCAUSE (2011) analyzed the various degree of ICT utilization. Computer, web-based file, and internet were rated very high among researchers. Equally, Edem (2007) affirmed that computer based operations/network, internet, computers were used to a considerable extent but depending on availability of the equipment, literacy awareness and accessibility.

From the research carried out by Haywood et al. (2010), 70% and 85% of the established students of university of Edinburgh gave clear evidence of using ICT for researching information and preparing assignment. Thus, the researcher can conclude that some ICT facilities such as computer, internet, website and we-based file are at high rate of uses among students for research purpose.

Table 8: WHAT ARE THE CHALLENGES TO EFFECTIVE UTILIZATION OF DIGITAL RESOURCES IN THE UNIVERSITYLIBRARY?

SN	ITEMS	N	SA	A	D	SD	MEAN
1	POOR AND UNCONDUCIVE ENVIRONMENT	74	29	23	16	6	3.01
2	UNFRIENDLY ATTITUDE OF THE LIBRARY STAFF	74	23	28	19	4	2.95
3	INSUFFICIENT ICT FACILITIES	73	32	31	6	4	3.25
4	INADEQUATE INFRASTRUCTURES	74	32	24	15	4	3.15
5	SLOW INTERNET CONNECTION	74	36	26	9	3	3.28
6	DIFFICULTY IN LOCATING WEBSITES	73	20	33	17	3	2.96

The means from the table above ranges from 2.87 to 3.25 which shows that all items are accepted as the challenges facing the effective utilization of ICT facilities in the college library since the lowest mean is 2.87 which is greater than the criterion mean. It therefore implies that all the items in table 8 are responsible for the ineffective utilization of ICT facilities in the college library.

Conclusion

Generally, the utilization of Digital Resources has a lot of invaluable advantages to library users. Siddigui, (1997), Henderson, (1992) cited in Anyakoha (2005) itemizing the following benefits of ICT to library users: speedy and easy access; remote access; round the clock access; access to unlimited information; and facilitating the reformatting and combination of data from various sources. However, there are challenges in the use of the resources in AFUED Library such as Insufficient ICT Facilities Inadequate Infrastructures Slow Internet Connection and others.

The implication of the study is based on the findings and discussions. Specifically, the following were deduced to be of immense benefit to the users, library staff, researchers in Adeyemi Federal University of Education, and general public.

This revealed that different types of ICT facilities are available and functional for use by students in physical sciences in the library. The available facilities include institutional website, computer internet, computer connected to internet, photocopiers, projector screen, printer, multi-media digital projector, functional e-mail, telephone, floppy disk, and flash drive, and CD ROMs. Although, some are available but are not functional. They are intercom, digital camera, video tape player and scanners, what this implies is that users are exposed to various kinds of ICT resources and what the library staff should do is to make sure that all are functional and accessible to users at all time.

The findings of the purpose of ICT utilization among physics and Chemistry science students in Adeyemi Federal University of Education show that there are different extent of purposes of ICT utilization in these libraries. The purposes correspond to the facilities available. Physical science students use ICT facilities in writing project and research work, browsing websites for scientific publication, write assignment, paper, exams, seminar presentation, uploading of document into text, storing and copying data not flash drives, diskettes and CD ROM, checking e-mail through internet, accessing other universities library database on CDs or DVD, browsing to read dailies, using power point package, projector screen, video or audiotape player from library to present in public presentation.

This implies that ICT facilities are relevant to the academic work of final year students in physical science. Therefore, the governing body of the libraries should make available good ICT facilities for users and the library staff should make them accessible to them. Hence, the goal of providing them can be achieved.

The finding on the extent of ICT utilization among physics and chemistry science students reveals the various extents at which the facilities are being utilized and this can help to improve on the provision of the facilities. That is, more of those that are being used at very high extent and high extent could be provided to complement the available ones. This will enhances the use of the resources more by students. Thus, computer, internet, photocopier, printer and website which are highly being used should be provided more and made efficient. If this is not done on time it will lead to quick ware and tear (frequent development of fault) of the regularly used ones.

Thus, the findings that insufficient ICT facilities, poor and unconducive environment, inadequate infrastructure time constraint distance of library to lecture hall / hostels, restricted access to the facilities were the problems students encountered have implications. The staff of college management team should find ways of eliminating the problems. If allowed to persists, the whole system will be faulty with dearth of current, relevant information resource necessary for the academic work of students.

Recommendations

Based on the results obtained from the study, the following recommendations were made:

1. The study recommends that there are needs to make all the available ICT facilities in the library accessible to all students in the college.
2. There is need for the provision of more space to enhance users' convenience
3. The study is recommending the provision of reliable internet facilities in all the university libraries to enable users excel in their academic activities.
4. There is need for proposed library building to be well located in campus to assist students in getting information resources easily.
5. There is urgent need for all library staff irrespective of qualifications and experience to be ICT compliant and up to date with recent technologies. This is because the utilization ICT facilities depend heavily on the skills and knowledge of the staff acquired. This study recommends a compulsory ICT proficiency courses, seminar, lecture, workshops on ICTs for library staff and physical science students.
6. More computer system should be installed and connected to internets for students use.

References

Anyakoha, M.W. (2005). Information and Communication Technologies in Library and Information Services. *Coal City Libraries*. 2(1&2). 1-12

Anyaogu U. (2007). Current Trends in the Utilization of ICT for Reference Services in Library and Information Centers. *Global Review of Library and information Science* 3(1) 24

Edem, N.B (2007). Extent of Use of Information and Communication Technology among Librarians in Selected Nigerian University Libraries. *Global Review of Library and Information Science* Vol. 3(1). 1-12

Haywood, Jeff et. al.(2010). The Student View of ICT in Education at the University of Edinburgh : Skills, attitude and expectations. Available at : www.homepages.de.ac.uk/jhawood/papers/studentsviews.pdf

The National Academy of Sciences(2000). The Use of Information Technology in Research. Available at: http:// www.nap.edu/openbook/030903888x/html/11.html.

Nwokedi, V. C. and Amkpa, S. A. (2010). Information Technology: An Overview. *Modern Library and Information Science for Information Professional in Africa.* (1)1, 15-20.

Nwokedi, V.C and Amkpa, Samuel A. (2011). The Impact of e-granary Digital library on

The Information Users Satisfaction in Nigerian Universities. *TINCITY journal of Library, Archival and Information Science* 2(1),1-8

Ozoemelem, O.A. (2009). Use of electronic resources by postgraduate students of the department of library and information science of Delta State University Abraka, Nigeria. Available at : mhtml:file://c:/ users/owner/Documents/postgraduate students of the department of library and information.mht ;

EFFECTIVE REMEDIATION STRATEGIES: SUPPORTING MIDDLE SCHOOL LEARNERS' SUCCESS IN EFL CLASSROOMS

Abed HAMADOUCH

Abd Elhamid Ibn Badis University, Mostaganem, Algeria

Khadidja BOUDOUR

Abd Elhamid Ibn Badis University, Mostaganem, Algeria

ABSTRACT

The current study aims at highlighting the importance of remediation in EFL classrooms, particularly for middle school learners who struggle with language acquisition. This study explores effective remediation strategies grounded in pedagogical theories and empirical research. It discusses differentiated instruction, formative assessment, and technology-enhanced learning as key strategies to bridge learning gaps. The study highlights best practices that promote inclusivity, learner engagement, and sustainable academic progress. To gain data, an online questionnaire was delivered to 20 teachers who teach English at different middle schools in Algeria. Primary data show that middle school teachers do assess their learners and are concerned with how to assist their learners progress through time, however they lack the techniques on how to use effective strategies to enhance their learners progress inside and outside the classroom.

Keywords: Remediation strategies, middle school teachers, EFL classrooms

PARTICIPANT ROLES IN POLITICAL DISCOURSE: A SYSTEMIC-FUNCTIONAL LINGUISTIC ANALYSIS OF PRESIDENT IBRAHIM TRAORE'S SPEECH AT THE 2023 RUSSIA-AFRICA SUMMIT

Franck AMOUSSOU

Université André Salifou (UAS) de Zinder, République du Niger, https://orcid.org/0000-0003-2298-9529, Laboratoire Lettres, Education et Communication (LaboLEC).

Ayodele Adebayo ALLAGBE

Université André Salifou (UAS) de Zinder, République du Niger, Laboratoire Lettres, Education et Communication (LaboLEC).

ABSTRACT

No use of language is purposeless. In point of fact, whenever people use language, they often aim at doing something with it. This suggests that the primary function of language is communication. Moreover, while communicating ideas, participants also carry out interactions. In a sense, language is used to construe human experience and enact social relationships. This paper investigates the participant roles in Burkina Faso's President Ibrahim Traore's speech delivered at the 2023 Russia-Africa summit. Premised on Systemic Functional Linguistics (hereafter, SFL) and grounded in a descriptive mixed-method research design, the study examines the roles assigned to the participants in consonance with the processes deployed in the speech. It is discovered that while the discourse at stake is majorly made of such processes as material (41.22%), relational (30.53%), verbal (19.85%) and mental (6.11%), the actual corresponding participants are suitably and intentionally employed to encode experiential meaning in the speech. It is inferred that given the process type, the speaker purposely selects his participant roles to resist neo-colonialist ideology on the one hand, and frame a new 'Africanist' ideology predicated on pride, self-reliance, and determination, on the other hand. The paper concludes that for the continent to get its development boosted, the heads of state should boldly get rid of the shackles set on their way by neo-colonialism, spread cooperation to other nations (especially the advocates of a multipolar world) on a win-win basis, and put the interest of their populace at the core of their actions.

Key words: Ideology, meaning, participant, process, transitivity

1. Introduction and Literature Review

Language is used to meet two basic kinds of meaning: the ideational meaning and the interpersonal meaning (Halliday & Webster, 2014, p.9). However, systemic functional linguists claim that language has evolved to express three simultaneous kinds of meaning: interpersonal, textual and ideational meanings. While the first two strands of meaning are concerned, in that order, with "enacting our personal and social relationships with the other people around us" (Halliday & Matthiessen, 2004, p. 29), and with creating of information (Halliday & Matthiessen, 1999), the last one has to do with the content of the interactants' talk, viz., what their exchange is ABOUT (Eggins, 1994/2004).In point of fact, the ideational meaning (or metafunction) is the semantic function of language dedicated to **construing** our experience. It is sub-divided into two components: the experiential and the logical. The logical function relates to units with logical fundamental relationships such as are encoded in language, in the form of coordination, apposition, modification, and the like (Halliday, 2002, p. 91). As for the experiential one, it consists in expressing content; that is, it is the function of being 'about something' (Halliday & Webster, 2014, p. 7).

It should be stressed that over the years some scholars have examined, from a systemic functional perspective, how political leaders use language to convey their messages. Sari (2019) carried out the analysis of the experiential function of political speeches by Indonesian presidential candidates delivered in 2019. The study was designed to find out the types of experiential functions in the 2019 presidential speeches. 103 clauses of Joko Widodo and 61 clauses of Prabowo were taken to form the research data. It was found that material process was 86 (52.43 %), then followed by mental process with an occurrence of 50 (30.48 %), and relational process which turned up 28 (17.73 %) times. The analyst concluded that the two politicians are characterized by one-way communication.Drawing on Halliday's Systemic Functional Grammar, Logogye & Ewusi-Mensah (2021) looked at President Nana Addo Dankwa Akufo-Addo's inaugural address to the people of Ghana. The main focus of the study was the analysis of

transitivity in the address and the functions it plays in political discourse. In that respect, the paper employed the qualitative research design in the analysis of the text at stake. Of the 284 clauses identified in the inaugural address, material processes dominate, whereas existential process types are used minimally. It was drawn from the foregoing that the dominant use of material processes implies that president Nana Addo and his government are going to be the main actors working on several concrete projects to create a sense of continuity in development and policy direction in a challenging administration they have inherited. As for the tiny use of existential process types, the researchers stated that it is revelatory of the fact that though there have been some attempts to solve Ghana's socio-economic challenges, some problems persist in the country. It was inferred from the overall study that the president made use of more primary process types (material, relational, mental, and verbal) in his inaugural address than the secondary process types (behavioural, and existential).

In addition, Allagbé (2024) examined the linguistic features and discursive strategies in Liberia's President Dr. George Manneh Weah's closing presidential campaign speech delivered in Monrovia, on October 8th, 2023. Systemic Functional Linguistics (SFL), and Critical Discourse Analysis (CDA) were the linguistic theories which underpinned the study. The descriptive mixed-method research design was adopted as a research method. The results showed that the speaker used, in varying proportions, such linguistic features as Transitivity, Theme, Modality and Vocative features in his speech. Turning to transitivity analysis, it was discovered that the speaker used all the six process types, with the predominance of material process over the others. In the same token, all the three Theme types were selected, with a prevalence of Topical Theme. As for Modality and Vocatives, Modalization overrided modulation on the one hand, while Familiarizers were the dominant type of the two recorded vocatives, on the other hand. As far as discursive strategies are concerned, it was indicated that the speaker employed such discursive strategies as Actor Description, Comparison, Examples and Illustrations, Number Game, Simile, Allusion, Hyperbole, Personification, Anastrophe, Repetition/Anaphora/Epistrophe, Parallelism, Schemes, Use of Personal Pronouns, Use of Modal Verbs and Modal Adjuncts, Foregrounding, Passivization, and Neologisms and Acronyms in his speech. In conclusion, the researcher averred that the speaker intentionally deployed all the aforementioned linguistic features and discursive strategies to encode ideological power relations with a view to persuading or/and manipulating the electorate to vote for and elect him as a president for a second term on October 10th, 2023.

Using the systemic functional grammar model propounded by Halliday, Chinwe (2013) also analyzed two inaugural speeches by two Nigerian past leaders: Alhaji Shehu Shagari (1979) and General Olusegun Obasanjo (1999). The paper explored the lexicogrammatical choices deployed and how they realized experiential meaning. In that regard, 178 and 161 clauses were respectively selected from the coded speeches 1 and 2 according to their relevance to the objectives of the study. The analysis of material processes revealed indeterminate, vague, and non-committal language use, which divests the speakers of direct responsibility to certain actions. Similarly, the high prevalence of mental and relational processes seemed to divest the speakers of explicit commitment to concrete actions. It was highlighted that mental processes represent the speaker's beliefs, opinions, wishes, likes and dislikes and other experiences (phenomena) that exist in the consciousness of the speakers (Sensers) and contribute nothing to the quanta of change in the socio-physical context. As for relational and existential clauses, their use by the speakers was only meant to give information about certain existents, identify and assign attribute to actions, events, ideas, feelings, opinions and behaviours. The study inferred from those findings that most of what the speeches purport are still illusive, existing only as unrealized dreams in the imaginations of the leaders and the citizenry.

Unlike the foregoing, Mushtaq, Saleem, Afzal, & Saleem (2020) undertook a corpus-based ideational metafunctional analysis of Pakistan's Prime Minister Imran Khan's speech at the United Nations General Assembly, to examine the transitivity features employed in the speech. In that perspective, the article was premised on the Ideational meta-function of Halliday's SFL, and the quantitative research methodology. Transitivity analysis was conducted using User Activity Monitoring (UAM) software, which is a corpus-based analysis tool. The findings unveiled that the clausal types recorded in the speech were material, mental, verbal, relational, modal, and existential. They also disclosed the prevalence of material process to represent actions and happenings in the physical world. In the category of material process were typified intransitive, monotransitive, ergative, and ditransitive verbs. Among these types, the most dominating type was the monotransitive verb. It was inferred from the whole study that the leaders used language as a functional unit, and by using it as a tool they encoded ideologies that they exhibited to the audience.

It is obvious above that in analyzing political discourse from a systemic functional lens, those previous studies brought about significant results on how political leaders deploy language to express (experiential) meaning. However, while they shed light on the processes commonly employed and their corresponding implications, they

did not particularly focus on the functions of the actual participating entities in consonance with the processes. That is the gap the current research endeavor attempts to fill in. Before undertaking the analysis proper, it is expedient to say a few words about the theoretical framework of the study and the methodology adopted.

2. Theoretical Underpinnings and Methodological Approach

2.1 Theoretical Orientation

Halliday's Systemic Functional Linguistics (SFL) has been acknowledged to be a powerful explanatory and evaluative framework for analyzing language in context. As a matter of fact, language is described within the functional approach as a resource for making meaning by choosing (i.e. a semiogenic system). This implies that (i) all interactions are goal-oriented and purposeful, (ii) we never just use language- we are always using it 'to do something' (Eggins, 1994, p. 48). It follows thus to reason that SFL is a theory of language centered around the notion of language function. As earlier stated, language is viewed to express three simultaneous meanings: interpersonal, textual and ideational. This study, as previously indicated, is restricted to one of the sub-components of ideational metafunction, i.e. the experiential function.

The experiential function is the strand of meaning that expresses the content of what is being said (Eggins, 2004). It is through this function that the speaker or writer embodies in language his/her experience of the phenomena of the real world; and this includes his/her experience of the internal world of his/her own consciousness: his/her reactions, cognitions, and perceptions, and also his/her linguistic acts of speaking and understanding (Halliday, 2002). The cornerstone of the semantic organization of experience, systemicists claim, is transitivity. In actual fact, experiential meaning is realized in the grammar of the clause by the lexico-grammatical system of transitivity. Transitivity is the set of options whereby the speaker encodes his/her experience of the external world and of the internal world of his/her own consciousness, together with the participants in these processes and their attendant circumstances. It could be inferred from this that transitivity system is the participant- process- circumstance configuration which represents the real-life experience: who is doing what, to whom, when, where, why and how?

Eggins (1994/20004) stresses that in analyzing transitivity structure in a clause, we are concerned with describing three aspects of the clause: (i) the selection of a process, (ii) the selection of participants, and (iii) the selection of circumstances. The processes are 'goings on' (doing, happening, sensing, saying, being) which are shared by people. They are six in number (material, mental, behavioral, verbal, existential and relational). Participants are the people and entities that share the experiences described in the processes. They are functionally labeled in consonance with process types. As a matter of fact, Hasan (1985, p. 37) categorizes participants into two basic groups termed ***ER-ROLE*** and ***ED-ROLE***. While the first group subsumes such participating entities as Actor, Senser, Behaver, Sayer, Carrier, Token, Possessor, Agent, the second category includes Goal, Range, Beneficiary, Phenomenon, Behavior/Phenomenon, Receiver, Verbiage, Existent, Attribute, Value, Possessed. It is of note to emphasize that in Cunanan (2011)'s terminology the above two classifications are referred to as *Major participants* and *Minor participants*. Circumstances, on the other hand, are optional elements which indicate time, place, manner, cause, purpose, reason, and so on. Given that we have no principled way of analyzing their effect (Thompson, 2014, p.117), circumstantial elements are left un- analyzed here. Actually, this choice of ours stems from Halliday & Webster (2014, p. 42)'s claim that the central core of the transitivity system is the process itself and its immediate participants. Table 1 below summarizes the process types and their corresponding participant roles.

Table 1: Process Types and Participant Roles (Adapted from Halliday and Webster, 2014, p. 222) & Eggins, 1994/2004)

Participant Roles		**Process Types**		
ER-Roles	***ED-Roles***	***Category***		***Meaning***
Actor	Goal, Range, Beneficiary	Material		Doing, happening
Senser	Phenomenon	Mental		feeling, perception, thinking
Behaver	Behavior/Phenomenon	Behavioral		Behaving
Sayer	Receiver, verbiage	Verbal		Saying
-	Existent	Existential		Existing
Carrier Agent Carrier Possessor	Attribute Carrier, Attribute Attribute Possessed	Attributive (Causative) (Circumstantial) (Possessive)	Relational	Characterizing
Token, Agent Token Possessor	Value Token, Value Value Possessed	Identifying (Causative) (Circumstantial) (Possessive)		Identifying

It is of note to stress that the above-mentioned participants are what is commonly expected from the processes. However, in actual usage, there may be some variations. Hence, a material process for instance may contain only the Actor like in 'He is walking'. In that case, the participants effectively employed are called '***actual participants***', while they are known as '***inherent participants***' in case of what is expected from the process (Halliday & Webster, 2014). This study, as can be guessed, will be concerned with the actual participants registered in the speaker's text.

2.2. Methodology

As earlier stated, this paper submits to scrutiny the participant roles registered in the speech delivered at the 2023 Russia-Africa summit by the president of Burkina Faso, Mr. Ibrahim Traore. While the aforementioned message was initially addressed in French, it has also been translated into English, undoubtedly to make it reach a large readership. The translated version was downloaded on 16 May 2025 from (https://peoplesdispatch.org/2023/08/02/a-slave-who-cannot-assume-his-own-revolt-does-not-deserve-to-be- pitied-says-ibrahim-traore-of-burkina-faso/).

For the purpose of the study the transcribed speech was parsed into its constituent clauses. Then, the processes were identified, coded according to the key below, and their corresponding actual participants were labeled likewise. Moreover, the different transitivity features revealed through the analysis were counted and tabulated. Notice that the numerical data recorded as regards the process types and their participants first and foremost

helped in determining the most dominant transitivity resources the speaker deployed. They also guided the discussion at the qualitative phase as it appeared obvious that the less deployed experiential features in the speech deserved less attention. Due to space limitations, the full analyzed speech is not provided here. The results of the analysis are displayed beneath and subsequently discussed.

Key:

P=Process, MaP=Material, MeP=Mental, BeP= Behavioral, VeP=Verbal, ExP=Existential, ReP-At=Attributive, ReP-Id= Identified, ReP-Ci=Circumstantial, ReP-Po=Possessive, ReP-Ca=Causative.

A=Actor, G=Goal, B=Beneficiary, R=Range. S=Senser, Ph=Phenomenon. S=Sayer, Rv=Receiver, Vb=Verbiage. Be=Behavior, Ph=Phenomenon. X=Existent. T=Token, V=Value, Cr=Carrier, At=Attribute. P=Possessor, Pd=Possessed.

3. Analysis and Discussion of the Findings

The study of the roles assigned to the participants in the speech is possible when those participating entities are evinced in relation to the processes that yield them. Therefore, it is necessary to typify the process types employed in the text as can be seen in Table 2 below.

Table 2: Process Types and Actual Participant Roles in the Speech

Types of process	Frequency	ER-Roles	ED-Roles
Material	54 (40.91%)	33	48
Mental	8 (6.07%)	7	2
Behavioral	1 (0.76%)	1	0
Verbal	27 (20.45%)	14	23
Existential	2 (1.51%)	-	2
Relational	40 (30.30%)	39	34
Total	132 (100%)	94	107

The above table displays that there are 131 processes in the speech. Among them, material processes come first with 54 (i.e. 40.91%) instances. They are followed by relational processes which have 40 (i.e. 30.30%) occurrences. Verbal and Mental processes rank third and fourth in that order with 27 (i.e. 20.45%) and 8 (i.e. 6.07%) instances. At last, Behavioral and Existential processes are nearly non-existent as they respectively turn up just once (i.e. 0.76%) and twice (i.e. 1.51%). It follows from the foregoing that material, relational, verbal, and mental processes are the mostly deployed process types in the speech. That observation confirms Halliday (1985a, cited in Gonzalez, 2006)'s contention that these are the four main types of process which encapsulate experiential meaning. So, the discussion will revolve around them and will leave out the two barely employed processes, viz. behavioral and existential.

Turning to participants, relational and material processes hold the lion shares with 39 and 33 ER-Roles and 34 and 48 ED-Roles correspondingly. Then, turn up verbal process participants which rank third with 14 and 23 occurrences in that order. Mental process participants appear 7 and 2 times respectively, and keep the fourth position as previously noticed with the processes. It stands to reason that there is a correlation between the configuration of the processes and the participants that construe experience in the speech. In the remainder of the analysis, each process and its associated participants are amply discussed to exude the roles of the participants in the construal of the reality depicted in the text or discourse.

3.1. Participant Roles in Material Processes

The 54 material processes and their corresponding 33 and 48 participants signaled in Table 2 above are sparsely displayed in Table 3 below.

Table 3: Participant Roles in Material Processes

Material process	ER-Roles	ED-Roles		
	Actor	Goal	Range	Beneficiary
2iii, 3ii, 3iii, 3iv, 5, 10ii, 12i, 12ii, 13i, 13ii, 13iii, 14i, 15, 15, 17ii, 33ii, 33v, 34ii, 34iv, 35i, 35ii, 35iii, 35iv, 36ii, 37, 38ii, 38iii, 40i, 40ii, 40iii, 41ii, 44iii, 44iv, 45i, 45ii, 47iv, 48ii, 50iii, 50vii, 52i, 53ii, 53iii, 54ii, 59i, 59ii, 59iii, 59iv, 59v, 61, 62i, 62iii, 62iv, 64.		34	8	6
54	33	48		

As is obvious from the above table, the 48 ED-Roles are shared among the three components Goal (34), Range

(8) and Beneficiary (6). All the processes thereof mentioned can be classified into two groups. The first group includes processes with only one participant. They are known as ***middle*** or ***intransitive*** processes (Eggins, 1994/2004). Below are some examples.

35i. They (A) die (MaP) in the ocean

40i. The people of Burkina Faso (A) have decided to fight (MaP)

61. We (A) have to stop (MaP) at a certain point.

64. Homeland or death, we (A) shall conquer (MaP)!

As it appears, the doers of those actions do not act on anybody/anything. In (35i.), the president's generation (anaphorically referred to as 'they'), playing the functional role of Actor, merely succumb or 'die' (MaP) in the ocean. With regard to some ordeals so far enumerated (the most barbaric, the most violent form of imperialist neo-colonialism, slavery), the people of Burkina Faso, acting as Actor in (40i.), have taken the decision 'to fight' (MaP). In that perspective, the inclusive first-person plural pronoun 'we' (representing president Traore and his populace) in (64.), and playing the Actor role, will, by hook or by crook, win or 'conquer' (MaP). Unlike the preceding clause, the performer of the action of (61.), viz. the pronoun 'we' is exclusive. It stands for the speaker alone who feels the necessity 'to stop' (MaP) in order to make his message short.

The second category of the registered material processes consists of clauses with two or more participants. They are called ***effective*** or ***transitive*** (Eggins, 1994/2004). Some instances are displayed beneath.

13i. The African people, our grandfathers (G), were also forcibly deported (MaP) 14i. We (A) share (MaP) the same history (G)

36ii. for more than eight years we (G)'ve been confronted with (MaP) the most barbaric, the most violent form of imperialist neo-colonialism (A).

37. Slavery (A) continues to impose (MaP) itself (G) on us (B).

62iii. that we (A) must therefore pay (MaP) tribute (R) to our peoples (B)

Contrary to the situation with the middle clauses, the Actors of the above set act upon another participating

entity. In (37.), the major participant and its corresponding affected participant (viz. Goal) represent the same thing. That is 'slavery' (A) keeps on 'impos[ing]' (MaP) slavery [i.e. 'itself'(G)]. The ones who receive the effect of that action (or Beneficiaries) are the speaker and his compatriots/all the other Black people embodied by/in the personal pronoun object 'us'. Turning to the past, the Actor 'we' (deployed to anaphorically mean Africans and Russians) in (14.), are characterized by or 'share' (MaP) 'the same story' (G). Aware of the sacrifices of 'our people' acting as Beneficiary of the action in clause (62iii.), the Actor 'we' (standing for the new generation, the speaker himself included) have the duty to 'pay' (MaP) them 'tribute' (R). (36iii.) and (13i.) are two particular action process types known as '***passive constructions***. In the former, the participant to whom the action of 'been confronted with' (MaP) is directed to, i.e. the Goal 'we' (referring to the people of Burkina Faso), plays the functional role of Subject, while the agent responsible for the action 'the most barbaric, the most violent form of imperialist neo-colonialism' is backgrounded. That strategic means of foregrounding the affected is also noticed in the latter where the noun phrase 'our grandfathers' (G) appositive to 'the African people' (which occupies the thematic position) underwent the action of being displaced or 'deported' (MaP) by force. Unlike (36iii.), the agent responsible for the deportation is purposely concealed or obfuscated. This is what is called '***agentless passive***' (Simpson, 1993, Fairclough, 1992, p. 182). Notice here that the agent is self-evident here and implicitly refers to Europeans. It can provisionally be inferred that in the speech most of the Actor roles are played by human beings (we, they, the people of Burkina Faso, the African people/our grandfathers, etc.) who either do something (thus affecting none or nothing) or act upon someone else or somebody or even make others benefit from their actions. The next sub-section is concerned with the participant roles in mental processes.

3.2. Participant Roles in Mental Processes

The participant roles in the identified mental processes are presented in the table below. Table 4: Participant Roles in Mental Processes

Mental process	ER-Roles	ED-Roles
16v, 17ii, 19iii, 33iii, 38ii, 43ii, 47i, 47iii.	Senser	Phenomenon
8	7	2

Table 4 above clearly shows that the 8 mental processes are made of 7 ER-Roles and 2 ED-Roles. This means that there are some clauses which do not yield the inherent participants. Surprisingly, all but one of the mental processes identified in the speech are encoded in cognitive verbs. They are 'aspire to' (16v), hope (17ii, 33iii), 'do not understand' (19iii), 'does not deserve to be pitied' (38ii), 'remember' (47i), 'wanted' (47iii). There is only one perception verb: 'to see' (43ii). This suggests that the message delivered in the speech is more oriented to thoughts, reflections, or meditation than feelings and perceptions. Some of the processes are listed below.

16v. … this free world to which (Ph) we (S) aspire (MeP) 17ii. and I (S) hope (MeP) …..

19iii. that we (S) do not understand (MeP)... 33iii. and I (S) hope (MeP) ….

[47iii. when they (S) wanted (MeP)// 47iv. to claim (VeP) their basic rights (Vb)]]

From the scrutiny of the clauses above, it could be seen that all the Sensers are conscious human beings or 'sentient beings' (Bloor & Bloor, 2004, p. 118). For instance, the deictic 'we' (referring to all the attendees of the summit) yearn for/ 'aspire to' (MeP) liberty or freedom termed under the nominal group 'this free world' which plays the functional role of Phenomenon. Unlike the preceding, the Phenomenon or the thing 'wanted' (MeP) in (47iii.) is not a noun phrase, but a non-finite clause acting as if it were a nominal group (the claim of their basic rights). This embedded clause is what is named 'Act Phenomenon' (Eggins, 1994, p. 243). Notice that the ones who expressed that 'internalized process' (Kondowe, 2014) are the 'valiant people from 20 populations' (clause 41i.) anaphorically referred to as 'they'.

Clauses (17ii.) and (33iii.) are two similar minding clauses whose Senser 'I' (indexically employed to refer to the speaker) cogently expects/believes or 'hope[s]' (MeP) that some changes will occur. It is important to stress here that while what is hoped is not clearly labeled, a 'Phenomenon' in any of those clauses, they are nevertheless obvious in the forthcoming clauses: viz. '17iii. that this summit (T) will be (ReP-Id) an

opportunity (V) 17iv. to forge (MaP) very good relations (R) with the aim of a better future for our peoples'(for 17ii.), and '33iv. that these relationships (T) can be (ReP-Id) the best ones (V)' (for 33iii). The aforementioned finite clauses introduced by 'that' are shouted out or projected by the mental one. They are called 'Fact Phenomena' (Eggins, 1994, p. 244).

The Senser role assigned to the personal pronoun 'we' (denoting the speaker and his generation) in 19iii serves to vent up their difficulty to comprehend or 'understand' (MeP) the poverty of Africa despite its wealth and natural resources. Though the foregoing Phenomenon does not clearly appear in the clause constituents, it is deducible in the constituents of the following clause complex: how Africa [[, with so much wealth on our soil, with generous nature, water,]] (A) sunshine (MaP) in abundance—19iv. how Africa (T) is (ReP-Id) today the poorest continent (V). Like in the case of 47ii, that Phenomenon is an act.

3.3. Participant Roles in Verbal Processes

The roles ascribed to the participants of the recorded verbal processes are inquired into underneath. Table 5: Participant Roles in Verbal Processes

<table>
<tr><th>Verbal process</th><th>ER-Roles</th><th colspan="2">ED-Roles</th></tr>
<tr><td rowspan="2">2ii, 3v, 4i, 4ii, 6, 16iii, 18i, 19i, 21ii, 22ii, 34i, 34ii, 38i, 39ii, 41i, 42, 44v,
47iv, 48iii, 50v, 50vi, 50vii, 51, 54i, 56, 62ii, 65.</td><td>Sayer</td><td>Receiver</td><td>Verbiage</td></tr>
<tr><td rowspan="2">14</td><td>12</td><td>11</td></tr>
<tr><td>27</td><td colspan="2">23</td></tr>
</table>

A perfunctory look at Table 5 above reveals that the 23 minor participants mentioned in Table 2 are actually shared between Receiver (12) and Verbiage (11). A close scrutiny, however, unveils that verbalization is encoded in such verbs as 'speak' (2ii), 'talk' (3v, 16iii, 51), 'apologize' (4i, 6), 'offend' (4ii), 'ask' (18i, 22ii, 34i, 39ii) 'summarize' (19i), 'beg' (21ii), 'say' (34ii, 62ii), 'teach' (38i), 'pledge' (41i), 'call' (42, 44v, 48iii, 50vi, 50vii), to claim (47iv), 'sing' (50v), 'announce' (54i), 'thank' (56, 65). As can be seen, the speech is rich in various verbal processes. The low usage of the verb 'say' (just two occurrences in the whole speech) is an indication that Bloor & Bloor (2004)'s contention that "the typical verb for verbal processes is *say*" (p. 123) does not apply for all types of discourse or language use. Some instances of how verbal or *linguistic processes* [to use Halliday & Webster (2014, p. 40)'s terms] deployed in the speech are listed below:

34i. My generation (Sy) also asks (VeP) me (Rv) 34ii. to say (VeP) 34iii. that because of this poverty, they

(A) are forced to cross (MaP) the ocean (G) 34v. to try to reach (MaP) Europe (G). 39ii. we (Sy) do not ask (VeP) anyone (Rv) 39iii. to feel (MeP) sorry (At) for us. 44v. they (Rv) are called (VeP) patriots (Vb).

48iii. We (Rv) 're called (VeP) a militia (Vb).

54i. Yesterday, President Vladimir Putin (Sy) announced (VeP) 54ii. that he (A) would be sending (MaP) grain

(G) to Africa.

56. We (Sy) thank (VeP) him (Rv) for that.

Clauses (56.) and (39ii.) are made of a sayer, a verbal process and a receiver. The sayer or the person who 'thanked' (VeP)- anaphorically referred to as the inclusive 'we' representing Africans in clause 56 – addresses the gratefulness to 'him' (standing for President Vladimir Putin) playing the functional role of receiver. As for (39ii.), while the inclusive 'we' (meaning here the people of Burkina Faso) acting as the sayer, does not perform the verbalization ('do not ask') towards any receiver or 'anyone', the attendant clause, viz., (39iii.), appears as the verbiage: '39iii. to feel (MeP) sorry (At) for us.'

Clauses (44v.) and (48ii.) are two parallel clauses which consist of Rv + VeP + Vb, with Rv, a personal pronoun, VeP, 'are called', and Vb, a nominal group. Whereas the people called (or receivers) in the former clause 'they' (representing the imperialists) are assigned the name or verbiage 'patriots', those in the latter clause ('we' indicating the VDP of volunteers), are referred to as 'a militia'. It is clear thus that the purposefully obfuscated sayer (the Europeans) attributes names of positive connotation to their in-group members, and of

negative connotation to out-group members. In van Dijk (2006)'s ideological square, this membership categorization is known as 'emphasizing our good things' and 'emphasizing their bad things'. Notice also that those two clauses have the same features with the agentless passive material processes above mentioned. Clauses (34i.) and (54i.) are the main clauses of two hypotactic clause complexes made of two parts: a verbalizing clause and a verbalized clause. The person who produced the utterance in (54i.) or the sayer 'President Vladimir Putin' along with the process 'announced' (VeP) forms the verbalizing clause, while such type of clause is composed of the sayer 'My generation' and the verb phrase 'also asks (VeP) in (34i.). In both cases, the verbalized clause is a subsequent projected clause which reports a proposal in (54ii.) (that he (A) would be sending (MaP) grain (G) to Africa), and a proposition in '34iii. (that because of this poverty, they(A) are forced to cross (MaP) the ocean (G) 34v. to try to reach (MaP) Europe (G)).' In the next sub-section, the last category of participant roles, that of relational processes, is explored.

3.4 Participant Roles in Relational Processes

The 40 relational processes and their related 39 and 34 ER-Roles and ED-Roles as displayed in Table 2 are distributed as follows.

Table 6: Distribution of Relational Processes in the Speech

Relational clauses	Frequency	ER-ROLES	ED-Roles
Attributive	16	16	11
Identifying	17	16	16
Circumstantial	1	1	1
Possessive	6	6	6
Total	40	39	34

It is obvious from the above that the registered relational clauses are made of identifying which rank the first place with 17 occurrences (16 ER-Roles and 16 ED-Roles), attributives which hold the second position with 16 instances (16 ER-Roles and 11 ED-Roles). They are followed respectively by possessives which turn up 6 times (6 ER-Roles and 6 ED-Roles), and circumstantial which is counted just once (1 ER-Role and 1 ED-Role). Given its tiny frequency, the only one identified circumstantial clause is going to be left un-analyzed. A detailed analysis of the participant roles of each of the other three relational processes is carried out below.

3.4.1 Participant Roles in Identifying Relational Processes

Table 7 below exhibits the different identifying relational clauses and their subsequent participant roles. Table 7: Participant Roles in Identifying Relational Processes

Identifying Relational Process	ER-Roles	ED -Roles
3i, 10iii, 10iv, 10v, 11i, 14ii, 17iii, 18i, 19ii, 19iv, 20, 22i, 33iv, 49, 50i, 50ii, 57.	Token	Value
17	16	16

It is exuded from the figures above that nearly all the identifying relational clauses registered in the speech (16 over 17) are deployed with their associated major and minor participants. Some illustrative examples are evinced below.

10v. in the sense that Russia (T) is (ReP-Id) a family (V) for Africa too. 11i. We (T) are (ReP-Id) a family (V)

14ii. in the sense that we (T) are (ReP-Id) the forgotten peoples of the world (V) 17iii. that this summit (T) will be (ReP-Id) an opportunity (V)

20. Africa (T) is (ReP-Id) a hungry continent (V).

33iv. that these relationships (T) can be (ReP-Id) the best ones (V)

50i. What (V) is (ReP-Id) the problem (T) 50ii. are (ReP-Id) African heads of state (V)

A cursory look at the clauses above discloses that in each case the Value is stated to exist in relation to the Token in terms of identity. In other words, the Token stands for what is being defined, and the Value that which defines. Hence, 'Africa' (playing the Token role) is defined to be 'a hungry continent' (Value) in 20 because 'we' (deictically representing Africans) are likened to 'the forgotten peoples of the world' (Value) in (14ii.). However, that deplorable situation, viz., 'the problem' (Token) is to be associated with 'African heads of state' viewed as the Value (50i.). In the light of the failure of our relationships with European countries, and given the trend of our new relationships with Russia, the latter (Token) is stated to be 'a family' (Value) for the African continent (10v.). Therefore, the logical implication set in (11i.): 'we' (meaning Africa & Russia) constitute/are (ReP-Id) 'a family' (Value). It follows thus to infer that 'these [new] relationships (acting as Token) are likely to appear as/to be (ReP-Id) 'the best ones' (Value) in (33iv.). In conclusion, this summit (Token) will be equated with 'an opportunity' (Value) for the African continent (17iii). How are the participant roles in the attributive processes encoded in the speech at stake?

3.4.2 Participant Roles in Attributive Relational Processes

The participants roles realized by attributive relational clauses are summed in Table 8 underneath. Table 8: Participant Roles in Attributive Relational Processes

Attributive Relational process	ER-Roles	ED-Roles
2i, 16i, 16ii, 39i, 39iii, 43i, 44i, 46i, 46ii, 48i, 52ii, 55, 58ii, 58iii, 60i, 61.	Carrier	Attribute
16	16	11

It is exuded from the above table that while all the attributive relational processes are deployed with major participants, some (precisely five, viz. 16 minus 11) do not require minor participants. To prove that observation, some examples are displayed below.

2i. It (Cr) is (ReP-At) an honor (At) for me this morning 39i. We (Cr) do not feel (ReP-At) sorry (At) for ourselves 43i. We (Cr) are (ReP-At) surprised (At)

44i. It (Cr) is (ReP-At) disappointing (At)

46i. It (Cr) was not (ReP-At) with their consent 52ii. it (Cr) is (ReP-At) shameful (At).

55. We (Cr) are (ReP-At) very pleased (At).

58iii. that our people (Cr) are (ReP-At) self-sufficient (At) in food.

As can be seen from those clauses, the relationship between the two entities of the being processes are not of identification like in the previous case, but of characterization. Better put, a quality, classification, or descriptive epithet (Attribute) is assigned to a participant (Carrier) (Eggins, 1994/2004). In point of fact, the speaker begins by ascribing the term 'honor' (functioning as an attribute) to the dummy pronoun 'it', playing the carrier role in (2i.). Likewise, the attitude of Europeans to call their compatriots who defend their homeland 'patriots' while naming their African counterparts 'militia' ('it' acting as a Carrier in [44i.]) is described as 'disappointing' (Attribute). 'We' (the people of Burkina Faso) 'are' (ReP-At) astonished or 'surprised' (Attribute) (43i.). Yet, 'we' (Cr) do not assign ourselves the feeling of being 'sorry' (At) for ourselves (39i.).

Recalling that the deportation of Africans to Europe ('it', Carrier) was not an act of consent (46i.), that behavior ('it', Carrier) was qualified to be 'shameful' (At) (52ii.) as it was undertaken by people who purport to defend human rights. As for us, 'we' (Cr) are (ReP-At) very glad/pleased (At) to hear President Putin promising to send grain to our continent (55.). The challenge, as the speaker pinpoints it, is to ensure that at the next Africa-Russia summit 'our people' (Cr) are ascribed the epithet 'self-sufficient' (At) as regards food. As a whole, the major participant roles are assigned to human beings or dummy pronouns standing for the behavior or attitude of Westerners, while minor participant roles majorly express the feelings assigned to those human beings.

3.4.3 Participant Roles in Possessive Relational Processes

The ER-Roles and ED-Roles attributed to the possessive relational processes typified in the speech are summed up in the table beneath.

Table 9: Participant Roles in Possessive Relational Processes

Possessive Relational process	ER-Roles	ED-Roles
7, 9, 11ii, 17i, 22iii, 33i.	Possessor	Possessed
6	6	6

It is clear from Table 9 above that the number of participant roles (both ER-Roles and ED-Roles) corresponds to the number of possessive processes (6 in all). This suggests that the speech is framed in such a way that to each possessive clause is assigned a possessor and a possessed as unveiled through some instances below.

7. Comrades, I (Pr) have (ReP-Po) a few questions (Pd) from my generation. 11ii. because we (Pr) have (ReP-Po) the same history (Pd).

17i. We (Pr) have (ReP-Po) the same perspectives (Pd) 22iii. and we (Pr) have (ReP-Po) no answers (Pd) so far.

In his opening remarks, the speaker anaphorically referred to as 'I' (Possessor) in clause (7.) clearly expresses his concern of 'hav[ing]' (ReP-Po) 'a few questions' (Possessed) which reveal in fact to be 'a thousand and one questions in the coming clause (viz., 8.). Turning to one of those questions having to do with the reason why there are African heads of state all over the world begging despite the riches of the continent, the orator simply avers that 'we' (deployed here as an honorific deixis to refer to the speaker himself, and playing the possessor role) in (22iii.) do not possess or do not have (ReP-Po) any 'answers' (Possessed). This raises the contrast between the current state of development of the continent and the resources that it is naturally endowed with. The two last clauses (that is, 11ii. and 17i.) provide justification for the relational identifying process describing the two entities (Africa and Russia) as a family (see 11i.). As a matter of fact, 'we' (Africa and Russia, acting as Possessor) are characterized by or have (ReP-Po) 'the same history' (11ii) and 'the same perspectives' (17i) as our common possessed assets. After the exploration of the participant roles in all the processes recorded in the speech it is of note to point out the ideologies behind the message delivered by the politician.

4. Ideological Meanings in the Speech and Concluding Remarks

To begin with, it is important to argue that in using language to communicate ideas or enact social relationships, the choices speakers/writers make are never neutral, objective and value-free (Simpson, 1993, p. 6). In other words, every choice people make from the language system is ideologically motivated. It is also expedient to stress that if there is any domain which is rife with ideologies, it is that of politics (van Dijk, 2006, p. 732). It thus stands to reason that the speech at hand delivered by a political actor (the president of the Republic of Burkina Faso), is unquestionably imbued with ideologies. Ideology is used here to denote, not a nebulous realm of ideas (Fairclough & Wodak, 1997), but a set of belief systems "not only to dominate or to oppress others,

but also […] to resist and struggle against such domination, as we know of racist *vs*. anti-racist or of sexist *vs*. feminist ideologies" (van Dijk, 2011 p. 380).

Actions, from the events described in the text, are basically performed by human beings (the African people, we, they, a slave, the people of Burkina Faso, valiant people, our grandfathers, African heads of state, he, etc.), and at times by inanimate participants (slavery). We have also distinguished from the speech two types of action/material processes. The first, whereby an agent is acting upon a goal, is known as transitive or 'directed actions' (Fairclough, 1992, p. 180), and the other, which involves an agent and an action but no (explicit) goal, termed 'non-directed actions' (ibid) or 'goal-less actions' (Halliday & Webster, 2014). On mere reflections, the non-directed actions may be likened to the unipolarization system whereby only one entity (the western-US bloc) holds a dominant position of power and faces no significant challenges. On the other hand, the directed actions could be grouped under the multipolorization system by which power is distributed among several major actors (or states). According to the speaker,

"The African people, our grandfathers(G), were also forcibly deported (MaP) 13ii. to help (MaP) Europe (G)13iii. get rid of (MaP) Nazism (G)… The African people, our grandfathers(G), were also forcibly deported (MaP) 13ii. to help (MaP) Europe (G)13iii. get rid of (MaP) Nazism (G)… 47iii. when they (S) wanted (MeP)// 47iv. to claim (VeP) their basic rights (Vb)]], they (G) were massacred (MaP)."

It is clear from the foregoing that though African forefathers have been forced to contribute to liberate Europe from a fatal catastrophe (Nazism), the beneficiaries' reaction has consisted in slaughtering them. This is not only an epitome of ungratefulness but it is also an expression of ***social power*** (Fairclough, 1989, p. 354; van Dijk, 2008, p. 9) and ***power abuse*** (van Dijk, ibid) aiming at controlling the acts and minds of (the members of) other groups. By so doing, the African continent is maintained in an acute poverty that the speaker, as well as his compatriots and many other Africans "19iii. … do not understand (MeP)". That's why the oppressed (viz. the Africans) need to speak out. They should be bold enough to vent up their frustrations and openly say 'No' to all kinds of inhuman treatment whatsoever. That is a call for ***social struggle*** since "power relations are always relations of struggle" (Fairclough, 2001, p. 28). That kind of social struggle designated under the concept of '***Africanity'*** is an envisioned ideological ***social change*** process through which all Africans should fight against all sorts of predicaments (injustice, racism, terrorism, etc.) '40iii. in order to relaunch (MaP) their [countries'] development (G).'

Such a fight is a necessity in that it is surprising or shameful that despite its assets (so much wealth on its soil, generous nature, water, sunshine in abundance), '19iv. […] Africa (T) is (ReP-Id) today *the poorest continent*

(V). 20. Africa (T) is (ReP-Id) *a hungry continent* (V).' While Traore believes that that state of things can be partly attributed to ***imperialist neo-colonialism***, he cogently avers that it is vitally imputable to African Heads of state. For him, the latter can be equated with puppets '53ii. who (A) dance (MaP) every time // 53iii. the imperialists (A) pull (MaP) the strings (G).' Underscoring the obligation to resort to this free world to which (Ph) we (S) aspire (MeP), this world without interference in our internal affairs, he suggests to build good relations, to build better relations with the Russian Federation (and by extension with other advocates of a multipolar world) with which '17i. we (Pr) have (ReP-Po) the same perspectives (Pd)'. It stands from this to reason that the speaker is calling the attention of all Africans to an ***ideology of resistance***. The resistance here, as may be implicitly inferred, is against a unidirectional way of cooperation which, undeniably, has showcased its limits. Opining on the advantages of the diversity of partnerships, Kortunov, Zaiser, Kharitonova, Chkoniya, Kotchofa, & Ezhov (2020) claim that:

…it seems evident that building a new world order would involve searching for new interaction models, as well as a new paradigm of relations and new, radically different approaches to building an international dialogue. Supranational strategies should be based on the principle of openness and balance of interests. Relations with Africa, firstly, offers a chance to build a multilateral system of cooperation between world powers on the one hand and the pan-African community on the other. Secondly, they can open the door for maintaining the principles of respect for sovereignty and non-interference in the internal affairs of African states and for sharing the principle stance of the African people-"African solutions to African problems" (pp.7-8

It is our high conviction that the ultimate goal of this new paradigm of relations is "to bring a system of excessive inequalities of power into crisis" (Kress, 1996, p. 15). In other words, in building a new multilateral system of cooperation, the African continent will deliberately opt for a system of "transformation, unsettling the existing order, and transforming its elements into an arrangement less harmful to some, and perhaps more beneficial to all the members of [the] society" (ibid). However, the achievement of that goal is contingent upon

unity. The repeated references to such syntactic tokens as '*we'* (32 times), '*our'* (17 times), '*us'* (5 times), and '*ourselves'* (4 times) in the speech, is indexical of the orator's call and conviction for togetherness and brotherhood.

That dynamic is certainly the one the three countries of the Alliance of Sahel States (Burkina Faso, Mali and Niger) have endlessly been attempting to pursue since their recent military coups. Whether their new development vision is to be followed by other African countries or not will depend on their capacity not only to maintain their position intact, but mostly their ability to transform their countries through concrete and significant developmental actions on behalf of their populations.

References

Allagbé, A. A. (2024). Linguistic Features and Discursive Strategies in Liberia's President Dr. George Manneh Weah's Closing Presidential Campaign Speech. *European Journal of Science, Innovation and Technology*, 4 (5), 261-281. ISSN: 2786-4936

Chinwe, E. R. (2013). Analysis of Experiential Meaning in Selected Inaugural Political Speeches in Nigeria.

AFRREV LALIGENS: An International Journal of Language, Literature and Gender Studies, 2 (1), 70-190.

Cunanan, B. T. (2011). Using Transitivity as a Framework in Stylistic Analysis of Virginia Woolf's *Old Mrs. Guy*. *Asian EFL Journal*, 54, 69-79.

Fairclough, N. (2001). *Language and Power* (2nd Edition). New York: Pearson Education Limited.

Kortunov, A., Zaiser, N., Kharitonova, E., Chkoniya, L., Kotchofa, G., Ezhov, D. (2020). *Africa-Russia+: Achievements, Problems, Prospects: Report N°53/2020*. Moscow: NPMP RIAC.

Kress, G. (1996). Representational Resources and the Production of Subjectivity: Questions for the Theoretical Development of Critical Discourse Analysis in a Multicultural Society. In R. C. Caldas- Coulthard & M. Coulthard (eds), *Texts and Practice: Readings in Critical Discourse Analysis* (pp.15-31). New York: Routledge.

Fairclough, N., & Wodak, R. (1997). Critical discourse analysis. In T. van Dijk (Ed.), *Discourse as social interaction* (pp. 258–284). Sage: Sage Publications.

Halliday, M.A. K. (2002). *Linguistic Studies of Text and Discourse*. New York: Continuum.

Halliday, M.A. K. & Matthiessen, C.M. I.M. (1999). *Construing Experience Through Meaning: A Language-based Approach to Cognition*. London-New York: Continuum.

Halliday, M. A. K. and Matthiessen, C. M. I. M (2004). *Introduction to Functional Grammar* (3rd ed.). London: Edward Arnold.

Halliday, M.A.K. & Webster, J. J. (2014). *Text Linguistics: The How and Why of Meaning*. London & New York: Equinex Publishing Ltd.

Hasan, R. (1985). *Linguistics, language and verbal art*. Oxford: Oxford University Press.

Eggins, S. (1994). *An Introduction to Systemic Functional Linguistics.* London: Pinter Publishers.

Eggins, S. (2004). *An Introduction to Systemic Functional Linguistics (*2nd ed.). New York- London: Continuum.

Fairclough, N. (1989). *Language and Power*. London: Longman.

Fairclough, N. (1992). *Discourse and Social Change*. Cambridge: Polity Press.

González R., M. J. G. (2006). Tracing Context in the Discourse of the Media: Features of Language-in-Use in the British Press. *Revisita Alicantina de Estudios Ingleses*, 19, 149-168.

Kondowe, W. (2014). Presidents and ideologies: A Transitivity analysis of Bingu waMatharika's inaugural address. *International Journal of Language and Linguistics*, 2 (3), 174-180.

Logogye, C. & Ewusi-Mensah, L. (2021). Experiential Meaning Construction in Political Discourse: A Transitivity Analysis of the Inaugural Address of Nana Addo Dankwa Akuffo-Addo, The President of The

Republic of Ghana. *European Journal of English Language and Literature Studies*, 9 (7), 24-33.

Mushtaq, M., Saleem, T., Afzal, S. & Saleem, A. (2020). A corpus-based ideational meta-functional analysis of Pakistan Prime Minister Imran Khan's speech at United Nations general assembly. *Politics & International Relations Research Article*, 7, 1-17. https://doi.org/10.1080/23311886.2020.1856999.

Sari, H. M. (2019). "Experiential Function Analysis on Political Speech of Indonesian President Candidate 2019". Unpublished Master Dissertation. Medan: University of Muhammadiyah Sumatera Utara.

Thompson, G. (2014). *Introducing Functional Grammar* (3rd edition). USA and Canada: Routledge.

van Dijk, T. A. (2006). Politics, Ideology and Discourse. *Encyclopedia of language and linguistics*, Doi:10.1016/BO-08-044854-2/00722-7. Retrieved fromhttps://www.researchgate.net. Accessed on March 3, 2021.van Dijk, T. A. (2008). *Discourse and Power*. New York: Palgrave Macmillion.

van Dijk, T. A. (2011). Discourse and Ideology. In T. A. van Dijk (Ed.), *Discourse Studies: A Multidisciplinary Introduction* (2nd edition) (pp.379-407). SAGE Publications Ltd: London, California, New Delhi & Singapore.

Simpson, P. (1993*). Language, Ideology and Point of View*. London and New York: Routledge.

SUBCONSCIOUS PROGRAMMING OF THE ENGLISH LANGUAGE

Deema DAKAKNI

Dr. Lecturer, Department of English and Communication Arts Lebanese American University

ABSTRACT

The English language has become one of the most spoken languages globally. With over 1.5 billion learners of English, and spoken in more than 62 countries, English has indeed established itself as a dominant medium of communication in economic, educational, technological and scientific fields. However, while this lexicon is being taught in different parts of the globe, it is not without its dark side. Studies seem to assert that English is rich with negative connotations far exceeding their positive counterparts. Coupled with ambiguous and sad music at high and low tempos on minor, such songs become likened to mantras which may prove to be harmful at the cognitive, emotional and even physical level.

Keywords: English language learning; negative connotations; Frequency following technique; music mantras

INTENTION TO CONTRIBUTE TO *WAQF* FUND IN HIGHER EDUCATION INSTITUTIONS

Surayyo SHAAMIROVA

Dr. Senior Lecturer at Banking and Finance Academy of the Republic of Uzbekistan Department of Finance

ABSTRACT

Rising interest in Islamic banking and finance triggered a new idea for establishing a new source of income for Islamic financial institutions of which *waqf* institution is one of them that may be played a significant role for funding Higher Education. There are *waqf* funds established in higher education institutions in many societies. Individual's intention to contribute to *waqf* fund is important in order to ease financial difficulties of higher education institutions. Therefore, *waqf* fund needs to be explored as the new source of income in order to make higher education institutions financially sustainable. In terms of financial return, it is not only current students' fees that earn income to the university but also the prospects of graduates' contribution are a possible future gain for the university in the long term after graduation. Thus, this paper seeks to examine the factors that influence Uzbek students' intention to participate in *waqf* fund with the support of relationship marketing theory. A self-structured survey questionnaire was employed to collect data from a total 249 (n=249) students from different universities in Uzbekistan. The data was analyzed using Statistical Package for Social Sciences (SPSS). This software is used to perform Descriptive Analysis and Exploratory Factor Analysis (EFA). In the next stage of the analysis Analysis of Moment Structure (AMOS) software was employed in order to run Confirmatory Factor Analysis (CFA), Measurement Model, and Structural Equation Modeling (SEM). The findings of the study show that religiosity, Trust, and Commitment have a positive significant relationship with intention towards contributing to *waqf*, while satisfaction has an insignificant impact. It is hoped that this study would be beneficial for higher education institutions in order to make decisions with regard on how to motivate more students to contribute to *waqf* fund.

Keywords: *Waqf fund*; *Relationship Marketing*; *Higher Education*

GENCE-DAŞKASAN EKONOMIK BÖLGESINDE SAĞLIK TURIZMININ EKONOMIK KALKINMAYA ETKISI

Hacıyeva NƏSİBƏ

Gəncə Dövlət Universitetinin dosenti, coğrafiya üzrə fəlsəfə doktoru

ÖZET

Makalede, Azerbaycan Cumhuriyeti'nde kurulan 14 ekonomik bölgeden biri olan Gence-Daşkasan ekonomik bölgesinde yer alan Daşkesan, Goranboy, Goygol, Samukh idari bölgeleri ile Gence ve Naftalan şehirlerini kapsayan tatil köyleri ve sanatoryumların ekonomik katkıları ve özellikle Gence şehrine bağlı Goygol bölgesi, Goygol, Hajikend, Daşkesan bölgelerinde bulunan Khoshbulag rekreasyon bölgesi ve Naftalan sanatoryumu olmak üzere tıbbi ve sağlık turizmi ele alınmakta olup, dünyanın birçok yerinden tedavi amaçlı buraya gelen nüfusla bağlantılı olarak turizmin gelişmesi nedeniyle ekonomiye önemli gelir sağlamaktadır. 2021 yılında yeni kurulan ekonomik bölgenin bu alanı rekreasyon ve tedavi için seçmesinin, ülkenin kalkınması, güvenliğin sağlanması ve hem yerel halkın hem de ülkeye gelen ziyaretçilerin çıkarlarının sağlanmasıyla doğrudan ilişkili olduğunu gösterdiği belirtilmelidir. Makalede ayrıca, sadece Kafkasya'da değil, dünyada da eşi benzeri olmayan Azerbaycan'ın mucizevi ve efsanevi yerlerinden biri olan Naftalan şifalı yağının varlığının insanlara büyük şifa sağladığı ve aynı zamanda Naftalan'ın dünya standartlarında bir balneolojik tatil yeri olarak ünlendiği tartışılmaktadır. Makalede ayrıca Goygol, Hajikend, Khoshbulag ve Naftalan'ın sağlık turizmi hizmetleri alanındaki büyük potansiyeli tartışılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Ekonomik bölge, tatil yeri, sanatoryum, balneoloji, Naftalan yağı

Konunun önemi. Dünya çapındaki ülkelerin ekonomilerinin gelişimini birçok faktör etkilemektedir. Bu faktörlerden biri de ülke ekonomisinde ciddi rol oynayan önemli bir sektör olan turizm faaliyetidir. Turizm, ülke ekonomisinde, ulusal gelire etkisinin yanı sıra, ülke nüfusunun refahını iyileştirmede ve ülkenin uluslararası düzeyde tanınmasında önemli bir rol oynamaktadır. Turizm, bugün dünyada en hızlı büyüyen hizmet sektörüdür ve bu sektör içinde, tıbbi ve sağlık turizmi şu anda önemli bir alan olarak ülkenin ekonomik gelişimini etkilemektedir. Tıbbi ve sağlık turizminin, Gence-Daşkan ekonomik bölgesinde ülke ekonomisi, uluslararası tanıtımı ve yerel kaynakların etkin kullanımı için büyük önem taşıdığı yadsınamaz bir gerçektir. [1, s.100]

Gence-Daşkan ekonomik bölgesinin elverişli coğrafi konumu, bölgenin ovalardan dağlara kadar çeşitli iklim tiplerinde yer alması, turizm kaynaklarının zenginliği ve özellikle tıbbi ve sağlık turizminin uzun vadeli gelişimi, ekonomik bölgede turizm sektörünün sürdürülebilir bir şekilde örgütlenmesi için koşullar yaratmaktadır. Naftalan petrolünün ve turizm kaynaklarının ekonomik bölgenin tıbbi ve sağlık turizmi sektöründe geliştirilmesi hala geçerliliğini korumaktadır. Tıbbi ve sağlık turizminin ekonomik sektördeki öneminin belirlenmesi, uluslararası alanda tanıtılması ve küresel düzeyde yol altyapısının geliştirilmesinin kapsamlı bir şekilde gerçekleştirilmesi gerektiği belirtilmelidir. Ekonomik bölge, Azerbaycan'ın doğal kaynaklar bakımından zengin bölgelerinden biridir, etekleri ve dağlık bir rölyefi vardır. Bu alan, tıbbi turizm için elverişli koşullar yaratan şifalı suları, iklim koşulları ve mineral kaynakları ile öne çıkmaktadır.

Gence-Daşkasan ekonomik bölgesindeki tıbbi turizmin ana kaynakları, eklem, cilt ve sinir sistemi hastalıklarının tedavisinde eşsiz bir araç olan Naftalan petrolüdür. Daşkesan ve Göygöl bölgelerinde kaplıcalar yaygındır. Khoshbulag platosunda temiz dağ havası ve ekolojik koşullar rekreasyon ve rehabilitasyon için elverişlidir. Gence-Daşkasan ekonomik bölgesindeki tıbbi turizm, esas olarak Naftalan sanatoryum-tatil beldesindeki turistlerin rekreasyonu ve tedavisi için sağlanmaktadır. Ekonomik bölge, esas olarak bu alanın gelişimi için elverişli koşullar yaratan hidrotermal, terapötik kaynaklar ve balneolojik faktörleri içerir. Gence-Naftalan yönünde bulunan altyapılar, tıbbi turizmi geliştirmek için modern standartlara uygun olarak inşa edilmelidir. Ekonomik bölgede modern oteller, ulaşım yolları, yeşillikler ve turistler için ek yürüyüş alanları yenilenmelidir. Son yıllarda Bakü-Gence elektrikli treninin yeniden hizmete girmesi, Avrupa ülkelerinden gelen turistlerin Naftalan'a olan ilgisini daha da artırmıştır. Turistler rahat ulaşımı tercih etmektedir. Naftalan'ın ülkenin ikinci büyük şehri olan Gence'ye yakınlığı, hem yüksek hızlı treni hem de havalimanını kullanmak için uygundur. [3, s.99]

Naftalan petrolü ve Naftalan sanatoryumu - dünya çapında bilinen Azerbaycan'ın eşsiz bir tıbbi ve sağlık kaynağı. Naftalan petrolü nedir? - Naftalan petrolü, tıbbi amaçlarla kullanılan eşsiz bir petrol türüdür. Tıbbi özelliklere sahip hidrokarbonlar ve biyolojik olarak aktif maddeler içerir. İçinde

için değil, sadece haricen uygulanır (banyo, masaj vb.). Tedavi edilen hastalıklar çoğunlukla eklem ve romatizmal hastalıklar, cilt hastalıkları (sedef hastalığı, egzama), kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları, sinir sistemi, stres ve uykusuzluk, kadın ve ürolojik hastalıklardır. Bu amaçla Naftalan şehrinde birkaç modern tedavi sanatoryumu faaliyet göstermektedir: 1. Naftalan Sağlık Merkezi 2. Chinar Hotel & Spa Naftalan 3. Gashalti Health Hotel Naftalan 4. Karabağ Sanatoryumu Hizmetler: Naftalan banyoları Fizyoterapi Masaj ve hidroterapi Laboratuvar muayeneleri ve bireysel tedavi, Otel ve SPA hizmetleri.[2, s.100]

Sonuç: Tedavi ve sağlık turizmi, Gence-Daşkan ekonomik bölgesinin bölgesel kalkınması, yerel halkın refahı ve petrol dışı sektörün güçlenmesi üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Sürekli yatırımlar ve tanıtım, bu potansiyelin daha verimli kullanılmasını sağlayabilir. Naftalan petrolü ve sanatoryumlar hem yerli hem de yabancı turistler için çekici olup Azerbaycan'ın sağlık turizmi potansiyelinin temel direklerinden biridir. Bu sektör ülkeye hem ekonomik hem de sosyal açıdan büyük faydalar sağlamaktadır.

Kaynaklar

1. Efendiyev Bakü Üniversitesi Yayınevi tarafından düzenlenen Azerbaycan'ın ekonomik ve sosyal coğrafyası 2010 s. 496.

2. Nasiba Niyaz gizi Hajiyeva Azerbaycan'ın doğal kaynaklarının ve rezervlerinin ekonomik ve coğrafi değerlendirmesi Gence 2025 104 s.

3. Ahmadli A.A. Hajiyeva N.N. Azerbaycan'da nüfusun tekdüze yerleşiminin sorunları. Gence 2022 123 s.

4. M.A. Museyibov Azerbaycan'ın fiziksel coğrafyası Maarif Yayınevi Bakü 1998 399 s.

İnternet kaynakları.

https://journal.geonatres.az/gence-daskesen-iqtisadi-rayonunun-kendleri-ve-kend-ehalisinin-meskunlasmasi/

PHYSICS OF SEMICONDUCTOR NANOSTRUCTURES STUDY OF PROPERTIES

Seyfaddin JAFAROV

Dr., Nakhchivan State University, Faculty of Physics and Mathematics, Nakhchivan city, Azerbaijan Orcid;org/0009-0000-1609-0387

ABSTRACT

In this article, graphene is treated as a special object, the properties of its electronic structure are presented in the light of the general concept of extraordinary phenomena caused by quantum phase transitions caused by persistent symmetry breaking. First, the violation of the spin symmetry of the electron system of graphene is related to the correlation of its excess pz-electrons. In order to determine the physical properties of carbon nanostructures (graphene, multi-walled carbon nanotubes) and to use them in the future to create devices based on them, suspensions were obtained for their controlled deposition. It was determined that the studied carbon nanostructures have good thermal and electrical conductivity. Thermal conductivity coefficients were determined for multilayer graphene and commercial multiwalled carbon obtained by the presented method. The structure of multilayer graphene sheets was studied using transmission electron microscopy. Using a modified Langmuir-Blodgett method, the possibility of creating thin, transparent, high-conductivity phnazic substrates based on multilayer graphene has been demonstrated.

Keywords- Graphene, electronic structure, spin, carbon

A NEW APPROACH TO THE TREATMENT OF NONSPECIFIC ULCERATIVE COLITS

P.H.Najafguliyeva

Azerbaijan Medical University, Scientific Surgery Center named by M.A.Topchubashev

X.G.Huseynova

Azerbaijan Medical University, Scientific Surgery Center named by M.A.Topchubashev

B.İ.Sadigov

Azerbaijan Medical University, Scientific Surgery Center named by M.A.Topchubashev

ABSTRAC

The aim of our study was to improve outcomes by improving complex therapy in patients with non-specific ulcerative colitis. Materials and methods: From 2013 to 2025, there were 251 patients diagnosed with non-specific ulcerative colitis under our control, of whom 171 were women and 80 were men. The age of the patients ranged from 16 to 68. 70 patients had total colitis, 91 patients had left-sided lesions, 90 patients had proctitis and proctosigmoiditis. In the complex treatment of these patients, anti-inflammatory drugs - aminosalicylates - sulfasalazine or salofalk, corticosteroids; immunodepressants were used. Salofalk was used as a suppository during proctitis, as a microenema in left-sided lesions, and in general form as a tablet. Metipred was used during complex therapy as a corticosteroid. Hydrocortisone is prescribed in the form of rectal drops or microenemas in the case of distal localized lesions and I-II degree lesions. 6-mercaptopurine and azathioprine were mainly used in the complex therapy of immunodepressants. Elimination of the acute phase and remission was achieved in the majority of patients who received this treatment regimen. In 12 patients with left-sided ulcerative colitis, emergency surgery, subtotal resection of the colon and colostomy were performed due to perforation of the large intestine. From 6 months to 2 years after surgery, the preserved part of the large intestine was rehabilitated with candles and microenemas, topical mesalazine, metronidazole, and hormones such as intestinal antiseptics. Then, in the second stage of the operation, an operation to restore intestinal permeability was performed with the cancellation of the colostomy. Acute toxic dilatation was observed in 14 patients with left-sided ulcerative colitis. In 6 patients with toxic dilatation, the condition was stabilized with conservative therapy, and in the other 8 patients, because conservative therapy did not work, surgery was performed - subtotal resection of the large intestine, ileostomy was performed. Hormones, local mesalazine, metronidazole, suppositories and intestinal antiseptics in the form of microenemas were injected into the preserved part of the large intestine in these patients between 6 months and 2 years after the operation. Then, in the second stage of the operation, an operation to restore intestinal permeability was performed by canceling the ileostomy. In 7 patients with total colitis, conservative treatment did not work, stools were bloody and mucous 14-16 times a day, the disease was aggravated by pseudopolyposis, radical surgery was performed. From 6 months to 2 years postoperatively, patients were treated conservatively, mainly with hydrocortisone as rectal drops and microenemas, according to the above effect. As a result, the process in the rectum was completely canceled and the patients underwent an operation to restore intestinal permeability by closing the ileostomy. Against the background of treatment, favorable results were obtained in 100% of patients with proctitis.

Conclusion: According to our observations, complex therapy with anti-inflammatory aminosalicylates sulfosalazine or salofalk, corticosteroids and immunodepressants in patients with non-specific ulcerative colitis was a favorable method that led to rapid activation of patients, quick elimination of the acute period, early discharge from the hospital and a significant reduction of relapses, complications and during the surgery performed on time allows patients to get a positive result. Positive results are achieved in 70-80% ofcases after the operation. Annual preventive examination is recommended.

Keywords: ulcerative colitis, toxic dilatation, surgical treatment

MOLECULAR DYNAMİCS AND EXPERİMENTAL CHARACTERİZATİON OF CHİTOSAN INTERCALATİON İN MONTMORİLLONİTE NANOCOMPOSİTES

Amina AMRANI[1]

[1]Physical Chemistry of Natural Substances and Process Team, Laboratory of Applied Chemistry and Environment (LCAE-CPSUNAP), Department of Chemistry, Faculty of Sciences, University Mohamed I, Oujda, Morocco

Mohammed ELKABOUS[2]

[2]Labratory of Applied Chemistry and Environment (URAC 18), Faculty Of Sciences, University Mohammed First, Oujda, B.P.4808, 60046, Morocco.

Kamal ESSIFI[3]

[3]Coordination and Analytical Chemstry Laboratory, Faculty of sciences, University of Chouaib Doukkali, El Jadida, Morocco

Yasser KARZAZI[2]

[2]Labratory of Applied Chemistry and Environment (URAC 18), Faculty Of Sciences, University Mohammed First, Oujda, B.P.4808, 60046, Morocco.

Sandrine DELPEUX OULDRIANE[4]

[4]CNRS-Université d'Orléons, Interface Confinement Matériaux Nanostrictures (ICMN, UMR 7374) Orléons france.

Abdesselam TAHANI[1]

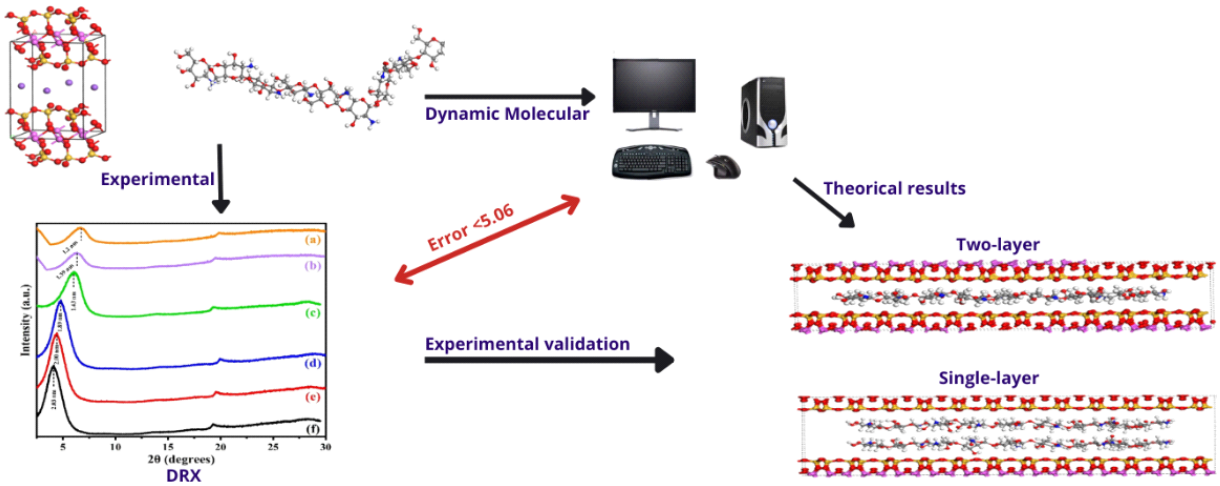
[1]Physical Chemistry of Natural Substances and Process Team, Laboratory of Applied Chemistry and Environment (LCAE-CPSUNAP), Department of Chemistry, Faculty of Sciences, University Mohamed I, Oujda, Morocco

ABSTRACT

This study explores the intercalation of chitosan into montmorillonite, focusing on the chemical interactions that enhance the properties of the resulting nanocomposites. Various chitosan-montmorillonite ratios were investigated using X-ray diffraction (XRD), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), and thermogravimetric analysis (TGA) to characterize their structural, chemical, and thermal properties. The results revealed distinct monolayer and bilayer arrangements of chitosan within the montmorillonite interlayers, with interlayer spacings closely matching theoretical predictions. Electrostatic interactions between the cationic chitosan and the negatively charged montmorillonite played a key role in facilitating effective intercalation. Hydrogen bonding between the hydroxyl and amino groups of chitosan and the silicate layers of montmorillonite further stabilized the composite structure. Molecular dynamics simulations confirmed the interlayer distances and provided deeper insights into the intercalation process. Radial distribution functions (RDF) were employed to analyze the spatial arrangement of chitosan and montmorillonite atoms, revealing specific interaction patterns and the stability of interlayer configurations. These simulations demonstrated the structural integrity of the intercalated layers, aligning well with experimental findings and offering a comprehensive understanding of the dynamics at the molecular level

Keywords: intercalation, nanocomposites, chitosan, montmorillonite.

Graphic Abstract:



ENHANCING ARGAN SEEDLING GROWTH THROUGH TRICHODERMA-BASED SEED TREATMENT

EL RHOCH Mohamed[1]

1 Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ibn Tofaïl University, Kenitra, Morocco

MOUDEN Najoua[2]

2 Laboratory of Molecular Chemistry and Environmental Molecules, Multidisciplinary Faculty of Nador, Mohammed 1st Oujda University, Morocco

SELLAL Zineb[1]

1 Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ibn Tofaïl University, Kenitra, Morocco

DOUIRA Allal[1]

1 Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ibn Tofaïl University, Kenitra, Morocco

ABSTRACT

Trichoderma spp. are endophytic fungi known for their symbiotic association with plants, offering multiple benefits. These fungi have been increasingly used in seed treatments because they can mitigate abiotic stress and enhance plant growth. However, limited research has addressed their impact on endemic species such as *Argania spinosa*. This study evaluated the effects of a Trichoderma-based seed treatment on argan seedling growth over 12 months under greenhouse conditions. Treated seedlings exhibited significant improvements in growth parameters, including increased root and shoot length, dry biomass, and branch number. Fresh weights of roots and shoots in treated plants reached 12 g and 14 g, respectively, compared to 2 g and 3 g in control plants. Root and shoot lengths were 44 cm and 74 cm in treated plants, versus 35 cm and 25 cm in controls. In addition, crown diameter and branch number were higher in treated seedlings (1 cm and 4 branches) compared to controls (0.5 cm and 1 branch). Notably, *Trichoderma* spp. showed strong colonization of argan root tissues, with a colonization rate of up to 95%.

Keywords : Argan seeds, *Trichoderma* spp., seed treatment, greenhouse, plant growth.

ASSOCIATION OF *FUSARIUM SOLANI* WITH DIEBACK DISEASE OF ARGAN TREES IN MOROCCAN NURSERIES

Mohamed EL RHOCH[1]

[1]Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

Najoua MOUDEN[2]

[2]Laboratory of Molecular Chemistry and Environmental Molecules, Multidisciplinary Faculty of Nador, Mohammed 1st Oujda University, Morocco

Karima SELMAOUI[1]

[1]Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

Allal DOUIRA[1]

[1]Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

ABSTRACT

The growth of argan cultivation is facing challenges due to fungal diseases caused by various pathogens. *Fusarium solani*, a species within the *Fusarium* genus, is known to infect a wide range of plant species, including *Argania spinosa*. In 2023, *Fusarium solani* was isolated from argan seedlings exhibiting collapse symptoms in a nursery in southwestern Morocco. To confirm the pathogenicity, Koch's postulates were applied using inoculation with the pathogen. After 8 to 10 weeks, all inoculated plants developed symptoms, including necrosis in the stems, root rot, and loss of vegetative parts, while the control plants remained symptom-free. The pathogen was successfully re-isolated from both the roots and above-ground parts of symptomatic plants, with a re-isolation rate of approximately 80%. The root system, particularly the radicles, was identified as the primary site of infection. Consequently, the pathogen impaired the roots' ability to absorb essential nutrients and water, leading to the dieback and desiccation symptoms observed in inoculated plants. This study discusses the pathogen and its associated disease symptoms in argan seedlings.

Keywords : *Argania spinosa*, nurseries, root rot, decline, Fusariosis, Koch's postulate.

EFFECT OF TRICHODERMA SEED TREATMENT ON THE EARLY GROWTH PERFORMANCE OF ARGAN SEEDLINGS

EL RHOCH Mohamed[1]

1 Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ibn Tofaïl University, Kenitra, Morocco

MOUDEN Najoua[2]

2 Laboratory of Molecular Chemistry and Environmental Molecules, Multidisciplinary Faculty of Nador, Mohammed 1st Oujda University, Morocco

SELLAL Zineb[1]

1 Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ibn Tofaïl University, Kenitra, Morocco

DOUIRA Allal[1]

1 Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Department of Biology, Faculty of Sciences, Ibn Tofaïl University, Kenitra, Morocco

ABSTRACT

Trichoderma spp. are beneficial endophytic fungi known for their ability to enhance plant growth and tolerance to abiotic stresses. Despite extensive studies on various crops, limited research has been conducted on their impact on endemic species such as Argania spinosa. In this study, a bioformulation of Trichoderma spp. was applied as a seed treatment, and its effects on argan seedling development were assessed over 12 months in greenhouse conditions. The results demonstrated a significant improvement in plant growth parameters, including shoot and root length, biomass accumulation, and branching. Treated plants showed increased fresh weights (14 g for shoots and 12 g for roots) compared to controls (3 g and 2 g, respectively). Shoot and root lengths reached 74 cm and 44 cm, while control plants measured only 25 cm and 35 cm. Additionally, treated seedlings exhibited larger crown diameters (1 cm vs. 0.5 cm) and a higher number of branches (4 vs. 1). Root colonization by Trichoderma spp. reached a high level of 90%, indicating successful and sustained symbiosis. These findings highlight the potential of Trichoderma spp. as a sustainable biotechnological tool to support the growth of argan seedlings.

Keywords: Argania spinosa, Trichoderma spp., seed treatment, plant growth, greenhouse trial.

FIRST IDENTIFICATION OF CLONOSTACHYS ROSEA AS A PATHOGEN ON ARGANIA SPINOSA SEEDLINGS IN MOROCCO

Mohamed EL RHOCH [1]

[1]Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

Najoua MOUDEN[2]

[2]Laboratory of Molecular Chemistry and Environmental Molecules, Multidisciplinary Faculty of Nador, Mohammed 1st Oujda University, Morocco

Zineb SELLAL[1]

[1]Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

Allal DOUIRA[1]

[1]Laboratory of Plant, Animal and Agro-Industry Productions, Faculty of Science, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

ABSTRACT

The presence of the fungus *Clonostachys rosea* is documented for the first time on young seedlings of the Moroccan endemic species *Argania spinosa*. The symptoms are typical: extremely slow growth and general leaf yellowing. These symptoms are critical for the normal development of the seedlings and therefore for their survival when planted in the field. This fungus is saprophytic par excellence and is widely distributed in the soil. The symptoms compromise the overall development of the seedlings and consequently affect their survival in reforestation or production projects.The fungus was identified using combined methods: morphological observation of the fungi grown on PSA medium and molecular analysis performed by sequencing the ITS region of fungal DNA from the infected sample. The results indicated that *Clonostachys rosea* was the endogenous pathogen responsible for the observed symptoms.In addition, inoculation tests reproduced the symptoms on previously healthy seedlings. This confirms that *C. rosea* is an opportunistic pathogen. Although this fungus can be beneficial as a biological control agent against other pathogens, the current findings indicate that it can become pathogenic under favorable conditions. These results highlight the need to develop phytosanitary control strategies to reduce the damage caused by this fungus in argan tree nurseries.

Keywords : *Clonostachys rosea*, *Argania spinosa*, Symptoms, Opportunistic pathogen, Fungal microflora, Molecular identification, Inoculation, Argan nursery.

PHYTOCHEMICAL PROFILING AND EVALUATION OF THE ANTICORROSION ACTIVITY OF *SERENOA REPENS* EXTRACTS

Meryem RAOUDI[1,2]

[1]Laboratory of Applied Chemistry and Environment, Faculty of Sciences, Mohammed first University, BP 717, 60000, Oujda, Morocco.

[2]Pharmaceutical Engineering Department, CNRS 5525, School of Pharmacy of Grenoble, Grenoble Alpes University, France

Mahmoud HICHAM[1]

[1]Laboratory of Applied Chemistry and Environment, Faculty of Sciences, Mohammed first University, BP 717, 60000, Oujda, Morocco.

Ali ELBACHIRI[1]

[1]Laboratory of Applied Chemistry and Environment, Faculty of Sciences, Mohammed first University, BP 717, 60000, Oujda, Morocco.

Smaail RADI[1]

[1]Laboratory of Applied Chemistry and Environment, Faculty of Sciences, Mohammed first University, BP 717, 60000, Oujda, Morocco.

Nawel KHALEF[2]

[2]Pharmaceutical Engineering Department, CNRS 5525, School of Pharmacy of Grenoble, Grenoble Alpes University, France

Abdelaziz BAKRI[2]

[2]Pharmaceutical Engineering Department, CNRS 5525, School of Pharmacy of Grenoble, Grenoble Alpes University, France

ABSTRACT

Serenoa repens, commonly known as saw palmetto, is a hardy dwarf palm recognized for its medicinal berries rich in fatty acids and phytosterols. In the search for sustainable and eco-friendly solutions to mitigate metal corrosion, this study investigates the inhibitory potential of plant-based extracts applied to metallic surfaces.

Extracts obtained from *Serenoa Repens* were prepared via Soxhlet extraction using various solvents (ethanol, methanol). High-performance liquid chromatography (HPLC) analysis identified several key phenolic acids in the extract, including chlorogenic acid, syringic acid, and coumaric acid, among others. The anticorrosive performance was evaluated using electrochemical techniques, including potentiodynamic polarization and electrochemical impedance spectroscopy (EIS), on mild steel immersed in an acidic medium (1 M HCl). The results revealed a significant reduction in corrosion current in the presence of the plant extracts, with protection efficiencies reaching up to 92%, depending on the solvent used and which part of the plant. These findings highlight the promising potential of plant extracts as effective, non-toxic, biodegradable, and environmentally friendly corrosion inhibitors, offering a viable alternative to conventional synthetic agents.

Keywords: Corrosion Inhibition, Plant Extracts, Mild Steel, EIS, Polarization, Green Chemistry

THE ROLE OF BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) IN ENHANCING EFFICIENCY AND COLLABORATION FOR PROJECT MANAGERS IN CONSTRUCTION

Murat AYDIN

Dr. Ankara University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, Turkey.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3928-2936

ABSTRACT

Building Information Modelling (BIM) plays a crucial role in enhancing efficiency and collaboration for project managers in construction. By integrating structured digital workflows, BIM enables project managers to streamline coordination, optimize decision-making, and improve overall project execution. This study examines BIM's impact on scheduling, cost estimation, risk management, and interdisciplinary collaboration, with a focus on ISO 19650 compliance and Common Data Environment (CDE) utilization as essential tools for project managers. Findings indicate that BIM empowers project managers with real-time visualization, automated clash detection, and predictive analytics, reducing errors and improving planning accuracy. The adoption of 4D and 5D BIM enhances time and budget control, while 6D and 7D BIM support sustainability and lifecycle management, equipping project managers with data-driven insights for better resource allocation. However, widespread BIM adoption faces challenges, including technical learning curves, financial constraints, and resistance to workflow transformation. To maximize BIM's potential, project managers must leverage standardized methodologies, digital collaboration frameworks, and advanced technologies such as AI, IoT, and Digital Twins. This study underscores the need for structured BIM adoption, emphasizing interdisciplinary collaboration, real-time data governance, and policy-driven integration as key strategies to enhance efficiency and innovation in construction project management.

Keywords:

Building Information Modelling (BIM), Project Manager, Construction Project Management, ISO 19650, Common Data Environment (CDE), Digital Twin, Construction Industry.

1. INTRODUCTION

Building Information Modelling (BIM) has emerged as a transformative methodology in construction project management, enabling enhanced efficiency, collaboration, and data-driven decision-making. Traditionally, project management workflows have been constrained by fragmented documentation, siloed communication, and inefficiencies in interdisciplinary coordination. The integration of BIM addresses these challenges by digitizing project workflows, facilitating structured data exchange, and optimizing planning and execution processes (Chan et al., 2018; Rokooei, 2015).

For project managers, BIM presents significant advantages, including real-time visualization, automated clash detection, streamlined scheduling, and cost estimation. Studies have demonstrated that BIM adoption can improve project efficiency by up to 30% through better risk management, reduced rework, and optimized resource allocation (Peterson et al., 2011; Smith, 2014). However, while BIM's benefits are well-established, challenges remain regarding standardization, interoperability, and industry-wide acceptance (Bosch-Sijtsema & Gluch, 2021).

A critical aspect of BIM adoption lies in structured information management, which is reinforced through ISO 19650 frameworks and Common Data Environment (CDE) principles. These standards ensure that project teams operate within consistent data governance models, minimizing errors and enhancing interdisciplinary collaboration. Despite these advancements, barriers such as high implementation costs, training requirements, and resistance to process change continue to hinder widespread adoption (Rahman et al., 2016; Ye et al., 2025).

This study investigates the role of BIM in enhancing efficiency and collaboration for project managers, focusing on ISO 19650 compliance, CDE utilization, and digital interoperability frameworks. By evaluating the impact of BIM-based methodologies on project workflows, this research aims to identify key strategies for improving project transparency, standardization, and operational performance in the construction industry

(ISO/DIS19650-6, 2024; ISO19650-1, 2018; ISO19650-2, 2018; ISO19650-3, 2020; ISO19650-4, 2022; ISO19650-5, 2020).

2. LITERATURE REVIEW

The integration of Building Information Modelling (BIM) in construction project management has been widely researched, with numerous studies emphasizing its impact on efficiency, collaboration, and structured data governance. As illustrated in Figure 1, this section reviews key literature related to ISO 19650 implementation, Common Data Environments (CDEs), 4D/5D BIM methodologies, emerging technologies such as AI and IoT, and the broader cultural shift BIM imposes on the industry.

Standardized Workflows & ISO 19650

One of the fundamental aspects of BIM adoption is the implementation of standardized workflows, ensuring consistency in data management, collaboration, and interoperability. Lahdou and Zetterman (2011) highlight the importance of structured BIM workflows for project managers, emphasizing that standardized data exchange reduces inefficiencies in decision-making (Lahdou & Zetterman, 2011). Similarly, Fazli et al. (2014) discuss how ISO 19650 serves as a critical framework, enabling construction firms to transition from fragmented document-based processes to integrated digital ecosystems (Fazli et al., 2014).

Further research suggests that BIM standardization directly improves project accuracy. Mesároš and Mandičák (2017) argue that ISO 19650-aligned projects demonstrate greater efficiency in managing complex construction phases (Mesároš & Mandičák, 2017). Additionally, Smith (2014) discusses the impact of structured workflows on financial planning, demonstrating how 5D BIM and ISO-based documentation reduce cost estimation uncertainties (Smith, 2014). These studies collectively emphasize that standardization is essential for maximizing BIM's effectiveness.

BIM Impact on Construction Project Management

Characteristic	ISO 19650	CDEs	4D/5D BIM	AI & IoT	Cultural Shift
Focus	Standardized workflows	Data management & collaboration	Time and cost optimization	Predictive analytics & efficiency	Organizational transformation
Impact	Improved project accuracy	Enhanced stakeholder communication	Better forecasting and risk mitigation	Improved decision-making	Collaborative, digital-first approach
Benefit	Maximized BIM effectiveness	Streamlined communication	Resilient construction planning	Greater adaptability	Organizational mindset shift

Figure 1. BIM Impact on Construction Project Management.

Common Data Environments (CDEs) & Digital Collaboration

Efficient data management and digital collaboration are integral to the success of BIM projects. Travaglini et al. (2014) explore the role of Common Data Environments (CDEs) in enhancing stakeholder communication, ensuring project teams access real-time, version-controlled documentation (Travaglini et al., 2014). Rahman et al. (2016) further argue that CDE integration mitigates risks of outdated information, improving interdisciplinary coordination (Rahman et al., 2016).

Wan Abdul Basir et al. (2018) examine the merging of Geographic Information Systems (GIS) with BIM, enabling a more holistic approach to site analysis and construction logistics (Wan Abdul Basir et al., 2018). Their study suggests that structured data environments significantly improve long-term project viability, reducing inconsistencies in construction planning and information retrieval. These findings reinforce that CDE adoption is crucial for streamlined communication and enhanced project execution.

4D & 5D BIM: Time and Cost Optimization

The integration of 4D scheduling and 5D cost estimation within BIM has revolutionized construction project management, allowing for better forecasting and risk mitigation. Peterson et al. (2011) provide empirical evidence of BIM's impact on construction sequencing, demonstrating that 4D simulation improves logistics planning and resource allocation (Peterson et al., 2011).

Smith (2014) expands on this by discussing 5D BIM's role in financial governance, explaining how linking cost data to design models enhances budget forecasting and earned-value analysis (Smith, 2014). Alomari et al. (2016) further validate these claims, emphasizing that BIM adoption significantly reduces financial uncertainties in large-scale projects (Alomari et al., 2016). Their studies collectively argue that BIM-based scheduling and cost management contribute to a more resilient construction planning model.

Future Directions: AI, IoT & Digital Twins in BIM

Emerging technologies such as Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), and Digital Twins are increasingly being integrated into BIM workflows to improve predictive analytics and operational efficiency. Ma et al. (2018) present a conceptual framework for integrating BIM with Digital Twins, enabling real-time monitoring of building lifecycle performance (Ma et al., 2018).

More recent studies explore the role of AI in BIM-driven automation. Ye et al. (2025) conduct a bibliometric analysis, indicating that AI-powered BIM applications enhance decision-making by improving accuracy in cost estimation and scheduling (Ye et al., 2025). Additionally, Ni et al. (2021) discuss the synergy between blockchain and BIM, highlighting how decentralized data governance improves security in digital project management. These studies collectively underscore BIM's evolution toward an intelligent, automated framework, ensuring greater adaptability in construction management.

Cultural Shift & Organizational Transformation

Beyond technological advancements, BIM represents a fundamental shift in project management methodologies, requiring significant adaptation from industry professionals. Rokooei (2015) examines the cultural barriers to BIM implementation, identifying resistance to change as a critical challenge in the digital transformation process (Rokooei, 2015).

Bosch-Sijtsema and Gluch (2021) investigate the role of BIM specialists in redefining traditional construction workflows, arguing that effective BIM adoption demands interdisciplinary collaboration and structured training (Bosch-Sijtsema & Gluch, 2021). Similarly, Heigermoser et al. (2019) introduce BIM-based Last Planner System tools, showing how data-driven workflow integration improves coordination within project teams (Heigermoser et al., 2019). These studies emphasize that BIM adoption requires more than technical proficiency—it demands an organizational mindset shift toward a collaborative, digital-first approach.

3. METHOD

BIM has significantly transformed construction project management, enhancing efficiency, coordination, and data-driven decision-making. However, project managers still face challenges in standardizing workflows, ensuring interdisciplinary collaboration, and leveraging BIM for optimal project execution (Chan et al., 2018; Rokooei, 2015). This study examines how BIM methodologies—specifically ISO 19650 frameworks, Common Data Environments (CDEs), and interoperability standards—can improve efficiency and collaboration for project managers (Barnes, 2020; Bosch-Sijtsema & Gluch, 2021). The objective is to identify key implementation strategies that enable project teams to work within structured digital ecosystems, minimizing errors and optimizing communication (Wang & Chen, 2023).

4. FINDINGS

The findings of this study demonstrate the substantial impact of BIM on key aspects of project management. BIM enhances efficiency in various domains, including visualization, risk mitigation, scheduling, cost estimation, and interdisciplinary collaboration. As illustrated in Figure 2, the findings underscore that when implemented effectively, BIM enhances construction workflows, optimizes costs, and strengthens informed decision-making at every stage of a project.

Communication & Visualization

One of the most significant contributions of BIM to project management is its ability to provide comprehensive 3D visualization prior to construction. This functionality enables project managers to effectively communicate design intent to stakeholders, thereby minimizing misunderstandings and improving decision-making processes. Early visualization facilitates the identification of design inconsistencies, allowing for prompt adjustments that mitigate costly revisions later in the project lifecycle. As a result, BIM enhances transparency across teams, ensuring informed and efficient planning.

Clash Detection & Error Reduction

A recurring challenge in traditional project management is the identification of errors late in the construction phase, often leading to costly rework and schedule disruptions. BIM mitigates this risk by incorporating automated clash detection, enabling project teams to identify conflicts between different building systems—such as HVAC and structural elements—before construction commences. By proactively addressing these clashes, BIM significantly reduces rework, enhances interdisciplinary coordination, and streamlines project execution. The ability to identify discrepancies in early design stages ensures greater accuracy in construction, ultimately improving project outcomes.

Time & Cost Management

BIM extends beyond design coordination by integrating 4D scheduling and 5D cost estimation, which revolutionize project workflows.

4D BIM allows project managers to simulate construction sequences, optimizing logistics planning and predicting bottlenecks in the schedule. This predictive capability facilitates more strategic decision-making regarding resource allocation and workflow efficiency.

5D BIM links financial data with the model, providing enhanced budget forecasting, earned-value analysis, and real-time cost control. Through accurate and dynamic financial integration, BIM improves cost predictability and risk management.

Waste Reduction & Sustainability

Construction projects often suffer from inefficiencies that result in material waste and budget overruns. BIM addresses these challenges by optimizing procurement and scheduling, ensuring that materials are ordered and delivered precisely when needed. This minimizes excess inventory and unnecessary expenditures.

Additionally, 6D BIM—which integrates simulation and performance analysis—allows project managers to evaluate energy efficiency and sustainability options. By incorporating environmental parameters into early-stage planning, BIM fosters greener construction practices, supporting industry-wide sustainability goals.

Common Data Environment (CDE) Utilization

The successful implementation of BIM necessitates structured data management, which is facilitated through a CDE. The CDE serves as a centralized platform where project information remains structured, accessible, and securely managed. Key advantages of adopting a CDE include:

Improved data governance, ensuring controlled access permissions and preventing unauthorized modifications.
Enhanced collaboration, reducing miscommunication between interdisciplinary teams and streamlining decision-making processes.
Version control mechanisms, mitigating data inconsistencies by maintaining accurate records of model updates.
By integrating CDE practices with BIM workflows, project managers ensure efficiency, accuracy, and real-time accessibility to crucial project data, thereby reducing errors arising from outdated documentation.

BIM as a Cultural Shift in Project Management

Beyond technological advancements, BIM signifies a paradigm shift in project management methodologies, necessitating deeper collaboration across disciplines. Traditionally, project management workflows have

operated in hierarchical silos, limiting cross-functional interactions. BIM disrupts this model by fostering integrated digital ecosystems, where teams operate dynamically, and data exchange is optimized. Successful BIM adoption requires:

Defined protocols to ensure standardized processes across teams.
Comprehensive training initiatives aimed at equipping professionals with BIM competencies.
Industry-wide acceptance, facilitating a smoother digital transformation across the construction industry.

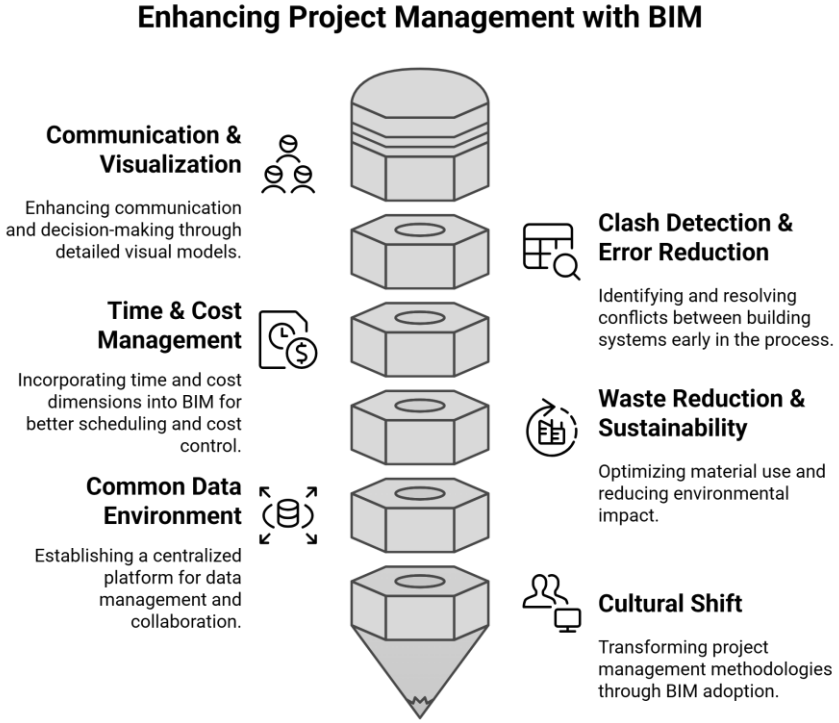


Figure 2. Enhancing Project Management with BIM.

5. DISCUSSION

BIM has revolutionized project management by enhancing collaboration, data-driven decision-making, and operational efficiency. The findings of this study highlight that BIM's impact extends beyond visualization and coordination, contributing to cost reduction, scheduling accuracy, and interdisciplinary integration. However, while BIM presents transformative potential, its adoption requires addressing methodological, financial, and cultural challenges. As depicted in Figure 3, this section discusses BIM's role as a catalyst for change, the challenges of implementation, and its future trajectory within project management.

Common Data Environments (CDEs) as a Solution

The CDE serves as an essential mechanism in ensuring structured BIM workflows. By centralizing project data, CDEs mitigate fragmentation, fostering real-time collaboration and enhanced data governance. Key advantages of CDE integration include:

Improved data consistency, reducing errors caused by outdated documentation.
Seamless collaboration, strengthening interdisciplinary coordination.
Information security, ensuring controlled access permissions.
Aligning CDE frameworks with ISO 19650 principles allows organizations to overcome BIM adoption barriers and ensures efficient digital transformation.

Challenges in BIM Implementation

Despite its advantages, widespread BIM adoption is hindered by several industry-specific challenges, including technical, financial, and procedural limitations:

Learning Curve & Technical Expertise: Many project teams require specialized training to effectively utilize BIM methodologies. The transition from traditional workflows to data-centric approaches necessitates substantial investment in education and skill development.
High Initial Investment Costs: The adoption of BIM demands financial investment in software acquisition, cloud-based platforms, and infrastructure enhancements, which can deter smaller firms from implementation.
Digital Divide in Construction: Large-scale firms have successfully integrated BIM, yet small and medium-sized enterprises (SMEs) encounter barriers related to accessibility, affordability, and technical expertise. Industry-wide efforts are required to promote equitable adoption.
Resistance to Process Change: Certain stakeholders remain reluctant to transition away from manual workflows, highlighting the need for cultural adaptation and change management initiatives.
Addressing these challenges requires strategic action, including structured policy frameworks, incentive-driven integration, and collaborative adoption models.

BIM as a Catalyst for Change

BIM facilitates digital transformation in the construction industry by introducing standardized workflows, structured information management, and real-time decision-making. Unlike conventional project management methodologies that rely on fragmented documentation, BIM ensures that project managers operate within a unified and interoperable ecosystem, reducing errors and optimizing efficiency.

Additionally, BIM aligns with ISO 19650, reinforcing the significance of structured methodologies in data governance, collaborative work environments, and lifecycle management. Without standardized frameworks, BIM risks becoming fragmented, leading to inefficiencies in model coordination, interoperability issues, and incomplete digital records.

Empirical studies demonstrate that integrating BIM within structured ISO-based frameworks results in improved budget control, enhanced risk mitigation, and streamlined interdisciplinary communication. Thus, BIM not only serves as a technological innovation but also represents a cultural shift in project management dynamics.

Future Directions: AI, IoT & Digital Twins

The next evolutionary phase of BIM involves its integration with Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), and Digital Twins. These technologies enable:

Real-time performance tracking, optimizing construction workflows.
Predictive analytics, improving scheduling and cost estimation accuracy.
Automated project optimization, enhancing sustainability and lifecycle efficiency.
For BIM to achieve widespread adoption, industry leaders must standardize methodologies, invest in education programs, and develop policy frameworks that reinforce structured BIM implementation.

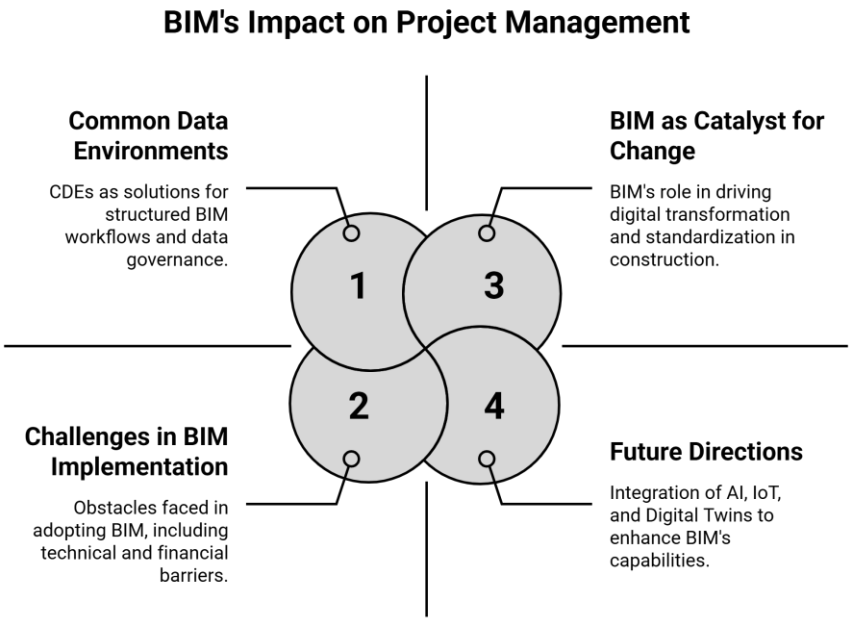


Figure 3. BIM's Impact on Project Management.

6. CONCLUSION

BIM represents a fundamental paradigm shift in construction project management, offering structured digital workflows that enhance collaboration, efficiency, and decision-making. The findings of this study demonstrate BIM's transformative impact on key project management areas, including visualization, risk mitigation, scheduling, cost control, and sustainability. By integrating data-driven methodologies, BIM facilitates interdisciplinary communication, minimizes errors, and streamlines project execution. The adoption of 4D scheduling, 5D cost estimation, and CDEs has proven essential for ensuring project accuracy and operational efficiency. Furthermore, standards such as ISO 19650 reinforce the importance of structured information management, ensuring interoperability and mitigating risks associated with fragmented digital adoption.

Despite its advantages, BIM adoption presents challenges related to technical expertise, initial investment costs, and cultural resistance. Addressing these barriers requires industry-wide standardization, comprehensive training programs, and policy support to ensure successful digital transformation across the construction industry.As the industry continues to evolve, BIM will increasingly integrate AI, IoT, and Digital Twins, enabling real-time analytics, predictive modeling, and automated project optimization. These advancements will further enhance sustainability, efficiency, and adaptability, ensuring the construction industry remains resilient to future challenges.

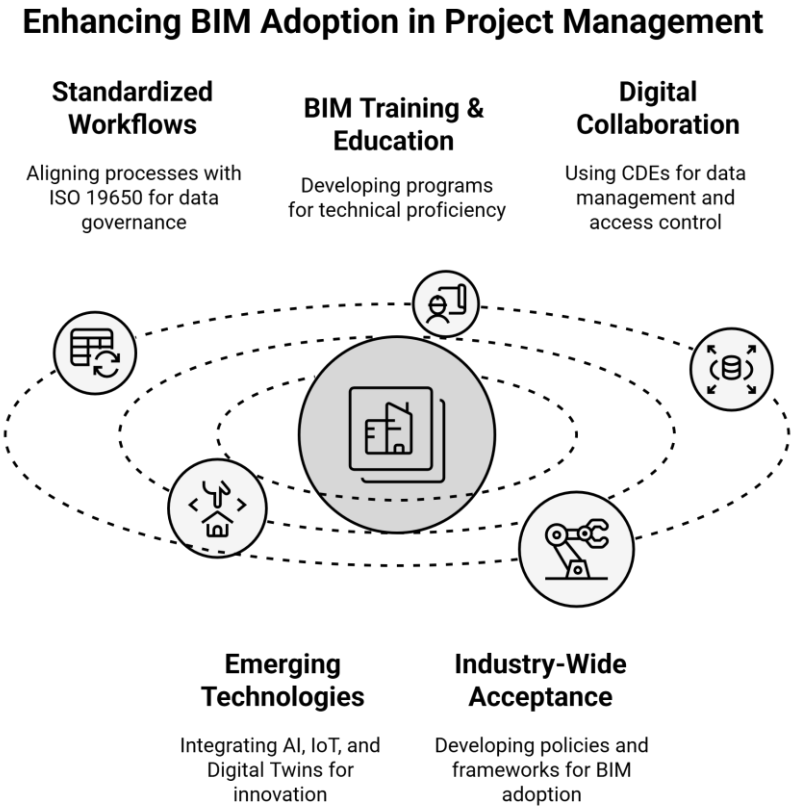


Figure 4. Enhancing BIM Adoption in Project Management.

Ultimately, BIM is not merely a technological advancement but a cultural and operational transformation, shifting project management from isolated disciplines to integrated digital ecosystems. For project managers willing to embrace this evolution, BIM represents an opportunity to drive innovation, improve efficiency, and achieve higher-quality outcomes across all phases of construction.

6.1. Recommendations

To fully leverage BIM's potential and facilitate its widespread adoption, this study proposes the following recommendations as depicted in Figure 4:

1. Adopt Standardized Workflows

Organizations should align BIM processes with ISO 19650, ensuring structured data governance and interoperability across project stakeholders.

Establishing clear protocols for data exchange and standardized documentation will enhance consistency and collaboration within interdisciplinary teams.

2. Invest in BIM Training & Education

Specialized training programs should be developed to equip project managers and industry professionals with technical proficiency in BIM methodologies.

Industry-wide initiatives must support accessible education, ensuring that smaller firms overcome technical barriers and integrate BIM effectively.

3. Enhance Digital Collaboration Through CDEs

The adoption of CDEs should be prioritized to streamline data management and enforce structured information governance.

Real-time access control, version tracking, and metadata structuring should be integrated into project workflows to improve accuracy and efficiency.

4. Integrate BIM with Emerging Technologies

Project managers should explore AI for predictive analytics, IoT sensors for real-time tracking, and Digital Twins for lifecycle management.

Future-proofing BIM adoption will require aligning digital workflows with emerging industry innovations to maximize efficiency.

5. Promote Industry-Wide Acceptance & Policy Support

Policymakers and industry leaders should collaborate to develop regulations supporting structured BIM adoption and digital transformation within construction.

Collaborative frameworks must be established to facilitate knowledge sharing, research, and standardized implementation across projects.

These recommendations aim to bridge the gap between traditional project management practices and modern data-driven methodologies, ensuring that BIM continues to serve as a catalyst for innovation in the construction industry.

REFERENCES

Alomari, K., Gambatese, J., & Olsen, M. J. (2016). Role of BIM and 3D Laser Scanning on Job sites from the Perspective of Construction Project Management Personnel. *Construction Research Congress 2016*, 2532–2541. https://doi.org/10.1061/9780784479827.252

Barnes, P. (2020). BIM for Project Managers. In *Department of Civil and Environmental Engineering, Division of Construction Management, Chalmers University of Technology, Göteborg*. ICE Publishing. https://doi.org/10.1680/bimpm.65291

Bosch-Sijtsema, P., & Gluch, P. (2021). Challenging construction project management institutions: the role and agency of BIM actors. *International Journal of Construction Management*, *21*(11), 1077–1087. https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1602585

Chan, A. P. C., Ma, X., Yi, W., Zhou, X., & Xiong, F. (2018). Critical review of studies on building information modeling (BIM) in project management. *Frontiers of Engineering Management*, *5*(3), 394–406. https://doi.org/10.15302/J-FEM-2018203

Fazli, A., Fathi, S., Enferadi, M. H., Fazli, M., & Fathi, B. (2014). Appraising Effectiveness of Building Information Management (BIM) in Project Management. *Procedia Technology*, *16*, 1116–1125. https://doi.org/10.1016/j.protcy.2014.10.126

Heigermoser, D., García de Soto, B., Abbott, E. L. S., & Chua, D. K. H. (2019). BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management. *Automation in Construction*, *104*, 246–254. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.019

ISO/DIS19650-6. (2024). *ISO/DIS 19650-6 Part 6: Health and safety information*. ISO - International Organization for Standardization. https://www.iso.org/standard/82705.html

ISO19650-1. (2018). *ISO 19650-1:2018 Part 1: Concepts and principles*. ISO - International Organization for Standardization. https://www.iso.org/standard/68078.html

ISO19650-2. (2018). *ISO 19650-2:2018 Part 2: Delivery phase of the assets*. ISO - International Organization for Standardization. https://www.iso.org/standard/68080.html

ISO19650-3. (2020). *ISO 19650-3:2020 Part 3: Operational phase of the assets*. ISO - International Organization for Standardization. https://www.iso.org/standard/75109.html

ISO19650-4. (2022). *ISO 19650-4:2022 Part 4: Information exchange*. ISO - International Organization for Standardization. https://www.iso.org/standard/78246.html

ISO19650-5. (2020). *ISO 19650-5:2020 Part 5: Security-minded approach to information management*. ISO - International Organization for Standardization. https://www.iso.org/standard/74206.html

Lahdou, R., & Zetterman, D. (2011). *BIM for Project Managers How project managers can utilize BIM in construction projects*.

Ma, X., Xiong, F., Olawumi, T. O., Dong, N., & Chan, A. P. C. (2018). Conceptual Framework and Roadmap Approach for Integrating BIM into Lifecycle Project Management. *Journal of Management in Engineering*, *34*(6), 5018011. https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000647

Mesároš, P., & Mandičák, T. (2017). Exploitation and Benefits of BIM in Construction Project Management. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *245*(6), 062056. https://doi.org/10.1088/1757-899X/245/6/062056

Peterson, F., Hartmann, T., Fruchter, R., & Fischer, M. (2011). Teaching construction project management with BIM support: Experience and lessons learned. *Automation in Construction*, *20*(2), 115–125. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2010.09.009

Rahman, R. A., Alsafouri, S., Tang, P., & Ayer, S. K. (2016). Comparing Building Information Modeling Skills of Project Managers and BIM Managers Based on Social Media Analysis. *Procedia Engineering*, *145*, 812–819. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.04.106

Rokooei, S. (2015). Building Information Modeling in Project Management: Necessities, Challenges and Outcomes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *210*, 87–95. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.332

Smith, P. (2014). BIM & the 5D Project Cost Manager. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *119*, 475–484. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.053

Travaglini, A., Radujkovic, M., & Mancini, M. (2014). Building Information Modelling (BIM) and Project Management: a Stakeholders Perspective. *Organization, Technology and Management in Construction: An International Journal*, *6*(2), 1001–1008. https://doi.org/10.5592/otmcj.2014.2.8

Wan Abdul Basir, W. N. F., Majid, Z., Ujang, U., & Chong, A. (2018). INTEGRATION OF GIS AND BIM TECHNIQUES IN CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT – A REVIEW. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, *XLII-4/W9*, 307–316. https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W9-307-2018

Wang, T., & Chen, H.-M. (2023). Integration of building information modeling and project management in construction project life cycle. *Automation in Construction*, *150*, 104832. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104832

Ye, Z., Antwi-Afari, M. F., Tezel, A., & Manu, P. (2025). Building information modeling (BIM) in project management: a bibliometric and science mapping review. *Engineering, Construction and Architectural Management*, *32*(5), 3078–3103. https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2023-0355

THE ROLE OF INFORMATION MANAGEMENT IN BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) FOR DIGITAL TRANSFORMATION IN CONSTRUCTION

Murat AYDIN

Dr. Ankara University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara, Turkey.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3928-2936

ABSTRACT

The Architecture, Engineering, and Construction (AEC) industry has witnessed a significant shift toward digital transformation, driven by the adoption of Building Information Modeling (BIM) and structured information management. As construction projects become increasingly complex and data-driven, effective information governance has emerged as a critical factor in ensuring efficiency, interoperability, and sustainability. This study explores the evolving role of information management, analyzing industry trends, challenges, and opportunities within BIM-enabled digital workflows. Key themes include the importance of standardized protocols, the integration of Common Data Environments (CDEs), and the impact of AI-driven automation on structured data governance. Through a comparative analysis, the study examines regional variations in BIM adoption, the role of Information Managers, and future trajectories for optimizing digital construction practices. Findings indicate that while BIM enhances collaboration and data consistency, persistent barriers—including interoperability issues, lack of formalized education pathways, and ethical concerns in AI-driven automation—require further refinement. This paper contributes to ongoing discourse on information-driven digital transformation, proposing strategic recommendations for improving standardization, sustainability, and scalability within the AEC industry.

Keywords: Information Management, Building Information Modelling (BIM), Digital Transformation, Common Data Environment (CDE), Interoperability, Automation, Artificial Intelligence (AI)

1. INTRODUCTION

The Architecture, Engineering, and Construction (AEC) industry has witnessed a profound shift in operational methodologies with the emergence of Building Information Modelling (BIM). As projects grow in complexity and data-driven decision-making becomes increasingly vital, information management has evolved into a core discipline essential for efficiency, interoperability, and sustainability. Traditionally, construction workflows were fragmented, relying on inconsistent data exchanges, leading to inefficiencies and miscommunication (Nguyen & Adhikari, 2023; Stojanovska-Georgievska et al., 2022). However, the adoption of structured digital frameworks has facilitated a shift toward collaborative, standardized information governance, optimizing lifecycle management and enhancing cross-disciplinary coordination (Sepasgozar et al., 2023).

The role of information management within BIM has transitioned from a technical support function to a strategic enabler of digital transformation. Governments and industry stakeholders worldwide are implementing digital mandates to reinforce standardized information protocols, Common Data Environments (CDEs), and defined Information Requirements, ensuring data consistency across project phases (ISO/DIS19650-6, 2024; ISO19650-1, 2018; ISO19650-2, 2018; ISO19650-3, 2020; ISO19650-4, 2022; ISO19650-5, 2020). Despite these advancements, challenges persist—many organizations struggle with disparities in data governance, limited formal education pathways for Information Managers, and inconsistent adoption of digital standards across regions (Olofsson Hallén et al., 2025).

This study aims to explore the transformative impact of information management on BIM-enabled digital workflows, analyzing how structured data governance improves project efficiency, interdisciplinary collaboration, and long-term sustainability. By examining industry trends, interoperability frameworks, and the shift from traditional 3D modelling to structured data-driven approaches, this paper provides insights into current challenges, emerging opportunities, and future advancements in digital construction practices.

This paper is structured as follows: Section 2 presents a comprehensive literature review, synthesizing key studies on BIM-enabled digital transformation and highlighting challenges in information management frameworks. Section 3 outlines the methodology, detailing the comparative analysis approach, foundational concepts, and limitations of the study. Section 4 focuses on the findings, illustrating critical insights into

structured data governance, interoperability challenges, and AI-driven automation in BIM workflows. Section 5 provides a discussion, interpreting the results in relation to existing literature, addressing barriers, and exploring future research directions. Finally, Section 6 presents the conclusion and recommendations, summarizing the study's contributions and offering actionable steps to enhance information-driven digital construction practices.

2. LITERATURE REVIEW

As seen in Figure 1, Information management plays a pivotal role in shaping BIM practices, directly influencing the digital transformation of the construction industry. As the industry increasingly adopts digital technologies, understanding the interplay between BIM and information management is essential for realizing the full potential of digital workflows. As illustrated in Figure 2, existing research underscores the need for robust information governance frameworks, standardization, and interoperability to facilitate collaboration and minimize inefficiencies in project lifecycles (Glema, 2017; Heaton et al., 2019).

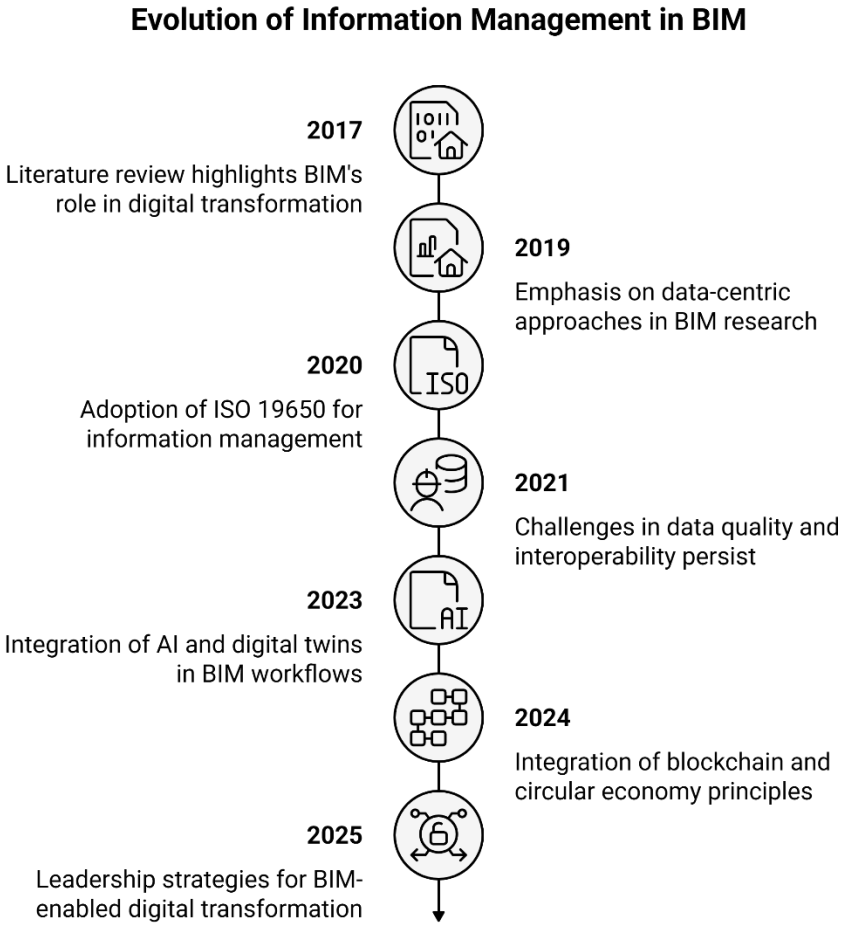


Figure 1. Evolution of Information Management in BIM.

Theoretical Foundations of Information Management in BIM

The evolution of BIM research initially centered on three-dimensional modelling and design optimization. However, recent studies have emphasized data-centric approaches, focusing on structured workflows, information validation, and CDEs to enhance efficiency and consistency across projects (Koseoglu et al., 2019). Scholars highlight information as a core asset, critical for ensuring data continuity, accessibility, and accuracy throughout construction processes (Daniotti et al., 2020).

Standardization and Regulatory Frameworks

Standardization efforts have led to the adoption of key frameworks, notably ISO 19650, which establishes structured guidelines for managing information in built environment projects. This framework reinforces defined Information Requirements (EIRs), BIM Execution Plans (BEPs), and Levels of Information Need (LOIN) to improve interoperability and optimize data exchange among stakeholders (Lazaro-Aleman et al., 2020; Turkova et al., 2020).

BIM and Information Management Landscape

Characteristic	BIM Practices	Digital Transformation	Information Management
Core Asset	3D modeling and design optimization	Data-centric approaches	Information as a core asset
Standardization	Defined Information Requirements (EIRs)	BIM Execution Plans (BEPs)	Levels of Information Need (LOIN)
Challenges	Data quality, interoperability issues	Fragmented workflows, missing protocols	Knowledge gap in information governance
AI and Automation	Enhance data validation	Automate repetitive tasks	Optimize decision-making processes
Future Directions	Blockchain technology integration	Circular economy principles adoption	Organizational alignment and governance

Figure 2. BIM and Information Management Landscape.

Challenges in Information Management

Despite advancements, persistent challenges in data quality, interoperability, and information governance hinder digital transformation efforts. Fragmented workflows and the absence of standardized data-sharing protocols create obstacles for collaborative implementation (Gamage & Kanthi, 2021). Additionally, research stresses the need for formal education and professional development to bridge the existing knowledge gap in information governance within construction (Stojanovska-Georgievska et al., 2022).

AI and Automation in Digital Construction

Emerging studies explore the integration of artificial intelligence (AI) and automation into BIM workflows. AI-driven solutions have been shown to enhance data validation, automate repetitive tasks, and optimize decision-making processes (Huang et al., 2021). Parallel research highlights how digital twins are shaping real-time data integration, improving operational efficiency within construction workflows (Nguyen & Adhikari, 2023; Sepasgozar et al., 2023). However, ethical concerns, data security risks, and accuracy challenges remain significant (Afzal et al., 2023).

Future Directions

Recent literature points toward the integration of blockchain technology, BIM, and decentralized systems to enhance transparency and sustainability (Cocco & Tonelli, 2024). The adoption of circular economy principles seeks to repurpose structured information for long-term efficiency (Banihashemi et al., 2024). Furthermore, leadership strategies play a critical role in the trustful adoption of BIM-enabled digital transformation, emphasizing organizational alignment and regulatory governance frameworks (Olofsson Hallén et al., 2025).

3. METHOD

This study adopts a qualitative approach to analyze the evolution of information management within BIM, focusing on its role in digital transformation in the AEC industry. The comparative analysis framework examines challenges and advancements in structured data governance, interoperability, and emerging technologies, integrating insights from industry standards, case studies, and conceptual models.

The problem addressed in this study revolves around fragmented communication, inconsistent data governance, and barriers to interoperability, which hinder efficient data exchange within BIM workflows. Despite the adoption of ISO 19650-compliant frameworks, persistent challenges in standardization and AI-driven automation highlight the need for refined governance strategies.

Key insights from the literature review indicate that BIM has shifted from 3D modeling to structured data-driven workflows, emphasizing information validation, lifecycle data continuity, and sustainability. While CDEs facilitate interoperability, studies suggest that regional variations in BIM adoption create disparities in digital construction practices. Additionally, research on AI and digital twins reveals the potential for data optimization, yet ethical concerns and security risks remain significant.

The research methodology incorporates a comparative analysis of BIM adoption, assessing structured data governance, AI-driven automation, and sustainability models in digital construction workflows. The findings from this study provide a critical understanding of how information management enhances collaboration, efficiency, and long-term scalability within BIM-enabled projects.

4. FINDINGS

The analysis of information management within BIM offers critical insights into the digital transformation of the AEC industry. As depicted in Figure 3, the findings emphasize the transition from traditional workflows to structured, interoperable data management approaches, underscoring the role of information governance in fostering efficiency and interdisciplinary collaboration.

Information as the Core of Construction Processes

Effective information management serves as a foundational element in construction workflows, ensuring data remains accurate, accessible, and structured across all project phases. Poor governance of information results in inefficiencies, delays, and costly rework, reinforcing the necessity of standardized protocols. The idea of information acting as the "mortar" that binds construction processes together is particularly evident in projects that successfully implement robust data governance frameworks.

Transition from 3D Modelling to Data-Driven Workflows

Early BIM implementations primarily emphasized visual representation through 3D modelling. However, the industry's shift toward structured data models has significantly enhanced informed decision-making across disciplines. This transition’s success largely depends on the adoption of CDEs and well-defined Information Requirements (EIRs, BEPs, LOIN, etc.), which facilitate data-driven collaboration and workflow optimization.

Addressing Interoperability Challenges

Interdisciplinary collaboration within BIM environments is frequently impeded by fragmented software ecosystems and incompatible data formats. The integration of open standards, such as openBIM, enhances interoperability, ensuring seamless information exchange between stakeholders. Standardizing data management across disciplines is crucial to improving continuity, optimizing information flow, and facilitating efficient project handovers.

Circular Information Management for Sustainable Workflows

The traditional segmentation of project phases has historically led to data silos, reducing long-term efficiency. Circular information management aims to retain, recycle, and repurpose structured data, thereby ensuring continuity across construction workflows. High-quality data preservation enhances sustainability by

minimizing redundancies and improving decision-making for future projects, supporting a more resilient digital construction ecosystem.

The Expanding Role of Information Managers

The role of Information Managers has evolved from a technical function into a strategic discipline that bridges technological advancements with effective communication. Digital proficiency, adaptability, and strong interpersonal skills are now fundamental for navigating complex data workflows. Moreover, ensuring that information governance aligns with industry standards is vital for promoting transparency and operational efficiency across projects.

The Influence of AI and Automation

AI-driven automation has streamlined core processes such as data validation, classification, and information flow management, significantly enhancing operational efficiency. Despite these advancements, human oversight remains indispensable in ensuring robust data governance and ethical decision-making. The future of information management will depend on a balanced approach that integrates automation with structured governance frameworks to maximize efficiency without compromising oversight.

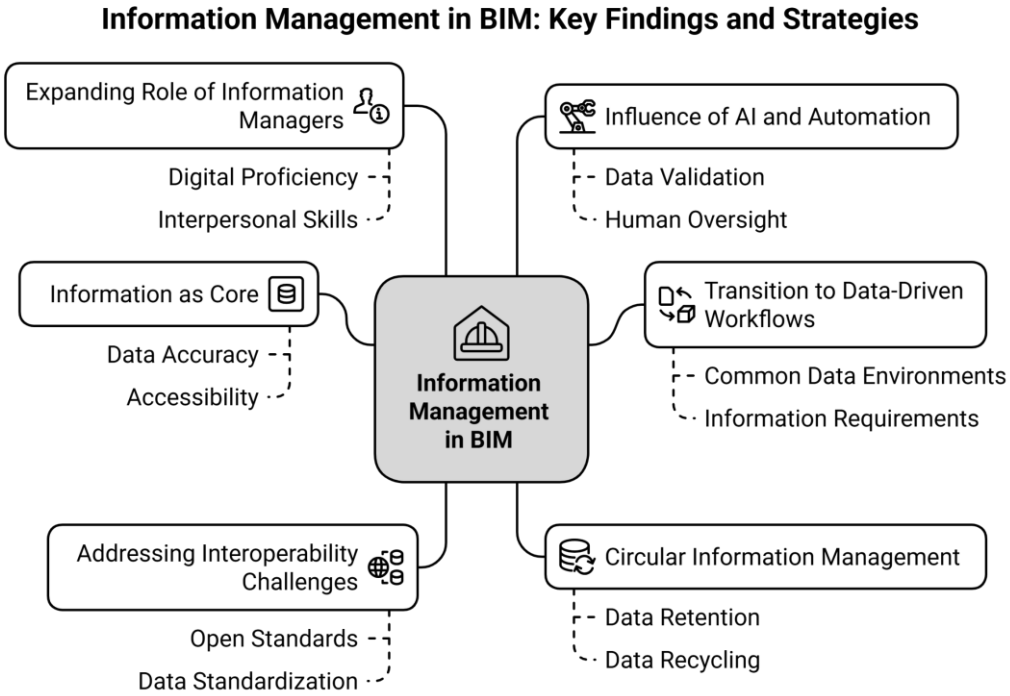


Figure 3. Key Findings of the Study.

5. DISCUSSION

The findings of this study underscore the central role of information management in facilitating BIM-enabled digital transformation within the construction industry. As demonstrated in previous research, effective data governance, structured workflows, and interoperability frameworks contribute to increased efficiency and collaboration across project lifecycles (Daniotti et al., 2020; Heaton et al., 2019). However, despite these advancements, challenges persist in standardization, adoption, and integration of emerging technologies, suggesting the need for further refinement of information management strategies.

Interpretation of Findings in Relation to Existing Research

This study corroborates existing literature emphasizing the shift from 3D modelling to data-centric workflows (Glema, 2017; Koseoglu et al., 2019). While BIM's early adoption focused primarily on visual representation, recent advancements have reinforced its role as an information-driven framework, supporting decision-making through structured data environments. Scholars have consistently highlighted that information acts as the

foundation for digital transformation, ensuring continuity, accessibility, and accuracy (Turkova et al., 2020). The findings align with this perspective, demonstrating that standardized information protocols, such as ISO 19650, significantly improve interdisciplinary collaboration and data exchange efficiency (Lazaro-Aleman et al., 2020).

Challenges in Implementing BIM-Enabled Digital Transformation

Despite notable progress, several challenges hinder the seamless integration of BIM-driven digital transformation. Interoperability remains a critical barrier, as fragmented software ecosystems and incompatible data formats disrupt efficient communication among stakeholders (Gamage & Kanthi, 2021). Additionally, findings suggest that knowledge gaps in information governance further complicate industry-wide adoption, as many professionals struggle with implementing structured data management frameworks effectively (Stojanovska-Georgievska et al., 2022). Another significant challenge is the uncertainty surrounding AI-driven automation, particularly regarding data security, ethical considerations, and decision-making transparency (Afzal et al., 2023). While automation offers substantial benefits—such as improved data validation and workflow efficiency—concerns persist over the reliability and governance of AI-generated insights within construction processes (Huang et al., 2021).

Future Directions and Emerging Opportunities

The findings indicate that future advancements in BIM-enabled digital transformation will likely be shaped by technological convergence, particularly through the integration of digital twins, IoT, and blockchain-based data governance frameworks (Cocco & Tonelli, 2024; Nguyen & Adhikari, 2023). These innovations present opportunities to enhance real-time data processing, optimize lifecycle management, and improve project transparency. Moreover, as leadership strategies gain prominence in BIM adoption, industry-wide alignment on policy frameworks and governance models will be essential for successful implementation (Olofsson Hallén et al., 2025). Given the importance of sustainability, circular information management is emerging as a key area for future research. The ability to retain, recycle, and repurpose structured data could contribute to long-term project efficiency, reducing redundancy while supporting environmentally responsible construction practices (Banihashemi et al., 2024).

As depicted in Figure 4, the discussion underscores the critical role of information management in shaping BIM-driven digital transformation. While significant strides have been made in data governance, automation, and interoperability, challenges remain in standardization, AI adoption, and interdisciplinary collaboration. Future research should focus on developing frameworks that bridge BIM with emerging technologies, ensuring scalability, security, and adaptability across diverse construction environments.

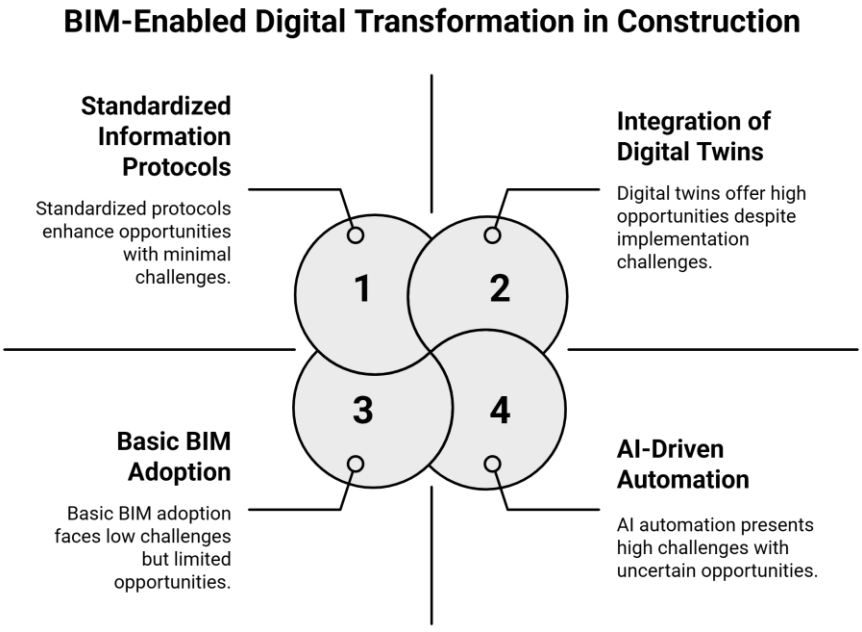


Figure 4. BIM-Enabled Digital Transformation in Construction.

6. CONCLUSION

The integration of structured information management within BIM has significantly reshaped digital workflows in the AEC industry. This study has examined the evolving role of information governance, emphasizing its contribution to standardized data protocols, interoperability, and circular information management as fundamental elements in optimizing efficiency and sustainability across project lifecycles.

Findings indicate that effective information management frameworks enhance collaboration, minimize inefficiencies, and support data-driven decision-making. The adoption of ISO 19650-compliant workflows, alongside emerging technologies such as digital twins and AI-driven automation, presents new opportunities for improving data validation, lifecycle management, and interdisciplinary coordination. However, challenges persist in standardization, stakeholder alignment, and ethical considerations surrounding automation, requiring industry-wide adaptations for scalable and resilient digital transformation.

6.1. Recommendations

To advance information governance within BIM workflows, several recommendations emerge from this study, as depicted in Figure 5:

Strengthen industry-wide standardization to enhance data consistency and interoperability, ensuring seamless integration of structured information across platforms.
Expand formal education pathways for Information Managers, promoting a structured approach to professional development and digital competency.
Promote openBIM principles, fostering interoperable collaboration among diverse software ecosystems and multidisciplinary teams.
Encourage circular information management, facilitating data recycling, long-term project optimization, and enhanced sustainability strategies.
Develop ethical AI frameworks, ensuring that automation complements structured governance while safeguarding data integrity, security, and transparency.
Integrate digital twin models and IoT-enabled solutions to improve real-time data analysis, predictive maintenance, and lifecycle decision-making.
These recommendations provide a strategic roadmap for advancing structured information management practices, reinforcing data-driven digital transformation efforts within the AEC industry. Future research should explore scalability models, cross-disciplinary data sharing mechanisms, and policy-driven governance frameworks to further strengthen BIM-enabled digital ecosystems.

Recommendations for Advancing Information Governance within BIM Workflows

Recommendation	Description
Strengthen industry-wide standardization	Enhance data consistency and interoperability
Expand formal education pathways	Promote structured professional development and competency
Promote openBIM principles	Foster interoperable collaboration among diverse teams
Encourage circular information management	Facilitate data recycling and long-term optimization
Develop ethical AI frameworks	Ensure automation complements governance and safeguards data
Integrate digital twin models and IoT solutions	Improve real-time data analysis and lifecycle decisions

Figure 5. Recommendations for Advancing Information Governance within BIM Workflows

REFERENCES

Afzal, M., Khan, A. U., Bilal, M., Ayyub, M. F., & Shoaib, M. (2023). Digital Twins: Facilitating Digital Transformation From and Beyond BIM in Construction. *2023 4th International Conference on Data Analytics for Business and Industry (ICDABI)*, 593–597. https://doi.org/10.1109/ICDABI60145.2023.10629297

Banihashemi, S., Meskin, S., Sheikhkhoshkar, M., Mohandes, S. R., Hajirasouli, A., & LeNguyen, K. (2024). Circular economy in construction: The digital transformation perspective. *Cleaner Engineering and Technology*, *18*, 100715. https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100715

Cocco, L., & Tonelli, R. (2024). Digital Transformation in the Construction Sector: Blockchain, BIM and SSI for a More Sustainable and Transparent System. *Future Internet*, *16*(7), 232. https://doi.org/10.3390/fi16070232

Daniotti, B., Gianinetto, M., & Della Torre, S. (2020). *Digital Transformation of the Design, Construction and Management Processes of the Built Environment* (B. Daniotti, M. Gianinetto, & S. Della Torre (eds.)). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-33570-0

Gamage, A., & Kanthi, A. N. (2021). Study of challenges in implementing digital transformation in construction projects. *ITcon Vol. 28 (2023), Samuelson & Stehn, Pg, 386*. https://doi.org/10.52155/ijpsat.v30.1.3912

Glema, A. (2017). Building Information Modeling BIM - Level of Digital Construction. *Archives of Civil Engineering*, *63*(3), 39–51. https://doi.org/10.1515/ace-2017-0027

Heaton, J., Parlikad, A. K., Owens, D., & Pawsey, N. (2019). BIM as an Enabler for Digital Transformation. *International Conference on Smart Infrastructure and Construction 2019 (ICSIC)*, 49–54. https://doi.org/10.1680/icsic.64669.049

Huang, M. Q., Ninić, J., & Zhang, Q. B. (2021). BIM, machine learning and computer vision techniques in underground construction: Current status and future perspectives. *Tunnelling and Underground Space Technology*, *108*, 103677. https://doi.org/10.1016/j.tust.2020.103677

ISO/DIS19650-6. (2024). *ISO/DIS 19650-6 Part 6: Health and safety information*. ISO - International Organization for Standardization. https://www.iso.org/standard/82705.html

ISO19650-1. (2018). *ISO 19650-1:2018 Part 1: Concepts and principles*. ISO - International Organization for Standardization. https://www.iso.org/standard/68078.html

ISO19650-2. (2018). *ISO 19650-2:2018 Part 2: Delivery phase of the assets*. ISO - International Organization for Standardization. https://www.iso.org/standard/68080.html

ISO19650-3. (2020). *ISO 19650-3:2020 Part 3: Operational phase of the assets*. ISO - International Organization for Standardization. https://www.iso.org/standard/75109.html

ISO19650-4. (2022). *ISO 19650-4:2022 Part 4: Information exchange*. ISO - International Organization for Standardization. https://www.iso.org/standard/78246.html

ISO19650-5. (2020). *ISO 19650-5:2020 Part 5: Security-minded approach to information management*. ISO - International Organization for Standardization. https://www.iso.org/standard/74206.html

Koseoglu, O., Keskin, B., & Ozorhon, B. (2019). Challenges and Enablers in BIM-Enabled Digital Transformation in Mega Projects: The Istanbul New Airport Project Case Study. *Buildings*, *9*(5), 115. https://doi.org/10.3390/buildings9050115

Lazaro-Aleman, W., Manrique-Galdos, F., Ramirez-Valdivia, C., Raymundo-Ibanez, C., & Moguerza, J. M. (2020). Digital Transformation Model for the Reduction of Time Taken for Document Management with a Technology Adoption Approach for Construction SMEs. *2020 9th International Conference on Industrial Technology and Management (ICITM)*, 1–5. https://doi.org/10.1109/ICITM48982.2020.9080390

Nguyen, T. D., & Adhikari, S. (2023). The Role of BIM in Integrating Digital Twin in Building Construction: A Literature Review. *Sustainability*, *15*(13), 10462. https://doi.org/10.3390/su151310462

Olofsson Hallén, K., Forsman, M., & Eriksson, A. (2025). Which Aspects of Leadership Are Associated with Trustful Use of BIM and Other Digital Technologies in Construction? *Buildings*, *15*(10), 1670. https://doi.org/10.3390/buildings15101670

Sepasgozar, S., Khan, A., Smith, K., Romero, J., Shen, X., Shirowzhan, S., Li, H., & Tahmasebinia, F. (2023). BIM and Digital Twin for Developing Convergence Technologies as Future of Digital Construction. *Buildings*, *13*(2), 441. https://doi.org/10.3390/buildings13020441

Stojanovska-Georgievska, L., Sandeva, I., Krleski, A., Spasevska, H., Ginovska, M., Panchevski, I., Ivanov, R., Perez Arnal, I., Cerovsek, T., & Funtik, T. (2022). BIM in the Center of Digital Transformation of the Construction Sector—The Status of BIM Adoption in North Macedonia. *Buildings*, *12*(2), 218. https://doi.org/10.3390/buildings12020218

Turkova, V. N., Archipova, A. N., & Fedorovna, Z. G. (2020). Digital transformation of the Russian construction industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *880*(1), 012083. https://doi.org/10.1088/1757-899X/880/1/012083

CREATIVE THINKING, CREATIVE PERSONALITY AND THEIR EFFECTIVENESS IN DESIGN

Seçil ŞATIR

Prof. Dr. ITU- Faculty of Architecture-Department of Industrial Design-Guest Lecturer

ABSTRACT

Creativity, just like design involves multidimensional thinking and a series of behaviours enabling it to be visible. Only thinking is not enough to produce a creative original idea. Once an idea is produced it should be visible or perceived with the five senses. This process of causing a creative idea to be perceived with the senses could be implemented in behaviours, mimics, comedic gestures and utterances, cartoons, paintings, sculptures, architecture, music, poems and design objects. A creative idea could also be implemented in the perfect usage of an original machine, a solution to any problem of life, a scientific discovery, and analysis of a plan and system. It could be realized under an economic challenge, in a business environment in need of a solution to various problems, etc. and in any kind of challenge to be met with positive results. A creative personality with creative thinking tends to have the following characteristics: overcoming complexities and conflicts, having self-confidence, facing challenges, deciding independently, being curious and capable of prompting imagination. It is evident that a creative personality with creative thinking is indisputably efficient in design since creativity and design tend to be two concepts of equivalent degree. Thus, their equivalence is intertwined. One of the oldest and anonymous definitions of design involves a synthesis or definition with transitive relations: design is a field of thinking and practice existing between art and science. It is rather close to art or science/technique according to the specialized field for which operations are executed and ideas produced.

Key words: Creative thinking, creative personality, design.

INTRODUCTION

The concept of creativity is of great importance in all fields of life, and it is supposed to

exist more or less, in every person. Generally speaking, creativity is known to exist at least in a moderate level of intelligence; to be a human quality and more important, it is a concept by which it is possible to evaluate a person from a different perspective than others. It is considered that design and creativity are equivalent concepts since both creation and design are phenomena of thought processes. Creativity and design are considered to be the signs of ability to produce out-of-the ordinary ideas. Millions of cells in brain and synapses, their extensions work unceasingly to bring multidimensional knowledge of near or far fields to new knowledge so that they could generate new syntheses.

“That complex and mysterious system of thinking in the behaviours of creative personalities and their creative ideas have been revealed thorough long decades of research. Creativity could be identified by means of design” (Şatır, 2001:325-328), (Şatır, 2002: 61-69).

METHODOLOGY

The subject of collecting data on creativity dates back many years. Of course, many years do not prevent learning current data and literature information. However, here, the data that students see as equivalent to their own identities is in the foreground. Recent creativity research is research that supports the personal development of individuals. Therefore, data analysis was carried out on the data that students collected and identified with their own thoughts.

The research design employed for this paper mainly relates to descriptive and interpretive framework based upon qualitative research. The descriptive framework of the paper was shaped during the course “Introduction to the Concepts of Creativity”. Master’s and PhD students enrolled on this course. Many of them received a bachelor’s degree in engineering.

The course provided the students with the tools to do research in order to discover how their own creative ideas were generated. The students participating in this study developed their ideas on the perception and process of creativity and revealed them as descriptive data. The inductive approach in this study provided the interpretation of data and conclusion-drawing. The findings in this study could be considered to be a reflection of the characteristics of creative thinking and personalities.

The original name of the interpretive method of the research is Hermeneutics. Dilthey has made great contributions to the development and current achievement of Hermeneutics. The characteristic of man to bind everything to will, to recognize himself as different and altered from nature, creates the fact of his own consciousness, his spirituality, within the framework of his own actions. Dilthey (1999: 13, 86,89,90) states that the basis of all historical and social facts is "dependence on consciousness" and that these emerge with spiritual abilities specific to man. Accordingly:

He emphasized that “spirituality is the very attribute of these facts and events.”..We call this method, which enables the inner necessity to be known through signs given to the senses from outside, understanding… The art of understanding finds its central point in the explanation (analysis of understanding) or interpretation of the written legacy/inheritance of human existence… The science of hermeneutics emerged from the war between different tendencies that emerged in the explanation of works of vital importance and from the imperative need to establish rules. This science is the teaching of the art of explanation of written works.”

The paper fulfilled the requirements of the hermeneutic method.

Planning Research

The research bases its theoretical foundations on literature review according to assumptions or hypotheses. Students will consider the information they have researched and obtained as equivalent to their own identities and will have carried out the planning and execution stages of the research with their presentations in the classes. The planning of the paper developed within this framework:

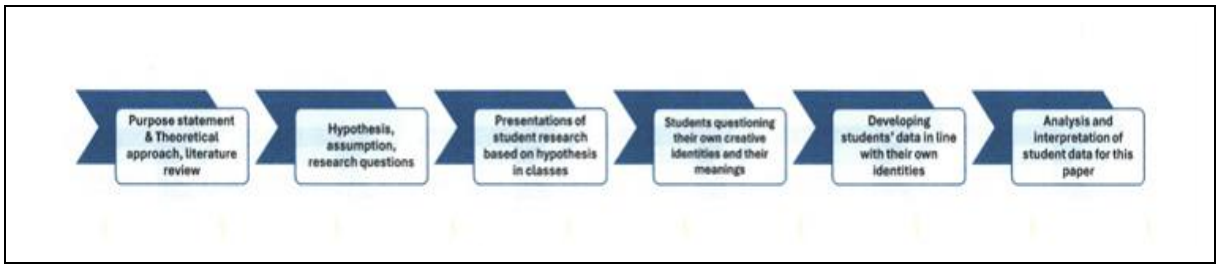


Table 1: Schematic representation of research planning

Statement of purpose: The aim of the paper is to have graduate students question their own creative identities. Because creativity is equivalent to design. In the theoretical approach of the paper, creativity concepts were first researched in the literature in order to find answers to the research questions or assumptions.

Hypothesis and research question: In addition to learning creativity, students taking the course ‘Introduction to Creativity Concepts’ should analyze what they have researched, understand, explain and want to develop their own creative identities.

Student research: The fact that each student has done their own research has enabled them to choose patches according to their own thought identities and knead the information they have acquired into their own thought systems and search for their own creative characteristics.

Students understanding their own creative identities: It is important that they have identified the information they have acquired with their own identities and developed examples in small applications in the course.

The data collected by the students should be analyzed: Creating a matrix with the students' data; analyzing the information obtained; transferring it to the next process.

Interpretation of student work and analysis: The data researched by students should be examined, analyzed and evaluated by making comments both in terms of creativity concepts in general and in terms of their own thought systems.

1. THE CONCEPT OF CREATIVITY

The concept of creativity derives from the Latin term “creare” “to create” describing an

ability to produce an authentic idea, product or behaviour. In other words, it is an ability to design. Thought is not enough to produce an original idea. It is crucial that this idea is to be seen, perceived or used by others or society beyond that creative person.

To have a better understanding of creativity, more recent researches examine how new ideas are generated in mind.

Yaratıcılığı daha iyi anlayabilmek için düşüncede nasıl meydana geldiği son yılların araştırmaları arasındadır.

1.1 Creative Thinking

According to scientific research, in the physiological structure of thought, the stimuli coming to the brain are transmitted and evaluated between cells, and billions of synapses are involved in this. This communication network is in an incredible system, and synapses can create information models without creating problems. In this network, thought works with parallel and intersecting (resonance and interference) wavelengths. They are information models and they are in a constant network of communication between themselves and new incoming impulses. This communication is provided by synapses which are extensions of cells. In such a network of communication, impulses, i.e., information models are to generate thought and creative thinking, which is a special model of thought with its resonance or interference (parallel or intersecting) wave lengths.

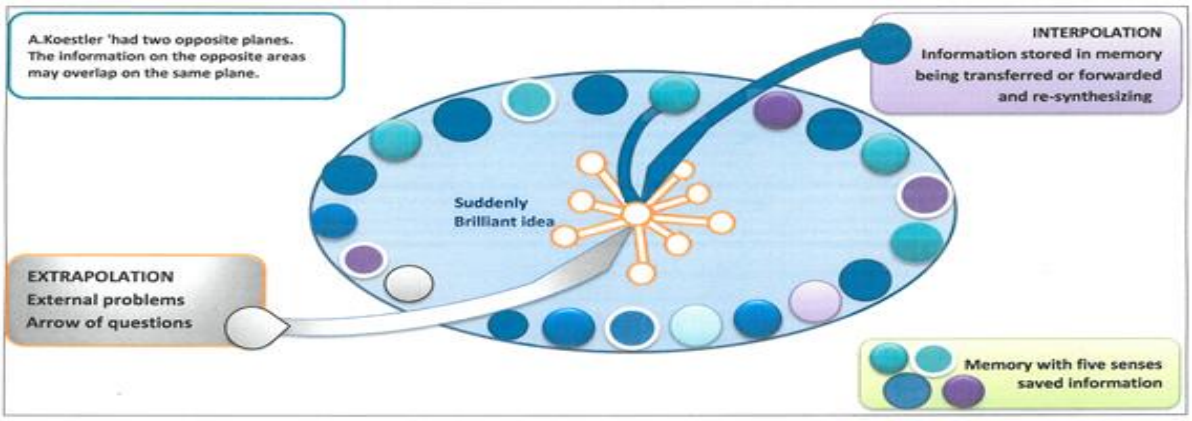


Table 2: Inspired and developed by Arthur Koestler (1966: 62)’s view on the moment when creative thinking is generated, the spark of a spontaneous idea.

Within the scope of intersecting waves, which are considered to be the highest level of creative thinking, Koestler (1966:25, 26, 62)’s definition of creative thinking is that it is a plane where fields which are previously unrelated intersect and related areas of both systems integrate. In this way, incubation and illumination (sudden idea) periods are sparked off. Koestler argued that in all unconscious creative periods, there is always the same intersection of planes, the same juncture and spark; all these junctures have three degrees and all of them reveal comic, tragic and mental effects of this same system pair. Koestler defined that an idea sparks off on intersecting planes. Table 2 describes how the spark in the brain cells operates the associations of knowledge in memory and synthesizes them.

The theorists of creativity tend to believe that the creative process take place in four stages: Preparation, incubation, illumination (sudden idea), verification.

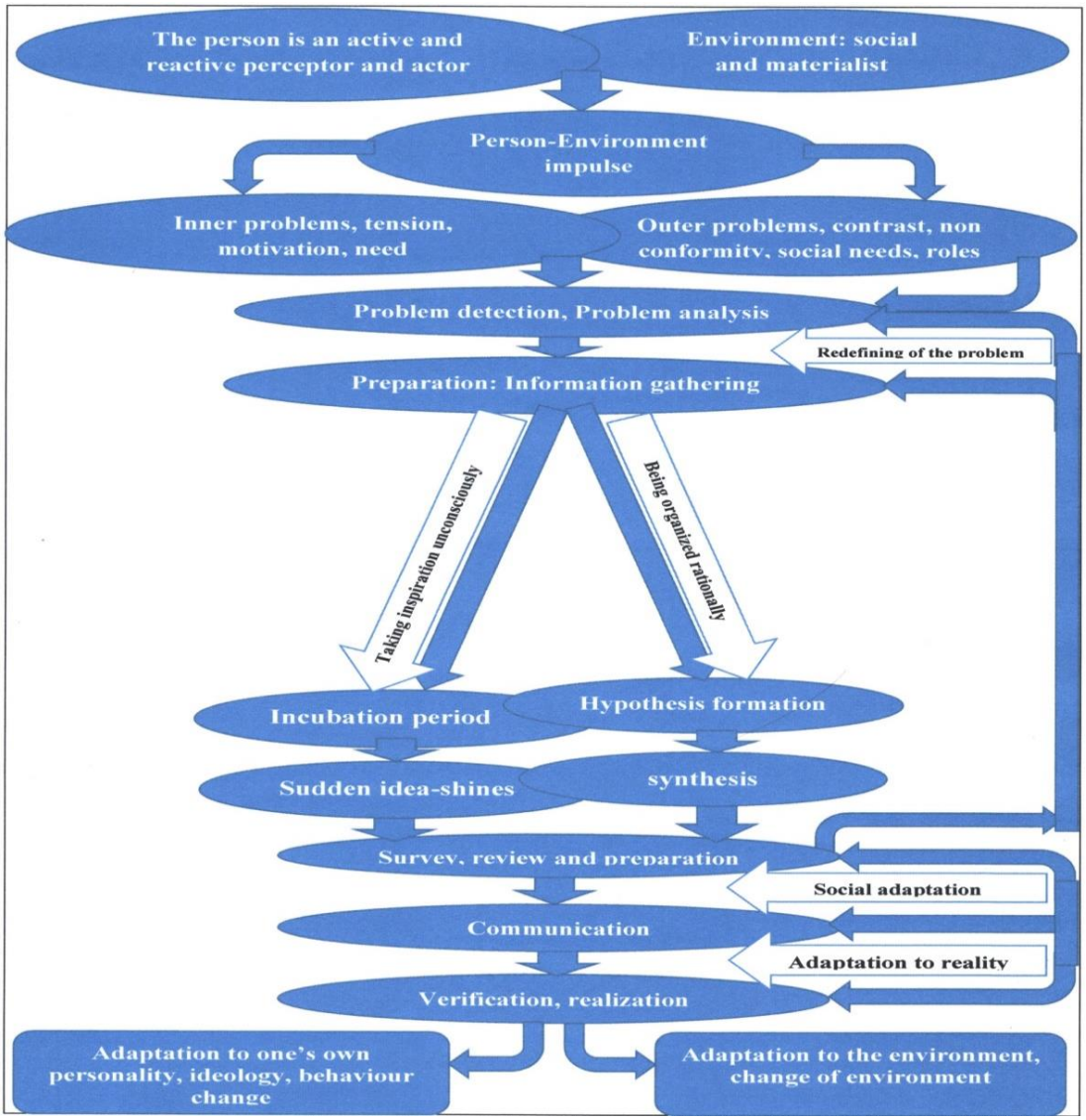


Table 3: The description of "creative thinking process" developed from (Preiser, 1976:59)'s creativity process.

Table 3 is similar in content to the creativity process developed by Preiser (1976: 16, 26-28, 44-55). These four stages are represented according to the convergent and divergent ideas covering the pretrial perception and the interaction of the creative person with the environment.

In this process, as an active and reactive perceptor and acting identity, the person is a constantly evolving entity with all her perceptions and impulses in a natural, social, conceptual, abstract or material environment. A given problem to a person, which must be solved, should be learnt and analysed in all its aspects. The problem must be examined with all its extensions and redefined. After that stage, thought should be left on its own and accumulated knowledge needs to be internalized. Accumulated knowledge should not only consist of information which is directly related to the problem. It should also be equipped with the knowledge from distant, remote areas and should be enriched with the knowledge from different areas appealing to five senses.

Table 3 adapted from Preiser (1976: 59) differs slightly in terms of its schematized structure. The difference is that with the effect of the environment, a creative person's brain synthesizes the active and reactive perceptions in the same structure of cells existing in the centre of idea generation. Another difference is that a person's external problems, inconsistencies etc. together with the internal problems could be disintegrated at

the time of creation and schematised as in Table 3. According to Table 3 the mental state of a creative personaliy, all these factors and preparation stage either live "an incubation phase as an unconscious inspiration" and come into existence as a sudden idea or provide a hypothesis formation as an idea generation which could be rationally organized and reach a synthesis. In both cases, the resulting idea will need to be reviewed and tested for several times in order to be prepared for verification. In the end, such a new idea and product will bring a new adaptation, change, development for both its creator and environment or society.

1.2 Creative Personality

Researches assume that creative personalities are usually at the level of normal

intelligence. The premise that creativity is at least based on a moderate level of intelligence exposes "the intellectual area of a creative personality". However, creativity is also closely related to the motivation of the individual since creative idea, which is formed in the unconscious and sparks as a sudden idea, comes to life and becomes operational depending on impulses, i.e. motivation. The connection of a creative personality with the environment is of great importance in terms of quality and quantity. Bentley (1999:29-31) thus, the preparation of the environment or creative environment is associated with such concepts as "open-mindnessness, intuition, equality, development, motivation, explanatoriness". Among these concepts, "intuition" seems to be more innate than the others. To intuit is a human characteristic in which emotions are actively engaged and sensitivity increases. "Daniel Goleman argues that emotional intelligence (EQ) involving this feature is not an alternative to intelligence quotient (IQ) or rational intelligence but it is a supplement to IQ. To be the best, both types of intelligence are needed…The mind and the heart have to work together for a successful venture" (Konrad, 2003: 54). D. Goleman has developed ideas further and argues that emotional intelligence is the essential condition for intelligence.

2. THE CONCEPT OF DESIGN

As a higher concept in relation to art and its fields of application, design has a broad

content. It resembles cultural history regarding any varieties of produced idea, behaviour, object and everything concerning life. Design seems to be a generator of cultures of life and their witness. The renowned scholar of design John Heskett (2002) defined design as follows: "Design, stripped to its essence, can be defined as the human capacity to shape and make our environment in ways without precedent in nature, to serve our needs and give meaning to our lives" (Gabrielsen, Kristensen, 2006: 437).The definition, as "in ways without being precedent in nature" describes an unordinary and a very special field. On one side of design, the concept of architecture is placed and on the other side the concept of engineering. This is the threshold which brings design to a specialized position (Şatır, Hasdoğan, 2010: 104), (VDID&RfF, 1976). Both fields are extensions of applied design. As stated in the summary, the design field is a bridge between science and art and as it is equivalent to creativity, it is responsible for the existence of creative thinking in art and science.

2.1 Design and Creativity

To design is to create, to create is to design. Given that all applied art and technical

fields are design fields, it is quite evident that the concept of creativity involves a wide range of use. Creativity and design begin with curiosity. Curiosity urges the desire to learn; desire keeps all sense organs awake and triggers perception. Being one of the most basic features of learning, perception is not tightly connected to time and ground. Individuals can perceive in every environment and situation and they can put all sense organs into action, especially eyes. Sekman, Saygın, Maviş (1999) describes types of learning as 'visual', 'kinesthetic' (trial, error, learning through body language) and 'abstract' learning. In visual learning, a learner perceives the world with visuals and daydream even while walking on the road, whereas in kinesthetic learning a learner perceives the world through emotions and feelings. This type of learners 'always move' since they feel themselves amongst the events and information they see and learn, and they are increasingly focused on what they feel. In abstract learning, a person does not learn through images, voices or feelings, learning occurs by holding in mind what is read, formulas and concepts. As creativity is a type of thought, it is actually fed by visual and kinesthetic types of learning and a creative personality reflects learning behaviour of these types. Being constantly on the move, the "moment" of finding an idea has a crucial importance for creativity process.

2.2 The Effects of Creativity and Design

The fundemental link between creativity and design is that both concepts occur in mind.

There are many and varied factors which lead to the formation of an idea or thought in mind. The surroundings and environment where an individual lives is one of the significant factors since the individual is born in an atmosphere or environment which is not defined by herself. This environment supports or hinders creativity. Csikszentmihalyi (1999) argues that creativity should be perceived as a cultural and social phenomenon rather than a mental phase… He states that creativity results from the interaction of three important forces. The "first one is culture which provides the transfer and storage of knowledge", values and beliefs to next generation, "the second one is the social system which enables the protection of behaviours", values and knowledge and "the third one is the individual who causes change in social and cultural area". Creativity is a product of the interaction of culture, individual and social system. (Önal-Ketizmen, G., 2011: 158) states "Unlike North Americans, Hong Kong Chinese people's success in creativity is in the fields of economics and politics rather than aesthetic and artistic fields. Thus, it is claimed that Hong Kong people are good businessmen, (fashion designer) and politicians."

As can be understood from this example, the culture and social environment in which an individual lives is a crucial factor for that person's creativity. In this context, Italian culture and society needs to be mentioned. Erbay (2014:185), having studied art and science in relation to social culture explains that during High Renaissance, art and culture were protected and artists were supported by the patronage of Medici Family who were "the wealthy, noble capitalists of Florence".

Besides, Orlandi-Coşkun (2013:43, 44) refers to "Made in Italy", a tag on Italian industrial products, which sparked after World War II. "Made in Italy" is syncronously related to the economic boom after the World War II and it symbolizes the production value of Italian products and it is intertwined with the history of Italian industrial design. Orlandi-Coşkun (2013:43, 44) points out that "Italian Industrial Clusters" have played a crucial role in this success as a model of creative systemization. Orlandi-Coşkun refers to three models in the formation of Italian industrial clusters. These are "traditional artisan craft production model, …connected (dependent subcontractor) production model, … industrial district model".This information suggests that behind the induspitable success of Italian design in the 1960s-1970s-1980s lies the clustering of production industry as well as the abilities of fundementally skilled artisans and even the experience of contract manufacturers in this clustering, which proves the effectiveness of design if creativity is provided with multi-dimensional support. Unless a creative and original design is successfully manufactured, it can not be visible and usable.

2.3 The course "Introduction to the Concepts of Creativity" at the Department of Industrial Product Design

The graduate course entitled "Introduction of the Concepts of Creativity" at ITU

between 2003 and 2011 had a variety of topics as its content such as the formation of creativity in mind, individual differences of creativity, creative personalities, very special creative identities in history in the fields of science, technique, art, etc, different studies on creativity and creativity techniques. The students attending this course were asked to do research projects some of which are presented below:

Student A. P. tackled his special interest. During the research on creative thinking, he first studied the principles of brain function, the fundemantal feature of perception and the process to generate a creative idea. He developed fragmentations as upper system, system and lower system, in relation to past, present and future on physical, temporal and processual dimensions. By reconnecting these fragments in a different style, he sought to reach authenticity.

Student B. Ö. studied Roland Barthes (1915-1980) as a creative identity. French philosopher, semiotician, literary critic, literary and social theorist Roland Barthes stated he was affected by the images of the past and contemporary art movements as well as fashion trends. He said that he seemed to be many times in the middle of a cartoon, and he described and put himself in the shoes of the character he compared. Spreading from structuralism to poststructuralism Barthes's intellectual adventure was considerably wide. As the most distinguished practitioner of the postmodern thought, he did not refrain from questioning his self-identity. In a similar process, Burç Öc also questioned his self-thinking.

Student Ö. E. T. studied Philippa Davies's Gündelik Hayatta Yaratıcı Zekâ (Making Brilliant Ideas Happen). She tackled CQ- cultural intelligence which is said to be covering all types of intelligence. She explained that cultural intelligence is also a spiral intelligence and includes a creativity quotient. The structural formation of CQ covers believing, contemplating, composing an idea, creating a vision, reality control, pilot scheme and verification.

Student E. B. studied Michael Michalko's 'Yaratıcı Dehanın Sırları' ('Cracking Creativity, The Secrets of Creative Genius'). Main parts of the book are entitled 'Seeing What No One Else Is Seeing, Thinking What No One Else Is Thinking'. The book mainly tackles renowned and creative personalities from art, science and technology. These personalities share these strategical features: Strategy I: Knowing how to see; Strategy II: Making your thought visible, Strategy III: Thinking fluently, Strategy IV: Making novel combinations, Strategy V: Connecting the unconnected, Strategy VI: Looking at the other side, Strategy VII: Looking in other worlds, Strategy VIII: Finding what you are not looking for, Strategy IX: Awakening the collaborative spirit. Leonardo Da Vinci's collaborative spirit manifested itself as the collaboration of his own spirit by writing his ideas on a wall and evaluating them in time. This visual exhibition of ideas enabled him to see the link between one idea and the other and how all pieces came together.

Student B. E. studied Alan J. Rowe's 'Creative Intelligence' and made a presentation in class. The book consists of six chapters: finding your creative intelligence, finding our creative potential, what can we learn from creative individuals, using our creative ability, applying creativity to education, the challenge of the future. The book provides rich insight about how individuals can know and improve their own creativity. It also distinguishes four basic types of creative intelligence: intuitive, innovative, imaginative and inspirational.

The research projects on creativity by the graduate students, which only a few of them could be presented here, have multiplied as many as the number of students in each course over the years. After completing these research projects, the students were given a second assignment in the same semester and asked to question their own creativities. In every semester, the course content was enriched by the students who were challenged to know themselves and to analyse their own ideas as well as to unveil how they think and how they can be creative.

Research participant / Creative thinking & the act of design	Student A.P	Student B.Ö	Student Ö.E.T	Student E.B	Student B.E
Feeding the ideas with versatile information	Examined the fundamental feature of creative thinking.	Discovered that the brain can be fed by various information through the research on Barthes.	Tackled all intelligence types and cultural intelligence.	Discovered to see what no one sees.	Examined the creative potential and fed the brain.
The synthesis of the new entering problem in the brain with the memory information	The problems entering the brain were broken down into parts and reconnected.	Sought past images of problems and the essence of the contemporary life.	Questioned the contemporary culture regarding the problems to be solved.	Questioned the strategies and processes of the brain while perceiving the problem.	Combined the problems with many areas of life while questioning them.
Main characteristics of creative personalities	Developed the concepts of past, present and future according to the characteristics of a creative personality.	The effect of past images, contemporary art & fashion works on a creative person is of importance	Creativity quotient increases by the effect of the environment on a creative personality.	A creative personality allows ideas to be visible; visual working of ideas.	Intuitive insight in a creative personality means a high level of creative potential.
Inner & outer factors in ideas& generation area as the effect of the environment	Tackled the act of thinking as upper, middle and lower systems; transferred each system to the design research.	Studied the inner and outer factors in the act of thinking, perception, intuition, emotion, will, etc. in a structuralist dimension.	Considered inner and outer factors in mind within the scope of contemplating.	The functioning of Leonardo's soul was visible through his writing of his own ideas on the walls.	Described four types of creative thinking as intuitive, innovative, imaginative and inspirational.
The effectiveness of learning types regarding visual and kinaesthetic learning	Described visual learning while investigating hypotheses.	Referred to semiotics with structuralist and poststructuralist thought	Discovered a type of learning through creativity in daily life.	Determined a different dimension of learning and feeding the brain in process.	Argued that essential features of creative thinking should be implemented in education.
The equivalence of creativity and design	Proposed to transfer the gradual system of thinking to design.	Associated his self- identity with a cartoonist's identity as Roland Barthes did.	Defined cultural intelligence as an entity generating design & creativity in a cultural environment.	Provided the visibility of contrasting information by looking at different worlds.	Pointed out the existence of creative intuition and imagination in design thinking.

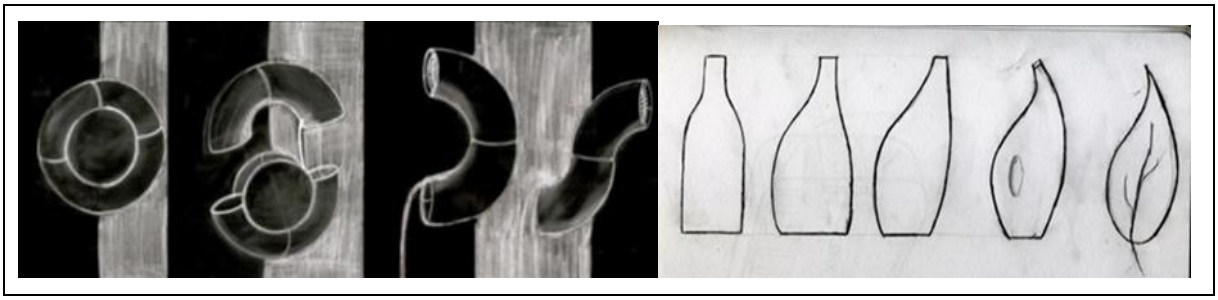
Table 4: An interpretative account of students' research in terms of creative thinking and act of design. The data drawn from Table 3 are directly reflected in the findings.

The purpose of the paper is to make graduate students question their own creative identities. Students who want to understand the system of thought and learn to think flexibly, since creativity is equal to design, will be successful in the practical activities of the Industrial Design Department where they are educated. In this context, the sketches they do in class, or the thought system diagrams reflect them in the best way.

2.3.1 Development of the Introduction to Creativity Concepts Course as a Design Activity

Student A.P. learned the four basic components of the creation phase based on his research. He summarized these components in a schematic narrative and defined his own thought system. These four separate structures were developed with two-part combinations as "Concrete+Sequential=SomAr; Abstract+Sequential=SoyAr; Abstract+Scattered=SoyDa; Concrete+Scattered=SomDa". He questioned the nature of the thought components in his own thought system and tried to use them.

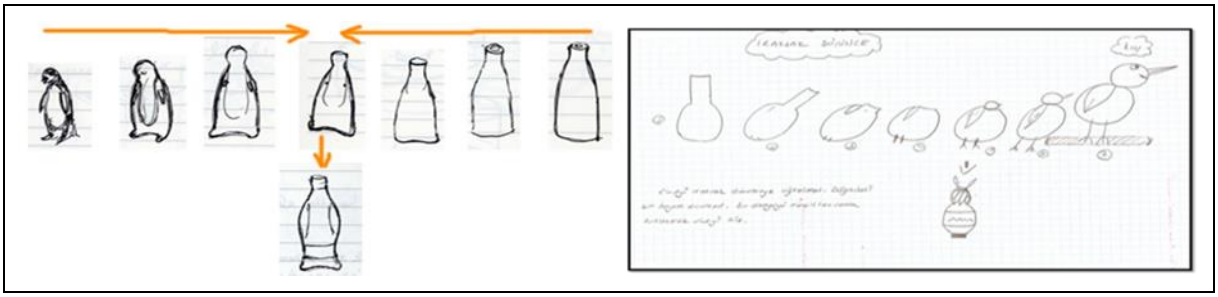
Student B.Ö. was an advanced curious student. He perceived human faces and differences very carefully. His perceptions and associations are visual. He developed his desire to acquire knowledge and learn a lot in my course. He learned to recognize his intuition and trust his imagination. He managed to return to his inner world even in class. The hair dryer sketch he developed by drawing in class was an important step in his designer identity.



Picture Group 1 Student B. Ö.'s creative thinking's effectiveness in design was evident in the sketch of a useful hair dryer. Ö.E.T.'s creative thinking's design effectiveness came to the fore in the application titled 'metamorphosis'.

Student Ö.E.T. recognizes some aspects of her own identity. She states that she attaches great importance to systematic approach to problems and primarily to the research process when producing solutions. She has developed an identity that is very confident in her intuition and instincts. She manages to listen to herself. She values the integrity of her identity. She explains that she can release her subconscious mind for certain periods of time even though she is conscious. From the sketch studies I had applied in class, she chose to design with the concept of "metamorphosis" as appropriate for herself.

Student E. B. can think better when she goes beyond the standard of living. She can criticize herself very well. For this reason, she wants to eliminate all obstacles in the case of designing, that is, creating. To be able to think freely, she wants to travel to isolate herself or to be in a dark environment as if she were watching a movie. In addition, she described her characteristics such as bombarding herself with perceptions and then going on a journey when she needs to come up with an idea. She reached the distant points of her mind with the subject of "metamorphosis".



Picture Group 2: Student E.B. got to know her own thought system better with the information she gained in the lesson and her own research. She found the subject of "metamorphosis" in the distant parts of her mind. Student B.E. understood the value of seemingly absurd ideas in the "Introduction to Creativity Concepts" lesson. This student also developed a small application design activity about "metamorphosis".

Student B.E. First, she needs to perceive the problem and then do research. She wants to consult her surroundings whether her thought is really original or not. Because she thinks that her first ideas are absurd. She likes to think by writing. Her absurd ideas make associations in her overtime. In fact, the student learned how important even her absurd ideas are in this lesson. Interestingly, like the other students, she identified her work on "metamorphosis" with her identity.

3. CONCLUSION AND SUGGESTIONS

This paper entitled "Creative thinking, creative personality and their effectiveness in design" attempts to examine the characteristics of the act of creation in the system of thought. It also investigates the characteristics of the process of generating a new idea. Student A.P.

The wavelenghts interfering in mind turn out to be "sudden idea" and form the first step to design process. During the preparation of the brain, very different information is noticed at first, perceived with five senses, learnt and stored in memory as the extrapolation of the definition of symbolic creativity (Table 2), which feed the brain in that design and creativity process. The creative designer manifests herself as an individual who perceives the problem, analyzes it, breaks it into pieces, redefines the problem according to it and restructures the pieces. Open-mindness, intuition, improvement, encouragement, explanatoriness (the ability to explain

and define) etc. are personality traits which are similar to emotional intelligence, which in turn means synapses are sythasized with correct memory information as opposite poles.

The concepts of past, present and future are involved in the creative process. Herein ideas are included in a system of higher, middle and lower levels. It is worth noting that learning takes place primarily through seeing and the whole body, in other words kinaesthetically and in a way with the five senses. Special solutions to the problems could be determined if the images of the past are synthesized with the art principles of the contemporary world. A new idea could be generated through outer and inner factors of thought in a structuralist manner in the dimension of perception, intuition and emotion. The spark of an idea could take place among the contrasts in a memory fed in a versatile manner. The visibility of the spark of an idea is determined by the uniqueness of an individual with an artistic spirit with flexible thinking and cultural identity. Visual and kinesthetic styles of learning are of equal importance and in the forefront in both creativity and design. External factors such as culture, social system and creative individual enable the formation of creativity. In fact, the creative individual is not an external factor but the essence of the internal and external factor. Artisan craft model, support of subcontractors and their convenient clustering which is visible at the same time and place are some of the external factors. Design and correspondingly creativity are supported by the oldest form of abstract and concrete production as well as the contemporary systemization of production. Fragmentation and reconnection in a different style in student A. P.'s study can be said to be an important method of searching for a form. Thought, already uses different information in a different synthesis one at a time. It is evident that each of the students' research project is a different dimension of producing a creative idea in either similar or specialized way. The process of thinking with nine strategies in 'the Secrets of Creative Genius' in student E. B.'s research project could be the manifestation of creative thinking or design.

Student A.P., greatly influenced by the four basic creative processes of thought, defined the existence of concrete and abstract data in his own thought system and the holism of sequential, i.e. in a process or scattered data. He thought that creative thought could visualize even abstract data with imagination.

Student B.Ö.'s advanced level of curiosity is extremely important in the foundation of creativity. It is remarkable that he perceives human faces so much for the effectiveness of creative thought in design and visuality and that he becomes conscious of this in the context of this course. His advanced development of his sketches made his creative identity evident in this research.

Student Ö.E.T. revealed the idea of trusting his intuition and instincts. She realized the holism of her identity. She realized the need to release the subconscious existence of creative thought. The part she paid the most attention to from the applied studies in the course was "metamorphosis" and she exemplified this.

Student E.B. In order to think freely, she understood the importance of either deserted, dark or constantly moving environments such as roads for her own identity. She used the concept of perception bombardment. This is a kind of visual knowledge accumulation. Then, the desire to set off means obtaining the associations of her visual perceptions. E. B. also evoked the design activity of the concept of "metamorphosis".

Student B.E. learned the importance of the issue of her first ideas being nonsensical ideas. Because creativity is original if it produces ideas outside the ordinary. These can be nonsensical. They are open to development. The student's self-confidence has improved. She has a systematic thought structure. This student also achieved the design activity with the concept of "metamorphosis".

Characteristics of the creative personality could be described as follows: being curious, knowing your self-identity, detecting problems, acquiring versatile information, having an interest in visual and audio arts, being in constant motion, being active or reactive, being capable of activating the images of associations in mind and having a significant wealth of perception.

It is quite evident that the aforementioned characteristics of creator and designer identities could be appreciated and improved in time. Young people of all ages or design professionals, who want to improve their creative identity after noticing it more or less, have the opportunity to test themselves and support their improvement by the guidance of these personality traits.

REFERENCES

Bentley, T., (1999), *Takımınızın yeteneklerini geliştirmede yaratıcılık (creativity)*, n.d. O. Yıldırım, *İstanbul*: Hayat Yayınları. p. 29-31

Csikszentmihalyi, M. (1999), *Implications of a systems perspective for the study of creativity. in Handbook of Creativity*, Eds. R.J.Sternberg, Cambridge: Cambridge University Pres

Dilthey, W., (1999), *Hermeneutik ve Tin Bilimleri*, n.d. D. Özlem, İstanbul: Paradigma Yayınları. p. 13, 86,89,90

Erbay, M., (2014), Kültür ve toplum üzerinden sanat ve bilim arasındaki ilişki, *Art-Sanat*, Sayı: 2, p. 183-193

Gabrielsen, G.,Kristensen, T., (2006), The Value of Design, in: *D2B The International Design Management Symposium*, Shanghai, p. 436-442

Goleman, D. (2000), Duygusal Zeka-Neden IQ' dan Daha Önemli: Neden IQ' dan Daha Önemlidir? Çev: Banu Seçkin Yüksel, Varlık Yayınları, İstanbul,

Heskett, J., (2002), *Toothpicks and logos*: *Design in Everyday Life*, Oxford: Oxford University Press

Koestler, A., (1966), *Der Göttliche Funke, Der Schöpferische Akt in Kunst und Wissenschaft,* Bern & München: Scherz Verlag. B005EXS3GG. p. 25, 26

Konrad, S., & Hendl, C., (2003), *Duygusal zekâ sayesinde başarılı bir hayat-duygularla güçlenmek (EQ*), n.d. M. Taştan, İstanbul: Hayat Yayınları. p. 54

Orlandi-Coşkun, A., (2013), Yenilikçi Bir Üretim Modeli Olarak İtalyan Endüstri Kümeleri ve Tasarıma Dayalı İnovasyona Etkileri, *Tasarım+Kuram*, Italian Industrial Clusters as an Innovative Production Model and their Effects on Design-Based Innovation, *Design + Theory*, Sayı: 16, p. 43-57

Önal-Ketizmen, G., (2011), Yaratıcılık ve Kültürel Bağlamda Mimari Tasarım Süreci, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, cilt 16, sayı 1, p. 155-162, 158

Preiser, S., (1976), Kreativitätsforschung, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft. p.16,26-28, 44-55,59

Sekman, M.M., Saygın, O., Maviş, A., (1999), *Başarı Üniversit*esi, İstanbul: Arıtan Yayınevi. 2. Baskı. p. 52, 53

Şatır, S., (2001), Begrifsbestimmung als eine Kreativitaetsmethode bei der Ingenieurpaedagogik, in: *Lust am lehren-lust am lernen, Referate des 30. internationalen symposiums "Ingenieurpädagogik 2001"*, Klagenfurt: Leuchtturm-Verlag. Kärntner Druckerei. ISSN 0724-8873,ISBN 3-88064-302-4. p. 325-328

Şatır, S., (2002), Kreative Persönlichkeiten und ihre Kreativitätsursachen – In Verbindung mit Kreativitätsbedeutung und mit ihrer Entwicklung bei der Ingenieurpädagogik, in: *Ingenieur des 21. Jahrhunderts – Band 1*, Sankt-Petersburg: Sankt-Petersburger Staatliches Bergbauinstitut-Technische Universität-Verlag. ISSN 0724-88-73. ISBN 5-94211-073-5. p. 61-69

Şatır, S., Hasdoğan,G., (2010), Endüstri ürünleri tasarımı mesleğinin ve öğretiminin temel yapısı, The Structural Foundation of Industrial Design as a Profession and Industrial Design Training, *Yapı, Mimarlık, Tasarım, Kültür, Sanat Dergisi,* sayı: Şubat, 339, İstanbul, p. 102-106, 104

VDID&RfF(Rat für Formgebung),(1976), Definition von Industriedesign, *Form Zeitschrift*, 1/1976, Seeheim: Verlag Form GmbH. (Separate printing)

ENGELSİZ: ENGELLİ PARK ALANLARI İÇİN AKILLI BARİYER SİSTEMİ

Gülay YÜCESAN

Lisans, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı, Çanakkale, Türkiye, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-5482-5597

Emirhan AKSU

Yüksek Lisans, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Çanakkale Türkiye, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0000-7349-2016

Alper SAĞLIK

Prof. Dr., Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı, Çanakkale, Türkiye, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1156-1201

ÖZET

Bu proje, engelli bireyler için özel olarak ayrılmış park yerlerinin, engeli bulunmayan kişiler tarafından izinsiz şekilde kullanılarak işgal edilmesini önlemeyi amaçlayan yenilikçi ve toplumsal fayda odaklı bir çalışmadır. Günümüzde bu tür ihlaller, engelli bireylerin gündelik yaşamlarını zorlaştırmakta, toplumsal eşitliği, bireysel hakları ve adalet duygusunu zedelemektedir. Bu durumun önüne geçmek amacıyla geliştirilen sistem, hem teknolojik altyapısıyla hem de sunduğu yenilikçi çözümle önemli bir fark yaratmaktadır. Sistem, Deneyap Kart kullanılarak tasarlanmış olup, gelişmiş plaka tanıma teknolojisine sahiptir. Araç plakaları otomatik olarak tanınmakta ve sistem yalnızca Emniyet Genel Müdürlüğü veritabanında kayıtlı engelli araçlara geçiş izni vermektedir. Bu sayede, insan hatasına açık manuel denetimlerin yerine, sürekli, objektif ve güvenilir bir kontrol mekanizması sağlanmaktadır. Akıllı bariyer sistemi, hem kamuya açık alanlarda hem de özel mülkiyete ait otoparklarda uygulanabilir niteliktedir. Yerli ve milli imkânlarla geliştirilmiş olan bu sistem, özgün, sürdürülebilir, çevre dostu ve uzun ömürlü bir çözüm sunmaktadır. Ayrıca, sistem düşük enerji tüketimiyle ekonomik fayda da sağlamaktadır. Aynı zamanda, sistem üzerinden aylık ve yıllık bazda veri kaydı yapılabilmekte, bu veriler istatistiksel analiz, raporlama ve planlama çalışmalarında etkin biçimde değerlendirilebilmektedir. Sonuç olarak, proje; engelli bireylerin toplumsal yaşama daha aktif ve özgür biçimde katılımını desteklemekte, fiziksel engelleri akıllı teknolojiler aracılığıyla aşmayı hedeflemekte ve sosyal sorumluluğa dayalı kalıcı bir farkındalık oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Bariyer, Engelli Park Alanı, Deneyap Kart, Erişilebilirlik

NON-DİSABLED: SMART BARRIER SYSTEM FOR DISABLED PARKING SPACES

ABSTRACT

Bu proje, engelli bireyler için özel olarak ayrılmış park yerlerinin, engeli bulunmayan kişiler tarafından izinsiz şekilde kullanılarak işgal edilmesini önlemeyi amaçlayan yenilikçi ve toplumsal fayda odaklı bir çalışmadır. Günümüzde bu tür ihlaller, engelli bireylerin gündelik yaşamlarını zorlaştırmakta, toplumsal eşitliği, bireysel hakları ve adalet duygusunu zedelemektedir. Bu durumun önüne geçmek amacıyla geliştirilen sistem, hem teknolojik altyapısıyla hem de sunduğu yenilikçi çözümle önemli bir fark yaratmaktadır.

Sistem, Deneyap Kart kullanılarak tasarlanmış olup, gelişmiş plaka tanıma teknolojisine sahiptir. Araç plakaları otomatik olarak tanınmakta ve sistem yalnızca Emniyet Genel Müdürlüğü veritabanında kayıtlı engelli araçlara geçiş izni vermektedir. Bu sayede, insan hatasına açık manuel denetimlerin yerine, sürekli, objektif ve güvenilir bir kontrol mekanizması sağlanmaktadır.

Akıllı bariyer sistemi, hem kamuya açık alanlarda hem de özel mülkiyete ait otoparklarda uygulanabilir niteliktedir. Yerli ve milli imkânlarla geliştirilmiş olan bu sistem, özgün, sürdürülebilir, çevre dostu ve uzun ömürlü bir çözüm sunmaktadır. Ayrıca, sistem düşük enerji tüketimiyle ekonomik fayda da sağlamaktadır. Aynı zamanda, sistem üzerinden aylık ve yıllık bazda veri kaydı yapılabilmekte, bu veriler istatistiksel analiz, raporlama ve planlama çalışmalarında etkin biçimde değerlendirilebilmektedir.

Sonuç olarak, proje; engelli bireylerin toplumsal yaşama daha aktif ve özgür biçimde katılımını desteklemekte, fiziksel engelleri akıllı teknolojiler aracılığıyla aşmayı hedeflemekte ve sosyal sorumluluğa dayalı kalıcı bir farkındalık oluşturmaktadır.

Key Words: Akıllı Bariyer, Engelli Park Alanı, Deneyap Kart, Erişilebilirlik

1. GİRİŞ

Engelli bireylerin sosyal yaşam alanlarına erişimi, çağdaş kent planlaması ve toplumsal eşitlik ilkeleri çerçevesinde ele alınması gereken önemli bir konudur. Özellikle kent içi ulaşımda, otopark alanlarının erişilebilirliği, engelli bireylerin günlük yaşamda karşılaştıkları fiziksel engellerin başında gelmektedir. Türkiye'de ve dünyada, engelli park alanlarının ihlali (Yıldız, 2019; Öztürk & Bayraktar, 2017) sık karşılaşılan bir sorundur. Bu alanların engeli bulunmayan bireyler tarafından izinsiz şekilde kullanılması, sadece fiziksel bir engel yaratmakla kalmaz; aynı zamanda toplumsal adalet ve duyarlılık açısından da önemli bir problem teşkil eder. Bu çalışmada, bu sorunun önüne geçilmesi amacıyla geliştirilen, Deneyap Kart temelli bir akıllı bariyer sisteminin tasarımı, işleyişi ve sunduğu avantajlar detaylı şekilde ele alınacaktır.



2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Erişilebilirlik, Birleşmiş Milletler Engelli Hakları Sözleşmesi (United Nations, 2006)'nde de açıkça tanımlandığı üzere, engelli bireylerin diğer bireylerle eşit şekilde yaşama katılımını sağlayan temel bir insan hakkıdır. Bu kapsamda, erişilebilir kentsel alanlar (Kaya & Öztürk, 2018; Rogers et al., 2011) tasarlamak yalnızca fiziksel engelleri kaldırmakla sınırlı değildir; aynı zamanda toplumsal farkındalık yaratmak ve teknolojik çözümlerle desteklemek gereklidir. Bu bağlamda geliştirilen akıllı sistemler, yalnızca teknik donanımlar değil, aynı zamanda kullanıcı dostu arayüzleri ve veri analiz yetenekleriyle de önemli katkılar sunmaktadır. Engelli otoparklarına yönelik geliştirilen akıllı bariyer sistemi, bu alanın özgün bir örneğidir.

3. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu çalışmanın temel amacı, engelli bireyler için ayrılmış otopark alanlarının amacı dışında kullanılmasını engelleyecek, sürdürülebilir, veriye dayalı ve düşük maliyetli bir sistem önerisi sunmaktır. Geliştirilen sistemin, hem kamu kurumlarında hem de özel sektöre ait otoparklarda uygulanabilirliği test edilmiştir. Sistem, Türkiye genelinde engelli araç plakalarının Emniyet Genel Müdürlüğü veritabanı (Kalkan, 2022) üzerinden doğrulanmasını sağlayarak sadece izinli araçların girişine olanak tanımaktadır. Araştırma kapsamında ayrıca sistemin toplumsal farkındalık üzerindeki etkisi de değerlendirilmiştir.

4. YÖNTEM

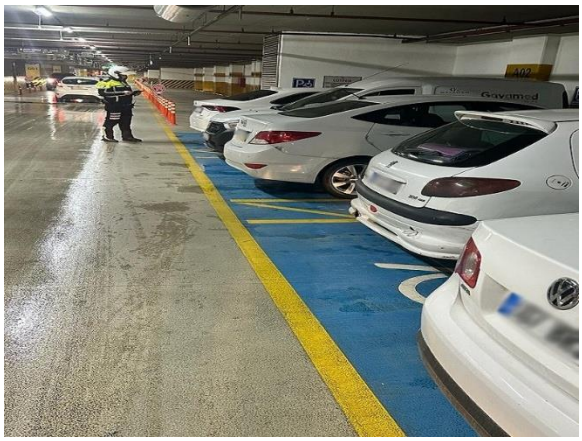
Bu araştırmada, nitel ve nicel yöntemler (Karasar, 2009) birlikte kullanılmıştır. İlk aşamada, kullanıcı ihtiyaçları analiz edilerek sistemin tasarımı yapılmıştır. Donanım olarak Deneyap Kart, servo motor, bariyer sistemi ve plaka tanıma modülü kullanılmıştır. Yazılım kısmında, plaka tanıma algoritması Python diliyle kodlanmış (Koç, 2021), veritabanı bağlantısı ise çevrimiçi API entegrasyonu ile sağlanmıştır. Veri toplama sürecinde, sistemin pilot uygulaması belirlenen kamuya açık bir otoparkta gerçekleştirilmiş, kullanıcı deneyimleri gözlemlenmiştir. Ayrıca, 30 gönüllü katılımcıyla yapılan anket aracılığıyla sistemin etkinliği, anlaşılırlığı ve pratik kullanımı değerlendirilmiştir.

5. BULGULAR

Sistem, test sürecinde hem işlevsel hem de kullanıcı deneyimi açısından başarılı sonuçlar vermiştir. Uygulama alanında yapılan denemelerde, engelli plakalı araçlar sistem tarafından tanınarak %100 başarıyla geçiş sağlamıştır. Engelli plakası bulunmayan araçlar ise sistem tarafından engellenmiş, bariyer kapanarak geçiş önlenmiştir. Toplam 50 test denemesinde sadece 2 tanesinde sistem gecikmeli tanıma gerçekleştirmiş, bu da %96 oranında anlık tepki başarısı anlamına gelmektedir. Ayrıca sistemin enerji tüketimi günlük ortalama 0,3 kWh (Demir, 2006) olarak ölçülmüş, bu da düşük maliyetli kullanım açısından avantaj sağlamaktadır.

Anket sonuçlarına göre:

- Katılımcıların %92'si sistemin toplumsal farkındalığı artırdığını belirtmiştir.
- %85'i görsel ve sesli uyarıların etkili olduğunu ifade etmiştir.
- %78'i sistemin diğer alanlarda da uygulanması gerektiğini vurgulamıştır.



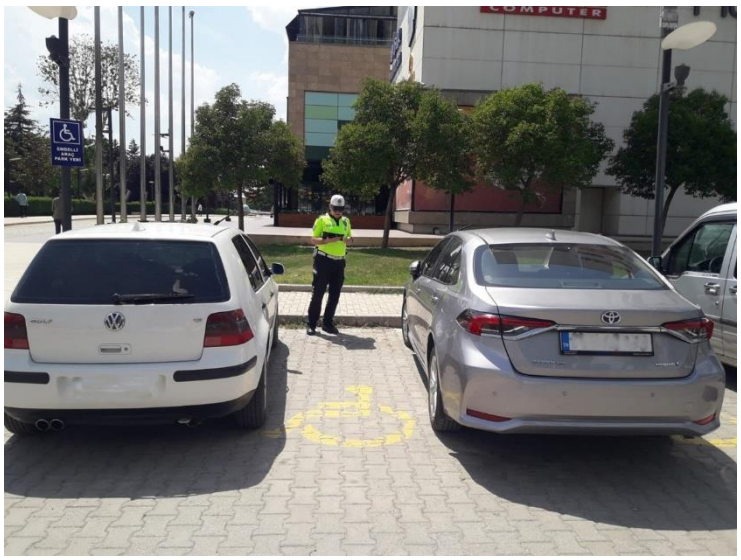
6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada geliştirilen akıllı bariyer sistemi, engelli bireyler için ayrılmış otopark alanlarının amacı dışında kullanımını önlemek üzere tasarlanmış yenilikçi bir teknolojik çözümdür. Sistem, Deneyap Kart altyapısıyla geliştirilen plaka tanıma teknolojisi sayesinde yalnızca Emniyet Genel Müdürlüğü veri tabanında kayıtlı engelli plakalı araçlara geçiş izni vermekte ve diğer tüm araçları otomatik olarak engellemektedir. Bu mekanizma, manuel denetimlerin yerine sürekli, objektif ve insan hatasından arındırılmış bir kontrol süreci sunmaktadır.

Uygulama süreci boyunca yapılan testler, sistemin teknik yeterliliğini ve kullanım kolaylığını ortaya koymuştur. Engelli bireylerin park alanlarına erişiminin korunması sadece fiziksel erişilebilirlik açısından değil, aynı zamanda bireylerin toplumsal hayata katılımı ve eşit haklara sahip olmaları (Özdemir, 2020) açısından da büyük önem taşımaktadır. Bu sistem, fiziksel çevre düzenlemesine entegre edilmiş dijital bir çözüm olarak, kamu bilincini artırmakta (Şahin & Aydoğan, 2018) ve mevcut ihlalleri büyük oranda azaltmaktadır.

Sistemin düşük enerji tüketimi, sürdürülebilir yapısı ve veri kaydı özelliği ile uzun vadede farklı bölgelerdeki kullanım alışkanlıklarının analiz edilmesine (Çolak, 2013) ve ihtiyaçlara göre planlamalar yapılmasına da imkân tanımaktadır. Özellikle kamu kurumları, belediyeler, üniversiteler ve özel işletmeler bu sistemi uygulayarak hem yasal düzenlemelere uygunluk sağlayabilir hem de sosyal sorumluluk açısından örnek teşkil edebilir (European Commission, 2021).

Sonuç olarak, bu proje engelli bireylerin yaşam alanlarına erişimini destekleyen, kullanıcı dostu ve sürdürülebilir bir sistem önermektedir. Gelecekte sistemin mobil uygulamalarla desteklenerek kullanıcı bilgilendirmesinin artırılması, farklı engel gruplarına yönelik yeni modüllerin entegre edilmesi ve çeşitli bölgelerde yaygınlaştırılması önerilmektedir. Böylece, yalnızca bir otopark çözümü sunmakla kalmayıp, toplumsal farkındalık ve kapsayıcılık düzeyini artırmaya yönelik kalıcı katkılar sağlanabilecektir.



KAYNAKÇA

Aydın, C. H. (2011). *Engelliler için e-öğrenme ortamlarının tasarımı: İlkeler ve öneriler*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Demir, İ. (2006). Kyoto Protokolü amaçlarına ulaşabilme yolunda dünya enerji kullanımında meydana gelebilecek değişiklikler. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2), 241-251.

Doğan, S., & Yılmaz, M. (2020). The effects of organizational culture on organizational silence in the health institutions. *Business & Management Studies: An International Journal*, 8(2), 1523-1545.

Karasar, N. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemi* (20. basım). Ankara: Nobel Yayıncılık.

Kaya, A., & Öztürk, M. (2018). Akıllı şehirlerde engelli bireylerin yaşam kalitesi: Erişilebilirlik ve teknolojik çözümler. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(1), 73-88.

Öztürk, M., & Bayraktar, D. (2017). Erişilebilirlik: Kentsel mekanlarda engellilere yönelik uygulamalar üzerine bir değerlendirme. *Şehir ve Toplum Dergisi*, 5(2), 115-132.

United Nations. (2006). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities*. https://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot-e.pdf

Wang, C. L., Ahmed, P. K., & Rafiq, M. (2008). Knowledge management orientation: Construct development and empirical validation. *European Journal of Information Systems*, 17(3), 219–235.

Akyüz, E., & Tuncer, B. (2015). Akıllı kent uygulamalarında engelli bireylerin erişilebilirliği: Ulaşım sistemleri üzerine bir değerlendirme. *Mimarlık ve Yaşam Dergisi*, 50(3), 34-45.

Altun, M. (2014). Teknoloji destekli engelli birey uygulamaları: E-devlet ve erişilebilirlik. *Kamu-Bilim Dergisi*, 6(2), 65-79.

Atasoy, S., & Öztürk, M. (2019). Kentsel kamusal alanların erişilebilirliği: Ankara örneği. *Megaron*, 14(1), 49-62.

Balcı, S. (2020). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntem, teknik ve ilkeler* (20. baskı). Ankara: Pegem Yayınları.

Çolak, T. S. (2013). Akıllı şehir kavramı ve uygulamaları üzerine bir değerlendirme. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 6(3), 262–273.

European Commission. (2021). *EU Disability Strategy 2021–2030*. https://ec.europa.eu/social/disability-strategy-2021-2030

Gür, Ö. (2016). Akıllı ulaşım sistemleri ve uygulamaları. *Ulaştırma ve Lojistik Kongresi Bildirileri*, 1(1), 144–153.

Kalkan, A. (2022). Plaka tanıma sistemlerinin kent güvenliği açısından değerlendirilmesi. *Güvenlik Bilimleri Dergisi*, 11(2), 98–112.

Koç, H. (2021). Akıllı kent uygulamaları çerçevesinde Türkiye'de yerli üretim teknolojilerin önemi. *Bilim ve Teknoloji Politikaları Dergisi*, 13(1), 25–40.

Özdemir, D. (2020). Kamusal alanda engelli erişilebilirliğinin mekânsal analizi: İstanbul örneği. *Planlama Dergisi*, 30(1), 21–38.

Rogers, Y., Sharp, H., & Preece, J. (2011). *Interaction design: Beyond human-computer interaction* (3rd ed.). Hoboken, NJ: Wiley.

Şahin, S., & Aydoğan, A. (2018). Engelliler için kamusal alanlarda erişilebilirlik: Bursa örneği. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 10(1), 55–72.

Turkish Statistical Institute (TÜİK). (2021). *Engelli bireylerin yaşam koşulları araştırması*. https://data.tuik.gov.tr

World Health Organization (WHO). (2011). *World report on disability*. https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/en/

Yıldız, N. (2019). Kamu alanlarında engelli park yerlerinin denetlenmesinde teknolojik çözümler. *Kamu Yönetimi ve Teknoloji Dergisi*, 2(1), 43–58.

KONYA HICH OTEL İÇ MEKAN DONATILARINDA ULUSAL KİMLİĞİ TEKSTİL DESEN TASARIMI ÜZERİNDEN OKUMAK

Tülay GÜMÜŞER

Doç.Dr. Selçuk Üniversitesi. Mimarlık ve Tasarım Fakültesi. Alaeddin Keykubat Yerleşkesi. Konya / TürkiyE, ORCID ID: 0000-0002-6264-262

Aybike ORHAN

Yüksek Lisans Öğr. Selçuk Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. El Sanatları ABD. Alaeddin Keykubat Yerleşkesi. Konya / Türkiye

ÖZET

Bu çalışma, Konya ili Karatay ilçesinde butik otel konseptiyle hizmet veren Hich Otel'in iç mekân tasarımında ulusal kimliği yansıtma düzeyinin yetersiz olduğu varsayımından hareketle, bu kimliği daha belirgin biçimde ortaya koyabilecek iç mekân donatılarında görülen tekstil tasarımına yönelik öneriler geliştirmeyi amaçlamaktadır. Araştırmada, otelin iç mekân atmosferini estetik ve işlevsel açıdan destekleyebilecek, geleneksel dokuma kültürünü yansıtan özgün tekstil ürünlerinin belirlenmesine yönelik nitel bir yaklaşım benimsenmiştir. Bu doğrultuda araştırmanın ilk aşamasında otelin lobi, restoran ve misafir odaları gibi kamusal ve yarı özel alanlarında detaylı mekânsal gözlemler gerçekleştirilmiştir. Gözlemler esnasında araştırmanın analiz sürecinde kullanılmak üzere farklı açılardan çekilen fotoğraf dokümantasyonu oluşturulmuştur. Mevcut tekstilerin renk, desen, doku ve kompozisyon özellikleri sistematik olarak analiz edilmiş, elde edilen veriler betimsel analiz ve içerik analizi yöntemleriyle çözümlenmiştir. Analizler sonucunda, ulusal kimliği yansıtan tekstil ürünlerine ilişkin seçim kriterleri ve bu ürünlerin iç mekân donatılarıyla bütünleşme biçimleri üzerine temalar ve alt temalar oluşturulmuştur. Araştırmanın uygulamalı bölümünde çekilen fotoğraflar Adobe Photoshop programında dijital olarak düzenlemeleri yapılmıştır. Teorik alt yapıyı destekleyen ve lokasyonu ile bütünleşen dijital tekstil tasarımları oluşturulmuştur Seçilen donatılarda kullanılmak üzere tasarlanan bu desenlerin otelin kültürel ve estetik değerini artıracak şekilde iç mekâna entegre edilmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda çalışma, hem geleneksel kültürel unsurlarının çağdaş iç mekân tasarımına entegrasyonu konusunda bir model sunmakta hem de yerel kimliğin mekânsal temsiline dair önemli bir katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Konya Hich Hotel, İç Mekan Tekstiller, Tekstil Desen Tasarımı, Donatı, Ulusal Kimlik

INTERPRETING NATIONAL IDENTITY THROUGH TEXTILE PATTERN DESIGN IN THE INTERIOR FURNISHINGS OF HICH HOTEL, KONYA

ABSTRACT

This study aims to develop proposals for textile design in interior furnishings that can more distinctly express national identity, based on the assumption that the current level of national identity representation in the interior design of Hich Hotel—a boutique hotel located in the Karatay district of Konya—is insufficient. A qualitative approach was adopted to identify original textile products that reflect the traditional weaving culture and can support the aesthetic and functional atmosphere of the hotel's interiors. In the first phase of the research, detailed spatial observations were conducted in both public and semi-private areas of the hotel, such as the lobby, restaurant, and guest rooms. During the observations, photographic documentation from various angles was created to be used in the analysis process. The existing textiles were systematically analyzed in terms of color, pattern, texture, and compositional features. The data obtained were interpreted through descriptive and content analysis methods. As a result of the analyses, themes and sub-themes were established regarding the selection criteria for textile products that reflect national identity and the ways these products can be integrated into interior furnishings. In the applied section of the research, the photographs were digitally edited using Adobe Photoshop. Digital textile designs were created that support the theoretical framework and are integrated with the hotel's location. These patterns, designed for selected furnishings, aim to enhance the hotel's cultural and aesthetic value by integrating them into the interior space. In this context, the study offers

a model for integrating traditional cultural elements into contemporary interior design and makes a significant contribution to the spatial representation of local identity.

Keywords: Konya Hich Hotel, Interior Textiles, Textile Pattern Design, Furnishings, National Identity

Giriş

Mekânlar yalnızca fiziksel yapılar değil, aynı zamanda toplumsal belleği, kültürel değerleri ve kimliği yansıtan temsil alanlarıdır. Bu bağlamda, iç mekân tasarımı bir toplumun kültürel kimliğini kullanıcıya aktaran güçlü bir araç işlevi görmektedir. Özellikle konaklama sektöründe son yıllarda yaygınlaşan butik otel konsepti, kullanıcıya özgün bir deneyim sunmayı hedeflerken aynı zamanda yerel ve ulusal değerlere temas eden tasarım anlayışlarını da gündeme getirmektedir. İç mekân donatılarında ulusal kimliğin estetik biçimde temsil edilmesi, mekânın değerini artıran bir unsur olarak değerlendirilebilir. Günümüzde ise pek çok iç mekân tasarımında bu kimlik yeteri kadar öne çıkmamaktadır. Bu durum, mekânın kültürel derinliğini ve özgünlüğünü sınırlayan bir etken olarak görülmektedir. Bu çalışma, Konya'nın Karatay ilçesinde yer alan ve tarihi dokusu ile dikkat çeken Hich Otel örneği üzerinden iç mekân donatılarında ulusal kimliğin temsilini incelemeyi amaçlamaktadır. Otelin mimari açıdan taşıdığı özgünlük, iç mekân kurgusunda aynı derecede yansıtılamamaktadır. Özellikle tekstil ürünlerinde geleneksel dokuma kültürünü yansıtan motif, renk ve desenlerin kullanımının sınırlı olması, mekânın kültürel kimliğini görünmez kılmaktadır. Bu bağlamda temel problem şu şekilde ifade edilebilir: Hich Otel'in iç mekân tasarımında ulusal kimliği temsil eden tekstil desenlerinin eksikliği, mekânın kültürel anlatım gücünü zayıflatmaktadır.

Ulusal Kimlik ve Mekânsal Temsil

Ulusal kimlik, bireylerin belirli bir toplulukla tarihsel, kültürel ve sembolik bağlar kurduğu bir aidiyet biçimidir (Anderson 1983:15). Ulusları "hayali cemaatler" olarak tanımlarken, bu aidiyetin kültürel üretimler ve ortak semboller aracılığıyla inşa edildiğini vurgulamaktadır. Mekân ise bu sembollerin somutlaştığı bir temsil alanı olarak görülmektedir. Özellikle iç mekân tasarımı, ulusal kimliği görünür kılma potansiyeline sahip bir araç olmaktadır. İç mekânda kullanılan renkler, motifler, malzemeler ve yerleşim düzeni, mekânın kültürel kimliğini oluşturan önemli bileşenlerdir (Atagök 2002:3). Bu doğrultuda, otel gibi geçici konaklama alanlarında dahi ulusal kimliğin yansıtılması, kullanıcıda hem aidiyet hissi hem de özgünlük algısı yaratmaktadır. Ancak günümüz tasarım anlayışında, bu tür değerler çoğu zaman estetik kaygıların gölgesinde kalabilmektedir.

Butik oteller, tasarım odaklı ve tematik yaklaşımlarla öne çıkan konaklama yapılarıdır. Butik otel zincirlerinden farklı olarak yerel alanla kurdukları ilişki, bu tür mekânların ayırt edici özelliğidir (Aykol ve Zengel 2014: 25). Butik otel tasarımında yerel mimari unsurların, malzeme seçimlerinin ve iç mekân ögelerinin ulusal kimliği yansıtma gücünü vurgulamaktadır. Ancak pratikte bu yapıların pek çoğu, ulusal kimliği yalnızca yüzeysel motiflerle temsil etmekte; mekânda anlam katmanları oluşturacak derinlikli yaklaşımlardan uzak durmaktadır. Oysa özellikle tekstil ürünleri (perde, yastık, duvar panosu, döşemelik kumaşlar vb.), mekânın hem estetik hem de kültürel kimliğini güçlendiren en önemli unsurlardandır. Bu ürünler, yalnızca dekoratif öğeler olmanın ötesinde, mekâna yerel ve tarihsel bir bağ kazandırarak kullanıcı ile mekân arasında duygusal bir ilişki kurulmasına olanak tanımaktadır. Geleneksel motiflerin çağdaş yorumlarla harmanlandığı özgün tekstil tasarımları, otelin kimliğini pekiştirirken aynı zamanda ziyaretçiye özgün ve unutulmaz bir deneyim sunmaktadır.

Yöntem

Bu araştırma, nitel bir çalışma olup, Konya Karatay ilçesinde bulunan Hich Otel'in iç mekân tekstil donatısını derinlemesine incelemeyi amaçlayan bir alan araştırması (case study) olarak tasarlanmıştır. Araştırma sürecine başlamadan önce, konuya ilişkin literatür taraması yapılmış; dergiler, makaleler, kitaplar, tezler ve internet kaynakları gibi çeşitli materyallerden yararlanılarak mevcut teorik çerçeve oluşturulmuştur. Bu sayede çalışmanın temel kavramsal altyapısı hazırlanmış ve konuya dair daha kapsamlı bir anlayış sağlanmıştır. Araştırma kapsamında gerekli izinler alınmış ve 31 Eylül 2024 tarihinde yazar tarafından otel ziyareti gerçekleştirilmiştir. Bu ziyarette, otelin lobi, restoran ve misafir odaları gibi farklı alanlarında detaylı gözlemler yapılmış ve ilgili bölgelerin fotoğraf dokümantasyonu oluşturulmuştur. Çekilen fotoğraflar, analiz amaçlı kullanılmak üzere dijital ortamda düzenlenmiş; Adobe Photoshop programı yardımıyla dijital baskı

teknikleri ve farklı işleme yöntemleri uygulanarak özgün görsel materyaller elde edilmiştir. Veri toplama süreci, gözlem yöntemiyle otelin iç mekânındaki tekstil ürünlerinin renk, desen, doku ve kompozisyon özelliklerinin sistematik analizini içermektedir. Toplanan veriler ışığında, otelin iç mekân tekstil donatılarında ulusal kimliği yansıtma düzeyi değerlendirilmeye çalışılmıştır. Araştırma süresince, sınırlılıklar olarak örneklem büyüklüğü, zaman kısıtlamaları ve veri eksiklikleri gibi faktörler dikkate alınmıştır.

Bu çalışmanın sunum ve görsel üretim süreçlerinde yapay zekâ destekli araçlardan yararlanılmıştır. Tasarım önerilerinin görselleştirilmesi, alternatif desenlerin oluşturulması ve puf bench tasarımlarının dijital ortamda mekâna yerleştirilmesi aşamalarında ChatGPT tabanlı içerik üretim platformu kullanılmıştır. Böylece, teorik altyapının desteklenmesi ve uygulama önerilerinin daha etkili biçimde sunulması sağlanmıştır. Görsellerin yapay zekâ aracılığıyla oluşturulması, tasarım sürecinin çağdaş dijital yöntemlerle nasıl zenginleştirilebileceğini göstermesi bakımından da çalışmaya yenilikçi bir katkı sunmaktadır.

Görsel 1: Hich Otel Giriş Kapısı



Orhan,2024

Sonuç olarak, araştırmada elde edilen gözlemler ve görsel analizler doğrultusunda Hich Otel'in iç mekân tekstil donatısının kültürel ve estetik değerleri kapsamlı biçimde incelenmiş ve bulgular üzerinde değerlendirmeler yapılmıştır. Bu yöntemler, araştırmanın amacına ulaşmasını sağlamak ve otelin iç mekân tekstil tasarımına dair derinlemesine bir anlayış geliştirilmesine katkı sağlamak üzere tercih edilmiştir.

İç Mekânın Ulusal Kimliğini Yansıtmasında Tekstil ve Donatının Rolü

İç mekânlar; bireylerin günlük yaşamlarını sürdürdüğü, etkileşimde bulunduğu ve çeşitli deneyimler yaşadığı fiziksel çevreler olarak, estetik kaygılarla birlikte işlevsellik ve kültürel bağlam açısından da önem taşımaktadır. Özellikle butik otel gibi tematik konaklama alanları yalnızca fiziksel ihtiyaçları karşılamakla sınırlı kalmayıp aynı zamanda bulunduğu coğrafyanın kültürel mirasını ve kimliğini yansıtacak biçimde kurgulanmaktadır. Daha önce belirtildiği üzere tekstil elemanları ile donatı ögeleri iç mekân kimliğinin inşasında temel bileşenler arasında yer almaktadır (Aslan, 2015:39). Dokuma, örgü ya da benzeri tekniklerle biçimlendirilen tekstil ürünleri; yalnızca görsel değil, aynı zamanda dokunsal ve duygusal bir zenginlik sunarak kullanıcı deneyimini derinleştirmektedir. Hich Otel'in iç mekânında kullanılan perdeler, halılar, döşemelik kumaşlar ve örtüler, mekânın atmosferini tanımlayan estetik unsurlar olarak işlev görmektedir (Üstüner, 2017:49). Donatı elemanları, kent mekânlarında bireylerin değişen ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla geliştirilen, işlevsel ve estetik özellikler taşıyan yapısal unsurlardır. Oturma birimleri, aydınlatma elemanları ve çeşitli aksesuarlar gibi bu bileşenler, hem kullanıcı konforunu artırmakta hem de mekânın görsel bütünlüğünü desteklemektedir. Aynı zamanda toplumsal etkileşimi kolaylaştırarak kamusal alanlarda anlamlı bir çevresel kimlik oluşturmada önemli rol oynamaktadır (Soydan & Benliay, 2016: 5). Tekstil ürünleri, insan yaşamının ayrılmaz bir parçası olarak, desen, renk ve motif gibi çeşitli görsel ve dokunsal özellikleriyle iç mekânların kimliğini belirleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır (Gümüşer, 2021:258). Bu malzemeler,

hem estetik beklentilere hem de bireysel zevklere uygun bir ortam oluşturmada önemli rol oynamaktadır. Özellikle perde, halı, döşemelik kumaş ve yatak örtüsü gibi tekstil objeleri, mekânla güçlü bir görsel ve dokunsal bağ kurar; desen ve renkleriyle mekâna özgünlük katarak, mobilyalarla bütünleşik bir tasarım dili oluşturmaktadır (Gümüşer, 2021: 258,259).

Tekstil ürünleri, tarihsel süreçte yalnızca korunma ve örtünme işleviyle sınırlı kalmayıp, zamanla gündelik hayatın estetik kodlarını taşıyan kültürel bir ifade biçimi hâline gelmiştir. Toplumların sanatsal birikimini ve tarih içindeki dönüşümünü yansıtan tekstil tasarımı, aynı zamanda o toplumun kültürel belleğini de biçimlendiren dinamiklerden biri olmuştur (Gümüşer, 2021:282). İç mekân tasarımında da vazgeçilmez bir unsur olarak karşımıza çıkan tekstil; teknoloji, geleneksel el sanatları, sosyal bilimler ve ekonomi gibi farklı disiplinlerle etkileşim hâlinde gelişen çok yönlü bir uygulama alanıdır. Öte yandan, geleneksel dokumalarda ve el işlerinde gözlemlenen desen, motif, renk ve teknik tercihler; üretildikleri bölgenin kültürel yapısını, toplumsal değerlerini ve yaşam biçimlerini doğrudan yansıtmaktadır. Bu yönüyle tekstil, ait olduğu coğrafyanın sosyo-ekonomik ve kültürel dinamiklerine dair önemli ipuçları sunmaktadır. Söz konusu kültürel birikimin korunması ve sonraki kuşaklara aktarılması açısından müzelerin rolü oldukça büyüktür. Bu noktada, müze koleksiyonlarında yer alan tarihî tekstil eserlerinin bilimsel yöntemlerle belgelenmesi ve tanıtımının yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır (Gümüşer, 2020: 807). Aynı aktarım süreci, iç mekân tasarımı bağlamında da sürdürülebilir. Özellikle kamusal alanlarda kültürel kimliğe sahip çıkan tasarım anlayışları, bireylerin mekânla kurduğu bağı kuvvetlendirmekte ve yer duygusunu pekiştirerek kullanıcı deneyimini zenginleştirmektedir.

Hich Otel'de kullanılan tekstil ürünlerinin ulusal kimliği yansıtabilmesi için, geleneksel motiflerin, yerel renk paletinin ve özgün dokuma tekniklerinin çağdaş iç mekân tasarımıyla başarılı bir biçimde bütünleşmesi gerekmektedir. Örneğin, koltuk döşemelerinde kullanılan kumaşların desenleri, sadece estetik bir tercih olmaktan öte, Konya'nın kültürel ve tarihsel mirasını yansıtacak simgeler içermesi beklenmektedir. Aynı şekilde, perdelerde ve halılarda seçilen motifler ve renkler, mekâna özgünlük katarken ziyaretçilerde aidiyet ve sıcaklık hissi gerektirmektedir (Yılmaz ve Halaçeli Metlioğlu, 2020). Tekstil malzemelerinin seçiminde dokusu, dayanıklılığı ve renk uyumu gibi özellikler dikkate alınarak, hem estetik hem de fonksiyonel açıdan iç mekânla bütünleşen tasarımlar geliştirilmelidir. Böylelikle, Hich Otel'in iç mekânında kullanılan tekstil ve donatılar, mekânın görsel niteliğini artırmakla kalmaz; aynı zamanda konukların kültürel deneyimini zenginleştirir ve mekâna özgü bir kimlik oluşturmaktadır. İç mekân tekstil donatılarının yerel kültürel unsurlar ve geleneksel motiflerle desteklenerek tasarlanması, Hich Otel gibi butik otellerde ulusal kimliğin mekânsal temsilini güçlendirmekte ve çağdaş tasarımın estetik gereksinimleri ile kültürel aidiyet duygusunu bir arada sunmaktadır. Bu nedenle, tekstil ve donatılar arasındaki uyumun ve bilinçli seçiminin, butik otellerin kimlik kazanmasında kritik bir rol oynadığı söylenebilir.

HICH OTEL ve İÇ MEKAN DONATILARINDA DİJİTAL UYGULAMA

Hich Hotel Konya, Karatay ilçesinde, Mevlana Müzesi'ne bitişik konumu ve 200 yıllık tarihi Türk mimarisiyle dikkat çeken bir butik oteldir. Başlangıçta konut olarak inşa edilen yapılar, koruma ve restorasyon çalışmaları sonrasında yeniden işlevlendirilerek konaklama ve yeme-içme mekânı olarak yapılandırılmıştır. Otel, taş, ahşap ve metal gibi doğal malzemelerin estetik bir uyumla kullanıldığı iç mekân tasarımıyla geleneksel dokuyu modern konforla bütünleştirmektedir. Konya'ya özgü el dokuması patchwork halılar ve özel tasarım mobilyalar, otelin otantik karakterini pekiştirmektedir. Hich CAFE, gastronomik işlevinin yanı sıra kütüphane rolüyle de kültürel bir ortam sunmaktadır. Mekânın Celal Sokak ve Amil Çelebi Sokak'a açılan üç ayrı girişi bulunmakta; bu yönüyle kullanıcı sirkülasyonuna esneklik kazandırmaktadır. İç mimari düzenlemeler, işletmeci Serkan Vanlı tarafından gerçekleştirilmiş; tasarım konsepti ise doğu ve batı kültürlerini, gelenek ve moderniteyi harmanlamaya yönelik olarak belirlenmiştir. 13 odadan oluşan otelde, oda isimleri hem sağdan hem de soldan okunduğunda anlam taşıyan biçimde seçilerek mekânsal kimliğe anlam katılmıştır. Hich Hotel, kent merkezinde yer alan konumu, tarihî çevreyle olan fiziksel ve kültürel uyumu ve sunduğu özgün konaklama deneyimi ile dikkat çeken bir turizm yapısıdır.

Görsel 2: Hich Otel Atlas Odası



Orhan,2024

Atlas Odası'na yönelik gerçekleştirilen desen tasarımı çalışmasında, mekânın dinlenme alanında konumlanan koltuklar tasarımın merkezinde konumlandırılmıştır. Bu kapsamda, söz konusu koltuk yüzeylerine uygulanmak üzere özgün desenler geliştirilmiş ve tasarım süreci detaylı bir biçimde planlanarak yürütülmüştür. Aşağıda yer alan görseller, çalışmanın başlangıç ve sonuç safhalarını karşılaştırmalı olarak sunmakta; böylece tasarım sürecinin evrelerini görsel olarak ortaya koymaktadır. Tasarlanan desenler dijital ortamda koltuk yüzeylerine entegre edilerek uygulanmış ve bu yöntem, desenlerin mobilya üzerindeki görsel etkilerini değerlendirmek açısından önemli bir araç olarak kullanılmıştır. Yapmış olduğum çalışmada, geleneksel motiflerden yola çıkılarak çağdaş tasarım yaklaşımlarıyla harmanlanmış, Atlas Odası'nın mevcut iç mekân karakteriyle bütünlük arz eden tarihî referanslara sahip bir tasarım dili oluşturmayı hedeflenmiştir. Bu bağlamda yapılan tasarımlar, yalnızca koltuk yüzeylerinin estetik olarak yeniden düzenlenmesiyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda tüm odanın görsel bütünlüğünü destekleyen bir iç mekân müdahalesi niteliği taşımaktadır. Tasarım süreci, geleneksel desen anlayışı ile modern yorumları bir araya getirerek odanın atmosferine estetik ve kültürel katmanlar eklemeyi amaçlayan kapsamlı bir yaklaşım doğrultusunda tamamlanmıştır. Aşağıda ki görsellerde desenlerin çizim aşamaları ile renklendirilmiş nihai halleri detaylı biçimde incelenecek; bu inceleme esnasında tasarımların esinlendiği mimari ögeler ve benimsenen tasarım ilkeleri analiz edilecektir. Devamında ise, geliştirilen desenlerin iç mekân donatıları üzerine dijital olarak uygulanmış halleri değerlendirilerek, tasarımın fikir aşamasından uygulama sürecine kadar geçirdiği dönüşüm çok yönlü biçimde ele alınacaktır.

Tasarım Ögesi	Tasarım 1	Esin Kaynağı
Koyu zemin + açık motif	Lacivert-altın motifler	Kesme taş cephede derin oymalı motifler
Bitkisel ve geometrik süs	Yaprak, çiçek, sarmaşık	Rumi, palmet, yıldız gibi kübik taş süslemeler
Tek odaklı motifler	Merkezi yuvarlak veya çiçek zemini motifleri	Kubbe, mihrab veya portal gibi mimari merkezler

Görsel 3: Esin Kaynağı İnce Minareli Medrese Taç Kapı



Kaynak: T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı / Konya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü (tarih yok). *İnce Minareli Medrese Taş ve Ahşap Eserleri Müzesi* [Fotoğraf]. Kültür Portalı.



Dijital Tasarım Giydirme 1:



Dijital Tasarım Yerleştirme 1:



Özellik	Tasarım 2	Esin Kaynağı
Bitkisel Kıvrımlar	Dolgun yaprak ve sarmaşık gibi spiral formlar	Kapı ve kemer süslemelerinde yoğun görülür
Simetri & Tekrar	Desen tüm alan boyunca simetrik tekrarlar içerir	Yapı cephesinde düzenli kompozisyonlar hâkim
Malzeme ve Teknik	Kumaş üzerinde düz baskı tarzı	Taş/kabartma tekniğiyle derinlikli ifade
Doku	Düz, tekstil hissi	Taş derinliği ve gölgeleri deseni üç boyutlu yapar

Görsel 4: Esin Kaynağı İnce Minareli Medrese Taç Kapı



Kaynak: T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı / Konya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü (tarih yok). *İnce Minareli Medrese Taş ve Ahşap Eserleri Müzesi* [Fotoğraf]. Kültür Portalı.

Çizim 2:



Dijital Tasarım Giydirme 2:



Dijital Tasarım Yerleştirme 2:



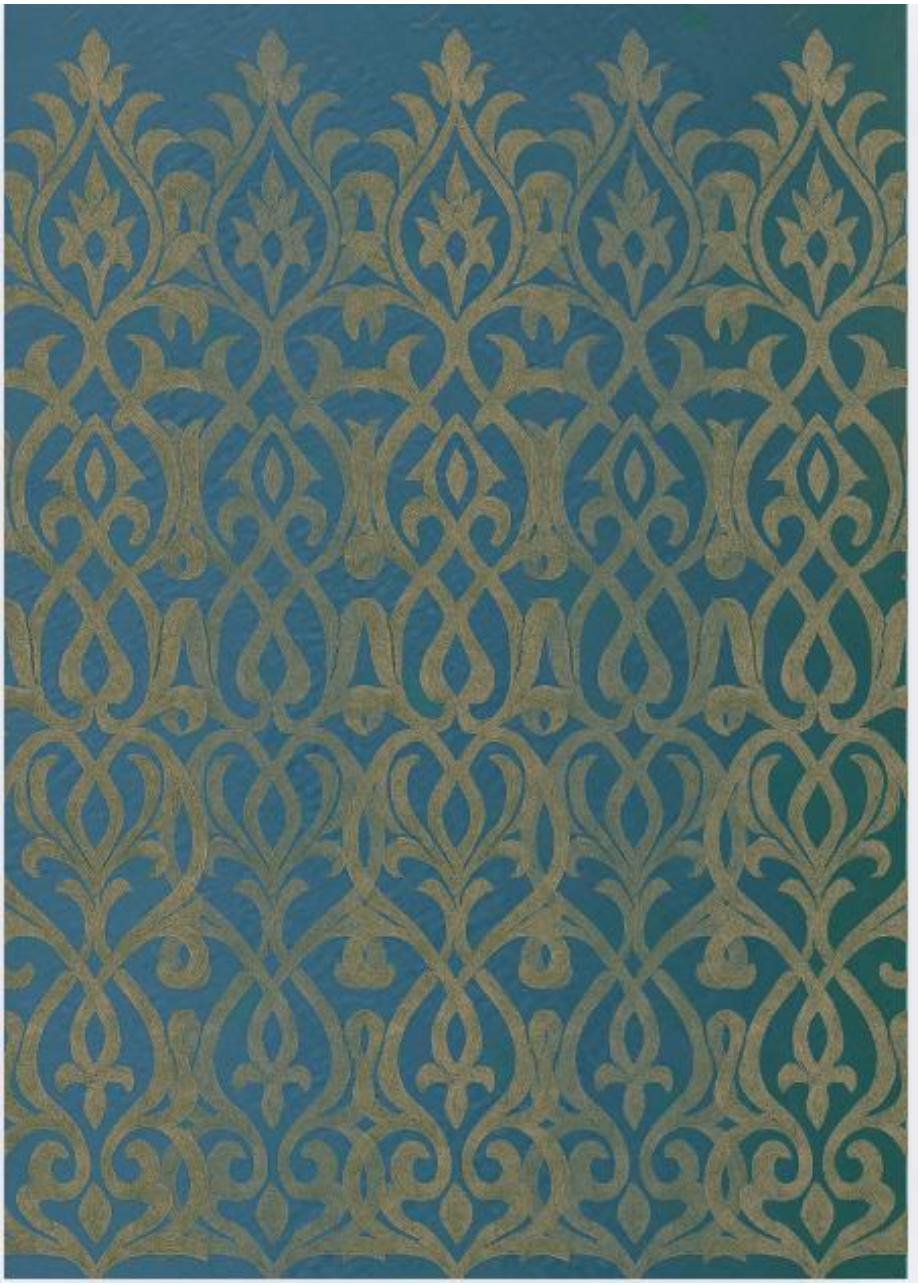
Özellik	Tasarım 3	Esin Kaynağı
Bitkisel Kıvrımlar	Yumuşak, dalgalı yaprak formu	Niş ve kemer içlerinde kabartmalı Rumi motifler
Geometrik Unsurlar	Desenin içinde küçük geometriler	Taşta yıldız, sekizgen ve hücresel düzenlemeler
Dikey, Tekrarlı Kompozisyon	Motifler dikey olarak düzenlendi	Portal, kemer ve niş boyunca simetrik düzenler
Malzeme & Teknik	Düz doku, tekstile uygun grafik	Taş kabartma derinliği ve gölgeleriyle üç boyutlu

Görsel 5: Esin Kaynağı İnce Minareli Medrese Mimari Parça



Kaynak: T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı / Konya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü (tarih yok). *İnce Minareli Medrese Taş ve Ahşap Eserleri Müzesi* [Fotoğraf]. Kültür Portalı.

Çizim 3:



Dijital Tasarım 3 Giydirme:



Dijital Tasarım 3 Yerleştirme:



Sonuç

Bu araştırmada, iç mekân tekstil donatılarının tasarımında yerel kültürel unsurların ve geleneksel motiflerin bilinçli olarak kullanılması, özellikle butik oteller gibi mekânlarda ulusal kimliğin mekânsal temsilini güçlendiren önemli bir etken olarak ortaya çıkmaktadır. Hich Otel örneğinde gözlemlendiği üzere, tekstil ürünleri ile diğer donatılar arasındaki uyum, mekânın estetik ve kültürel niteliğinin oluşumunda belirleyici bir rol oynamaktadır. Yapılan değerlendirme, tekstil donatılarının yalnızca estetik amaçlı kullanılan öğeler değil, mekâna kimlik kazandıran ve kültürel mirası görünür kılan önemli unsurlar olduğunu ortaya koymaktadır. Geleneksel motiflerin, özgün renklerin ve yerel dokuma tekniklerinin çağdaş iç mekân tasarımıyla uyumlu biçimde harmanlanması, ulusal kimliğin mekânda hissedilmesini sağlarken, kullanıcıların bu kimliği daha güçlü biçimde deneyimlemesine olanak tanımaktadır. Bunun yanı sıra, kültürel referansların tekstil ve diğer donatılar üzerinden mekâna yansıtılması, mekânsal deneyimin derinleşmesini ve kullanıcının o yerle kurduğu bağın güçlenmesini sağlamaktadır. Özellikle butik otellerde, ziyaretçilere özgün ve bölgeye ait değerlerin hissedildiği bir ortam sunmak, hem mekânın kimlik kazanmasına hem de kültürel mirasın yaşatılmasına katkı sunmaktadır. Bu bağlamda, tekstil donatılarının seçimi ve yerleştirilmesinde kültürel bilinç ve estetik hassasiyet, mekânın fonksiyonel ve görsel bütünlüğünün sağlanmasında kritik önem taşımaktadır. Ayrıca, iç mekân tekstil tasarımının çok disiplinli yapısı; teknoloji, el sanatları, sosyal bilimler ve ekonomi gibi farklı alanlarla etkileşim halinde gelişerek hem tasarım sürecine zenginlik katmakta hem de mekânın kültürel anlatımını güçlendirmektedir. Tekstil ürünlerinin, dokuları, renkleri ve motifleriyle iç mekânlarda yaratılan atmosferi belirleyici unsur olmaları; mekânın fiziksel ve psikolojik konforunu destekleyen renk, ışık, ısı ve ses gibi parametrelerle de doğrudan ilişkilidir. Bu kapsamda, Hich Otel örneği özelinde gerçekleştirilen bu çalışma, tekstil ve donatılar aracılığıyla ulusal kimliğin iç mekânda nasıl somutlaştığını ortaya koyarken, benzer mekânlarda da bu yaklaşımın benimsenmesinin önemini vurgulamaktadır. Gelecekte yapılacak araştırmaların, farklı mekân tipolojileri üzerinde tekstil ve donatılar yoluyla ulusal kimliğin yansıtılması konusunda karşılaştırmalı analizler yaparak alanın gelişimine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Bu tür çalışmalar, sadece mekânsal estetik ve kimlik algısını geliştirmekle kalmayıp, aynı zamanda kültürel değerlerin sürekliliği ve yaşatılması açısından da büyük bir öneme sahiptir.

Tartışma

Bu araştırma kapsamında ulaşılan bulgular, iç mekânlarda kullanılan tekstil donatılarının, mekânın kültürel kimliğini yansıtma potansiyeline sahip temel bileşenlerden biri olduğunu ortaya koymaktadır. Hich Otel örneği özelinde yapılan incelemeler, geleneksel motifler, yerel dokuma teknikleri ve özgün renk kullanımlarının, çağdaş iç mekân tasarımıyla uyum içinde kullanıldığında, mekânın sadece görsel bütünlüğünü değil, aynı zamanda kültürel temsil gücünü de pekiştirdiğini göstermektedir. Bununla birlikte, tekstil donatılarının yalnızca dekoratif amaçlı değil, kullanıcı deneyimini derinleştiren, mekânsal aidiyet oluşturan ve kültürel hafızayı sürdüren unsurlar olarak değerlendirilmesi gerekliliği, çalışma bulgularıyla desteklenmiştir. Nitekim mekânda kullanılan tekstillerin seçiminde estetik kaygıların yanı sıra kültürel bilinç ve yerel bağlam dikkate alındığında, otel gibi konaklama mekânlarının daha özgün, anlamlı ve etkileyici deneyim alanlarına dönüştüğü gözlemlenmektedir. İç mekân tekstil tasarımının ulusal kimliğin yansıtılması bağlamında taşıdığı önem, yalnızca görsellik düzeyinde değil; tarihsel ve kültürel süreklilik açısından da değerlendirilmeli; tasarım kararları bu bütüncül yaklaşımla şekillendirilmelidir.

Kaynakça

Aktaş, G. G. (2011). Anadolu'da toplumsal yaşamın mekânsal izleri. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 1(7), 55–68

Alp, K. Ö. (2015). Postmodern resimde zaman-mekân temsili. *FLSF Felsefe ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 20, 317–333.

Anderson, B. (1995). *Hayali cemaatler: Milliyetçiliğin kökenleri ve yayılması* (İ. Savaşır, Çev.; 2. bs.). Metis Yayınları. (Orijinal eser 1983'te yayımlanmıştır)

Aslan, F., Aslan, E., & Atik, A. (2015). İç mekânda algı. *İnönü Üniversitesi Sanat ve Tasarım Dergisi*, 5(11).

Aykol, E., & Zengel, R. (2014). 21. yüzyılda yeni nesil konaklama yapıları: Butik otel yaklaşımı. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 25(2), 215–227.

Bulut, E., & Beyoğlu, A. (2013). Batı resmindeki iç mekân resmi örneklerinin ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin görsel sanatlar dersinde yaptıkları resimlerine yansımaları. *Akdeniz Sanat*, 6(12).

Ceylan, H. (2019). Konya-Hich Otel'in mekân analizi / Location analysis of Konya-Hich Hotel within the scope of renovation (Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Ceylan, Ö., & Yetişen Demirci, E. (2022). Moda ve tekstil tasarımında kinetik yaklaşımlar. *STAR Sanat ve Tasarım Araştırmaları Dergisi*, 3(4), 125–144.

Değer, A., & Gür Üstüner, S. (2021). Anadolu kültürü ve sembollerinin günümüz tekstil sanatına/tasarımına yansımaları. *Uluslararası Disiplinlerarası ve Kültürlerarası Sanat Dergisi*, 6(12), 17–38.

Erbaş, C. (2023). Celîlî'nin Leylâ vü Mecnûn mesnevisinde mekân. *Bartın Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 8(1), 160–172.

Erkan, D. (2017). Kahramanmaraş gelenekli iğne işi motiflerinin modern yaklaşımla tekstil yüzeylerine uygulanması. *Art-E Sanat Dergisi*, 10(20), 551–567.

Erdoğan, E., & Çetinkaya Sönmez, D. M. (2023). Anadolu Türk kültüründe geleneksel açık ve yeşil alanlar. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 45, 183–217.

Geçimli, M., & Kaptan, B. (2019). İçmimarlık ve sürdürülebilirlik ilişkisi: Ekolojik, ekonomik ve sosyal/kültürel açıdan inceleme. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(1), 191–201.

Gürcüm, B. H., & Üner, İ. (2016). Tekstil tasarımında kavramsal tasarım adımlarının uygulanması: Bir örnek kumaş koleksiyonu. *Art-E Sanat Dergisi*, 9(17), 26–52.

Gümüşer, T. (2020). The Surface Design of Kerchiefs in Ege University Ethnography Museum's Textile Collection. *Motif Akademi Halkbilimi Dergisi*, 13(30), 797–808.

Gümüşer, T. (2021). The Representation of Ottoman Court Textiles in Cinematographic Narrative: Ferzan Özpetek's Harem Suare. *Sanat ve Tasarım Dergisi*, 11(2), 280–291.

Kalay, T. (2017). İç mekân kurgusunda mobilyanın yeri: Minimalist yaklaşımlar. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 133–144.

Koçak, S. (2016). İç mekân tasarımında tekstil ürünlerinin estetik ve fonksiyonel rolü (Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Güzel Sanatlar Enstitüsü).

Soydan, O., & Benliay, A. (2016). Donatı Elemanlarının Fonksiyonel Ve Tasarım Özelliklerinin Değerlendirilmesi. İnönü Üniversitesi Sanat Ve Tasarım Dergisi, 6(14), 1-18.

Uğurlu, S. S. (2018, Mayıs 28). Anadolu kilimlerinde sanatsal değerler. [Blog yazısı].

Yıldırım, A. (2007). Mimari mekânın donatılmasında estetik unsurlar. (Doktora tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi).

Yılmaz, Z., & Halaçeli Metlioğlu, F. (2020). İç mekânda tekstil kullanımının mekânsal algı üzerindeki etkisi. *Gazi Üniversitesi Sanat ve Tasarım Fakültesi Dergisi*, 25, 89–104.

Görsel Kaynakça

T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı / Konya İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü (tarih yok). *İnce Minareli Medrese Taş ve Ahşap Eserleri Müzesi* [Fotoğraf]. Kültür Portalı.

BAHAUS ESTETİĞİ BAĞLAMINDA İÇ MEKAN DONATILARDA TEKSTİL PRATİKLERİ: PUF TASARIMI

Tülay GÜMÜŞER

Doç.Dr. Selçuk Üniversitesi. Mimarlık ve Tasarım Fakültesi. Alaeddin Keykubat Yerleşkesi. Konya / Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-6264-262.

Aybike ORHAN

Yüksek Lisans Öğr. Selçuk Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü. El Sanatları ABD. Alaeddin Keykubat Yerleşkesi. Konya / Türkiye

ÖZET

Yirminci yüzyılın en etkili tasarım yaklaşımlarından biri olan Bauhaus işlevsellik, sadelik ve biçim-işlev bütünlüğü ilkeleriyle modern iç mekân tasarımına yön vermiştir. Bu çalışmada, Bauhaus estetik anlayışı bağlamında iç mekân donatılarında tekstil malzemesinin işlevsel ve görsel etkileri ele alınmakta; özellikle çok yönlü kullanımı ve yalın formuyla dikkat çeken puf tasarımları incelenmektedir. Bauhaus'un "biçim işlevi takip eder" ilkesi doğrultusunda, pufların sadece dekoratif unsur değil aynı zamanda mekâna işlevsel ve estetik katkı sağlayan birer modül olarak değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Araştırma, Selçuk Üniversitesi Mimarlık ve Fakültesi, El Sanatları Bölümü, Konsept Tasarım ve Koleksiyon dersi kapsamında 4. Sınıf öğrencilerinin tekstil malzemesi kullanarak yaptıkları projede yer alan puf tasarımlarını kapsamaktadır. Projede pufların Bauhaus ilkeleriyle uyumlu olarak form, malzeme ve tekstil malzeme tercihlerine göre nasıl tasarlanabileceğine ilişkin kuramsal ve görsel analizler yapılmıştır. Tekstil yüzeylerinin sade ama nitelikli doku ve renk seçimleriyle mekânın genel estetik diline nasıl entegre olabileceği değerlendirilmiş; bu bağlamda, tekstil kullanımının yalnızca yüzey kaplaması değil, aynı zamanda kullanıcı deneyimi ve ergonomi açısından da mekâna önemli etkiler sunduğu ortaya konmuştur. Bauhaus'un el işçiliği ile endüstriyel üretim arasında kurduğu denge, puf tasarımlarında çağdaş yorumlarla yeniden ele alınmış ve bu tür donatıların mekân içi yerleşim stratejileriyle olan ilişkisi pozitif yönde sonuç vermiştir.

Anahtar Kelimeler: Bauhaus, iç mekân tekstilleri, puf tasarımı

TEXTILE PRACTICES IN INTERIOR FURNISHINGS IN THE CONTEXT OF BAUHAUS AESTHETICS: POUF DESIGN

ABSTRACT

As one of the most influential design approaches of the twentieth century, Bauhaus has shaped modern interior design through its principles of functionality, simplicity, and the unity of form and function. This study explores the functional and visual impact of textile materials in interior furnishings within the framework of Bauhaus aesthetics, focusing particularly on pouf designs, which stand out due to their versatility and minimalist form. In line with the Bauhaus principle that "form follows function," the study emphasizes that poufs should not be viewed merely as decorative elements, but as modular units contributing both functionally and aesthetically to interior spaces. The research encompasses pouf designs produced by fourth-year students in the Concept Design and Collection course of the Department of Handicrafts, Faculty of Architecture, Selçuk University. The study includes both theoretical and visual analyses of how these poufs can be designed in accordance with Bauhaus principles, particularly in terms of form, material, and textile choices. It evaluates how textile surfaces with simple yet refined textures and color selections can be integrated into the overall aesthetic language of a space. Within this context, textile use is shown to provide not only surface coverage but also significant contributions to user experience and ergonomics. The Bauhaus ideal of balancing craftsmanship and industrial production is reinterpreted in the contemporary context of pouf design, and the integration of such furnishings into interior spatial planning has yielded positive results.

Keywords: Bauhaus, Interior Textiles, Pouf Design

Giriş

Yirminci yüzyılın başlarında Almanya'da kurulan Bauhaus Okulu, sanat, zanaat ve endüstriyi bütünleştiren disiplinlerarası yaklaşımıyla modern tasarımın en etkili akımlarından biri hâline gelmiştir. Endüstri devriminin ardından gelişen üretim anlayışıyla birlikte, işlevsellik ve estetik bütünlüğü bir arada sunan tasarımlar Bauhaus'un temel eğitim felsefesini şekillendirmiştir. Bu yaklaşıma göre, bir ürünün güzel olması; işlevsel, doğru malzeme ile üretilmiş ve amacına uygun bir yapıda olmasıyla doğrudan ilişkilidir (Gürcüm & Kartal, 2017: 1770). Bauhaus'un "biçim işlevi takip eder" ilkesi, yalnızca mimari yapılara değil, iç mekân donatıları ve mobilyalara da yön vermiştir. Tasarımın farklı ölçeklerde uygulanabilirliğini öne çıkaran bu yaklaşım, mobilya gibi gündelik kullanım objelerinde de kendini göstermektedir. Literatürde Bauhaus'un Weimar, Dessau ve Berlin dönemlerine ait atölye yapıları ve bu atölyelerde etkin olan tasarımcıların üretimleri, yalnızca sanatsal değil, aynı zamanda dönemin sosyo-politik yapısını yansıtan tasarım örnekleri olarak ele alınmaktadır. Johannes Itten, Walter Gropius, Marcel Breuer, Josef Albers, Alfred Arndt ve Mies van der Rohe gibi isimler tarafından geliştirilen mobilya tasarımları, hem eğitim metodolojisi hem de form–işlev dengesi açısından betimsel tarama yöntemiyle değerlendirilmektedir (Koç Altuntaş, Ertaş Beşir & Dereli, 2021:195).

Bu bildiride, Bauhaus estetik anlayışı çerçevesinde iç mekân donatılarında tekstil malzemesinin kullanımı incelenmekte olup özellikle çok yönlü yapısı, sade formu ile öne çıkan puf tasarımları üzerinden değerlendirmeler yapılmaktadır. Çalışma kapsamında, Selçuk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi El Sanatları Bölümü 4. sınıf öğrencilerinin, Güncel Sanat Atölyesi dersi kapsamında yapmış olduğu tasarımlar ele alınmıştır. Bu çerçevede, 6 öğrencinin geliştirdiği puf tasarımları değerlendirilmiş; projeler, Bauhaus ilkeleriyle uyumlu form, malzeme ve tekstil tercihleri üzerinden analiz edilmiştir. Tasarım sürecinde tekstil malzemelerinin dokusal nitelikleri, renk seçimleri ve yüzey özelliklerinin mekân estetiğine katkısı tartışılmakta; aynı zamanda, çağdaş iç mekânlarda el işçiliği ile endüstriyel üretim arasındaki dengeyi nasıl yeniden kurabileceğine dair öneriler sunulmaktadır. Bu bağlamda bildiri, Bauhaus'un tarihsel mirasını güncel tasarım pratikleriyle buluşturmayı ve tekstil temelli iç mekân donatılarında işlevselliği estetikle bütünleştiren bir perspektif ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Yöntem

Çalışma, Bauhaus ekolünün iç mekân tasarımına ve özellikle tekstil temelli donatılara etkisini anlamaya yönelik nitel bir araştırma yaklaşımı benimsemektedir. Çalışmada öncelikle, Bauhaus'un "biçim işlevi takip eder" ilkesi çerçevesinde geliştirilen tasarım anlayışının; tekstil ürünleriyle donatılmış çağdaş iç mekânlardaki yansımaları üzerine kapsamlı bir literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, Bauhaus'un Weimar, Dessau ve Berlin dönemlerine ait tasarım yaklaşımı, atölye sistemi ve mobilya üretim süreciyle ilgili akademik kaynaklar incelenmiştir.

Literatür taramasını desteklemek amacıyla, iç mekânda kullanılan tekstil donatılarının biçim, işlev ve estetik yönleri ele alınmış; puf bench gibi tekstil temelli ürünlerin mekâna kattığı görsel nitelikler ve kullanım kolaylıkları örnek iç mekân uygulamaları üzerinden analiz edilmiştir. Bu analizler sırasında, tekstil yüzeylerinin renk, doku ve form gibi temel tasarım öğeleriyle mekân estetiğine nasıl entegre edildiği incelenmiştir. Ayrıca uygulamalı bir boyut içeren bu araştırma, Selçuk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi El Sanatları Bölümü 4. sınıf öğrencilerinin Güncel Sanat Atölyesi dersi kapsamında yürüttükleri tasarım projelerini kapsamaktadır. Bauhaus ilkeleri doğrultusunda tekstil malzemesi kullanılarak oluşturulan toplam yedi puf tasarımı, hem estetik hem işlevsel açıdan değerlendirilmiştir. Öğrenci projeleri; malzeme kullanımı, biçimsel yalınlık, çok yönlülük, modülerlik gibi ölçütler bağlamında Bauhaus'un tasarım anlayışıyla örtüşecek şekilde betimsel analiz yöntemiyle incelenmiştir. Bu yöntemsel yaklaşım sayesinde, Bauhaus'un modern tasarım ilkelerinin güncel iç mekân donatılarına etkisi hem kuramsal hem uygulamalı olarak değerlendirilmiş; tekstil tabanlı tasarımların, özellikle de puf benchlerin, çağdaş mekânlardaki işlevselliği ve estetik katkısı bütüncül bir yaklaşımla ele alınmıştır.

Bu çalışmanın sunum ve görsel üretim süreçlerinde yapay zekâ destekli araçlardan yararlanılmıştır. Tasarım önerilerinin görselleştirilmesi, alternatif desenlerin oluşturulması ve puf bench tasarımlarının dijital ortamda mekâna yerleştirilmesi aşamalarında ChatGPT tabanlı içerik üretim platformu kullanılmıştır. Böylece, teorik altyapının desteklenmesi ve uygulama önerilerinin daha etkili biçimde sunulması sağlanmıştır. Görsellerin yapay zekâ aracılığıyla oluşturulması, tasarım sürecinin çağdaş dijital yöntemlerle nasıl zenginleştirilebileceğini göstermesi bakımından da çalışmaya yenilikçi bir katkı sunmuştur.

TEKSTİL – MEKÂN İLİŞKİSİ: BAUHAUS EKOLOJİSİNDE DOKU, BİÇİM VE İŞLEVSELLİK

Mekân, yalnızca fiziksel sınırlarla tanımlı bir hacim değil; kullanıcı deneyimi, atmosfer ve işlevsellikle şekillenen çok katmanlı bir organizmadır. Tekstil ürünleri de mekân içinde yalnızca dekoratif öğeler olarak değil, aynı zamanda ortamın ruhunu oluşturan, fiziksel ve duygusal konforu destekleyen temel tasarım bileşenleri olarak değerlendirilmektedir. Tekstillerin sahip olduğu doku, renk ve desen çeşitliliği, onları estetik açıdan güçlü kılmakta ve farklı iç mekân senaryolarında kullanılmalarını mümkün kılmaktadır (Özdemir, 1994: 13). Nitekim iç mekân tekstilleri, genellikle konut (özel) veya kontrat (ticari) kullanımlar için üretilmekte olup; döşemelik kumaşlar, halılar, duvar kaplamaları, perde sistemleri ve tamamlayıcı tekstil aksesuarları gibi geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır (Gümüşer, 2021: 63). Bu ürünler, yalnızca fiziksel nitelikleriyle değil, aynı zamanda taşıdıkları kültürel ve duygusal anlamlarla da önemlidir. Gümüşer'e (2021) göre, tüm bu tekstiller, içinde bulunulan mekânda yaşamış bireylerin hayatına dair izler taşımakta ve bu bağlamda "anı nesneleri" olarak değerlendirilmektedir. Bireylerin otobiyografik geçmişine, memleketine, ev kültürüne ve sosyal ilişkilerine dair bilinçli ya da kendiliğinden gelişen anıları tetikleyen özel objeler olarak tekstiller, iç mekânın kişiselleştirilmesinde etkin rol oynamaktadır.

Mekân, sabit yapısal bileşenler (kolon, kiriş, çatı vb.) ve hareketli elemanlar (duvar, pencere, kapı, donatılar) olmak üzere iki ana grupta değerlendirilen organizasyonlarla şekillenmektedir. Bu organizasyon içerisinde tekstil, genellikle hareketli ve kullanıcıya yakın elemanlar üzerinde konumlanmaktadır. Böylece mekânın algısını dönüştürme ve kişiselleştirme potansiyeli kazanmaktadır. Mobilya yüzeylerinden perde, halı ve döşemelik kumaşlara kadar uzanan geniş kullanım alanı sayesinde tekstil ürünleri, tasarımcının mekânsal kurguda en doğrudan müdahale araçlarından biri hâline gelmektedir. Bu çerçevede Bauhaus ekolü, tekstil ve mekân ilişkisini yalnızca süsleme düzeyinde değil, tasarımın bütünsel bir parçası olarak ele almıştır. Bauhaus'un işlevsellik, sadelik ve malzemenin doğasına uygunluk ilkeleri doğrultusunda, tekstil tasarımları da bu yaklaşıma entegre edilmiştir. Özellikle Bauhaus'un dokuma atölyelerinde geliştirilen desen, örgü ve yüzey yapıları; modern mekânlarda hem görsel sadelik hem de işlevsel bütünlük sağlama amacı taşımaktadır (Smith, 2014:68).

Anni Albers gibi önde gelen Bauhaus sanatçılarının çalışmalarında görüldüğü üzere, tekstilin mekâna entegrasyonu yalnızca estetik değil, aynı zamanda deneyimsel ve işitsel bir boyuta sahiptir (Healy, 2016: 3). İç mekânlarda kullanılan tekstil ürünleri, yalnızca estetik bir yüzey sunmakla kalmayıp aynı zamanda mekânsal konforun birincil belirleyicilerinden biri hâline gelmektedir. Bauhaus estetiği böylelikle yalnızca görsel bir stil anlayışı olarak değil, aynı zamanda kullanıcı ile malzeme arasında kurulan ilişkisel tasarımın temel yapı taşı olarak da değerlendirilmektedir. Koç Altuntaş, Ertaş Beşir ve Dereli'nin (2021) belirttiği üzere, Bauhaus mobilya atölyeleri yalnızca biçimsel arayışlarla sınırlı kalmayıp, ergonomi, malzeme kullanımı ve kullanıcı deneyimini ön plana alan yaklaşımlar geliştirmiştir. Mobilyalarda kullanılan malzemelerin doğal özelliklerinin korunması, sade ve işlevsel bir forma yönlendirilmesi, kullanıcı ile nesne arasında doğrudan bir temas yaratmayı hedeflemektedir. Bu yaklaşım, özellikle döşemelik tekstil yüzeylerinin hem görsel sadelik hem de dokunsal nitelik taşıması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla Bauhaus tasarımı, tekstili yalnızca yüzey kaplaması olarak değil, mekânın deneyimsel boyutunu zenginleştiren aktif bir tasarım bileşeni olarak görmektedir (Koç Altuntaş, Ertaş Beşir & Dereli, 2021:195-197).

Selçuk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi El Sanatları Bölümü öğrencileriyle yürütülen puf tasarımı çalışmaları da bu düşünceyi pratiğe döken nitelikte görülmektedir. Öğrencilerin tasarladığı tekstil kaplı puflar, hem form açısından yalın hem de doku ve renk bakımından dikkatli seçilmiş yüzeylerle mekâna estetik ve işlevsel katkılar sağlamaktadır. Tekstil malzemesi, bu tasarımlarda hem oturma biriminin konforunu arttıran ergonomik bir unsur, hem de mekânsal atmosferi şekillendiren bir yüzey çözümlemesi olarak değerlendirilmektedir. Tekstil ve mekân ilişkisi de Bauhaus'un bütüncül tasarım felsefesiyle birlikte düşünüldüğünde yalnızca yüzey kaplaması olarak değil, mekânsal anlam kurucu, psikolojik ve fonksiyonel denge sağlayıcı bir tasarım öğesi olarak önem kazanmaktadır.

Mekânda Kumaşın Dili: Estetikten Ergonomiye Tekstil Tasarımı

İç mekân tasarımında tekstil ürünleri, hem estetik görünümün tamamlayıcısı hem de kullanıcı konforunu artıran işlevsel bileşenler olarak önemli bir rol üstlenmektedir. Son yıllarda bu etkinin daha da belirgin hâle gelmesiyle birlikte, özellikle çok yönlü kullanımları, yüzey dokularıyla sundukları duyusal deneyim ve mekânsal atmosferi biçimlendirme potansiyelleriyle öne çıkan puf benchler, tekstil tasarımının iç mekâna katkısını değerlendirmek açısından anlamlı bir örnek teşkil etmektedir. Bu doğrultu kapsamında, çalışmanın

temel amacı tekstil tasarımının iç mekândaki estetik ve fonksiyonel rolünü, puf bench tasarımları üzerinden disiplinlerarası bir bakış açısıyla incelemektir (Yılmaz & Halaçeli Metlioğlu, 2020: 1682).

PUF BENCHLERİN ÖZELLİKLERİ VE KULLANIM ALANLARI

Tekstil ürünleri, yalnızca gündelik ihtiyaçlara yönelik birer örtü ya da koruyucu unsur olmanın ötesinde, insan yaşamına ait duyusal ve düşünsel izlerin mekâna aktarılmasını mümkün kılan güçlü bir ifade aracıdır. Toplumların yaşadıkları coğrafyaya ve kültürel birikimlerine göre farklılık gösteren bu ürünler, aynı zamanda bireylerin yaşam tarzlarını ve estetik anlayışlarını yansıtan unsurlar hâline gelmiştir (Gümüşer, 2018:450). Sanatçılar ve tasarımcılar tarafından tarihsel formlar, yerel kültür ya da doğadan ilhamla geliştirilen tekstil temelli çalışmalar, kullanıcıyla estetik ve duygusal bir bağ kurarak mekân deneyimini derinleştirmektedir. Bu doğrultuda, puf benchler de hem estetik hem işlevsel özellikleriyle ön plana çıkan, çağdaş iç mekânlarda sıklıkla tercih edilen tekstil tabanlı mobilya öğelerinden biri haline gelmektedir. Yumuşak dolgu malzemeleri sayesinde oturum konforu sunarken; renk, desen ve doku çeşitliliğiyle de mekânsal atmosferi tamamlayıcı rol üstlenmektedir. Puf benchler, oturma, depolama ve hareket kolaylığı gibi çoklu işlevleri sayesinde özellikle modern yaşam alanlarında önemli çözümler sunmaktadır. Hafif ve taşınabilir yapıları, kullanıcıya yerleşim konusunda özgürlük tanımakta; farklı senaryolara kolaylıkla uyum sağlayarak esnek tasarım anlayışını desteklemektedir (Budwing, 2019: 42,43).

Nitekim, çok amaçlı mobilya öğeleri yalnızca mekânsal estetiği değil, aynı zamanda düzen ve alan kullanımı açısından da önemli avantajlar sunar. bu tür donatılar mekânın hem görsel hem de fiziksel işlevselliğine doğrudan katkı sağlamaktadır. Puf benchler de bu kapsamda sadece oturma birimi olarak değil; gerektiğinde sehpa, ayak uzatma modülü veya iç hacmiyle depolama ünitesi olarak değerlendirilebilmekte, böylece çağdaş tasarım yaklaşımlarına uygun, çok yönlü birer iç mekân bileşeni hâline gelmektedir (Kılınç, 2020: 48).

İç Mekânda Tekstil ve Donatının Rolü: Bauhaus Ekolü Bağlamında Puf Tasarımları

İç mekân tasarımı, yalnızca estetik bir düzenleme değil; aynı zamanda bir toplumun tarihsel, kültürel ve sanatsal birikimini yansıtan güçlü bir ifade alanı olmaktadır. Mekânda kullanılan mobilya, kumaş, desen, renk ve doku gibi unsurlar; o topluma ait değerlerin fiziksel çevreye yansıtılmasını sağlamaktadır. Özellikle puf gibi çok yönlü, taşınabilir ve biçimsel olarak sade mobilya elemanları, bu kültürel anlatının hem görsel hem işlevsel taşıyıcısı hâline gelebilmektedir. Bauhaus'un "biçim işlevi takip eder" anlayışı, mekânın görselliğini kültürel temsillerle zenginleştirirken, kullanıcı deneyimini de ön planda tutmaktadır. Bu yaklaşım doğrultusunda tasarlanan puf benchler; sade formları ve modüler yapılarıyla Bauhaus'un evrensel modernist estetiğini taşırken, yüzeylerinde kullanılan yerel motif veya dokuma teknikleriyle tasarımı yapılan ülkenin kültürel kodlarını da entegre edilebilmektedir (Zhang & Li, 2024:52).

Selçuk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi El Sanatları Bölümü'nde yürütülen puf tasarımı projesi de bu anlayışı somutlaştırmaktadır. Öğrenciler, Bauhaus ilkeleri doğrultusunda biçimsel sadeliği ön planda tutarken, yüzey tasarımlarında Anadolu dokuma kültüründen esinlenen motif ve renk paletlerini tercih etmiş; böylece hem işlevsel hem kültürel bütünlüğü destekleyen özgün tasarımlar ortaya koymuşlardır. Bu durum, iç mekânda yer alan donatıların yalnızca bir kullanım nesnesi değil, aynı zamanda ulusal kimliğin taşıyıcısı olarak da değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Bauhaus İlkelerine Dayalı Puf Bench Tasarımlarının Dijital Ortamda Mekâna Entegrasyonu

Tasarım 1: Emine KARABULUT, Göz Kliniği



Bu pufa ait malzeme**,** teknik**,** tasarım ilkeleri ve tasarım öğeleri aşağıda listelenmiştir:

Malzeme:

- **Pamuklu kumaş:** Pufun ana yüzeyi kaplamada kullanılmıştır; doğal dokusu ve boyaya uygunluğu ile tercih edilmiştir.
- **Nakış ipi:** Yüzeydeki göz, şapka ve yazı gibi detaylarda kabartma etkisi vermek amacıyla kullanılmıştır.
- **Kumaş boyası:** Renkli zeminlerin oluşturulması ve tasarımın genel renk kompozisyonu için tercih edilmiştir.

Teknik:

- **Boyama:** Puf yüzeyine farklı renklerdeki şeritler ve geometrik alanlar kumaş boyası ve fırça kullanılarak uygulanmıştır.
- **Nakış işleme:** Göz figürü, şapka ve "BAUHAUS" yazısı gibi detaylar dokulu bir yüzey yaratmak için el nakışıyla işlenmiştir.

Tasarım Öğeleri:

- **Renk:** Ana renkler (kırmızı, mavi, sarı) baskın şekilde kullanılmış; Bauhaus'un temel renk paletine doğrudan bir gönderme yapılmıştır.
- **Biçim:** Dairesel puf formu, yumuşak geçişlerle belirginleştirilmiş; üzerindeki figürler net ve simetrik biçimlerle vurgulanmıştır.
- **Ölçü:** Orta boy puf ölçüsü, işlevsellik ve dengeli oranlar gözetilerek tasarlanmıştır.

Tasarım İlkeleri:

- **Ritim:** Renk şeritleri düzenli aralıklarla tekrarlanarak görsel ritim oluşturulmuştur.
- **Denge:** Puf yüzeyindeki simetrik figür yerleşimi ve renk dağılımı, görsel denge sağlamaktadır.
- **Süreklilik:** Renk geçişleri ve çizgiler puf yüzeyinde süreklilik etkisi yaratır; bu da izleyici gözünü tasarımın üzerinde tutmaktadır.

Tasarımın göz kliniğine dijital olarak entegre edilmiş hali;



Tasarım 2: Rabia DENİZ, Kadın Dayanışma Evi



Bu pufa ait malzeme**,** teknik**,** tasarım ilkeleri ve tasarım öğeleri aşağıda listelenmiştir:

Malzeme:

- **Pamuklu kumaş:** Pufun ana yüzeyini kaplayan doğal ve boyamaya uygun kumaş türüdür.
- **Nakış ipi:** Üst yüzeydeki çiçek motifleri ve figüratif öğelerin dokulu şekilde işlenmesinde kullanılmıştır.
- **Kumaş boyası:** Etek kısmındaki kadın figürlerinin elbiseleri ve şemsiye detayları gibi alanlarda renklendirme yapılmıştır.

Teknik:

- **Nakış işleme:** Pufun üst yüzeyindeki kırmızı ve mavi çiçek desenleri ile "Bauhaus" yazısı kabartmalı şekilde işlenmiştir.
- **Boyama:** Yan yüzeydeki kadın figürlerinin elbise ve şemsiye kısımları elle kumaş boyası ile renklendirilmiştir.

Tasarım Öğeleri:

- **Renk:** Mavi, kırmızı ve siyahın güçlü kontrastı, dikkat çekici bir yüzey etkisi yaratmaktadır. Bauhaus estetiğine uygun ana renkler tercih edilmiştir.
- **Biçim:** Stilize kadın figürleri ve çiçek motifleri belirgin geometrik formlarla işlenmiştir.
- **Yazı:** Üst yüzeyde tekrarlanan "Bauhaus" ifadesi, grafik etki yaratacak şekilde çiçeklerle birlikte kompoze edilmiştir.

Tasarım İlkeleri:

- **Ritim:** Kadın figürleri düzenli aralıklarla tekrar edilerek ritmik bir bütünlük sağlanmıştır.
- **Denge:** Renklerin ve formların dengeli dağılımı sayesinde hem üst yüzeyde hem yan yüzeyde görsel uyum yakalanmıştır.
- **Vurgu:** Üst yüzeydeki kırmızı-mavi çiçek kompozisyonu ve ortadaki dairesel düzen odak noktası yaratmaktadır.
- **Hareket:** Kadın figürlerinin etek uçlarındaki çizgisel detaylar, dinamik bir hareket etkisi uyandırmaktadır.
- **Süreklilik:** Motiflerin tüm pufa yayılarak devam etmesi, görsel akıcılığı ve bütünlüğü desteklemektedir.

Tasarımın kadın dayanışma evine dijital olarak uyarlanmış hali:



Tasarım 3: Feyza GÖÇER, İç Mimarlık Ofisi



Bu pufa ait malzeme**,** teknik**,** tasarım ilkeleri ve tasarım öğeleri aşağıda listelenmiştir:

Malzeme:

- **Pamuklu kumaş:** Beyaz zemin üzerinde desenlerin uygulanabileceği doğal ve boyamaya uygun tekstil malzemesi.
- **Nakış ipliği:** Renkli yüzey dokuları (kırmızı, mavi, sarı, siyah) oluşturmak için kullanılmıştır.
- **Keçe veya kumaş boyası (muhtemel):** Bazı düz renkli dairesel yüzeylerde kullanılmıştır.

Teknik:

- **Nakış işleme:** Dairesel ve geometrik yüzeylerde dokulu etki yaratmak amacıyla kullanılmıştır. Yüzeyde kabartı etkisi vardır.
- **Yüzey aplikasyonu ve/veya boya:** Büyük sarı daire gibi bazı öğelerde kumaş üzerine yüzeysel yerleştirme ya da boyama tekniği uygulanmıştır.

Tasarım Öğeleri:

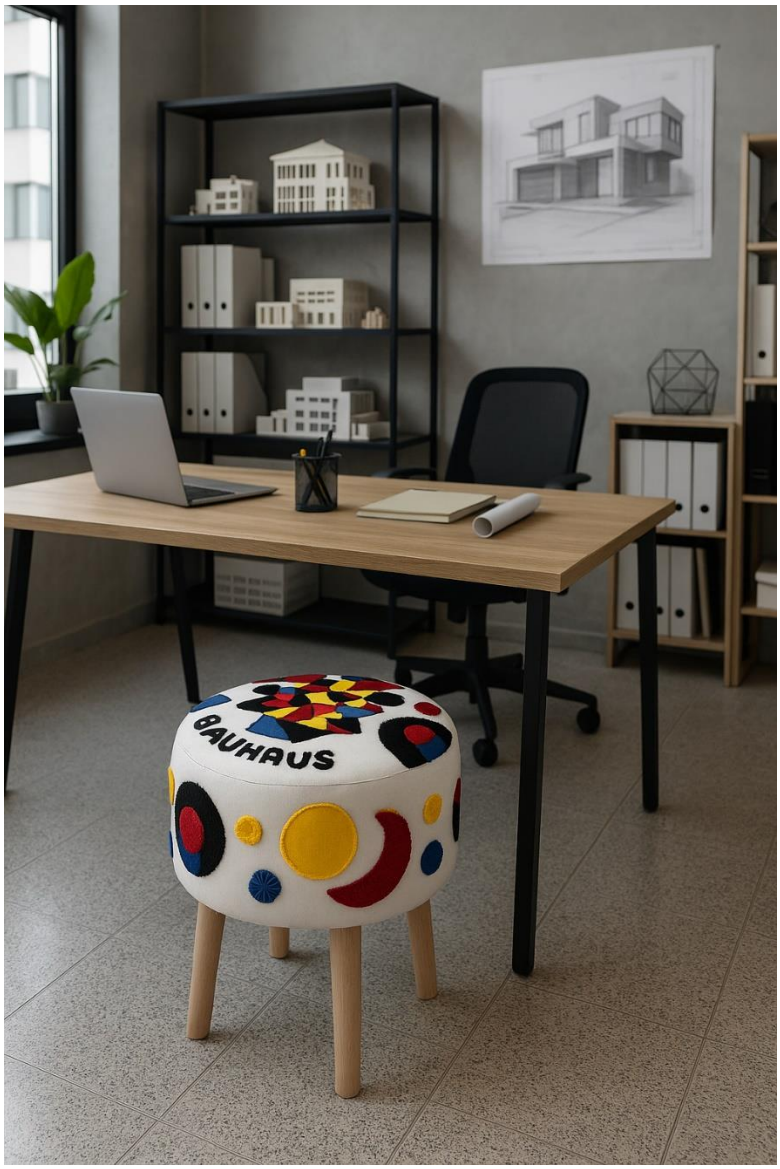
- **Renk:** Bauhaus'un temel renk paleti olan **kırmızı, sarı, mavi ve siyah** etkili biçimde kullanılmıştır.
- **Biçim: Daire, yarım ay, çember** ve **üçgen** gibi geometrik formlar üzerinden sade bir görsel dil oluşturulmuştur.
- **Doku:** Nakışla oluşturulan yüzeyler sayesinde hem görsel hem dokunsal zenginlik sağlanmıştır.
- **Yazı:** "Bauhaus" ifadesi, pufa grafik karakter kazandırarak bağlamsal vurgu yapılmasını sağlamaktadır.

Tasarım İlkeleri:

- **Denge:** Renklerin ve formların dağılmasıyla görsel bir ağırlık dengesi oluşturulmuştur.

- **Ritim:** Farklı boyutlardaki dairelerin ve renk bloklarının tekrarıyla hareketli bir ritim sağlanmıştır.
- **Vurgu:** Sarı büyük daire ve siyah-çemberli desenler dikkat çekici şekilde yüzeyde odak noktası oluşturur.
- **Bütünlük:** Renklerin ve şekillerin uyumlu yerleşimi ile görsel bütünlük sağlanmıştır.
- **Kontrast:** Renk kontrastları (kırmızı-siyah, sarı-mavi vb.) pufun dinamik görünümünü desteklemektedir.

Tasarımın iç mimarlık ofisine dijital olarak yerleştirilmiş hali:



Tasarım 4: Ayşe Açа, Güzellik Salonu



Bu pufa ait malzeme**,** teknik**,** tasarım ilkeleri ve tasarım öğeleri aşağıda listelenmiştir:

Malzeme:

- Pamuklu dokuma kumaş
- Renkli nakış ipleri (kırmızı, mavi, sarı, siyah)
- İç dolgu malzemesi (sünger)
- Ahşap destekli iç yapı

Teknik:

- Serbest yüzey boyama (kumaş boyası ile)
- Elle yapılan nakış uygulamaları
- Aplike yöntemi (bazı motiflerde yüzey üzerine katmanlama)

Tasarım İlkeleri:

- **Denge:** Görsel ağırlığın yüzeyde dengeli dağılması sağlanmıştır.
- **Vurgu:** Kırmızı üçgen figür, kompozisyonda merkezi odak noktası olarak öne çıkar.
- **Hareket:** Figüratif dans pozları ve ritmik dairesel biçimler yüzeyde hareket algısı oluşturur.
- **Bütünlük:** Renk uyumu ve tekrarlanan daire formları sayesinde tasarımda bütünlük sağlanmıştır.

Tasarım Öğeleri:

- **Renk:** Bauhaus'un temel renkleri olan kırmızı, sarı ve mavi kullanılmıştır.
- **Biçim:** Geometrik şekiller (daire, üçgen, çizgi) ile figüratif dans teması bütünleştirilmiştir.
- **Doku:** Nakış uygulaması sayesinde yüzeyde zengin bir dokusal çeşitlilik elde edilmiştir.
- **Çizgi:** İnce siyah çizgiler figüratif detaylara yön verirken, dairesel çizgiler hareket hissi yaratır.

Tasarımın güzellik salonuna dijital olarak entegrasyonu:



Tasarım 5: Sevim SOLAK, Nostalji Plak Kafe



1





Malzeme:

- **Pamuklu kumaş:** Beyaz zeminli, doğal ve işlenebilir yüzeye sahip, desen uygulamaları için uygun döşemelik kumaş.
- **Nakış ipliği:** Kahverengi, siyah, bej tonlarında yüzey dokusu ve grafik oluşturmak amacıyla kullanılmıştır.
- **Aplike kumaş (muhtemel):** Yuvarlak formdaki desenlerin bazıları yüzeye benzeri kumaşlarla eklenmiş olabilir.
- **Ahşap ayaklar:** Pufun doğal ve sıcak görünümünü tamamlar niteliktedir.

Teknik:

- **Nakış işleme :** Yüzeydeki geometrik ve grafik öğelerin çoğu kabartmalı nakış yöntemiyle uygulanmış; bu sayede hem görsel hem dokunsal derinlik yaratılmıştır.
- **Aplike / kumaş yerleştirme:** Bazı yüzeylerdeki dairesel form ve çizgiler aplike yöntemiyle veya kumaş kesitleriyle yüzeye entegre edilmiştir.

Tasarım Öğeleri:

- **Renk:** Doğal bej tonlarıyla birlikte siyah ve kahverengi gibi toprak renkleri, nostaljik ve sıcak bir atmosfer yaratmakta; aynı zamanda retro estetiği çağrıştırmaktadır.
- **Biçim:** Daire, spiral, çizgi ve bağlantılı bloklar gibi sade geometrik formlar kullanılmıştır.
- **Doku:** Kabartmalı nakışlarla elde edilen yüzey farklılıkları dokunsal bir zenginlik sağlamaktadır.
- **Yön:** Yatay ve dikey uzanan çizgiler ile spiral hareketler, gözün yüzeyde dolaşmasına teşvik etmektedir.
- **Yazı / Grafik:** Soyut görseller, Bauhaus'un tipografik ve grafik diline göndermeler içermektedir.

Tasarım İlkeleri:

- **Denge:** Desenler, puf yüzeyine simetrik olarak dağılmasa da görsel anlamda denge kurulmuştur.
- **Ritim:** Yatayda ilerleyen çizgiler ve tekrar eden motiflerle yüzeyde sürekli bir hareket hissi oluşturulmuştur.
- **Vurgu:** Spiral plak formunu andıran büyük dairesel öğeler odak noktası görevi görür.
- **Bütünlük:** Renklerin, çizgilerin ve şekillerin birbirini tamamlaması sayesinde görsel bir bütünlük sağlanmıştır.
- **Kontrast:** Açık zemin üzerine koyu tonların yerleştirilmesiyle renk kontrastı oluşturulmuş, böylece desenler belirginleşmiştir.

Tasarımın nostalji plak kafe içine yerleştirilmiş hali:



Tasarım 6: Esma KOCATAŞ, Oto Galeri







Bu pufa ait malzeme**,** teknik**,** tasarım ilkeleri ve tasarım öğeleri aşağıda listelenmiştir:

Malzeme:

- **Pamuklu Kumaş:** Zemin için kullanılmış, boyamaya ve işlemeye uygun doğal bir tekstil yüzeyidir.
- **Nakış İpliği:** Kırmızı, siyah ve gri gibi Bauhaus'un temel renklerinde yüzey dokusu kazandırmak için kullanılmıştır.
- **Ahşap Taban:** Kare pufun alt kısmında destekleyici ve estetik bir görünüm sağlayan malzeme olarak tercih edilmiştir.

Teknik:

- **Nakış İşleme:** Geometrik formlar ve figüratif unsurlar (örneğin araba silueti, masa lambası) kabartmalı şekilde işlenerek yüzeye dokunsallık kazandırılmıştır.
- **Aplikasyon veya Boyama:** Arka plandaki düz yüzeylerde kumaş boyası ile dolgu sağlanmıştır.
- **Çerçeveleme:** Kırmızı dairesel çerçeve ile kompozisyon sınırlandırılmış ve odak oluşturulmuştur.

Tasarım Öğeleri:

- **Renk:** Siyah, beyaz, kırmızı ve gri gibi kontrast ve dikkat çekici Bauhaus renk paleti tercih edilmiştir.
- **Biçim:** Üçgen, kare, daire ve dikdörtgen gibi temel geometrik şekiller üzerinden sade bir kurgu oluşturulmuştur.
- **Yazı:** "F", "R", "B" gibi harf öğeleri, grafiksel ifade ve sembolik anlam yaratır.
- **Doku:** Nakış işlemesi sayesinde hem görsel hem de fiziksel dokulu yüzeyler ortaya çıkmıştır.
- **Hacim:** Üç boyutlu yapısı ve üst yüzeydeki işleme kalınlıklarıyla derinlik etkisi oluşturulmuştur.

Tasarım İlkeleri:

- **Denge:** Kompozisyon, dairesel çerçevenin ortalanması ve geometrik ögelerin simetrik dağılımıyla sağlanmıştır.
- **Vurgu:** Kırmızı renkli öğeler (örneğin araba ve daire) göz yönlendirmesiyle odak oluşturmaktadır.
- **Ritim:** Üçgen, çizgi ve dairelerin tekrarı ile dinamik bir hareket sağlanmıştır.
- **Uyum ve Bütünlük:** Renk, biçim ve çizgi ilişkileri arasında güçlü bir görsel bağ kurularak kompozisyon birleştirilmiştir.
- **Kontrast:** Siyah ve kırmızı gibi zıt renklerle güçlü görsel etki elde edilmiştir.

Tasarımın oto galeriye entegre edilmiş hali:



TARTIŞMA

Bauhaus ekolü, modern tasarım tarihine yön vermekle kalmamış, aynı zamanda çağdaş iç mekân anlayışında biçim, işlev ve estetik arasında kurulan dengenin nasıl sağlanabileceğine ilişkin temel bir çerçeve sunmuştur. Bu çalışmada, söz konusu tarihsel miras; günümüz tasarım araçları, dijital teknolojiler ve mekânsal bağlamlar eşliğinde yeniden yorumlanmıştır. Tekstil gibi geleneksel bir malzemenin Bauhaus estetik ilkeleri doğrultusunda nasıl güncellenebileceği ve bu güncellemenin çağdaş kullanıcı deneyimine nasıl entegre edilebileceği uygulamalı olarak değerlendirilmiştir. Puf bench tasarımları, hem fiziksel anlamda çok yönlü bir donatı olması hem de yüzey tasarımı açısından yoğun anlatım potansiyeli taşıması bakımından bu tartışma için verimli bir araç sunmuştur. Mekâna özel geliştirilen her bir puf tasarımı, bulunduğu ortamın atmosferine katkıda bulunmuş; fonksiyonel bir objenin aynı zamanda kültürel, tematik ve estetik bir anlatı öğesi hâline nasıl gelebileceğini ortaya koymuştur. Ayrıca, yapay zekâ destekli dijital yerleştirme uygulamaları sayesinde, fiziksel mekâna entegre edilmeden önce bu tasarımların estetik etkileri, kullanım potansiyelleri ve yerleştirme stratejileri üzerine kapsamlı bir görsel analiz yapılabilmiştir. Bu yöntem, tasarım sürecinde sezgisel kararların yanı sıra görsel veriye dayalı bir değerlendirme yaklaşımını da mümkün kılmıştır.

Çalışmanın ortaya koyduğu önemli bulgulardan biri de, tekstil tasarımının salt dekoratif değil; mekânsal kimliğin oluşumunda belirleyici ve dönüştürücü bir rol üstlenebileceğidir. Özellikle grafik dil, yüzey dokusu

ve renk kompozisyonları yoluyla tekstil yüzeyleri, kullanıcının mekânla kurduğu duygusal ve işlevsel ilişkiyi derinleştirmiştir. Bauhaus'un sanayi ve el işçiliği arasında kurduğu denge, burada çağdaş teknoloji ve geleneksel tekstil işçiliği arasında yeniden kurulmuş ve böylece güncel bir tasarım yaklaşımı geliştirilmiştir. Sonuç olarak, puf tasarımlarının hem pedagojik bir deneyim aracı hem de estetik bütünlüğe sahip mekânsal bileşenler olarak değerlendirilmesi, iç mekân tasarımında disiplinlerarası düşünmenin gerekliliğini bir kez daha göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışma, Bauhaus ekolünün temel ilke ve estetik anlayışını merkeze alarak geliştirilen tekstil temelli puf tasarımlarını, günümüz iç mekânlarında nasıl işlevsel ve temsil değeri taşıyan unsurlar hâline geldiğini ortaya koymaktadır. "Biçim işlevi takip eder" yaklaşımından hareketle tasarlanan her bir puf, sadece oturma birimi olmanın ötesine geçerek bulunduğu mekânın karakterine katkı sağlayan, kültürel ve tematik bağlamlar içeren bir tasarım nesnesi hâline gelmektedir. Çalışmada, pamuklu kumaş ve nakış ipliği gibi doğal ve dokunsal malzemelerle geliştirilen yüzey tasarımları, estetik birer ifade aracı olarak değerlendirilmiştir. Renk, biçim, doku ve kompozisyon gibi temel tasarım öğeleri ile bütünlük, ritim, denge ve vurgu ilkeleri doğrultusunda biçimlendirilmiştir. Farklı konseptler doğrultusunda geliştirilen puflar – örneğin bir göz kliniği, kadınlar günü temalı sosyal mekân, mimarlık ofisi, güzellik salonu, plak kafe veya oto galeri – mekânla kurduğu bağ ve sunduğu çağrışımlarla özgün bir yerleştirme dili oluşturmuştur.

Tasarım süreçlerinin dijital ortamda görselleştirilmesi, yapay zekâ destekli yerleştirme ve simülasyonlar yoluyla mekânsal ilişkilerin daha güçlü ve gerçekçi biçimde değerlendirilmesine olanak sağlamış; bu bağlamda dijital araçların yaratıcı sürece katkısı da çalışmanın önemli bir çıktısı olmuştur.

Sonuç olarak, Bauhaus'un modernist tasarım ilkeleri, çağdaş tekstil donatıları aracılığıyla mekânsal kimliğin yeniden inşasında önemli bir rol oynamaktadır. Tekstil yüzeylerinin grafik dili, ergonomik çözümlemelerle birleşerek; hem kültürel anlam taşıyan hem de çağdaş tasarım anlayışını yansıtan bütüncül iç mekân önerilerinin oluşturulmasına katkı sunmuştur. Bu çalışma, tekstilin disiplinlerarası doğasını ve mekâna dair dönüştürücü potansiyelini vurgulayan bir örneklem sunmakta; sanatsal ve fonksiyonel değeri bir arada barındıran iç mekân tasarımlarına yönelik yaratıcı bir yaklaşım geliştirmektedir.

KAYNAKÇA

Budwing, C. (2019). *The multifunctional home: Space-saving furniture design*. Frame Publishers.

Charnley, K. (2020, Kasım 29). Art, design and modernity: The Bauhaus and beyond. [Konferans sunumu]. The Open University.

Gönüllü, A. B. (2017). Resimsel "anlatı sanatı" yapıları üzerine. *İdil Sanat ve Dil Dergisi*, *6*(34), 1747–1766. https://doi.org/10.7816/idil-06-34-05

Gümüşer, T. (2018). An experimental design sample in wearable art by combining ottoman miniature art and surrealism: bashaques. *Art-Sanat Dergisi, (9),* 449–461.

Gümüşer, T. (2021). A survey on interior textiles at İzmir Atatürk House Museum. *Yedi, (26),* 61–73.

Healy, C. (2016). 'Through one's own fingertips'?: Haptic perception in the art and thinking of Josef and Anni Albers. *HARTS & Minds: The Journal of Humanities and Arts*, *2*(3). https://harts-minds.napier.ac.uk/index.php/hartsandminds/article/view/139

Kilinc, K. (2020). Çok amaçlı mobilya tasarımları ve iç mekânda kullanım avantajları. *Mimarlık ve Tasarım Dergisi*, *8*(2), 45–60.

Koç Altuntaş, S., Ertaş Beşir, S., & Dereli, B. (2021). Bauhaus dönemi ışığında mobilya atölyelerinin incelenmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *30*(2), 195–206. https://doi.org/10.35379/cusosbil.907246

Özdemir, İ. (1994). *Mimari mekânın değerlendirilmesinde mekân örgütlenmesi kavramı: Konutta yaşama mekânları* (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Smith, T. (2014). Towards a modernist theory of weaving. In *Bauhaus weaving theory: From feminine craft to mode of design* (ss. 41–78). University of Minnesota Press. https://doi.org/10.5749/minnesota/9780816687237.003.0002

Yılmaz Hale, & Halaçeli Metlioğlu, H. (2020). Tekstil mekân ilişkisi kapsamında deneysel dokuma tasarım önerileri. *İdil*, *75*, 1679–1694.

Zhang, Y., & Li, X. (2024). Bauhaus and Ming-style – A comparative study to contribute to the understanding of cultural impact on product design. *Design Management Journal*, *19*(1), 45–62.

DOMATES BAKTERİYAL HASTALIKLARI VE MÜCADELE YÖNTEMLERİ

Hande Nur SÜRÜCÜ[1]

[1:] Yüksek Lisans Öğrencisi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Aydın, TÜRKİYE, ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-2338-2373

Çiğdem YAMANER[2]

[2:] Doç. Dr. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Aydın/TÜRKİYE, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5140-2059

ÖZET

Dünyada ve Türkiye'de sebze grupları içerisinde domates ekonomik değeri ile ilk sıralarda yer almaktadır. Domates, uluslararası olarak birçok mutfak türünde bulunan çok yönlü bir besindir. Vitamin içeriğinin yüksek olması, likopen nedeniyle anti kanser özelliğe sahip olması hem taze hem de işlenmiş olarak tüketilebilmesi nedeniyle en çok tüketilen meyvelerden biridir. Bu nedenle de çiftçilerimizin en önemli gelir kaynaklarından birisidir. Ancak pek çok bitkide olduğu gibi domates bitkisini de etkileyen oldukça önemli bakteriyel hastalıklar vardır. Hastalığın belirtileri enfeksiyonun başlangıç yerine göre farklılık göstermektedir. Sistemik enfeksiyonlarda, tohumdan gelişip iletim demetlerine giriş söz konusu iken, domates bitkisinde kültürel işlemler sırasında açılan yaralardan da bakteriler girerek lokal enfeksiyonlara neden olabilir. Patojen bakteriler bitkinin iletim demetlerine tahrip ederler ve solmalarına neden olurlar. Fide döneminde oluşan tahribat hızlı ilerlerken, olgun bitkilerde daha yavaş ve kademeli olarak ilerlemektedir. Ya da bazı bakteriyal patojenler pektinaz, selülaz ve proteaz gibi enzimler salgılayarak hücre duvarını parçalar ve domates meyvesinde yumuşama, sulanma, kötü koku ve doku çözünmesi gibi belirtilere neden olmaktadırlar. Bu tarz enfeksiyonlar domateslerin depolanması ve nakliyesi sırasında büyük oranlarda ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bu hastalıkların gelişimi ve yayılması üzerine iklim koşulları kadar yanlış gübreleme uygulamaları da etkilidir. Ayrıca bitki patojenleri latent dönemdeyken tohumda, toprakta, bitki artıklarında ve yabancı otlar üzerinde epifitik olarak yaşamını sürdürebilmektedir. Bu patojenlerin pek çok alanda yaşamını sürdürebilmesi mücadelesini zorlaştırmaktadır. Primer inokulum kaynağı tohum olması durumunda, hastalığın mücadelesinde ilk olarak temiz üretim materyali kullanmak oldukça önemlidir. Diğer mücadele yöntemi ise kimyasal işlemlerdir. Ancak bu uygulama ile çoğunlukla tam bir kontrol sağlanamadığı gibi, kimyasalların insan ve çevre sağlığına olan zararları da vardır. Bakteriyal domates hastalıkları ile mücadelede biyokontrol ajan olarak bakteri, fungus ve bakteriofaj kullanımı yanında mikorizaların ve alglerin de biyolojik mücadelede kullanılabileceği tespit edilmiştir. Domateste görülen bakteriyal hastalıklarla mücadele konusunda yeni çalışmalar yeni araştırmalar hız kesmeden devam etmektedir. Bu çalışmada domates bakteriyal hastalıkları ile mücadelede kullanılan kültürel yöntemlerden, kimyasal yöntemlere, biyolojik kontrol ajanlarından nanoparçacıklara kadar hepsi ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Domates, Patojen bakteriler, Hastalık, Biyokontrol, Kimyasal Mücadele

BAKTERIAL DISEASES OF TOMATOES AND METHODS OF CONTROL

ABSTRACT

Tomatoes rank among the top vegetable groups in terms of economic value both globally and in Turkey. Tomatoes are a versatile food found in many cuisines around the world. It is one of the most consumed fruits due to its high vitamin content, anti-cancer properties thanks to lycopene, and the fact that it can be consumed both fresh and processed. For this reason, it is one of the most important sources of income for our farmers. However, as with many plants, there are several significant bacterial diseases that affect tomato plants. The symptoms of the disease vary depending on the initial site of infection. In systemic infections, the bacteria develop from the seed and enter the vascular bundles, while in tomato plants, bacteria can also enter through wounds caused during cultural practices, leading to local infections. Pathogenic bacteria damage the plant's vascular bundles and cause wilting. While the damage that occurs during the seedling period progresses rapidly, this damage progresses more slowly and gradually in mature plants. Some bacterial pathogens secrete enzymes such as pectinase, cellulase, and protease, which break down the cell wall and cause symptoms such

as softening, watering, bad odor, and tissue dissolution in tomato fruits. Such infections cause significant economic losses during the storage and transportation of tomatoes. In addition to climatic conditions, incorrect fertilization practices also affect the development and spread of these diseases. Furthermore, plant pathogens can survive in seeds, soil, plant debris, and on weeds as epiphytes during their latent period. The ability of these pathogens to survive in many areas makes their control difficult. If the primary inoculum source is seeds, the use of the clean production materials is crucial in combating the disease. Another control method is chemical treatment. However, this application does not offer full control in most cases, and the chemicals can also be harmful to human and environmental health. In addition to the use of bacteria, fungi, and bacteriophages as biocontrol agents in the control of bacterial tomato diseases, it has been determined that mycorrhizae and algae can also be used in biological control. New studies and research on combating bacterial diseases in tomatoes are continuing at a rapid pace. This study provides a detailed review of various methods used to combat bacterial diseases in tomatoes, including cultural methods, chemical methods, the use of biological control agents, and the use of nanoparticles.

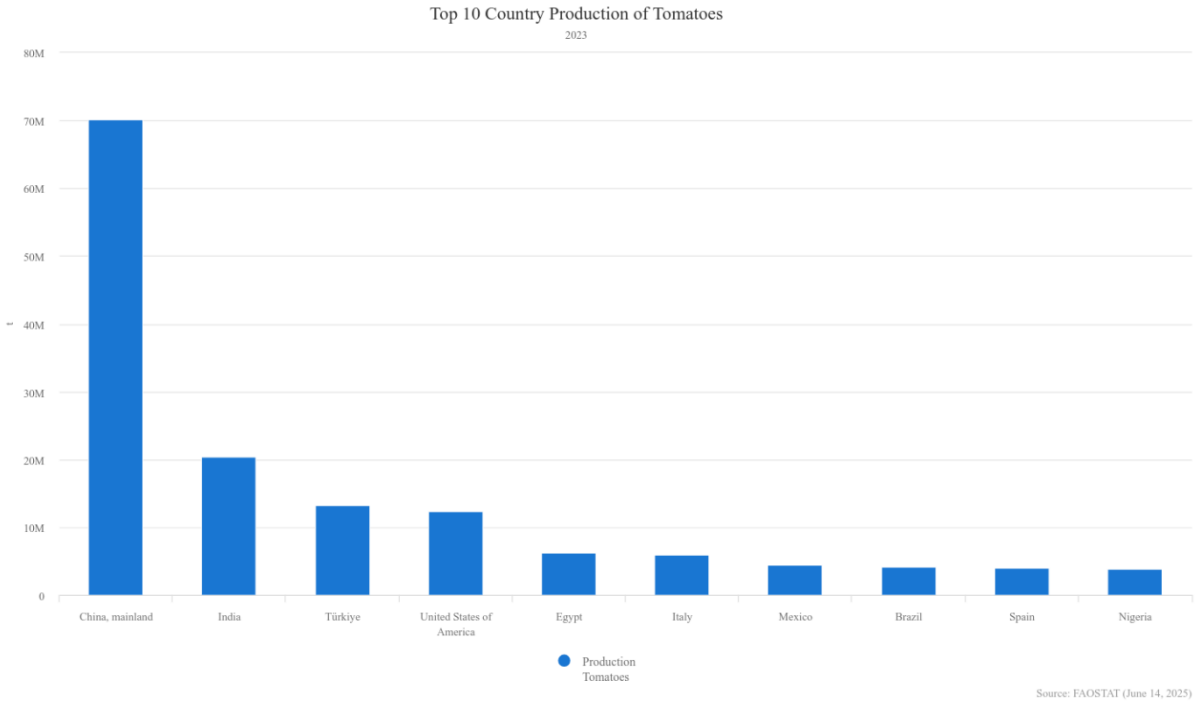
Keywords: Tomato, Pathogenic bacteria, Disease, Biocontrol, Chemical control

1. GİRİŞ

İnsanlığın en önemli temel ihtiyacı beslenmedir. Beslenmenin unsurları ise gıda kaynaklarıdır. İnsan nüfusunun artmasıyla birlikte gıda kaynakları gün geçtikçe yetersiz kalmıştır. Sadece insan nüfusunda yaşanan artma değil, bitkideki bakteriyel, fungal ve viral hastalıklarının artması, bilinçsiz bir şekilde sulama yapmak, kimyasal gübreleme veya ilaçlama yapılması tarım arazilerinin kötü etkilenmesine, verimin azalmasına ve sürdürülebilirliğin önlenmesi şeklinde dezavantajlar oluşturmuştur.

Domates (*Solanum lycopersicum* L.), *Solanaceae* familyasına ait olan sıcak iklim bitkisidir. Hem taze hem de işlenmiş bir şekilde tüketimi yapılabilir. Domates bitkisi içerdiği mineraller ve vitaminler açısından oldukça besleyici, lezzetli ve hastalıklara karşı koruyucudur (Nasir vd., 2015). Bu özellikleri sayesinde ülkemizde ve bazı diğer ülkelerde üretimi ve tüketimi oldukça fazladır.

FAO verilerine göre 2023 yılı sürecinde Türkiye yaklaşık 13 milyon 300 bin ton ile domates üretiminde Çin ve Hindistan'dan sonra üçüncü sırada yer almaktadır (TEPGE, 2024).



Şekil 1. FAO verilerine göre domates üretiminde ilk 10 ülke (FAO, t.y.)

Bu çalışmanın amacı, domates bitkisinde görülen önemli bakteriyal hastalıkları ve bu hastalıklara karşı geliştirilen güncel mücadele yöntemlerini inceleyerek, bitki sağlığı ve tarımsal verimlilik açısından etkili

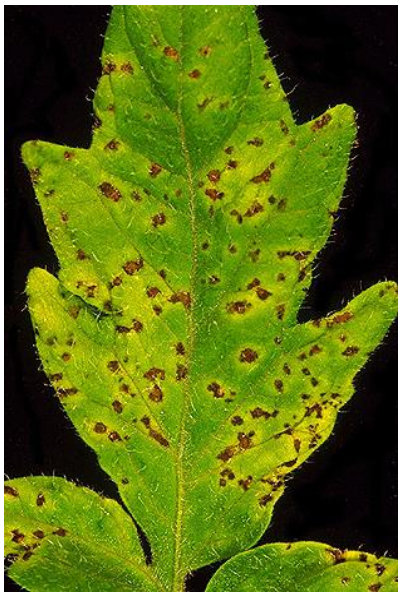
çözümler sunmayı hedeflemektedir.

2. ÖNEMLİ BAKTERİYAL HASTALIKLAR ve MÜCADELESİ

Domates dünya genelinde hem tüketim hem de ihracat yönünden önemini koruyan bir bitki olmasına rağmen üretimini sınırlandıran birçok bakteriyel etmenin sebep olduğu hastalıklar mevcuttur. Yapılmış olan literatür çalışmasında domates bitkisinde görülen önemli bakteriyal hastalıklar ve mücadele yöntemleri verilmiştir.

2.1. Domates Bakteriyel Benek Hastalığı- *Pseudomonas syringae*

Pseudomonas syringae (*P. syringae*) gram negatif, çubuk şeklinde, aerobik ve hareketli mikrobiyolojik özelliklere sahiptir (Preston, 2000).



Şekil 2. Domates yaprağındaki bakteriyel benek hastalığı semptomları (Agrobase, t.y)

*Pseudomonas syringae'*nin neden olduğu domates bakteriyel benek hastalığı enfeksiyon belirtileri ise şu şekildedir; domates bitkisinin toprak üstü aksamında (yaprak ve gövde) nekrozlara neden olur (Jones ve ark., 1991). Başlangıçta kotiledon yapraklarda görülen bu semptomlar zaman geçtikçe gerçek yapraklara ve sap kısma sıçrar ve ilerleyen zamanlarda tüm fideyi etkileyip kurutabilir (Güldoğan ve ark., 2022).



Şekil 3. Domates meyvesinde görülen bakteriyel benek hastalığı semptomları (Agrobase, t.y)

Bu şekilde semptomlar oluşturan domates bakteriyel benek hastalığı bitkinin pazar değerini düşürür ve verimi azaltır (Güldoğan ve ark., 2022).

Domates bakteriyel benek hastalığı mücadelesinde çoğunlukla kültürel yöntemler, tohum uygulamaları kimyasal ve biyolojik mücadele yöntemlerini içeren entegre mücadele yöntemleri kullanılmıştır.

Son on yıldan beri bilim insanları domates bitkisindeki bakteriyel benek hastalığını engellemek için

biyokontrol ajanları kullanıyorlardı ve şu ana kadar kullanılan ajanların çoğu bakteriydi. Bakteri kullanımına ek olarak umut vadeden bir diğer ajan ise bakteriyofajların olabileceği düşünülmüştür (Skliros vd., 2023).

2023 yılında Skliros vd.'nin yapmış olduğu çalışmalarında *Pseudomonas* bakteriyofajı olan Medea1'in kullanılmasıyla bitkideki bakteri yükü azaltılmış olup ayrıca salisilik asit savunma yolunu daha erken ve güçlü hale getirerek bitkinin savunma tepkilerinin de geliştirdiğini göstermektedir.

2.2. Domates Öz (Gövde) Nekrozu Hastalığı- *Pseudomonas corrugata* ve *Pseudomonas cochorii*

Pseudomonas corrugata (P. corrugata) ve Pseudomonas cochorii (P. cichorii) gram negatif, çubuk şeklinde, polar kamçılı ve aerob bir bakteridir (Baki,2014).

*Pseudomonas corrugata (P. corrugata) ve Pseudomonas cochorii (P. cichorii)'*nin neden olduğu domates öz (gövde) nekroz hastalığı bitkide sararma ve gövdede düzensiz lekeler ve bitki özünde kahverengimsi renk değişimi gibi semptomlar oluşturmaktadır (Tekman, 2005).



Şekil 4. Domates Öz Nekrozu (Yetiştir, 2019)

Hastalığın mücadelesinde seraların iyi havalandırılması, dengeli gübre programı kullanılması ve sanitasyon uygulamalı önerilmektedir (Aktaş ve Kotan, 2016).

2022 yılında Aysan ve ark. yapmış olduğu bir çalışmada *P. cichorii*'nin neden olduğu domates öz nekrozu hastalığı mücadelesinde vermikompost, mikoriza ve potasyum gübrelemesini kullanmıştır. Çalışma sonucunda uygulamaların hepsi hastalığı %52-74 arasında engelleyerek başarılı olmuştur. En başarılı uygulama ise %74 oranında hastalığı baskılayan Mikoriza olmuştur.

Ouaddi vd' nin 2025 yılında yayınlanmış olduğu bir araştırma makalesinde ise deniz örneklerinden izole edilen mikroalg *Tetraselmis rubens'*in domates bitki patojeni olan *P. corrugata*'ya karşı antimikrobiyal etkisi etkisi ilk kez gösterilmiştir. Sonuç olarak *T. rubens'in* kloroform, metanol ve etil asetat özütlerinin hem in vitro hem de in vivo deneylerde yüksek antibakteriyel etkisi doğrulanmıştır.

2.3. Domates Bakteriyel Kanser ve Solgunluk Hastalığı - *Clavibacter michiganensis*

Clavibacter cinsi aerobik, spor oluşturmayan, gram pozitif bitki patojeni olan bir bakteridir (Gartemann vd., 2003).

Clavibacter michiganensis (*C. michiganensis*) domates bitkisinde önemli bir patojen etken olup bitkide solgunluk, iletim demetlerinde kahverengileşme, hastalık ilerledikçe gövde ve yaprak saplarında yarılmalar ve bu yarılan yerlerde lokal kanserler oluşmaya oluşmaya başlamaktadır. Ayrıca hastalığın şiddetine bağlı olarak meyve üzerinde kuşgözü olarak adlandırılan beyaz haleler şeklinde semptomlar ortaya çıkmaktadır (Carlton ve ark., 1998).



Şekil 5. Domates meyvesinde bakteriyel kanser ve solgunluk belirtileri (Ecik, 2022)

2023 yılında Temel ve ark.'nın yapmış olduğu çalışmada, *C. michiganensis* patojeninin kontrolü için 5 farklı bitkinin (*Salvia hydrangea* – Koçşalba, *Thymus migricus* – Peynir kekiği, *Mentha longifolia* – Uzun yapraklı nane, *Achillea arabica* – Hanzabel ve *Artemisia absinthium* – Pelin otu) hidrodistilasyon yöntemi ile uçucu yağlarını elde etmişlerdir. Bu uçucu yağların *C. michiganensis*'e karşı antibakteriyel etkileri in vitroda belirlenmiştir. Çalışma sonucunda uçucu yağlar farklı oranlarda antibakteriyel etki göstermiştir. En yüksek aktivitenin ise *T. migricus* (Peynir kekiği) uçucu yağına ait olduğu belirlenmiştir. Yapılan bu çalışmada görmüş olmaktayız ki bitkilerden elde edilen uçucu yağların doğal kalitede olması, insan ve çevreye uyumlu olması nedeniyle kimyasal mücadeleye alternatif olabileceği düşünülmektedir.

2.4. Domates Bitkisinde Bakteriyel Leke Hastalığı- *Xanthomonas campestris pv. vesicatoria*

Xanthomonas campestris pv. vesicatoria (*X. c. pv. vesicatoria*) gram negatif ve çubuk şeklinde olup domates patojeni bir bakteridir (Thieme vd., 2005).

Bu bakteri suşları domates bitkisinde enfekte olduğunda bitkinin yaprağı üzerinde etrafı sarı haleler, halenin tam ortasında ise siyah renkli lekeler oluşur (Miller vd., 1996).



Şekil 6. Domates yaprağındaki bakteriyel leke hastalığı (Shutterstock, 2019)

Rashid (2021) tarafından yapılan bir çalışmada endofitik mantarların *X. c. vesicatoria*'ya karşı antibakteriyel aktiviteleri araştırılmıştır. Çalışmada 38 farklı endofitik mantar izolatının kuyu difüzyon yöntemi ile antibakteriyel aktivitesi tarandı ve 3 izolatın (*Diaporthe phaseolorum* (USt1), *Aspergillus fumigatus* (USt2) ve *Aspergillus versicolor* (USt3)) güçlü antibakteriyel aktivite gösterdiği gözlemlenmiştir. Sonuç olarak, mantar

izolatları tarafından üretilen biyoaktif bileşenlerin bitki patojen bakterilerine karşı yüksek aktivite gösterdikleri için daha fazla araştırılması önerilmiştir.

2.5. Domateste Bakteriyel Solgunluk – *Ralstonia solanacearum*

Ralstonia solanacearum (*R. solanacearum*) gram negatif, kamçılı, aerobik bitki patojeni bir bakteridir (Stevenson vd., 2001).

Domates bitkisini kökleri yoluyla hastalandırır. Bitkideki gövde ve yapraklarda solgunluk belirtileri oluşur. Hastalık ilerledikçe bitkinin kök boğazında kahverengileşme görülür. Bu tür belirti gösteren bitkilerin gövdesi kesildiğinde beyaz mukusumsu bir akıntının çıktığı gözlemlenir (Faruk, 2015).



Şekil 7. *R. Solanacearum*'un neden olduğu kök boğazı semptomu (Dreamsteam, t.y.)



Şekil 8. Bakteriyel solgunluk hastalığı belirtisi (Agrifocus Zambia, 2020).

Sun vd.'nin (2023) yapmış olduğu bir çalışmada, *Bacillus subtilis* (*B. subtilis*) *R31'in* lipopeptitlerinin *R. solanacearum'*un neden olduğu hastalığın görülme sıklığını önemli ölçüde azalttığını ve *R. solanacearum'*un büyümesinin doğrudan engellendiği belirtilmiştir.

2.6. Domateste Yumuşak Çürüklük Hastalığı – *Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum*

Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum (*P.c. subsp. coratovorum*) domates bitkisinde en önemli

yıkıcı hastalıklardan birisini oluşturan patojen bir bakteri türüdür (Opara ve Asuquo 2016).

Gram negatif çubuk şeklinde hareketli bir bakteridir (Aizawa, 2014).

Bitki dokularında pektinaz, selülaz ve proteaz gibi enzimler salgılayarak hücre duvarını parçalar (Liu et al., 1993).

Sonuç olarak meyve ya da sebzede yumuşama, sulanma, kötü koku ve doku çözünmesi gibi belirtiler görülür (Madison, 2023).

Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum (*P.c. subsp. coratovorum*) tarlada, depolamada veya nakliye sırasında tarımsal ürünlerin çürümesine neden olabilir. Bu nedenler oldukça önemli verim ve ekonomik kayıplara sebebiyet verebilir (Blancard, 2012).

Yumuşak çürüklük hastalığın tedavisinde kültürel, kimyasal vb. mücadele yöntemlerinin dışında günümüzde yapılan çalışmalara bakacak olursak;

2024 yılında Gautam ve ark.'nın yapmış olduğu kalay oksit (SnO2) nanopartiküllerin *Pectobacterium carotovorum* (*P. carotovorum*) üzerine antibakteriyel etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada araştırmacılar; SnO2 nanopartiküllerini laboratuvar ortamında sentezlemiş, bunların morfolojik ve yapısal özelliklerini analiz ederek antibakteriyel testler gerçekleştirmişlerdir. Antibakteriyel aktivite, disk difüzyon yöntemiyle test edilmiş, farklı konsantrasyonlardaki nanopartiküllerin etkisi incelenmiştir.

SnO_2 nanopartikülleri, *P. carotovorum* bakterisinin büyümesini durdurmada etkili bulunmuştur. Daha yüksek konsantrasyonlar, daha güçlü antibakteriyel etki göstermiştir.

Çalışma, SnO_2 nanoparçacıklarının tarımda patojenlerle savaşta etkili ve çevreye duyarlı ajanlar olabileceğini göstermiştir.

3. SONUÇ

Domates bitkisi dünyada ve ülkemizde hem besin değeri hem de ihracat değeri açısından son derece önemli olduğu için üzerinde en fazla araştırma yapılan bitkilerden bir tanesidir. Bu araştırmalar domates bitkisindeki verimi arttırma ve domateste görülen çeşitli mikrobiyal (bakteri, virüs, fungus) hastalıkların mücadelesi için yapılan çalışmalardır.

Sonuç olarak yıllar geçtikçe bu çalışmalar üzerindeki çeşitlenmeler artmıştır. Kimyasal, mekanik, kültürel yöntemlere ek olarak farklı çalışmalar ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalara örnek verecek olursak; bakteriyofaj, vermikompost, mikorizalar, mikroalgler, bitkilerden elde edilen uçucu yağlar, endofitik mantarlar, PGPR'lar, belirli nanopartiküller (SnO2, ZnO vb.) ve fosfitlerdir.

Bahsettiğimiz bu çalışmaların insan ve çevre sağlığına olan zararsız etkileri, ekonomik olarak avantajlı olması ve tarımsal açıdan sürdürülebilirliği olduğu için değer görmesi gereken çalışmalar olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Agrifocus Zambia. (2020). *Bacterial wilt (Ralstonia solanacearum)*. Agrifocus Zambia. 06 Temmuz 2025, https://www.agrifocuszambia.com/2020/07/05/bacterial-wilt-bacterial-wilt-ralstonia-solanacearum-2/

Agrobase. (t.y.). Bakteriyel benek. Agrobase Türkiye. 03 Mart 2025 https://agrobaseapp.com/turkey/disease/bakteriyel-benek

Aizawa, S.-I. (2014). *Pectobacterium carotovorum*. In **ScienceDirect Topics**. Elsevier.

AKTAS., & KOTAN, R. Domates öz nekrozuna neden olan etmenlere karşı PGPR ve biyoajan bakterileri kullanılarak kontrollü koşullarda biyolojik mücadele imkânlarının araştırılması.

Baki, D. (2014). Domates (Solanum lycopersicum L.) bakteriyel öz nekrozu hastalık etmenleri Dickeya chrysanthemi, Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum, Pseudomonas cichorii, Pseudomonas corrugata, Pseudomonas fluorescens, Pseudomonas mediterranea ve Pseudomonas viridiflava'nın LNA probe kullanılarak real-time PCR tanısı ve hastalıklı bitki dokularından tespiti.

Blancard, D. (2012). Patojenik etkenlerin başlıca özellikleri ve kontrol yöntemleri. D. Blancard (Ed.), *Domates hastalığı* (s. 413-650). Oxford: Akademik Basın. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-387737-6.50003-0.

Carlton, W. M., Braun, E. J., & Gleason, M. L. (1998). Ingress of Clavibacter michiganensis subsp. michiganensis into tomato leaves through hydathodes. Phytopathology, 88(6), 525-529.

Dreamstime. (t.y.). *Ralstonia solanacearum causing wilt of tomato (Bacterial wilt of tomato)*. Dreamstime. 15 Mart 2025 https://www.dreamstime.com/ralstonia-solanacearum-causing-wilt-tomato-bacterial-wilt-tomato-image270108016

Ecik, B. (2022). *Domateste bakteriyel kanser (Clavibacter michiganensis)*. Esular. 14 Mart 2025 https://esular.com/domateste-bakteriyel-kanser-clavibacter-michiganensis

Faruk, S. 2015. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. Domates Hastalıkları-2. Erdemli- Mersin.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (t.y.). *Countries by commodity*. FAOSTAT. Erişim adresi: https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity

Gartemann ve diğerleri. "*Clavibacter michiganensis*subsp.*michiganensis*: Gram pozitif fitopatojenik bir bakterinin virülansının anlaşılmasında ilk adımlar",*Biyoteknoloji Dergisi*, Almanya, 16 Temmuz 2003.

Gautam, S., Tomar, K., Tomar, A. S., Chauhan, S., Sarkar, A., & Gupta, N. (2024). Eco-friendly synthesis of tin oxide nanoparticles: a novel strategy for managing early blight and soft rot in tomato crops. *Inorganic Chemistry Communications*, *169*, 113126.

Güldoğan, Ö., Aktepe, B. P., & Aysan, Y. (2022). Domates Bakteriyel Benek Hastalığının biyolojik mücadelesinde farklı Bacillus türlerinin kullanımı. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, *19*(4), 829-839.

Jones, J.B., Jones, J.P., Stall R.E., Zitter, T.A. (1991). Compedium of Tomato Diseases. ASP Pres, Minnesota, USA.

Liu, Y., Murata, H., Chatterjee, A., & Chatterjee, A. K. (1993). Characterization of *Pectobacterium carotovorum* proteins. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, *6*(3), 299-308.

Miller, S.A., Sahin, F. And Rowe , R. C., 1996, Bacterial Spot of Pepper, HYG. 3123-96.

Nasir, M. U., Hussain, S., & Jabbar, S. (2015). Tomato processing, lycopene and health benefits: A review. Science Letters, 3(1), 1.

Opara EU, Asuquo AA (2016) An overview of characterization and identifca- tion of soft rot bacterium Erwinia in some vegetable crops. Greener J Biol Sci 6(3):46–55.

Ouaddi, O., Oukarroum, A., Bouharroud, R., Alouani, M., Altaf, E. L., Qessaoui, R., ... & Hassi, M. (2025). A study of antibacterial efficacy of Tetraselmis rubens extracts against tomato phytopathogenic Pseudomonas corrugata. *Algal Research*, *86*, 103956.

Preston, G. M. (2000). Pseudomonas syringae pv. tomato: the right pathogen, of the right plant, at the right time. *Molecular plant pathology*, *1*(5), 263-275.

Rashid, TS (2021). Domates bakteriyel leke hastalığına karşı antibakteriyel aktiviteye sahip domates endofitik mantarlarından elde edilen biyoaktif metabolitler. *Rhizosphere* , *17* , 100292.

Shutterstock. (2019). *Bacterial spot on tomato, causal agent Xanthomonas*. Shutterstock. 14 Mart 2025 https://www.shutterstock.com/tr/image-photo/bacterial-spot-tomato-causal-agent-xanthomonas-1466598965

Skliros, D., Papazoglou, P., Gkizi, D., Paraskevopoulou, E., Katharios, P., Goumas, D. E., ... & Flemetakis, E. (2023). In planta interactions of a novel bacteriophage against Pseudomonas syringae pv. tomato. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *107*(11), 3801-3815.

Stevenson, W. R, Loria, R., Franc, G. D., Weingarter, D. P. (2001). Compendium of PotatoDiseases. St. Paul MN: American Phytopathological Society.

Sun, Y., Su, Y., Meng, Z., Zhang, J., Zheng, L., Miao, S., ... & Yu, G. (2023). Biocontrol of bacterial wilt disease in tomato using Bacillus subtilis strain R31. *Frontiers in microbiology*, *14*, 1281381.

Tarım Ekonomisi Politikaları Geliştirme Enstitüsü (TEPGE). (2024). *Domates ürün raporu 2024*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.

Tekman, H. (2005). Domateste öz nekrozuna neden olan tanılamayan Pseudomonas spp izolatlarının morfolojik, fizyolojik, biyokimyasal ve serolojik yöntemlerle tanılanması ve karakterizasyonu.

Temel, I., Dönmez, M. F., & Temtek, E. (2023). Control of bacterial cancer and wilt agent Clavibacter

michiganensis subsp. michiganensis using different plant essential oils. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, *26*(4), 814-829.

Thieme, F., Koebnik, R., Bekel, T., Berger, C., Boch, J., Büttner, D., Caldana, C., Gaigalat, L., Goesmann, A., Kay, S., Kirchner, O., Lanz, C., Linke, B., McHardy, A. C., Meyer, F., Mittenhuber, G., Nies, D. H., Niesbach-Klösgen, U., Patschkowski, T., Rückert, C., … Kaiser, O. (2005). Insights into genome plasticity and pathogenicity of the plant pathogenic bacterium Xanthomonas campestris pv. vesicatoria revealed by the complete genome sequence. *Journal of bacteriology*, *187*(21), 7254–7266. https://doi.org/10.1128/JB.187.21.7254-7266.2005.

University of Wisconsin-Madison. (2023). Bacterial soft rot. Wisconsin Horticulture.

Yetiştir. (2019). *Domates öz (gövde) nekrozu*. Yetiştir. Erişim tarihi: 13 Mart 2025 https://yetistir.net/domates-oz-govde-nekrozu/

RİZOSFERİK FUNGUSLARIN TUZLU TOPRAKLARDA BİTKİ GELİŞİMİNİ DESTEKLEME POTANSİYELİ

Çiğdem YAMANER[1]

[1]Aydın Adnan Mendres Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Aydın, Türkiye, https://orcid.org/0000-0001-5140-2059

Hande Nur SÜRÜCÜ[2]

[2]Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye, https://orcid.org/0009-0006-2338-2373

Kevser ALTAN[3]

[3]Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye, https://orcid.org/0009-0006-4855-8283

ÖZET

Toprak tuzluluğu, bitki büyümesini ve verimliliğini olumsuz etkileyen önemli bir abiyotik stres faktörüdür. Dünya genelinde sulanan arazilerin yaklaşık %20'si tuzluluktan etkilenmektedir. Tuz toleranslı Bitki Büyümesini Teşvik Eden (PGP) mikroorganizmalar, bu tür tuz stresli alanlarda bitki büyümesini artırabilir. Bu nedenle, bu çalışma, faydalı fungus topluluklarının çeşitliliğini araştırmayı, bitki büyümesini destekleme yeteneklerini taramayı ve tuz stresine maruz kalan topraklarda bitki büyümesi açısından çeşitli temel bileşiklerin üretimini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Aydın'ın tarım arazilerinden toplanan toprak örneklerinden funguslar izole edilmiştir. Fenotipik özelliklere (koloni morfolojisi ve mikroskopi) dayanarak, tüm izolatlar *Penicillium* spp, *Aspergillus* spp ve *Verticillium* spp cisnlerine ait olduğu görülmüştür. Elde edilen fungal izolatlar, sodyum klorür (NaCl) toleransı (%0, %6, %10, %12.5, %15 ve %20 konsantrasyon) açısından taranmıştır. NS13-1N kodlu izolat tuz konsantrasyonunun artmasıyla birlikte gelişiminin yavaşladığı ve %15 tuz konsantrasyonu varlığında üremenin tamamen durduğu görülmüştür. AK1-2N kodlu izolatın %0 ve %6 tuz konsantrasyonlarında üreme hızı düşük iken %10, 12.5 ve 15 olan tuz konsantrasyonlarında maksimum hızda ürediği tespit edilmiştir. Ayrıca aynı izolatın %20 tuz varlığında bile hızlı bir şekilde üreyebildiği gözlemlenmiştir. AO4-1N ve AK1-1N kodlu izolatlar ise %20 tuz konsantrasyonu varlığına kadar tuzdan etkilenmeyip aynı hızda üremişlerdir. İzolatların potasyum çözünürlüğü ve siderofor üretimi ile indol-3-asetik asit (IAA) üretimi gibi PGP özellikleri açısından *in vitro* da kalitatif ve kantitatif olarak test edilmiştir. Tüm izolatlarda siderefor üretmi gözlenmiştir ancak AK1-1N kodlu izolat diğer izolatlara kıyasla daha az siderefor üretmiştir. Siderofor üreten mantarların kullanımı, demir eksikliğini gidermeye, bitki büyümesini ve ekonomik açıdan önemli mahsullerin verimini artırmaya yardımcı olabilir. Potasyum çözen izolat bulunmamaktadır. Fungal izolatların 1.044 – 132.5 µg/ml IAA sentezleyebildikleri tespit edilmiştir. IAA, bitki büyümesini ve gelişimini etkileyen hormonlardan biridir ve bitkinin kök kalınlığı ve sayısını arttırmaktadır. Ayrıca çevresel streslere karşı bitki savunma mekanizmasını uyarmaktadır. Fungal izolatların çok yüksek konsantrasyonda (132.5 µg/ml) IAA üretebilmeleri, aynı zamanda halotolerant ve halofilik olanlarının bulunması ve güçlü siderofor üreticileri olmaları onları tuzlu topraklarda, ekonomik açıdan önemli bitkilerin gelişimini desteklemek için hazırlanacak biyoinokulant formülasyonlarında kullanılabilecek güçlü adaylar olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: PGPF, *Penicillium* spp, *Aspergillus* spp, *Verticillium* spp, tuz toleransı, IAA, Siderofor

THE POTENTIAL OF RHIZOSPHERIC FUNGI TO SUPPORT PLANT GROWTH in SALINE SOILS

ABSTRACT

Soil salinity is an important abiotic stress factor that negatively affects plant growth and productivity. Approximately 20% of irrigated land worldwide is affected by salinity. Salt-tolerant Plant Growth Promoting (PGP) microorganisms can enhance plant growth in such saline-stressed areas. Therefore, this study aimed to investigate the diversity of beneficial fungal communities, screen their ability to support plant growth, and evaluate the production of various essential compounds for plant growth in soils exposed to salt stress. Fungi were isolated from soil samples collected from agricultural fields in Aydın. Based on phenotypic characteristics (colony morphology and microscopy), all isolates were found to belong to the genera *Penicillium* spp, *Aspergillus* spp, and *Verticillium* spp. The fungal isolates obtained were screened for sodium chloride (NaCl) tolerance (at concentrations of 0%, 6%, 10%, 12.5%, 15%, and 20%). The isolate coded NS13-1N was observed to slow down its growth with increasing salt concentration and completely stop reproduction at a 15% salt concentration. It was determined that the growth rate of the isolate coded AK1-2N was low at salt concentrations of 0% and 6%, while it grew at maximum speed at salt concentrations of 10%, 12.5%, and 15%. In addition, it was observed that the same isolate could grow rapidly even in the presence of 20% salt. The isolates coded AO4-1N and AK1-1N, on the other hand, were not negatively affected by salt up to a concentration of 20% and grew at the same rate. The isolates were tested *in vitro* for their PGP properties, such as potassium solubility, siderophore production, and indole-3-acetic acid (IAA) production, both qualitatively and quantitatively. Siderophore production was observed in all isolates, but the isolate coded AK1-1N produced less siderophore than the other isolates. The use of siderophore-producing fungi can help overcome iron deficiency, promote plant growth, and increase the yield of economically important crops. No potassium-soluble isolates were found. It was determined that fungal isolates can synthesize 1.044–132.5 µg/ml IAA. IAA is one of the hormones that affect plant growth and development and increases the thickness and number of plant roots. It also stimulates the plant's defense mechanism against environmental stresses. The ability of fungal isolates to produce IAA at very high concentrations (132.5 µg/ml), along with the presence of halotolerant and halophilic isolates and their strong siderophore production, indicates that they are strong candidates for use in bioinoculant formulations designed to support the growth of economically important plants in saline soils.

Keywords: PGPF, *Penicillium* spp, *Aspergillus* spp, *Verticillium* spp, salt tolerance, IAA, siderophore.

1. GİRİŞ

Toprak, ozmotik basıncı 0,2 MPa'dan fazla ve elektriksel iletkenliği 4 ds/m'den fazla ise tuzlu olarak tanımlanır, bu da yaklaşık 40 mM NaCl'ye karşılık gelmektedir. Tuzluluk, dünyadaki yetiştirilen bitkilerin verimliliğini ve kalitesini önemli ölçüde azaltan en önemli çevresel streslerden biridir. Bilim insanları, 2050 yılına kadar tuzun dünyadaki tarım arazilerinin en az yarısını etkileyeceğini tahmin etmektedirler. Her yıl tuzlanma nedeniyle yaşanan %1-2'lik arazi kaybı gerçeğinden dolayı, tarımsal verimin 2050 yılına kadar %57'ye kadar önemli ölçüde artırılması gerekmektedir (Hossain, 2019).

Tarım arazilerinde tuzluluk seviyesinin artması tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Çünkü bitkiler tuzluluk stresine maruz kaldıklarında çok yönlü tepki verirler. Başlangıç aşamasında tuz stresi ozmotik basıncı artırır, bu da ozmotik stres yolunun aktivasyonunu ve stoma iletkenliğinin ve fotosentetik aktivitenin inhibisyonunu tetikler. Na+ toksisitesi, hücresel düzeyde lipitler, proteinler ve nükleik asitler gibi biyomoleküllere zarar veren ve redoks homeostazını değiştiren reaktif oksijen türleri (ROS) üretimine neden olur (Majeed ve ark., 2010). Tuzluluk stresinin neden olduğu ürün hasarını azaltmak için şimdiye kadar çok az yeni yaklaşım araştırılmıştır (Zhang ve ark., 2019).

Sürdürülebilir tarım, geleneksel tarımın yapamadığı şekilde tarımsal talepleri karşılamaya çalıştığı için büyüyen dünyada çok önemlidir (Singh ve ark., 2017). Bu tür tarımsal faaliyetler, mevcut doğal kaynakların kullanımını en üst düzeye çıkarmayı hedeflemektedir (Abdelkrim ve ark., 2018). Bu yaklaşımlar çevreye fayda sağlar ve güvenli tarım ürünleri elde edilmesini garanti eder. Ancak, kimyasal pestisitlerin, herbisitlerin ve gübrelerin sürekli kullanımı toprak verimliliğini azaltmış ve standartların altında tarımsal üretime yol açmıştır. Gıda kirliliği, toprak bozulması, biyolojik çeşitlilik kaybı ve düşük ekonomik getiriler ise önemli çevre sorunlarıdır (Akhtar ve ark., 2018). Bu bağlamda, bitki büyümesini teşvik eden mantarlar (PGPF), rizosferde yaşayan ve toprak besinlerinin biyoyararlanımını artırarak bitki büyümesini teşvik edebilen toprak

mantarlarıdır ve tarım kimyasallarının kullanımına en çevre dostu alternatiftir (Sharma ve ark. 2013; Kalayu, 2019; El-Maraghy ve ark., 2020).

Bu çalışmada gereksiz kimyasal kullanımı nedeniyle kirlenmiş, iklim değişikliği ve insan faaliyetleri gibi nedenlerle tuzlanmaya başlamış, verimliliği düşmüş topraklarda tarımsal üretim kapasitesini artırmaya yardımcı olabilecek, biyoinokulant bileşeni olabilecek toprak kökenli fungusların bulunması hedeflenmiştir. Bu amaçlar doğrultusunda Aydın ili tarım arazilerinden toprak örnekleri toplanmış, rizosferik funguslar izole edilmiş, tuzluluk toleransları belirlenmiş ve bitki büyümesini teşvik edici (PGP) özellikleri taranmıştır.

2. MATERYAL METOT

Rizosferik Fungusların İzolasyonu

Tarım arazilerinden toplanan toprak örnekleri, laboratuvara getirildi ve rizosferik fungus izolasyonunda kullanıldı. Waksman'ın (1922) tarif ettiği yöntem kullanılarak topraktan fungus izolasyonu yapıldı. İzolasyon sonrasında elde edilen saf fungal kültürler ileri çalışmalarda kullanılmak amacı ile PDA besi ortamında +4°C'de saklandı.

Rizosferik Fungusların Tanılanması

Rizosferik mantarlar izolatları, morfolojik özelliklerin gözlemlenmesi ve mikroskobik inceleme ile morfolojik olarak tanılanmıştır. PDA ortamında büyütülen mantar kolonisinin rengi, büyüme şekli, yüzey ve kenar görünümü, hifler ve miselyum yapıları 14 güne kadar incelendi (Sadananda ve ark. 2014). Sporlaşma, ışık mikroskobu (Olympus, Japonya) kullanılarak miselyumun küçük bir kısmı Lactophenol-Cotton Blue ile boyanarak mikroskobik olarak gözlemlendi (Devi ve Prabakaran 2014).

Rizosferik Fungusların Tuz Toleranslarının Belirlenmesi

% 6, % 10 , % 12.5, %15 ve %20 (w/v) oranlarında tuz içeren PDA içeren plaklar hazırlanmıştır. Tuz ilave edilmemiş PDA içeren plaklar kontrol olarak kullanılmıştır. 14 günlük fungal kültürlerden mantar delici yardımı ile 6 mm'lik diskler çıkartılarak farklı oranlarda tuz içeren petrilerin merkezine yerleştirilmiştir ve 28 °C'de inkübasyona bırakılmıştır. Deneme üç paralelli gerçekleştirilmiştir. İnkübasyon aşamasında belirli aralıklarla fungal büyüme kontrol edilmiştir.

Rizosferik Fungal İzolatlarının PGP Özelliklerinin in vitro Karakterizasyonu

Rizosferik fungal izolatlarının hifleri (6 mm'lik disk), fosfat çözünürlüğünün kalitatif taraması için Pikovskaya Agar içeren plakaların ortasına yerleştirildi. Plakalar 28 °C'de 14 gün boyunca inkübe edildi ve mantarlar tarafından fosfat çözünürlüğünün görselleştirilmesi, opak ortamın temizlenmesi ile belirlendi (Bapiri et al. 2012).

Rizosferik fungal izolatların siderofor üretimlerinin tespiti için Chrome Azurol S içeren (CAS) agarlı besiyerleri kullanılmıştır (Schwyn ve Neilands, 1987). Fungal kolonilerinin etrafında gelişen portakal renkli halenin varlığı, siderofor üretimi pozitif olarak kabul edilmiştir. Koloni çapı ve zon çapı ölçülerek siderefor üretm indeksi hesaplanmıştır.

Siderofor üretim endeksi= A/B

A= Total çap (koloni + etrafındaki zon)

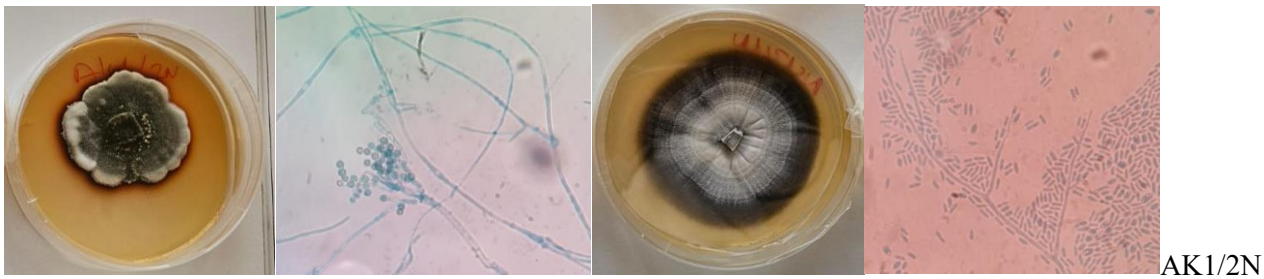
B= Koloni çapı

Indol-3-Asetik Asit (IAA) testleri için farklı oranlarda (% 6, % 10 , % 12.5, %15 ve %20 w/v) tuz ve %0,5' lik L-TRP içeren Nutrient Broth (NB) besiyeri kullanılmıştır. Konrtol grubuna tuz ilave edilmemiştir. Hazırlanan bu besiyerlerine 6 mm' lik fungal diskler ilave edildikten sonra 180 rpm'de karıştırmalı inkübatörde 28 °C'de 14 gün boyunca inkübe edilmişlerdir. İnkübasyon sonrasında her bir besi ortamından alınan 1.5 ml örnek 1000 rpm ve 5 dak santrifüj edilmiştir. Elde edilen süpernatantlardan 1 ml alınıp üzerine Salkowski Ayracı ilave edildikten sonra renk oluşumu için 30 dakika karanlıkta bekletilmiştir. Bu süre sonunda filtratların 530 nm' de spektrofotometrik okuması yapılmıştır. Yapılan okumaları rakamsal verilere dönüstürmek için bir IAA standart

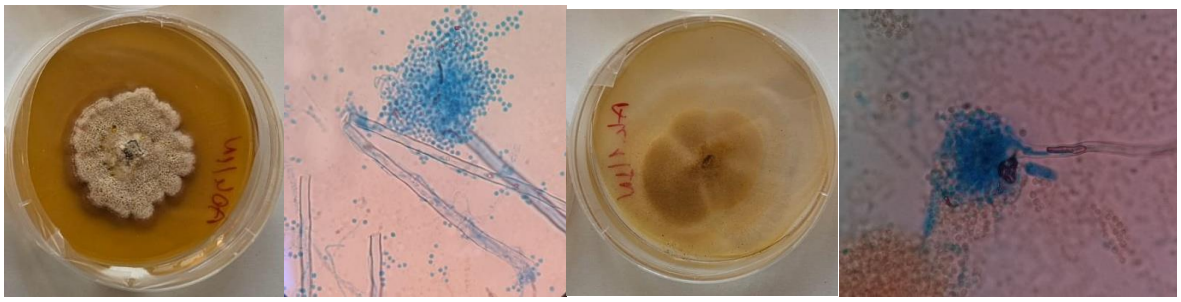
egrisi oluşturulmuştur. IAA standart egrisi, farklı konsantrasyonlarda hazırlanan IAA süspansiyonlarının, yukarıda anlatılan santrifüjleme sonraki işlem dizilerinden geçirilmesiyle oluşturulmuştur (Gordon ve Weber, 1951).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Aydın ili tarım arazilerindeki bitkilerin köklerinin rizosferik bölgelerinden toplanan toprak örnekleri fungus izolasyonunda kullanılmıştır. Elde edilen fungal izolatların PDA besiyerinde oluşturduğu koloni morfolojisi incelenmiştir. Misel yapıları, ve sporları mikroskobik olarak incelendiğinde iki fungal izolatın (AO4/1N ve AK1-1N) *Aspergillus* spp. cinsine ait olduğu, bir izolatın (AK1/2N) *Penicillium* spp. cinsine ve diğer izolatın (NS13/1N) ise *Verticillium* spp. cinsine ait izolatlar olduğu tespit edilmiştir (Şekil 1).



(*Penicillium* spp) NS13/1N (*Verticillium* spp) AK1/2N



AO4/1N (*Aspergillus* spp) AK1/1N (*Aspergillus* spp)

Şekil 1: Rizosferik fungal izolatların PDA ve mikroskoptaki görünümleri.

Bu çalışmanın ikinci aşamasında izole edilen rizosferik fungusların in vitro koşullar altında tuz toleransını belirlemeyi amaçladık. Elde edilen fungal izolatların farklı konsantrasyonlarda NaCl içeren besi ortamlarda misel gelişimleri incelenmiştir ve koloni çapları ölçülmüştür (Tablo 1). NS13-1N kodlu izolat tuz konsantrasyonunun artmasıyla birlikte gelişiminin yavaşladığı ve %15 tuz konsantrasyonu varlığında üremenin tamamen durduğu görülmüştür. AK1-2N kodlu izolatın %0 ve %6 tuz konsantrasyonlarında üreme hızı düşük iken %10, 12.5 ve 15 olan tuz konsantrasyonlarında maksimum hızda ürediği tespit edilmiştir. Ayrıca aynı izolatın %20 tuz varlığında bile hızlı bir şekilde üreyebildiği gözlemlenmiştir. AO4-1N ve AK1-1N kodlu izolatlar ise %20 tuz konsantrasyonu varlığına kadar tuzdan etkilenmeyip aynı hızda üremişlerdir. Oren (2002) halofillerin tuz tolerans düzeylerine göre üç gruba ayrılabileceğini belgelemiştir: hafif halofiller, orta halofiller ve aşırı halofiller. Hafif halofiller, 0,2-0,5 M (1-3%) NaCl konsantrasyonunda optimal büyüme gösterir. Orta halofiller 0,5-2,5 M (3-15%) NaCl konsantrasyonuna sahip ortamlarda gelişirken, aşırı halofiller 2,5-5,2 M (15-30%) NaCl gibi daha yüksek tuz konsantrasyonuna sahip koşullarda dayanabilir ve büyüyebilir. Bu araştırmada, incelenen 4 izolatın 3'ü %20'ye kadar NaCl konsantrasyonunda kayda değer bir tuz toleransı göstermiştir ve Oren'in sınıflandırmasına göre aşırı halofiller grubunda yer almaktadırlar.

Tablo 1: Fungal izolatların tuz (NaCl) toleranslarının taranması

Fungal İzolatlar	Fungal izolatların 14. günde oluşturduğu koloni çapları (mm)					
	Tuz konsantrasyonları					
	0%	6%	10%	12.50%	15.00%	20%
AO4-1N	48	36	36	33	30	15
AK1-2N	21	42	43	46	26	20
NS13-1N	46	25	6	6	6	5
AK1-1N	88	90	90	90	62	16

Tuzlu topraklarda aşırı halotolerant PGP izolatlarını etkili bir şekilde kullanmak, bitki büyümesini ve verimliliğini önemli ölçüde artırabilir. Bu halotolerant funguslar, IAA, ACC deaminaz ve uçucu bileşikler gibi farklı organik ve inorganik bileşiklerin üretimi yoluyla bitkilerin artan tuz konsantrasyonuna dayanmasına yardımcı olur. Mayak ve ark (2004), doğal olarak stresli ortamlardan veya rizosferden faydalı mikrobiyal izolatların seçilmesinin, hastalıkları kontrol etmek ve bitki büyümesini teşvik etmek için kullanılabileceğinden, mahsul sağlığını iyileştirmek için olası bir önlem olduğunu öne sürmüştür.

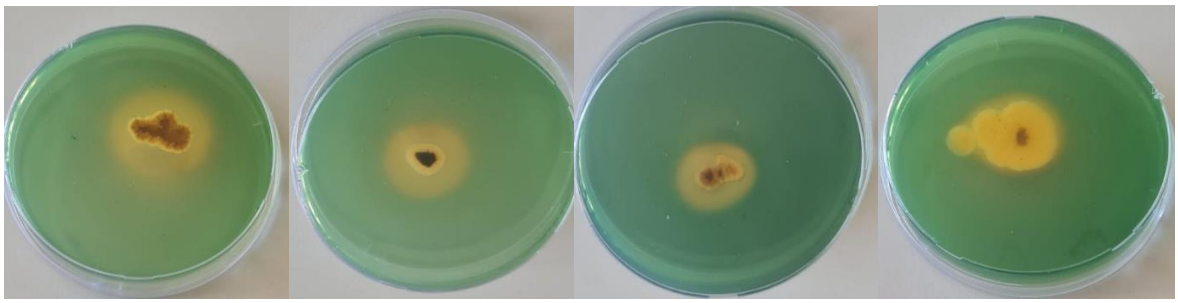
Aspergillius spp*.,* organik maddelerin parçalanmasını kolaylaştıran ve topraktaki besin maddelerinin kullanılabilirliğini artıran enzimler, bitki büyümesini ve kök gelişimini destekleyen gibberellinler ve oksinler, fumonisinler, sitrinin, peptaiboller, alkaloidler ve terpenoidler gibi böcek öldürücü bileşenler dahil olmak üzere çeşitli biyoaktif bileşikler üretir (Attia ve ark., 2024; Devi ve ark., 2020). *Verticillium lecanii*, besin alımını ve stres direncini artırarak sürdürülebilir tarımı teşvik edebilir ve bitki büyümesini artırabilir (Islam ve ark., 2021). *Penicillium* spp, bitki büyümesini teşvik edici ve biyolojik mücadele ajanı potansiyeli ile dikkat çekmiştir. Besinlerin kullanılabilirliğini artırarak, kök gelişimini teşvik ederek ve oksinler ve gibberellinler gibi çeşitli fitohormonlar üreterek bitki büyümesini artırabilir. Ayrıca, fitopatojenleri bastırmada ve bitkilerin hastalıklara karşı direncini artırmada etkilidir (Nicolatti ve ark., 2014). Bu nedenle çalışmamızda rizosferik fungusların PGP özellikleri incelenmiştir.

IAA, bir bitki hormonu olup PGPF tarafından üretilen doğal bir oksin türüdür. Tuzdan etkilenen topraklardan izole edilen mikroorganizmalar tuz stresine tolerans gösterebilir. Çok sayıda araştırma, mikroorganizmaların IAA sinyal yollarını tetiklemedeki ve tuz stresine maruz kalan bölgelerde yetişen bitkilerde endojen IAA seviyelerini artırmadaki rolünü ortaya koymuştur. Çalışmamızda fungal izolatların IAA üretimlerinin 1.044 ile 132.5 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 2). Yüksek tuz toleransına ilaveten IAA üretebilmeleri bu fungal izolatların mikrobiyal gübre olarak kullanılma ihtimalini artırmaktadır.

Demir, bitkiler ve mikroorganizmalar için dördüncü en önemli elementtir, ancak doğrudan asimilasyon için kullanılamaz. Ferrik iyon doğada baskındır ve çok az çözünür, bu da konsantrasyonunun bitki büyümesini desteklemek için çok düşük olmasını sağlar. Bu nedenle, bitkiler ve mikroorganizmalar, demir stresi koşullarında siderofor salgılayarak biyolojik olarak kullanılabilir demiri tutarlar. Crowley (2006), iki PGPF, *P. chrysogenum* ve *R. arrhizus*'ta siderofor üretimi olduğunu bildirmiştir. Bu, Fe içeriğini artırmış ve salatalık, mısır ve domates bitkilerinin büyümesini teşvik etmiş ve klorofil içeriğini artırmıştır. Yaptığımız çalışmada fungal izolatların halotolerant olmalarının yansıra siderofor üretebildikleri de tespit edilmiştir (Tablo2, Şekil 2).

Tablo 2: Fungal izolatların bitki büyümesini teşvik edici özelliklerinin taranması

Fungal izolatlar	IAA üretimi (µg/ml) Tuz Konsantrasyonları						Siderofor Üretim Endeksi	Potasyum Çözebilme
	0%	6%	10%	12.50%	15.00%	20%		
AO4-1N	1.044	0	0	0	0	0	2.1	-
AK1-2N	0	0	0	0	0	0	2.5	-
NS13-1N	132.5	11.13	0	0	0	0	2.7	-
AK1-1N	10.83	0	0	0	0	0	1.25	-



AO4-1N NS13-1N AK1-2N AK1-1N

Şekil 2. Fungal izolatların siderofor üretimlerinin taranması

3. SONUÇ

Dünya nüfusunun hızla artmasına paralel olarak, gıda ihtiyaçları da artmaktadır. Fakat yüksek tuzluluk ve düşük toprak verimliliği, bitki büyümesinin zayıflamasına ve yeni dikilen ağaç fidelerinin ölümüne neden olmaktadır. Tarımsal verimliliğin düşmesi, artan dünya nüfusunun gıda talebini karşılamayı zorlaştırmaktadır. PGP mikroorganizmaları, tuzlu topraklarda ve diğer sorunlu topraklarda tarımsal ürünlerin hayatta kalmasını ve büyümesini artırmak için tarım alanında umut vaat eden biyolojik materyallerdir. Bu çalışmada dört umut vaat eden tuza dayanıklı PGPF izole ettik ve bunların sentetik kimyasal gübrelerin uygulanmasından daha uygun maliyetli ve ekonomik olabilecek potansiyel biyoinokülantlar olarak uygulanma olasılığını değerlendirdik. Bu çalışmada elde edilen rizosferik fungal izolatların yüksek tuz konsantrasyonlarını tolere edebilmeleri, çok yüksek oranlarda IAA ve siderofor üretebilmeleri tarımda verim ve kaliteyi artırmada kullanılma olasılıklarını artırmaktadır. Fakat en uygun biyoinokulant formülasyonunun hazırlanabilmesi için ilave çalışmalara ve daha detaylı incelemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Elde edilen veriler gelecek çalışmalara ışık tutacaktır.

KAYNAKÇA

Abdelkrim, S., Jebara, S. H., & Jebara, M. (2018). Antioxidant systems responses and the compatible solutes as contributing factors to lead accumulation and tolerance in *Lathyrus sativus* inoculated by plant growth promoting rhizobacteria. *Ecotoxicology and Environmental Safety, 166*, 427–436. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.09.091

Akhtar, M. J., Ullah, S., Ahmad, I., Rauf, A., Nadeem, S. M., Khan, M. Y., & Bulgariu, L. (2018). Nickel phytoextraction through bacterial inoculation in *Raphanus sativus*. *Chemosphere, 190*, 234–242. https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.09.125

Attia, M. S., Salem, M. S., & Abdelaziz, A. M. (2024). Endophytic fungi *Aspergillus* spp. reduce fusarial wilt disease severity, enhance growth, metabolism and stimulate the plant defense system in pepper plants. *Biomass Conversion and Biorefinery, 14*(14), 16603–16613. https://doi.org/10.1007/s13399-022-03607-6

Bapiri, A., Asgharzadeh, A., Mujallali, H., et al. (2012). Evaluation of zinc solubilization potential by different strains of fluorescent pseudomonads. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management, 16*, [sayfa bilgisi eksik].

Crowley, D. E. (2006). Microbial siderophores in the plant rhizosphere. In *Iron nutrition in plants and rhizospheric microorganisms* (pp. 169–198). Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-4743-6_8

Devi, N. N., & Prabakaran, J. J. (2014). Bioactive metabolites from an endophytic fungus *Penicillium* sp. isolated from *Centella asiatica*. *Current Research in Environmental & Applied Mycology, 4*, 34–43.

Devi, R., Kaur, T., Kour, D., Rana, K. L., Yadav, A., & Yadav, A. N. (2020). Beneficial fungal communities from different habitats and their roles in plant growth promotion and soil health. *Microbial Biosystems, 5*(1), 21–47. https://doi.org/10.21608/MB.2020.32802.1016

El-Maraghy, S. S., Tohamy, T. A., & Hussein, K. A. (2020). Role of plant-growth promoting fungi (PGPF) in defensive genes expression of *Triticum aestivum* against wilt disease. *Rhizosphere, 15*, 100223. https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2020.100223

Gordon, S. A., & Weber, R. P. (1951). Colorimetric estimation of indoleacetic acid. *Plant Physiology, 26*, 192–195. https://doi.org/10.1104/pp.26.1.192

Hossain, S. (2019). Present scenario of global salt affected soils, its management and importance of salinity research. *International Journal of Biological Sciences, 1*, 1–13.

Islam, W., Adnan, M., Shabbir, A., Naveed, H., Abubakar, Y. S., Qasim, M., Tayyab, M., Noman, A., Nisar, M. S., Khan, K. A., & Ali, H. (2021). Insect–fungal interactions: A detailed review on entomopathogenic fungi pathogenicity to combat insect pests. *Microbial Pathogenesis, 159*, 105122. https://doi.org/10.1016/j.micpath.2021.105122

Kalayu, G. (2019). Phosphate solubilizing microorganisms: Promising approach as biofertilizers. *International Journal of Agronomy, 2019*, Article ID 4917256. https://doi.org/10.1155/2019/4917256

Majeed, A., Nisar, M. F., & Hussain, K. (2010). Effect of saline culture on the concentration of Na+, K+ and Cl− in *Agrostis tolonifera*. *Current Research Journal of Biological Sciences, 2*, 76–82.

Mayak, S., Tirosh, T., & Glick, B. R. (2004). Plant growth promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. *Plant Physiology and Biochemistry, 42*(6), 565–572. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2004.05.009

Nicoletti, R., Fiorentino, A., & Scognamiglio, M. (2014). Endophytism of *Penicillium* species in woody plants. *Open Mycology Journal, 8*(1), 1–26. https://doi.org/10.2174/1874437001408010001.

Oren, A. (2002). Molecular ecology of extremely halophilic archaea and bacteria. *FEMS Microbiology Ecology, 39*(1), 1–7. https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2002.tb00900.x

Sadananda, T. S., Govindappa, M., & Ramachandra, Y. L. (2014). In vitro antioxidant activity of lectin from different endophytic fungi of *Viscum album* L. *British Journal of Pharmaceutical Research, 4*, 626–636.

Schwyn, B., & Neilands, J. B. (1987). Universal chemical assay for the detection and determination of siderophores. *Analytical Biochemistry, 160*(1), 47–56. https://doi.org/10.1016/0003-2697(87)90664-9

Sharma, S. B., Sayyed, R. Z., Trivedi, M. H., & Gobi, T. A. (2013). Phosphate solubilizing microbes: Sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *SpringerPlus, 2*, 587. https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-587

Singh, K., Sharma, M., & Singh, S. K. (2017). Effect of plant growth regulators on fruit yield and quality of guava (*Psidium guajava*) cv. Allahabad Safeda. *Journal of Pure and Applied Microbiology, 11*(2), 1149–1154.

Waksman, S. A. (1922). A method for counting the number of fungi in the soil. *Journal of Bacteriology, 7*, 339–341.

Zhang, Y., Yu, X., Zhang, W., et al. (2019). Interactions between endophytes and plants: Beneficial effect of endophytes to ameliorate biotic and abiotic stresses in plants. *Journal of Plant Biology, 62*, 1–13. https://doi.org/10.1007/s12374-018-0165-2.

KESTANEDE GÖRÜLEN MİKROBİYAL HASTALIKLAR

Kevser ALTAN[1]

[1]Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarımsal Biyoteknoloji Anabilim Dalı, Aydın, Türkiye, https://orcid.org/0009-0006-4855-8283

Çiğdem YAMANER[2]

[2]Aydın Adnan Mendres Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, Aydın, Türkiye, https://orcid.org/0000-0001-5140-2059

ÖZET

Kestane, Amerika, Avrupa ve Asya kıtalarında özellikle kuzey yarımküre de doğal olarak bulunan bir orman ağacı ve aynı zamanda kültüre alınan bir meyve türüdür. Kestaneler (*Castanea sativa* Mill) Kayıngiller familyasında yer alırlar ve 200-500 yıl kadar yaşayabilirler. Boyları 30-35 metreye ulaşabilmektedir. Kestane meyveleri taze ve çerez olarak tüketilebileceği gibi, işlendikten sonra da tüketilebilirler. İşleme sonrasında kestane meyvelerinden reçel, püre veya glütensiz ürünler elde edilebilir. Ayrıca konserve sanayi, şekercilik, dondurma ve çikolata sanayide de kullanılmaktadır. Kestane kabuklarının da tıpta kullanılabileceği üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Günümüzde kestane ormanları, çeşitli odun ve odun dışı orman ürünleri sağlamaktadır. Kestane ağacı, sağlamlığı nedeniyle mobilya ve tekne yapımında kullanılmaktadır. Odun dışı önemli ürünler arasında çiçekler, meyveler ve kestane balı ile sadece kestane ağaçlarının altında yetişen bazı yenilebilir mantarlar bulunmaktadır. Ekonomik açıdan önemli bir meyve olan kestane üretiminde Çin Halk Cumhuriyeti, birinci sırada yer almaktadır. Çin'i İspanya ve Bolivya takip ederken Türkiye kestane üretiminde 4. Sırada yer alır. Dünya çapında çok geniş yayılış gösteren kestane ağacı 20. Yüzyılın başından itibaren mikrobiyal hastalıklar nedeniyle ölmeye ve yayılış alanları daralmaya başlamıştır. En büyük kestane üreticisi Çin'de mikrobiyal hastalıklar nedeniyle kestane ağaçlarında zayıflamalar ve üretim kapasitesinde düşüşler olduğu gözlenmiştir. Türkiye'nin batısındaki yüksek verimli bölgelerde hastalık şiddeti 1990'lı yıllardan itibaren keskin bir şekilde artmıştır. 1988'de 90.000 ton olan kestane üretimi 2000'li yılların başında 50.000 tonun altına düşmüştür. Amerika'da mikrobiyal hastalıklar 50 yılda 3,5 milyardan fazla kestane ağacının (*Castanea dentata (Marsh.) Borkh.)* ölümüne neden olmuştur. Yapılan bazı çalışmalarda bu patojenin yalnızca kestane odununda değil meyvelerde de patojenik özellik gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum, patojenin sistemik yayılım potansiyeline sahip olduğunu ve yalnızca dış belirtilere odaklanan kontrol yöntemlerinin yetersiz kalabileceğini göstermiştir. Meyvelerde görülen hastalığın depolama sırasında çürüklüğe dönüşebileceği tespit edilmiştir. Bu durum, özellikle soğuk hava depolarında uzun süreli muhafaza edilen kestaneler için ciddi bir risktir. Bu çalışma içerisinde kestane meyve ve ağaçlarında görülen mikrobiyal hastalıklar, hastalık şiddeti ve yayılımı aynı zamanda ekonomik kayıplar üzerinde durulmuştur. Kestane mikrobiyal hastalıkları ile mücadele konusunda yapılan araştırmalar incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Castanea sativa,* Mikrobiyal hastalık, fungus

MICROBIAL DISEASES OF CHESTNUT FRUITS

ABSTRACT

Chestnuts are a type of forest tree that grows naturally in North America, Europe, and Asia, particularly in the northern hemisphere, and are also a type of cultivated fruit. Chestnuts (*Castanea sativa* Mill) belong to the Fagaceae family and can live for 200-500 years. They can grow to a height of 30-35 meters. Chestnut fruits can be consumed fresh or can be processed for consumption. After processing, chestnut fruits can be used to make jam, puree, or gluten-free products. They are also used in the canning industry, confectionery, ice cream, and chocolate industries. Studies are being conducted on the potential use of chestnut shells in medicine. Today, chestnut forests provide various wood and non-wood forest products. The chestnut tree is used in furniture and boat construction due to its strength. Among the important non-wood products are flowers, fruits, chestnut honey, and some edible mushrooms that grow only under chestnut trees. China is the leading producer of chestnuts, an economically important fruit. Spain and Bolivia follow China, while Turkey ranks 4th in chestnut production. The chestnut tree, which has a very wide distribution worldwide, began to die and its

distribution area began to shrink at the beginning of the 20th century due to microbial diseases. In China, the largest chestnut producer, weakening of chestnut trees and declines in production capacity due to microbial diseases have been observed. In the high-yield regions of western Turkey, the severity of the disease has sharply increased since the 1990s. Chestnut production, which was 90,000 tons in 1988, fell below 50,000 tons at the beginning of the 2000s. In the United States, microbial diseases have caused the death of more than 3.5 billion chestnut trees (*Castanea dentata* (Marsh.) Borkh.) over the past 50 years. Some studies have determined that this pathogen exhibits pathogenic properties not only in chestnut wood but also in fruits. This indicates that the pathogen has the potential for systemic spread and that control methods focused solely on external symptoms may be insufficient. It has been determined that the disease observed in fruits can turn into rot during storage. This poses a serious risk, particularly for chestnuts stored for extended periods in cold storage facilities. This study examines microbial diseases observed in chestnut fruits and trees, disease severity and spread, as well as economic losses. Research on combating chestnut microbial diseases has been reviewed.

Keywords: *Castanea sativa*, Microbial disease, fungus

1.GİRİŞ

Kestane (*Castanea spp*.), orman ekosistemleri, tarımsal üretim ve gıda tüketimi açısından önemli bir türdür. Ancak kestane ağaçları, çeşitli mikrobiyal hastalıkların tehdidi altındadır. Bu hastalıklar hem meyvelerde hem de ağaç gövdesi ve kök sistemlerinde verim ve kalite kayıplarına yol açmaktadır.

Kestane, Güney Avrupa, Anadolu ve Asya Minor kökenli, Fagaceae familyasına ait uzun ömürlü bir ağaçtır. Besin ve odun kaynağı olarak insan yaşamında önemli rol oynar (Pinto, 2021).

Kestane, 20-30 metreye kadar boylanabilen, geniş taçlı bir ağaçtır. Gövdesi 1.5-2 metre çap yapabilir, kabuğu çatlaklıdır. Kökleri derin ve güçlüdür (Yüksel ve ark., 2020). Parlak yeşil, iri, oval ve dişli kenarlı yaprakları sonbaharda sarıya döner. Mayıs- Haziran aylarında sarı çiçek salkımları açar (Tuttu,2021). Sonbaharda dikenli kupula içerisine 2-7 adet kahverengi, sert kabuklu tohum bulunur (Kendir, 2016). Ilıman iklim ve iyi drene edilmiş, topraklarda yetişir (Conedera ve ark., 2016).

Kestane meyvesi, nişasta bakımından zengin, yağ oranı düşük ve glütensizdir. Meyve çekirdeği, kabuğu, yaprağı ve çiçeği flavonoid, fenolik bileşikler ve E vitamini gibi güçlü antioksidanlar içerir. Bu özellikler sayesinde hem besleyici hem de sağlık açısından değerlidir (Kendir, 2016).

Gıda sektöründe, meyvesi kavrularak, haşlanarak, kurutularak veya un haline getirilerek geleneksel mutfaklarda yaygın şekilde tüketilmektedir (Kendir, 2016). Ekolojik olarak, toprak erozyonunu önleme, biyolojik çeşitliliği destekleme ve kentleşmenin etkilerini azaltma amacıyla yeşil koridorlar oluşturmada önemli bir rol üstlenir (Atasoy, 2011).

Bu çalışmanın amacı, kestane ağaçlarında görülen mikrobiyal hastalıklar ve bu hastalıklarla mücadeleye yönelik yürütülen çalışmaların ayrıntılı olarak incelemesidir.



Resim1.1. Kestane (Conedera ve ark., 2016).



Resim1.2. Kestane çiçek yapısı (Conedera ve ark., 2016).



Resim1.3. Kestane yaprağı (Kendir, 2016).

2.KESTANE MEYVE ÇÜRÜKLÜĞÜ

Kestane üretim sürecinde pek çok biyotik stres faktörüne maruz kalmaktadır. Bunlardan biri de özellikle hasat sonrası dönemde kayıplara yol açan kestane meyve çürüklüğüdür. Bu hastalığın başlıca etmeni olarak *Gnomoniopsis smithogilvyi*, tanımlanmıştır (Shuttleworth ve ark., 2012a; 2015).

Gnomoniopsis smithogilvyi, özellikle meyvenin endosperm ve embriyo dokularında nekroza neden olarak çürümeye yol açmaktadır. Endofitik ve saprofitik yaşam formları nedeniyle çürüme genellikle iç dokularda başlar ve dıştan fark edilmeyebilir. Bu nedenle hastalık sıklıkla gizli (latent) seyir izleyerek depolama sırasında açığa çıkmaktadır (Çakar 2023; Miller ve Lewis Ivey, 2025).



Resim 2. Kestane meyve çürüklüğü (Çakar 2023).

Bu patojen, asemptomatik yaprak, dal, sağlıklı görünen meyve ve ölü bitki materyallerinden izole edilmiştir. Ayrıca odun dokusunda da patojenik özellik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu durum, patojenin sistemik yayılım potansiyeline sahip olduğunu ve yalnızca dış belirtilere odaklanan kontrol yöntemlerinin yetersiz kalabileceğini göstermiştir (Çakar 2023).

Yapılan bir çalışmada incelenen 150 kestane meyvesinin 98'inde farklı renk ve boyutlarda nekrozlar tespit edilmiştir. En yaygın çürüklük tipleri kahverengi ve beyaz olurken, bu meyvelerden en sık izole edilen fungus *G.smithogilvyi* olmuştur. İkinci en sık rastlanan fungus ise tüm çürüme türlerinde gözlenen *Penicillium sp.* olarak belirlenmiştir (Çakar 2023).

G.smithogilvyi'nin asempromik meyvelerden izole edilmesi, hastalığın depolama sırasında çürüklüğe dönüşebileceğini göstermektedir. Bu durum, özellikle soğuk hava depolarında uzun süreli muhafaza edilen kestaneler için ciddi bir risktir. Latent enfeksiyonlar uygun çevre koşullarında (yüksek nem, sıcaklık) aktive olarak yayılabilmektedir (Çakar 2023).

Bununla birlikte, Jiang ve ark. (2020) tarafından tanımlanan *G. chinensis* ise Çin kestanesinde *(C. mollissima)* kanser oluşturan yeni bir patojen türüdür. Bu tür Hebei bölgesindeki ağaçlardan izole edilmiş ve ITS-*tef1-tub2* gen bölgeleri kullanılarak filogenetik olarak diğer *Gnomoniopsis* türlerinden ayrıldığı gösterilmiştir. Patogenez testleri, bu türün genç fidelerde ve kesilmiş dallarda lezyon oluşturabileceğini ve patojenitesinin "orta düzey" olduğunu göstermektedir.

Hastalığın kontrolü için biyolojik, kimyasal ve kültürel mücadele yöntemleri araştırılmaktadır. Biyolojik yöntemlerde *Trichoderma harzianum* T22 suşu ile yapılan sıcak (45–50°C) ve soğuk (15–18°C) şok uygulaması sonrası enzim uygulanarak çürük oranında azalma sağlanmıştır (Ruocco et al., 2016).

Benzer şekilde, Pasche ve arkadaşlarının (2016) tarafından yapılan çalışmalarda *Trichoderma atroviride* ve *Bacillus amyloliquefaciens* biyokontrol ajanları etkili bulunmuştur. Özellikle *B. amyloliquefaciensile* ile muamele edilen kestane fidanlarında *G. smithogilvyi*'nin bulunmadığı, benzer şekilde *T. atroviride* ile yapılan deneylerde de olumlu sonuçlar elde edildiği rapor edilmiştir.

Kültürel önlemler de hastalığın yayılımını sınırlamada önemli rol oynamaktadır. Hasat sonrasında bahçe temizliği ve ilkbahar döneminde askosporların ağacın üst kısımlarına ulaşmasını engelleyen yer örtücü bitki kullanımı, *G. smithogilvyi'*nin inokulum yoğunluğunu azaltmak açısından yararlı uygulamalardır (Miller ve Lewis Ivey, 2025).

3.KESTANE KÖK ÇÜRÜKLÜĞÜ

Phytophthora türleri, bitkilerde kök ve kök boğazı enfeksiyonlarına yol açarak ciddi verim ve kalite kayıplarına neden olan önemli fungal organizmalardır (Şimşek ve ark., 2018). Bu oomycete grubuna ait türler, özellikle toprakta veya toprak yüzeyine yakın bölgelerde etkili olmakta ve enfekte bitkilerde kök çürüklüğü, gövde nekrozları, yaprak solgunluğu ve ani ölüm gibi semptomlar gözlemlenmiştir.

Enfeksiyonun şiddetine bağlı olarak uç kısımlarından itibaren geriye doğru kurumalar (dieback) ve taç kısmında seyrelmeler gözlemlenirken, şiddetli enfeksiyonlarda ise patojenin kök veya kök boğazını tamamen sarması sonucu solgunluk ve nihayetinde bitkinin ölümü meydana gelmektedir (Şimşek ve ark., 2018).



Resim 3.1. Kestane kök çürüklüğü (Şimşek ve ark., 2018).

Ağaçların kök boğazları açıldığında *Phytophthora* enfeksiyonuna özgü olan alev şeklinde nekrotik lezyonlar gözlemlenir; bu nekrozlu alanlarda koyu renkli akıntılar bulunur ve bu akıntılar temas ettiği toprakta dahi siyahlaşma meydana getirir. Gövdede oluşan nekrozlar bazı ağaçlarda toprak yüzeyinden 85cm yukarıya kadar ilerleyebilmektedir (Şimşek ve ark., 2018).

Türkiye'de kestane ağaçlarında *Phytophthora* varlığına ilişkin ilk kayıt, Erdem'in 1951 yılında yaptığı çalışmaya dayanmaktadır. 1948-1949 yılları arasında Türkiye'nin çeşitli kestane yetiştirilen bölgelerinde incelemeler yapmıştır. Halk arasında "kestane kurumaları" olarak bilinen yaygın sorunların geçmişten bu yana var olduğu belirlenmiştir. Bu incelemeler sırasında, kestane kurumlarıyla ilgili anket çalışmaları yapılmış ve bu anketlerde, yaprakların ansızın sararıp döküldüğü, gövdede ve kök boğazında tipik nekrozlar oluştuğu belirtilmiştir.



Resim3.2. Kök çürüklüğü nekroz görüntüsü (Şimşek ve ark., 2018).

Türkiye' de kestanelerde morfolojik ve moleküler verilere dayalı ilk *Phytophthora* tespiti, Çeliker ve Onoğur (2009) tarafından gerçekleştirilmiştir. Kestane yetiştirilen alanlardan alınan toprak örneklerinde *Azelae* sp. yaprakları kullanarak yapılan tuzaklama yöntemi sonucunda, elde edilen dört izolattan yalnızca biri, K-2 izolatı *Phytophthora* olarak tanımlanmıştır. Bu izolat Almanya'da Sabine Werres tarafından *P. cactorum* olarak teşhis ederken, Belçika'da Kris van Poucke tarafından ise *P. cactorum* × *P. hedraiandra* hibrit formu olarak teşhis edilmiştir. Ayrıca araştırıcılar bu izolatı kestane fidelerinde kabuk inokülasyonu ile test etmiş ve inokülasyondan 3 ay sonra ortalama 3,9 cm uzunluğunda nekrozlar oluştuğunu tespit etmişlerdir.

Kök ve kök boğazı çürüklüğünün yanı sıra "mürekkep hastalığı" olarak bilinen enfeksiyonun da başlıca etmeni olan bu türler, siyahımsı akıntılarla karakterizedir. Hastalığın belirtileri, yapraklarda sararma, dökülme ve ilerleyen safhalarda meyvede kararma ve çürüme şeklinde kendini gösterir. Özellikle yüksek nemli çevre koşullarında hastalığın yayılımı hızlanmaktadır (Akdoğan, 1970).

Hastalıkla mücadele kapsamında çeşitli yöntemler denenmiştir. Bu yöntemler arasında; kalsiyum siyanamid, demir sülfat, göztaşı kireç karışımı, perelan ve Orypbonol gibi kimyasallarla yapılan kök ilaç lamaları, ayrıca tecrit hendekleri açma ve kök bölgesini açarak yapılan fiziksel mücadeleler yer almaktadır. Ancak tüm bu uygulamalara rağmen etkin ve tatmin edici sonuçlar elde edilememiştir (Akdoğan 1970).

Kontrolü zor olan bu hastalık için en etkili strateji patojen içermeyen sağlıklı çoğalma materyalinin kullanılmasıdır (Miller ve Lewis Ivey, 2025). Uzun vadeli çözüm için ise konakçı direnci ön plana çıkmaktadır. Amerikan ve Avrupa kestaneleri hastalığa karşı yüksek duyarlılık gösterirken. Çin kestanesi dirençli olarak kabul edilmektedir; melez bireylerin duyarlılığı ise değişkendir (Miller ve Lewis Ivey, 2025). Bu doğrultuda, Asya kestane türlerinden elde edilen kantitatif özellik lokusları (QTL'ler) aracılığıyla direnç genlerinin melez bireylere aktarımı üzerinde çalışmalar yürütülmektedir (Zhebentyayeva ve ark. 2019).

4.KESTANE KANSERİ

Kestane kanseri hem Amerika hem de Avrupa'daki doğal kestane popülasyonlarında ciddi tahribata yol açan önemli bir hastalıktır. Hastalık, *Cryphonectria parasitica* adlı patojen mantarın neden olduğu ve ağaçlarda kanserli lezyonlar meydana getirerek ölümü tetiklediği bir enfeksiyon sürecidir (Rigling ve Prospero, 2018).

Kestane kanserine neden olan *Cryphonectria parasitica* Ascomycota şubesine ait, kabuk dokularında nekrotik lezyonlar oluşturan ve ksilem ile floem dokularını tahrip eden bir fungal organizmadır (Anagnostakis, 1987). Enfeksiyon, genellikle yaralı dokulardan başlar. Sporlar, rüzgâr, yağmur ve böcekler aracılığıyla yayılır. Özellikle gal arılarının açtığı boşluklar enfeksiyon için giriş kapısı işlevi görür. Odun dokusunda ilerleyerek ağacın su ve besin iletimini engeller (Miller ve Lewis Ivey, 2025). Ayrıca aşılama, budama ve sırık kullanımı gibi mekanik müdahaleler, enfeksiyonun yayılımını hızlandırmaktadır.



Resim4. Kestane kanseri kabuk dokusu nekrotik lezyon (Miller ve Lewis Ivey, 2025).

Hastalıkla mücadelede kültürel önlemler arasında; aşılama ve budama ekipmanlarının sterilizasyonu, hasat sırasında sırık kullanılmaması, enfekte dokuların kesilip uzaklaştırılması ve ağaçların yaralanmadan korunması gibi yöntemler, enfeksiyon riskini azaltmada etkilidir.

Kimyasal mücadele yöntemleri bulunmamaktadır. Biyolojik mücadelede hipovirülent suşlar kullanılmaktadır. Mücadele için çalışmalar devam etmektedir.

5.KESTANE ANTRAKNOZU

Kestane antraknozu, eski adıyla "çiçek ucu çürüklüğü" hemibiyotrofik bir ascomycete fungus olan *Colletotrichum henanense* tarafından oluşturulan ve özellikle meyve enfeksiyonları yoluyla verim ve kalite kayıplarına neden olan bir hastalıktır (Miller ve Lewis Ivey 2022a). İlk olarak 1958 yılında ABD'de tanımlanmış ancak 2010'lu yıllara kadar ticari kestane bahçelerinde ciddi bir tehdit oluşturmamıştır (Miller, 2017).

Hastalık; meyve uçlarında kararma, kabukta lezyonlar ve genç dallarda çürüklerle kendini gösterir. Özellikle iç kısmı enfekte olmuş meyveler ekonomik açıdan en zararlısıdır, çünkü tüketim ve pazara sunum açısından uygun değildir. Daldaki çürükler ise genellikle kendiliğinden iyileşebilir (Miller ve Lewis Ivey 2022b).



Resim5. Kestane antraknozu (Miller ve Lewis Ivey, 2025).

Duyarlılık tür ve çeşitlere göre değişmektedir. Çin ve Japon kestaneleri antraknoza duyarlıdır. Bununla birlikte, ticari Asya çeşitleri arasında da duyarlılık düzeyleri önemli ölçüde farklılık göstermektedir. Örneğin, Ohio'daki bir çalışmada bazı Çin çeşitlerinin dört yıl üst üste düşük enfeksiyon düzeyleri gösterdiği bildirilmiştir (Miller ve Lewis Ivey 2022b).

C. henanense, yalnızca 2015'ten bu yana bağımsız bir tür olarak tanınmakta olup, evrimsel kökeni hala belirsizdir (Liu ve ark. 2015). ABD'nin doğusunda elmalarda acı çürüklük etmeni olarak da tanımlanmış. Ayrıca *C. henanense* Çin kestanesinde yaprak patojeni olarak bulunmasına rağmen, ABD'de Çin kestanesi üzerinde yalnızca meyve ve dal enfeksiyonları gözlenmiş, yapraklarda enfeksiyon saptanamamıştır (Miller ve Lewis Ivey 2022a).

6.SONUÇ

Kestane yetiştiriciliği hem ekonomik hem de ekolojik yönüyle önemli bir tarımsal faaliyettir. Ancak üretim süreci, özellikle *Gnomoniopsis smithogilvyi, Phytophthora spp., Cryphonectria parasitica* ve *Colletotrichum henanense* gibi fungal patojenlerin neden olduğu hastalıklarla ciddi tehdit altındadır. Bu patojenler, meyve kök ve gövde dokularında ciddi hasarlara yol açarak verim kaybına ve ağaç ölümüne neden olmaktadır. Bu hastalıklarla mücadelede yalnızca kimyasal uygulamalara dayalı yöntemler yeterli olmayıp, biyolojik kontrol ajanlarının kullanımı, kültürel önlemlerin benimsenmesi ve dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi gibi entegre stratejileri büyük önem taşımaktadır. Kestane tarımının sürdürülebilirliği, bu çok yönlü yaklaşımların yaygınlaştırılması ve hastalık etmenlerine karşı bilimsel temelli kontrol yöntemlerinin uygulanmasıyla mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

Akdoğan, S. (1970). Kestane Mürekkep Hastalığı (Phytophthora cambivora Petri) mücadelesi üzerine araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, *10*(2), 121-130.

Anagnostakis, SL (1987). Kestane yanıklığı: tanıtılan bir patojenin klasik sorunu. *Mycologia* , *79* (1), 23-37.

Atasoy, E., & Altıngöz, Y. (2011). Dünya ve Türkiye'de kestanenin önemi ve üretimi. *Coğrafya Dergisi*, *1*(22), 1-13.

Conedera, M., Tinner, W., Krebs, P., de Rigo, D., & Caudullo, G. (2016). *Castanea sativa* in Europe: distribution, habitat, usage and threats.

Çakar, D. (2023). Role of the fungal flora on kernel rot of chestnuts. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, *9*(2), 143-152.

Çeliker M, Onoğur E. 2009. Preliminary Studies on the Fungal Disorders Especially on Ink Disease Causing Decline of chestnut Trees in Turkey. Proceedings of International Workshop on Chestnut Management in Mediterranean Countries Eds.: A. Soylu and C. Mert. Acta Hort. 815: 227-231.

Erdem R. 1951. Türkiye'deki Kestane Ölümünün Sebepleri ve Savaş, İmkanları. Tarım Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Sayı No: 102, Seri 11, Ankara

Jiang, N., Liang, L. Y., & Tian, C. M. (2020). *Gnomoniopsis chinensis* (*Gnomoniaceae*, *Diaporthales*), a new fungus causing canker of Chinese chestnut in Hebei Province, China. *MycoKeys*, *67*, 19.

Kendir, G., Öztürk, A., & Köroğlu, A. (2016). *CASTANEA SATIVA* MILL. (CHESTNUT), ANATOMY OF FRUIT AND LEAF. Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University, 40(2), 1-18. https://doi.org/10.1501/Eczfak_0000000580

Liu, F., Weir, B. S., Damm, U., Crous, P. W., Wang, Y., Liu, B., Wang, M., Zhang, M., and Cai, L. 2015. Unravelling Colletotrichum species associated with Camellia: Employing ApMat and GS loci to resolve species in the *C. gloeosporioides* complex. Persoonia 35:63-86.

Miller, A., and Lewis Ivey, M. L. 2022a. First report of *Colletotrichum henanense* causing anthracnose on Chinese chestnut in the United States. Plant Dis. 106:2994.

Miller, A., and Lewis Ivey, M. L. 2022b. Biology of chestnut anthracnose (formerly blossom end rot) in culinary chestnut. The Chestnut Grower 24(4):1-7. http://www.chestnutgrowers.org/TheChestnutGrower_Fall2022.pdf

Miller, AC ve Lewis Ivey, ML (2025). Kestane Hastalık Üçgeni: Doğu Amerika Birleşik Devletleri'nde yetiştirilen kestanelerin konukçu, patojen ve çevresel etkileşimlerinin bir incelemesi. *Bitki Hastalığı*, PDIS-11.

Miller, G. (2017). Blossom End Rot of Chestnut: a small problem becomes a big problem. *Chestnut Growers of America: The Chestnut Grower*, *18*, 1-4.

Pasche, S., Calmin, G., Auderset, G., Crovadore, J., Pelleteret, P., Mauch-Mani, B., Barja, F., Paul, B., Jermini, M., & Lefort, F. (2016). Gnomoniopsis smithogilvyi causes chestnut canker symptoms in *Castanea sativa* shoots in Switzerland. Fungal Genetics and Biology, 87, 9-21. https://doi.org/10.1016/j.fgb.2016.01.002.

Pinto, D., de la Luz Cádiz-Gurrea, M., Vallverdú-Queralt, A., Delerue-Matos, C., & Rodrigues, F. (2021). *Castanea sativa* shells: A review on phytochemical composition, bioactivity and waste management approaches for industrial valorization. Food Research International, 144, 110364.

Rigling, D. ve Prospero, S. (2018). Kestane yanıklığının etkeni olan *Cryphonectria parasitica:* istila tarihi, popülasyon biyolojisi ve hastalık kontrolü. *Moleküler bitki patolojisi* , *19* (1), 7-20.

Ruocco, M., Lanzuise, S., Lombardi, N., Varlese, R., Aliberti, A., Carpenito, et al. (2016). New tools to improve the shelf life of chestnut fruit during storage. Acta Horticulturae, 1144, 309–316. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2016.1144.46.

Shuttleworth, L. A., Liew, E. C. Y., & Guest, D. I. (2012a). Survey of the incidence of chestnut rot in south-eastern Australia. Australasian Plant Pathology, 42(1), 63-72. https://doi.org/10.1007/s13313-012-0170-2.

Şimşek, S. A., Katırcıoğlu, Y. Z., & Maden, S. (2018). Türkiye 'de Orman, Park ve Fidanlıklarda Görülen *Phytophthora* Kök Çürüklüğü Hastalıkları ve Korunma Önlemleri. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *6*(6), 770-782.

Tuttu, G., Ursavaş, S., & Söyler, R. (2021). Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.)'nin etnobotanik kullanımı ve Türkiye'deki hasat miktarlarının trend analizi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, *7*(1), 23-33.

Yüksel, N., Balçık, E. Ü., Şirinyıldız, D. D., Binat, Z., & Boyacıoğlu, O. (2020). Aydın'ın değerlerinden biri olan kestane meyvesinin önemi. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, *9*(1), 162-166.

Zhebentyayeva, T. N., Sisco, P. H., Georgi, L. L., Jeffers, S. N., Perkins, M. T., James, J. B., Hebard, F. V., Saski, C., Nelson, C. D., and Abbott, A. G. 2019. Dissecting resistance to Phytophthora cinnamomi in interspecific hybrid chestnut crosses using sequence-based genotyping and QTL mapping. Phytopathology 109:1594-1604.

PREDICTION OF METABOLIC SITES OF 1,1-DICHLORODIAZABUTADIENES SYNTHESIZED BASED ON METHYL 4-FORMYLBENZOATE

PhD Gulnar Atakishiyeva

Department of Organic Chemistry, Baku State University, Baku, Azerbaijan, Orcid ID: 0000-0002-9659-5218

Shafiga İbrahimova

Department of Organic Chemistry, Baku State University, Baku, Azerbaijan, Orcid ID: 0009-0008-7739-2598

PhD Sevinç Muhtarova

Department of special techniques and technologies, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan, Orcid ID: 0000-0002-1388-2319

Associate professor Shukufa Eyvazova

Department of chemical technology, recycling and ecology, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan, Orcid ID: 0009-0005-9848-5919

Associate professor Naila Veysova

Department of chemical technology, recycling and ecology, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan, 0009-0005-9848-5919

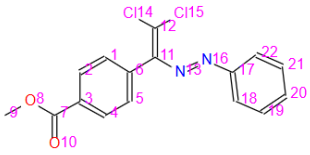
Dr Namiq Shikhaliyev

Department of Chemical Engineering, Baku Engineering University, Baku, Azerbaijan

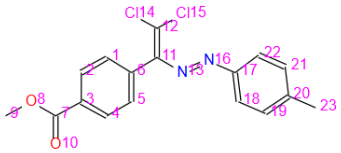
Orcid ID: 0000-0002-6842-151X

ABSTRACT

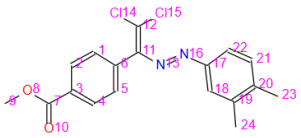
SOMP (Site of Metabolism Prediction) is an approach used to predict the specific sites where pharmacological compounds undergo metabolism in the body. This method helps identify enzymatic degradation regions of drugs, allowing for the assessment of their metabolic stability and potential toxic metabolites. SOMP plays a crucial role in drug design by optimizing metabolic profiles and minimizing potential adverse effects. Considering this, we have predicted the metabolic sites of 1,1-dichlorodiazabutadienes synthesized based on methyl 4-formylbenzoate [1], and the results are presented in the following figures.



Compound I



Compound II



Compound III

For Compound I:

To enhance the drug's metabolic stability, chemical modifications can be applied to atoms 9 and 20, which are highly metabolized by CYP3A4. This can be achieved by introducing steric hindrance or altering electron distribution. If the goal is to generate an active metabolite, regions with high metabolic activity (atoms 9, 20, and 19) can be considered.
To reduce drug degradation, regions with low metabolic activity (such as atoms 1, 5, 2, and 4) should remain unchanged.

For Compound II:

To improve metabolic stability, chemical modifications can be applied to atoms 9 and 23, which are highly metabolized by CYP3A4. If the goal is to preserve the drug's active form, regions with low metabolic activity (such as atoms 1, 5, 2, and 4) should be left intact. If the aim is to generate active metabolites through metabolism, regions with high metabolic activity should be considered.

For Compound III:

To increase the drug's metabolic stability, chemical modifications can be applied to atoms 9, 23, and 24, which are highly metabolized by CYP3A4. If the objective is to maintain the active form of the drug, regions with low metabolic activity (such as atoms 1, 5, 2, and 4) should remain unchanged. To promote the formation of active metabolites, areas with high metabolic activity should be explored.

Keywords: Dichlorodiazadienes, site of metabolism prediction

CYTOCHROME P450 INHIBITION AND DRUG-DRUG INTERACTION RISK OF HYDRAZONE DERIVATIVES

PhD Gulnar Atakishiyeva

Department of Organic Chemistry, Baku State University, Baku, Azerbaijan, Orchid ID: 0000-0002-9659-5218

Shafiga İbrahimova

Department of Organic Chemistry, Baku State University, Baku, Azerbaijan, Orcid ID: 0009-0008-7739-2598

PhD Sevinc Mukhtarova

Department of special techniques and technologies, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan, Orcid ID: 0000-0002-1388-2319

Associate professor Sima Musayeva

Department of special techniques and technologies, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan, Orcid ID: 0000-0002-9482-2405

Associate professor Ilhama Hamdullayeva

Department of special techniques and technologies, Azerbaijan Technical University, Baku, Azerbaijan, Orcid ID: 0009-0001-9343-7185

Associate professor Gulnara Babayeva

Department of Analytical and Organic Chemistry, Azerbaijan State Pedagogical University, Baku, Azerbaijan

ABSTRACT

The cytochrome P450 enzyme family is responsible for the oxidative metabolism of the majority of clinically used drugs. Inhibition of these enzymes can alter the pharmacokinetics of co-administered drugs, posing a serious clinical risk. This work evaluates the likelihood of such interactions for two methyl ester hydrazone derivatives with aromatic substitutions. Using SwissADME predictions, both molecules were evaluated for their potential to inhibit CYP1A2, CYP2C19, CYP2C9, CYP2D6, and CYP3A4. Predictions were based on structure-activity relationships and validated against known inhibitors.

CYP Isoform	p-Tolyl Derivative	3,4-Dimethylphenyl Derivative
CYP1A2	Inhibitor	Inhibitor
CYP2C19	Inhibitor	Inhibitor
CYP2C9	Non-inhibitor	Non-inhibitor
CYP2D6	Non-inhibitor	Non-inhibitor
CYP3A4	Non-inhibitor	Non-inhibitor

Selective inhibition of CYP1A2 and CYP2C19 by both compounds suggests potential for pharmacokinetic interactions with drugs metabolized by these pathways, such as clozapine (CYP1A2) or omeprazole (CYP2C19). Lack of CYP3A4 inhibition reduces concern for broad-spectrum interactions, which is favorable. However, co-administration with substrates of CYP1A2/2C19 warrants caution. Hydrazone ester derivatives

may pose moderate drug-drug interaction risks due to their selective CYP inhibition profiles. These findings underscore the importance of early enzyme interaction screening during drug development and guide clinicians on safe co-prescription strategies.

Keywords: cytochrome p450 inhibition, drug-drug interaction risk, hydrazone derivative

STUDY OF BIOELECTRICAL ACTIVITY IN 3-MONTH-OLD RATS EXPOSED TO HYPOKINESIA DURING PRENATAL ONTOGENESIS AGAINST THE BACKGROUND OF SOCIAL ISOLATION.

Nargiz Sh. Mahmudova

Academician Abdulla Garayev Institute of Physiology, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2548-4227

Aynur Q.Qaflanova

Academician Abdulla Garayev Institute of Physiology, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-3556-4214

Gunay Sh.Hadjiyeva

Academician Abdulla Garayev Institute of Physiology, Ministry of Science and Education of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-8308-5408

ABSTRACT

Introduction and Purpose: Since the end of 2019, the world has been exposed to such a global problem as COVID-19. Since March 2020, quarantine has been imposed in Azerbaijan as a result of the sharp deterioration of the situation and the increase in the number of infected people. Until May, while staying at home, we were exposed to hypokinesia against the background of social isolation. The area of our apartments created natural conditions for hypokinesia, and the lack of personal communication led to social isolation. Among us were pregnant women who simultaneously experienced the effects of these two negative factors. Therefore, at the moment this is one of the urgent problems of our time. As a result, it would be interesting to study the effect of hypokinesia on the EEG against the background of social isolation.

Materials and Methods: The Wistar rat line - the object of our research - is the most common line of rats characterized by their genetic features. In the work, the offspring was used in the amount of animal, which was obtained from 24 rats. To create conditions for hypokinesia and social isolation, we constructed special cages with a size of 14x8x20 cm, in which pregnant females were placed, one specimen in each. All obtained offspring, both control and experimental animals, were divided into 4 subgroups:

4-month-old intact animals that developed under normal conditions as a general control;

4-month-old rats whose mothers spent the entire period of antenatal development in conditions of restricted mobility;

4-month-old intact animals that were kept in social isolation for 30 days;

4-month-old rats that developed antenatally under conditions of maternal mobility restriction and were kept in social isolation for 30 days (at 3 months of age).

Electroencephalogram recording in animals at various stages of postnatal development, whose mothers were exposed to hypokinesia during pregnancy, was performed under light ether anesthesia.

To study the dynamics of the EEG of the cerebral sensorimotor cortex of 120-day-old animals obtained from Wistar rats, whose mothers were exposed to hypokinesia during all entire gestation period, and of 4-month-old control animals, against the background of 30-day social isolation. 24 rats obtained from them were used for the study. EEG was recorded and analyzed from the sensory-motor cortex of the brain. In parallel, EEG was also recorded from control animals aged 4 months and animals exposed to hypokinesia that were not exposed to social isolation. The corresponding analyses were performed on a Neuron-spectrum-5 computerized electroencephalograph.

Results: In both the left and right hemispheres, the number of beta waves decreases under the influence of both stress factors, while an increase in the number of alpha waves occurs in the left hemisphere.

Conclusion: The intrauterine development of the organism in conditions of chronic maternal hypokinesia is accompanied by deviations in most functions of the new generation, especially in the functions of the central nervous system. Thus, the approximately equal manifestation of percentage and quantitative indicators of the spectral composition as a result of EEG analysis is due to the formation of an endogenous synchronization effect.

Keywords: Hypokinesia, social isolation, fertility, EEG spectrum

ENHANCING THE ADSORPTION CAPACITY OF WASTEWATER SLUDGE VIA THERMAL AND CHEMICAL ACTIVATION: A CASE STUDY OF AL HOCEIMA, MOROCCO

Chaimae El yaacoubi[1]

[1]Laboratory of LSIA UAE/U02ENSAH002, ENSAH, Abdelmalek Essaadi University, Tetouan, Morocco

Nihade Bensitel[1]

[1]Laboratory of LSIA UAE/U02ENSAH002, ENSAH, Abdelmalek Essaadi University, Tetouan, Morocco

Acharf El Kasmi[1]

[1]Laboratory of LSIA UAE/U02ENSAH002, ENSAH, Abdelmalek Essaadi University, Tetouan, Morocco

ABSTRACT

For the past two decades, Al Hoceima's wastewater treatment plant has operated using a conventional process, generating a significant amount of sludge. While approximately 40% of this sludge is recycled into the biological treatment stage, the remaining 60% remains underutilized. In line with global and national efforts toward sustainability, this study aims to explore the valorization of excess sludge through various treatment methods, with a focus on its potential for adsorption applications. The sludge was subjected to thermal activation at three temperatures (300°c, 500°c and 700°c) to investigate the progressive effects on its physico-chemical properties, ranging from dehydration to advanced carbonization. Additionally, chemical activation was preformed using HCl and H2SO4 at concentrations of 1M, 3M and 5M each tested at three contact times (15min, 30min and 1h). In total, 12 samples of activated sludge were prepared, along with a raw reference sample. These will be evaluated for their adsorption capacities for phosphate, nitrate and heavy metals. Future work will investigate the reactivation of thermally treated sludge using chemical acids to assess potential improvements in adsorption performance.

Keywords: wastewater sludge, sludge valorization, thermal activation, chemical activation, adsorption.

Reference:

1. Ngo, P. L., Young, B. R., Brian, K., & Baroutian, S. (2023). Thermal hydrolysis of primary sludge and waste activated sludge mixture: Biogas production and formation of inhibitors. *Journal of Cleaner Production*, *428*, 139354.
2. Liu, Y., Zhou, S., Liu, R., Chen, M., Xu, J., Liao, M., ... & Tang, P. (2022). Utilization of waste sludge: Activation/modification methods and adsorption applications of sludge-based activated carbon. *Journal of Water Process Engineering*, *49*, 103111.
3. Ruan, S., Deng, J., Cai, A., Chen, S., Cheng, Y., Li, J., ... & Li, X. (2021). Improving dewaterability of waste activated sludge by thermally-activated persulfate oxidation at mild temperature. *Journal of Environmental Management*, *281*, 111899.

SUSTAINABLE DESIGN OF ANTIFUNGAL CELLULOSE DERIVATIVES VIA RADICAL-INDUCED PHOSPHORYLATION IN AQUEOUS MEDIA

Ayoub ABARKAN

Ph.D. Laboratory of Applied Chemistry and Environment, Faculty of Sciences, Mohamed first University Oujda, Morocco **(**Responsible Author) ORCID: 0000-0002-4700-3634

Nafea ACHALHI

Ph.D. Laboratory of Applied Chemistry and Environment, Faculty of Sciences, Mohamed first University Oujda, Morocco ORCID: 0000-0003-3998-1718

Ridouan EL YOUSFI

Ph.D. Laboratory of Applied Chemistry and Environment, Faculty of Sciences, Mohamed first University Oujda, Morocco ORCID: 0000-0002-9375-6880

Abderrahman EL IDRISSI

Prof. Laboratory of Applied Chemistry and Environment, Faculty of Sciences, Mohamed first University Oujda, Morocco ORCID: 0000-0003-4996-9771

ABSTRACT

Biopolymers have attracted growing interest for their promising applications in biomedical, environmental, and industrial fields, driven by the urgent need for sustainable and environmentally responsible materials. Among these, cellulose stands out due to its natural abundance, biocompatibility, renewability, and biodegradability. However, its practical utilization is often hindered by its intrinsic insolubility in most conventional solvents, a result of its extensive hydrogen-bonding network and high crystallinity. To overcome this challenge, the use of green solvent systems—such as ionic liquids and NaOH/urea aqueous solutions—has enabled effective cellulose dissolution and opened new pathways for its chemical modification. In the present study, we report a green, radical-mediated “click” phosphorylation of water-soluble allyl cellulose (AC), synthesized in a NaOH/urea aqueous system. The incorporation of allyl groups introduces reactive double bonds that serve as efficient sites for radical addition reactions. Leveraging these functionalities, we performed aqueous-phase phosphorylation using organophosphorus compounds under mild conditions. The water solubility of the low-substitution AC facilitated efficient functionalization, yielding phosphorylated cellulose derivatives in a sustainable, scalable manner. Beyond demonstrating a green synthetic route, we evaluated the antifungal activity of the resulting materials. The phosphorylated products exhibited enhanced antifungal performance, underscoring their potential for biomedical applications. This study offers a practical approach to designing multifunctional cellulose-based materials that align with the principles of green chemistry, providing an eco-friendly platform for the development of advanced bioactive polymers.

Keywords: Cellulose, Phosphorylation, Water-soluble, Click chemistry, Green chemistry, Antifungal activity.

PRODUCTION OF GLUCOSE ISOMERASE FROM ENDOPHYTIC ACTINOBACTERIA OF *GUIERA SENEGALENSIS* AND ITS OPTIMISATION FOR THE SYNTHESIS OF HIGH FRUCTOSE CORN SYRUP

Hassan Ibrahim Namaki[a]

[a] Department of Biochemistry, Faculty of Life Sciences, Kebbi State University of Science and Technology Aliero, Kebbi State, Nigeria.

Aminu Umar Imam[b]

[b] Department of Biochemistry and Molecular Biology, Faculty of Sciences, Sokoto State University, Sokoto, Sokoto State, Nigeria

Aminu Umar Argungu[a]

[a] Department of Biochemistry, Faculty of Life Sciences, Kebbi State University of Science and Technology Aliero, Kebbi State, Nigeria.

Hussaina Sani Ibrahim[c]

[c] Department of Chemistry, Federal University of Agriculture, Zuru, Kebbi, Nigeria.

Mustapha Muhammad[b]

[b] Department of Biochemistry and Molecular Biology, Faculty of Sciences, Sokoto State University, Sokoto, Sokoto State, Nigeria

Yusuf Sarkin Gobir[d]**.**

[d] Department of Environmental Education, Shehu Shagari University of education, Sokoto, Nigeria.

ABSTRACT

Glucose isomerase (GI) is an industrially significant enzyme widely used in the production of high-fructose corn syrup (HFCS) and other biotechnological applications. Identifying cost-effective microbial sources of GI with optimal biochemical properties is essential for improving industrial enzyme production. Actinobacteria, particularly endophytic strains, have demonstrated remarkable enzymatic capabilities. However, their potential as GI producers remains underexplored. This study aimed to isolate and characterize GI-producing endophytic Actinobacteria associated with *Guiera senegalensis* and optimize enzyme production for potential industrial applications. Endophytic actinobacteria were isolated from the roots and rhizospheric soil of *G. senegalensis* obtained from farmland within Kebbi State University of Science and Technology, Aliero (KSUSTA). The isolates were screened for GI activity, and strains exhibiting significant enzymatic activity were selected for further production and optimization. GI production was carried out via submerged fermentation for seven days, with enzymatic activity assessed at 24-hour intervals. The optimal fermentation conditions were determined, and enzymatic kinetics were evaluated using Michaelis-Menten parameters. The highest GI production was observed at **pH 6.0 and 35°C**, while the crude enzyme exhibited maximum activity at **pH 7.0 and 70°C**, indicating its thermostability and suitability for industrial processes. Kinetic characterization revealed a **Michaelis-Menten constant (Km) of 2.0 mM** and a **maximum velocity (Vmax) of 39.06 mMol/min**. The enzymatic process was successfully applied to HFCS production, where saccharification of corn starch using pure amylase achieved **80.0% conversion**, followed by glucose isomerization yielding **36.0% fructose**. These findings demonstrate that endophytic Actinobacteria associated with *G. senegalensis* represent a promising microbial resource for GI production. The enzyme's thermostability and efficiency in HFCS production highlight its potential for commercial applications in the food and biotechnology industries. Further studies on strain improvement and large-scale production optimization are recommended to enhance its industrial viability.

Key words: Glucose Isomerase, *Actinobacteria*, Endophytic, *Guiera senegalensis*, High fructose corn syrup (HFCS).

SYNTHESIS, PARTIAL CHARACTERIZATION AND ANTIMICROBIAL SCREENING OF SCHIFF BASE DERIVE FROM 1-AMINO-2-NAPHTHOL-4-SUFFONIC ACID AND P-CHLOROBENZALDEHYDE ITS METAL (II) COMPLEXES

Aasegh, Torhile Japhet[1]

Department of Chemistry, Faculty of Physical Sciences, Federal University Wukari, Wukari, Nigeria

Ama Shedrack Oryina[2]

Department of Chemistry, Faculty of Physical Sciences, Federal University Wukari, Wukari, Nigeria

Ehoro, Sarah Elo[3]

Department of Chemistry, Faculty of Physical Sciences, Federal University Wukari, Wukari, Nigeria

ABSTRACT

The Schiff base and its metal (II) complexes were synthesized by condensation of 1-amino-2-naphthol-4-sulfonic acid P-Chlorobenzaldehyde using reflux method. Its Mn (II), Cu (II) and Co (II) complexes were characterized on the basis of solubility, molar conductance, infrared spectroscopic analysis and UV-visible spectrophotometry. The Schiff base and its complexes were found to be soluble in DMSO, DMF and some organic solvents thus, they are non-ionic compounds. All the complexes have low molar conductance values (8.66-25.29 $_{\Omega}^{-1}$ cm^2 mol^{-1}) indicating their non- electrolytic nature. Infrared spectra of the Schiff base indicated the azomethine peak at 1629cm^{-1} which shifted to the lower frequencies (1603-1562cm^{-1}) in the spectra of the complexes. Both analytical and spectroscopic data showed that the complexes were formed and the coordination sites were through the nitrogen of the azomethine (-HC=N-) group and the sulfur atom of the 1:1 metal ligand ratio was suggested. The Schiff base and its complexes were screened for their in vitro antimicrobial activity against three pathogenic bacteria (Staphylococcus aureus, Streptococcus pneumonia and Escherichia coli) and two pathogenic fungi (Aspergillus Niger and Aspergillus flavus). The Schiff base shows moderate inhibition zone (06 - 14) whereas some of the metal chelates show slightly higher inhibition zone (06 - 17) mm against the bacteria and fungi but lower than that of the control drugs used (18-30) mm.

Keywords: Schiff Base, 1-Amino-2-Naphthol-4-Suffonic Acid, P-Chlorobenzaldehyde, coordination chemistry, azomethine and antimicrobial.

INVESTIGATION OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF THE NEW ALLUAUDITE-TYPE MOLYBDATE $AG_{0.30}NA_{3.70}MN(MOO_4)_3$ FOR PHOTOCATALYTIC AND THE ANTIMICROBIAL ACTIVITY

Imen Jendoubi[1]

[1]University of Tunis El Manar, El Manar II, Faculty of Sciences, Laboratory of Materials, Crystallochemistry and Applied Thermodynamics, 2092, Tunis, Tunisia

Saoussen Namouchi.Cherni [1]

[1]University of Tunis El Manar, El Manar II, Faculty of Sciences, Laboratory of Materials, Crystallochemistry and Applied Thermodynamics, 2092, Tunis, Tunisia

Mohamed Faouzi Zid[1]

[1]University of Tunis El Manar, El Manar II, Faculty of Sciences, Laboratory of Materials, Crystallochemistry and Applied Thermodynamics, 2092, Tunis, Tunisia

ABSTRACT

Molybdate-type alluaudite is a structural variant of the alluaudite mineral, where molybdate ions (MoO_4^{2-}) replace phosphate groups (PO_4^{3-}). Its open framework enables fast ion transport, making it a candidate for energy storage in sodium-ion and lithium-ion batteries. These materials also exhibit tunable electrochemical, catalytic, and magnetic properties, depending on the cations present, offering potential for applications in batteries and catalysis **[1]**.

Yellow single crystal of a new alluaudite-type molybdate $Ag_{0.30}Na_{3.70}Mn(MoO_4)_3$ has been synthesized by a solid-state reaction. Structural, vibrational, optical, electrical, biological and photocatalytic properties have been investigated. Its crystal structure determined from single crystal X-ray diffraction data. It crystallizes in the orthorhombic system, space group *C*2/c, with a= 12.72(2) Å, b= 13.62480(6) Å, c= 17.179(4) Å, β= 112.406(4)° and Z = 4. This alluaudite structure-type is characterized by the presence of infinite layers of composition $Mn_2Mo_3O_{14}$ parallel to the (100) plane, which are linked by MoO_4 tetrahedra, forming a three-dimensional framework containing two types of hexagonal channels in which cations reside.

A yellow single crystal of the new alluaudite-type molybdate $Ag_{0.30}Na_{3.70}Mn(MoO_4)_3$ was synthesized via solid-state reaction. X-ray diffraction revealed it crystallizes in the orthorhombic system with $Mn_2Mo_3O_{14}$ layers linked by MoO_4 tetrahedra. FTIR confirmed the presence of $(MoO_4)^{2-}$ groups, and UV-visible spectroscopy determined its optical band gap. The compound exhibits antiferromagnetic behavior and thermally activated electrical conduction, as shown by impedance spectroscopy. Photocatalytic tests showed efficient degradation of methylene blue, and antibacterial studies revealed strong activity against both gram-positive and gram-negative bacteria.

Key words: Molybdate-type alluaudite, X-ray diffraction, Structure study, Optical band gap, Impedance spectroscopy, Antimicrobial studies.

Reference

[1] M. Akouibaa, B. El Bali, H. O. Hassani, I. d. Silva, N. Moley, M. Kalapsazova, R. Kukeva, M. Lachkar, Z. Ertekin, M. D. Symes, Materials Chemistry and Physics, Volume 326, 2024, 129751.

SYNTHESIS, STRUCTURE STUDY, PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF THE NEW NASICON MOLYBDATE $AG_{1-X}NA_XMNAL(MOO_4)_3$(X=0 AND 1)

Imen Jendoubi[1]

[1]University of Tunis El Manar, El Manar II, Faculty of Sciences, Laboratory of Materials, Crystallochemistry and Applied Thermodynamics, 2092, Tunis, Tunisia

Saoussen Namouchi.Cherni [1]

[1]University of Tunis El Manar, El Manar II, Faculty of Sciences, Laboratory of Materials, Crystallochemistry and Applied Thermodynamics, 2092, Tunis, Tunisia

Mohamed Faouzi Zid[1]

[1]University of Tunis El Manar, El Manar II, Faculty of Sciences, Laboratory of Materials, Crystallochemistry and Applied Thermodynamics, 2092, Tunis, Tunisia

ABSTRACT

NASICON molybdate materials are valued for their high ionic conductivity and chemical stability, ideal for batteries, fuel cells, and sensors. Incorporating MoO_4^{2-} ions improves electrochemical properties **[1]**. New $Ag_{1-x}Na_xMnAl(MoO_4)_3$ compounds were synthesized via sol-gel, with X-ray diffraction confirming their NASICON structure. Structural analysis was validated using bond valence sum (BVS) and CHARDI methods, while EDS, SEM, and vibrational studies confirmed composition and $[MoO_4]^{2-}$ groups. UV-Vis spectroscopy measured the optical band gap. Electrical analysis showed thermally activated conductivity, and the compounds displayed strong antibacterial activity against both gram-positive and gram-negative bacteria.

The synthesized compounds $AMnAl(MoO_4)_3$ (A = Na, Ag) are new NASICON members and share an isostructural design with compounds of the $AMB(MoO_4)_3$ family. Their structural units consist of MO_6 octahedra (M = Mn/Al) and MoO_4 tetrahedra sharing vertices. Charge compensation is provided by Ag^+ in $AgMnAl(MoO_4)_3$ and Na^+ in $NaMnAl(MoO_4)_3$ (Fig.1). The basic building block is the $[(Mn/Al)_2Mo_3O_{18}]$ unit, composed of two $(Mn/Al)O_6$ polyhedra linked to three MoO_4 tetrahedra, forming a 3D framework with cavities along [100] and [010] where monovalent cations reside. However, these cations cannot move along [001] due to blocking by MO_6 octahedra.

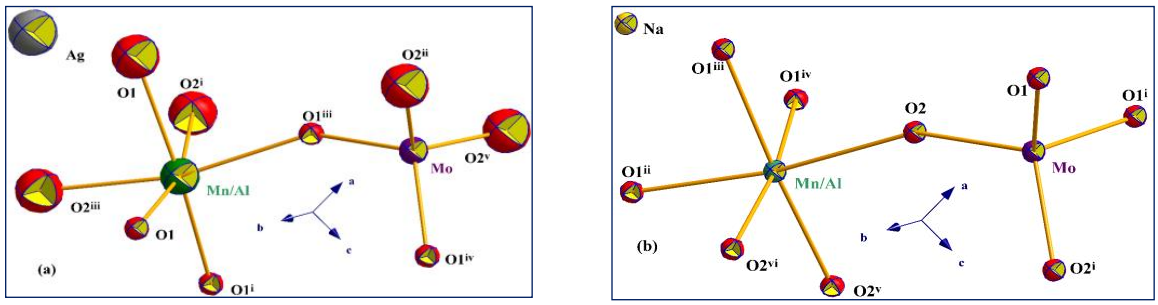


Fig.1: Structural unit of $AMnAl(MoO_4)_3$ (A = Na, Ag)

Keywords: NASICON molybdate, X-ray diffraction, Structure study, Optical properties, Electrical measurements, Antimicrobial activity.

Reference

[1] S.R.S. Prabaharana, A. Fauzi , M.S. Michael, K.M. Begam, Solid State Ionics, 171, (2004) 157–165.

STUDY OF THE CORROSION-INHIBITING PROPERTIES OF TWO INHIBITORS ON MILD STEEL: EXPERIMENTAL AND THEORETICAL APPROACHES.

HICHAM Mahmoud[1]

[1] Laboratory of Applied Chemistry & Environment, Faculty of Sciences, University Mohammed the First, MB 524, Oujda 60000, Morocco

ALI Dafali[1]

[1] Laboratory of Applied Chemistry & Environment, Faculty of Sciences, University Mohammed the First, MB 524, Oujda 60000, Morocco

YOUSRA Bahjou[1]

[1] Laboratory of Applied Chemistry & Environment, Faculty of Sciences, University Mohammed the First, MB 524, Oujda 60000, Morocco

SMAAIL Radi[1]

[1] Laboratory of Applied Chemistry & Environment, Faculty of Sciences, University Mohammed the First, MB 524, Oujda 60000, Morocco

ABSTRACT

Corrosion is a major challenge for many industries, justifying the growing interest in the development and optimization of corrosion inhibitors. In this context, two inhibitors, 2-(3-(3,5-dimethyl-1H-pyrazol-1-yl)-1H-1,2,4-triazol-1-yl)acetonitrile (BD6) and ethyl 1'-(cyanomethyl)-5,5'-dimethyl-1'H-[1,3'-bipyrazole]-3-carboxylate (BD5), were tested for their effectiveness in inhibiting mild steel (MS) corrosion. Inhibitory properties were assessed using gravimetric and electrochemical methods. Results indicate that inhibitor efficacy increases with concentration and decreases with temperature, reaching an inhibitor efficiency of 94.37% for BD5 and 92.82% for BD6 at 303 K and a concentration of 1×10^{-3} M. Both compounds exhibit a mixed inhibition mechanism, combining chemical and physical adsorption. The adsorption free energy study revealed that inhibitor adsorption on the mild steel surface follows the Langmuir isotherm model. In addition, density functional theory (DFT) was used to assess the overall reactivity of inhibitors in their neutral and protonated forms. Fukui functions were used to characterize the local reactivity of the inhibitors, indicating that the amine sites of the inhibitors are highly sensitive to electrophilic attack. To better understand the interaction between the inhibitors and the mild steel surface, a Monte Carlo simulation was carried out to predict the most geometrically and energetically stable adsorption configurations. These results showed good correlation with experimental data and the overall quantum characteristics of the inhibitors, including dipole moment (μ), energies of the highest occupied orbital (EHOMO) and lowest vacant orbital (ELUMO). These results provide valuable information for the future development of more effective corrosion inhibitors for industrial applications.

Keywords: Adsorption; Corrosion inhibition; Mild steel, Monte Carlo simulation; Density functional theory.

FELA REBORN ON THE MODERN NIGERIAN STAGE

Eru Ofega Emmanuel

Bowen University, Iwo, Nigeria, https://orcid.org/0000-0002-0682-7290

ABSTRACT

The Nigerian musical landscape has witnessed the entrance and exit of music artists with each establishing their unique musical aesthetics and sociopolitical imprints. While some have had a rather brief stay, others impress a legacy extending beyond their lifetime, so much that their performance styles, rhythm, and lifetime achievements continually present a resource material for contemporary artists. The musical, aesthetic, and societal contributions of these patrons can be deduced by their rhythm, musical content, dress, and performance styles, which certain contemporary musicians largely adopt in couching their musical personalities and which in turn, have impacted their fan base musical relevance. However, it is observed that modern-day musicians seem to have been selective in the discipleship of the persona of their selected musical patron by being sympathetic to the aspects that favor socioeconomic prosperity while ignoring aspects of their lives and music that had a major positive impact on the society by way of challenging social, political and economic ills propagated by the government or other perpetrators/factors in the society. As such society has continued in constant decay and is void of the revolutionary and corrective imputes of music that informs this research. It is on this premise, pulling from the theory of survivalism and utilizing data obtained via personal experiences, participant observations, and literature that this paper explores the music of Fela Anikulapo Kuti, its impact on society in his time and on modern-day musicians, as well as the extent to which his protégés embodied the Fela spirit beyond economic survivalism. It is recommended that these artists rather than focusing mainly on the monetary profits, fame, and glory attainable by being protégés of Fela, should situate their art for societal survivalism by heeding the call towards nationalism and societal cohesion as it would better portray them as true protégés of the great icon as well as keep the socio-political landscape of Nigeria in check.

Keywords: Music, Survivalism, Fela, Society, Nationalism, Protégés, Afro beat, Afro beats, Nigeria.

FROM PRE TO POST-PARTITION INDIA: A COMPARATIVE STUDY OF THE ICS AND IAS

Akansha Goel[a]

[a] Ph. D. Research Scholar, Department of Humanities & Social Sciences, SSHSS, Sharda University, Greater Noida, U.P

Khushboo Kumari[b]

[b] Dr., Assistant Professor, Department of Humanities & Social Sciences, SSHSS, Sharda University, Greater Noida, U.P.

ÖZET

Under British rule, civil servants mainly served the interests of the British Empire. They were often seen as outsiders who followed strict rules, remained distant from local people, and were not accountable to the Indian public. This paper compares the role and character of Indian Civil Servants during British rule with the Indian Administrative Service (IAS) who were After independence in 1947, the IAS was formed to take over the administration. By comparing the old colonial services with the IAS, the paper will try to shows both similarities and major differences in how power was used, how officers were trained and selected, and how they saw their role in society. Unlike their colonial predecessors, the new civil servants had to work for a free and democratic India. They were responsible for helping build the nation, implement development plans, and support the Indian Constitution.

This study seeks to explore how civil servants responded to the challenges of the Partition period. Using a qualitative methodology, it will analyse both primary and secondary sources to examine the confusion, fear, and moral dilemmas reflected in their personal writings during this turbulent time. While the Indian Administrative Service (IAS) inherited certain structural and cultural elements from its colonial predecessor, it gradually evolved to serve democratic principles and the needs of independent India. This paper also aims to highlight how India's civil services transitioned from being instruments of imperial rule to becoming key partners in the process of nation building.

Keywords : British empire, colonial predecessors, indian administrative service, indian civil servants, indian constitution, partition.

CULTURAL PATRIOTISM, A BARRIER AGAINST EXTREMISM VIOLENT IN THE SAHALO-SAHELIAN SPACE

SIDDO Adamou

Université André SALIFOU de Zinder/Niger

Mahuton Géoffroy DJESSOU

Université André SALIFOU de Zinder/Niger

ABSTRACT

The all-out conflicts currently shaking the Sahel-Saharan space pose the problem of the peaceful coexistence of the peoples of the world. The different countries which constitute this universe are each confronted in their own way with violent extremism. The crisis is still exacerbated to the point that neither the national armies nor the presence of Western troops, which have been criticized enough, can counter the attacks and the destruction of the symbols of the State in all its forms. These massive presences of the troops could thus not hinder until then the meteoric advance of the terrorist groups in Libya, in Mali, in Nigeria, in Chad or in Niger. Civilians pay the highest price in displacement, murder and sexual slavery through the abduction of women and girls by terrorist groups, and so on. All measures prove to be ineffective enough to curb this scourge of modern times. Control strategies must therefore change. Faced to the blind violence, it is possible to set up a "violence", this time much softer, namely the cultural patriotism training of the bruised populations of this space. The conscience awakening to oneself aware, of the History and the values of the Sahelo-Saharan space can be a weapon and an alternative answer in order to reach a demystification of the discourse of the terror imposed on the Sahelian populations. Our contribution through this analysis is to reach awareness on the interest of the dialogue of the cultures for a promotion of the African cultural values of the Sahel in logic of restitution of the History and the memory to the people.

Keywords: Boubou Hama, Sahel, peaceful coexistence, dialogue of cultures, cultural patriotism.

LE PATRIOTISME CULTUREL, UNE BARRIERE CONTRE L'EXTRÉMISME VIOLENT DANS L'ESPACE SAHALO-SAHELIEN

Résumé

Les conflits tous azimuts qui secouent actuellement l'espace sahélo-saharien posent la problématique de la coexistence pacifique millénaire des peuples. Les différents pays qui constituent cet univers sont confrontés chacun à sa façon à l'extrémisme violent. La crise reste encore exacerbée au point où ni les armées nationales ni la présence des troupes occidentales d'ailleurs assez critiquée, n'arrive à contrer les attaques et la destruction des symboles de l'État sous toutes ses formes. Ces présences massives des troupes n'ont donc pas pu freiner jusque-là l'avancée fulgurante des groupes terroristes en Lybie, au Mali, au Nigéria, au Tchad ou au Niger. Les populations civiles payent le plus lourd tribut en faisant l'objet de déplacement, d'assassinat et d'esclavage sexuel par le biais de l'enlèvement des femmes et des jeunes filles par les groupes terroristes, etc. Toutes les mesures s'avèrent assez inefficaces pour endiguer ce fléau des temps modernes. Les stratégies de lutte doivent de ce fait changer. Face à la violence aveugle, il est possible de dresser une "violence", cette fois-ci beaucoup plus douce, à savoir la formation au patriotisme culturel des populations meurtries de cet espace. L'éveil des consciences à une réappropriation de soi, de l'Histoire et des valeurs de l'espace sahélo-saharien peut être une arme et une réponse alternative afin de parvenir à une démystification du discours de la terreur imposé aux populations sahéliennes. Notre contribution à travers présente analyse est de parvenir à une sensibilisation sur l'intérêt du dialogue des cultures pour une promotion des valeurs culturelles africaines du Sahel dans une logique de restitution de l'Histoire et de la mémoire aux peuples.

Mots clés : Boubou Hama, Sahel, coexistence pacifique, dialogue des cultures, patriotisme culturel.

FROM PRE TO POST-PARTITION INDIA: A COMPARATIVE STUDY OF THE ICS AND IAS

Akansha Goel[a]

[a] Ph. D. Research Scholar, Department of Humanities & Social Sciences, SSHSS, Sharda University, Greater Noida, U.P

Khushboo Kumari[b]

[b]Assistant Professor, Department of Humanities & Social Sciences, SSHSS, Sharda University, Greater Noida, U.P.

ABSTRACT

Under British rule, civil servants mainly served the interests of the British Empire. They were often seen as outsiders who followed strict rules, remained distant from local people, and were not accountable to the Indian public. This paper compares the role and character of Indian Civil Servants during British rule with the Indian Administrative Service (IAS) who were After independence in 1947, the IAS was formed to take over the administration. By comparing the old colonial services with the IAS, the paper will try to shows both similarities and major differences in how power was used, how officers were trained and selected, and how they saw their role in society. Unlike their colonial predecessors, the new civil servants had to work for a free and democratic India. They were responsible for helping build the nation, implement development plans, and support the Indian Constitution.

This study seeks to explore how civil servants responded to the challenges of the Partition period. Using a qualitative methodology, it will analyse both primary and secondary sources to examine the confusion, fear, and moral dilemmas reflected in their personal writings during this turbulent time. While the Indian Administrative Service (IAS) inherited certain structural and cultural elements from its colonial predecessor, it gradually evolved to serve democratic principles and the needs of independent India. This paper also aims to highlight how India's civil services transitioned from being instruments of imperial rule to becoming key partners in the process of nation building.

Keywords: British empire, colonial predecessors, indian administrative service, indian civil servants, indian constitution, partition.

ENVIRONMENTAL REMEDIATION COSTS DISCLOSURES AND BEHAVIOUR OF STAKEHOLDERS IN THE OIL AND GAS FIRMS IN NIGERIA

Iniobong Udeme Asuquo[1]

Department of Accounting, Akwa Ibom State Polytechnic, Ikot Osurua, Ikot Ekpene, https://orcid.org/0009-0006-0414-1013

Akaninyene Akpan Arthur[2]

Department of Accounting, Akwa Ibom State Polytechnic, Ikot Osurua, Ikot Ekpene

https://orcid.org/0009-0008-0149-4141

Etido Etop Ufia[3]

Department of Accounting, Akwa Ibom State Polytechnic, Ikot Osurua, Ikot Ekpene

ABSTRACT

The importance of remediating the environment by companies cannot be overstated. The disclosure of environmental remediation costs usually sends signal to the stakeholders of how responsible the firm is. This study was therefore conducted to investigate the effect of disclosure of restoration costs on the behaviour of investors. The independent variable of the study was the environmental restoration costs disclosure which was proxied by environmental clean-up costs disclosure, waste management cost disclosure and environmental safety costs disclosure; while the dependent variable was the investor's behaviour which was proxied by market capitalization. The population of the study comprised of nine (9) listed oil and gas firms in the Nigerian Exchange Group as at 2023 of which the whole population was used for the study. The study adopted ex post facto research design as data were obtained from published financial statements of the selected firms for the years' 2014 to 2023 using contents analysis. The data were analyzed using descriptive statistics, correlation and regression via SPSS version 10. The results of analysis indicate that environmental clean-up costs disclosure and waste management costs disclosure shows significant positive relationship with market capitalization while environmental safety costs disclosure and community development cost disclosure show insignificant negative relationship with market capitalization. The study therefore concludes that disclosure of restoration costs have significant relationship with investor's behaviour in the capital market. Arising from the findings of the study, it is recommended amongst others that oil and gas firms should not only prioritize the restoration of the environment but should also disclose the costs of such restoration in order to protect their image with the stakeholders.

Keywords: Environmental remediation, costs disclosures, stakeholders behaviour, oil and gas firms

ENVIRONMENTAL DEGRADATION COST AND FINANCIAL PERFORMANCE OF LISTED OIL AND GAS FIRMS IN NIGERIA

Akaninyene Akpan Arthur[1]

Department of Accounting, Akwa Ibom State Polytechnic, Ikot Osurua, Ikot Ekpene

https://orcid.org/0009-0008-0149-4141

Utomobong Udeme Udo[2]

Department of Accounting, Akwa Ibom State Polytechnic, Ikot Osurua, Ikot Ekpene

https://orcid.org/0009-0009-0879-4543

Uduak Uwana Iwok[3]

Department of Accounting, Akwa Ibom State Polytechnic, Ikot Osurua, Ikot Ekpene

ABSTRACT

The persistent financial burden caused by environmental degradation has taken center stage in recent time. In view of this, this study examined the effect of environmental degradation cost and financial performance of listed oil and gas firms in Nigeria. Environmental degradation cost is the independent variable proxied by oil spill cost, environmental fines and penalties cost and carbon emission cost and financial performance is the dependent variables proxied by return on assets. Ex-post facto research design was adopted, and panel data covering ten (10) years (2014-2023) were collected across nine (9) listed oil and gas firms in Nigeria. The data collected were analyzed using descriptive statistics and multiple linear regression analysis via E-views 10.0 statistical package. The study findings revealed that Oil spill cost has significant effect [Coeff = 0.051892 (0.0097)] on the return on assets of listed oil and gas firms in Nigeria while Environmental fines and penalties has significant effect [Coeff = -0.015299 (0.0002)] on the return on assets of listed oil and gas firms in Nigeria. It also revealed that carbon emissions cost has no significant effect [Coeff = -0.214142 (0.1927)] on the return on assets of listed oil and gas firms in Nigeria. Hence, it was concluded that environmental degradation cost has a significant effect on financial performance of listed oil and gas firms in Nigeria. The study recommended, amongst others, that oil and gas firms in Nigeria should adopt sustainable practices and invest in carbon reduction technologies to minimize their carbon footprint and mitigate the potential negative impacts of carbon emissions costs on their financial performance.

Keywords: Environmental degradation, financial performance, oil and gas firms, carbon emission cost

THE ROLE OF GENETICS AND IMMUNE RESPONSE IN LEPROSY SUSCEPTIBILITY

K.Pooja

Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy Chennai

Dr.M.K.Vijayalakshmi

Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy Chennai

Puniparthi Sunitha

Bharath Institute of Higher Education and Research Faculty of pharmacy Chennai

ABSTRACT

Leprosy, caused by Mycobacterium leprae, remains a significant public health concern in certain regions despite the availability of effective treatments. Not all individuals exposed to the bacterium develop the disease, highlighting the critical role of host genetics and immune response in determining susceptibility. Genetic studies have identified several susceptibility loci, including variants in genes such as PARK2, LRRK2, HLA-DR, and TNF, which influence innate and adaptive immune responses. These genetic factors affect antigen presentation, macrophage activation, and cytokine production, ultimately impacting the host's ability to contain or eliminate the pathogen. Additionally, the clinical spectrum of leprosy—from the localized tuberculoid form to the disseminated lepromatous form—is strongly influenced by the host's immune profile. A robust cell-mediated Th1 response tends to control infection effectively, while a dominant Th2 response leads to disease progression. Understanding these genetic and immunological mechanisms is essential for improving diagnostic tools, developing vaccines, and tailoring treatment strategies. Furthermore, identifying at-risk populations through genetic screening may enable early intervention and reduce transmission. This article reviews the current knowledge on genetic and immunological determinants of leprosy susceptibility and discusses their implications for disease control and personalized medicine.

Keywords: Leprosy, Mycobacterium leprae, Personalized medicine, Immune Response, Cytokines

Introduction

Leprosy, also known as Hansen’s disease, is a chronic infectious disease caused by Mycobacterium leprae, primarily affecting the skin, peripheral nerves, and mucous membranes. Despite global efforts to eliminate leprosy, new cases continue to emerge, particularly in regions with limited healthcare access. Interestingly, not all individuals exposed to M. leprae develop clinical disease, suggesting that host-related factors, especially genetic and immunological, play a crucial role in determining susceptibility. The disease presents across a spectrum, from the localized tuberculoid form with strong cell-mediated immunity to the widespread lepromatous form characterized by a weak immune response. This variation underscores the importance of the host’s immune system in disease progression and outcomes. Recent research has increasingly focused on the role of genetics and immune responses in leprosy susceptibility. Genome-wide association studies (GWAS) and candidate gene analyses have identified several genetic markers linked to increased risk, including variants in immune-regulating genes such as HLA, PARK2, and LRRK2. These findings, combined with advances in immunology, offer valuable insights into the complex interaction between host genetics and immune function in the context of M. leprae infection. Understanding these mechanisms is essential for improving early detection, developing targeted therapies, and designing preventive strategies to control the disease more effectively.

Genetic Factors Influencing Leprosy Susceptibility

Leprosy susceptibility is strongly influenced by host genetic factors, as evidenced by familial clustering of cases and studies in monozygotic twins. While Mycobacterium leprae is the causative pathogen, not all exposed individuals develop the disease, highlighting the importance of genetic predisposition in determining who becomes infected and the severity of clinical manifestations.Several key genes have been identified in

association with leprosy susceptibility through genome-wide association studies (GWAS) and candidate gene approaches. One of the most significant loci is the HLA (Human Leukocyte Antigen) region, particularly HLA-DR and HLA-DQ alleles, which play crucial roles in antigen presentation and T-cell activation. Variations in these genes may impair the ability to mount an effective immune response against M. leprae. Other important genes include PARK2 and PARK2/PRKN, which are involved in ubiquitination and autophagy, essential processes for cellular defense and pathogen clearance. Mutations in LRRK2, a gene also associated with Parkinson's disease, have been linked to altered immune responses and increased leprosy susceptibility. Additionally, polymorphisms in TNF (tumor necrosis factor) and IL10 (interleukin-10) genes influence cytokine production, further modulating the host's immune environment.

Genetic predisposition also affects the type of immune response triggered after exposure. Individuals with certain genotypes are more likely to mount a Th1-dominated response, leading to tuberculoid leprosy, while others may exhibit a Th2-skewed response, resulting in lepromatous disease.Understanding these genetic factors is crucial for identifying high-risk individuals, improving diagnostic accuracy, and guiding future research into vaccine development and personalized therapeutic strategies. As genetic research progresses, it offers promising avenues for breaking the chain of transmission and ultimately achieving better control of leprosy.

Immune Mechanism in Leprosy

The immune response plays a pivotal role in determining the clinical outcome of Mycobacterium leprae infection. Leprosy presents as a spectrum, primarily governed by the host's immune profile. In tuberculoid leprosy, a strong cell-mediated Th1 immune response activates macrophages and leads to localized infection with granuloma formation, effectively limiting bacterial spread. Key cytokines such as IFN-γ and IL-2 dominate this response, promoting bacterial clearance.In contrast, lepromatous leprosy is associated with a Th2-skewed humoral response, marked by elevated IL-4, IL-10, and IL-5 levels. This response is ineffective at controlling the intracellular pathogen, resulting in widespread bacterial dissemination and high bacillary load.The Innate immune system also contributes through pattern recognition receptors like TLRs (Toll-like receptors), which detect M. leprae and trigger cytokine production. Dysfunction or imbalance in these immune mechanisms can determine susceptibility, disease progression, and severity of clinical manifestations

Implications for Diagnosis and Risk Prediction

Understanding the genetic and immune factors that influence leprosy susceptibility has important implications for improving diagnosis and predicting risk. Traditional diagnostic methods rely on clinical signs, skin smears, and biopsies, which may not detect early or subclinical infections. However, identifying genetic markers associated with leprosy susceptibility—such as variations in HLA, PARK2, LRRK2, and cytokine genes—opens the door to genetic screening tools that can identify individuals at higher risk before symptoms appear.Furthermore, profiling immune responses, including cytokine levels and T-cell activity, may help distinguish between tuberculoid and lepromatous forms early in the disease course. Such immune biomarkers can also aid in monitoring treatment response and disease progression.These advancements enable personalized medicine approaches, where individuals with high-risk genetic profiles or weakened immune responses can receive targeted surveillance, early interventions, and preventive therapy. In endemic regions, integrating genetic and immunological screening into public health strategies could significantly reduce disease burden, facilitate early detection, and help break the chain of transmission. Ultimately, the incorporation of host-based biomarkers into diagnostic protocols represents a major step toward more effective leprosy control and improved patient outcomes.

Therapeutic and Preventive Strategies

The integration of genetic and immunological insights into leprosy has opened new avenues for improving both therapeutic and preventive strategies. Current treatment for leprosy primarily involves multi-drug therapy (MDT), typically combining dapsone, rifampicin, and clofazimine. While effective in curing the disease and reducing transmission, MDT does not address the underlying immune dysfunction or genetic predisposition that can influence treatment outcomes and relapse rates.Recent research suggests that host-directed therapies, which modulate immune responses, may enhance the effectiveness of conventional treatments. For instance,

the use of immunomodulators or cytokine-based therapies could help rebalance Th1/Th2 responses, especially in lepromatous leprosy cases with impaired cellular immunity.

Understanding individual genetic profiles could also allow for personalized treatment regimens, minimizing adverse effects and maximizing therapeutic efficacy.On the preventive front, early identification of high-risk individuals through genetic screening can facilitate targeted prophylaxis and close monitoring. Post-exposure prophylaxis (PEP) using single-dose rifampicin is already in practice and could be enhanced by selecting individuals based on genetic susceptibility.Vaccine development remains a promising strategy. The BCG vaccine offers partial protection, but newer vaccines specifically targeting M. leprae antigens, guided by knowledge of immune correlates, are in development.Public health education, stigma reduction, and improved access to diagnostic and treatment services also remain essential to prevention. Combining biomedical innovations with community-based strategies promises a comprehensive approach to reducing incidence, improving outcomes, and ultimately achieving global leprosy control and eventual eradication.

Future Directions in Research

Future research in leprosy is increasingly focused on leveraging genetic, immunological, and technological advancements to improve disease control, early detection, and patient outcomes. One key direction is the development of predictive genetic screening tools that identify individuals at high risk of developing leprosy, enabling early intervention and targeted surveillance in endemic areas.Advances in genomics, transcriptomics, and proteomics are also expected to uncover novel biomarkers for early diagnosis, disease progression, and treatment response. These molecular signatures could help differentiate between subclinical infection, active disease, and relapse, allowing for more precise and personalized treatment strategies.

Another important area is the exploration of host-directed therapies, which aim to enhance the immune response to M. leprae or correct immune imbalances. Combining these with traditional multi-drug therapy may reduce treatment duration and improve outcomes. In vaccine development, research is progressing toward more effective, M. leprae-specific vaccines, informed by improved understanding of immune correlates of protection. Additionally, investigating environmental and epigenetic factors that interact with genetic predisposition may provide a more comprehensive view of disease susceptibility.Ultimately, interdisciplinary and global collaboration will be essential to translate these research findings into practical tools for diagnosis, prevention, and treatment.

Conclusion

Leprosy remains a complex infectious disease where host genetics and immune response play critical roles in determining susceptibility, clinical presentation, and treatment outcomes. While Mycobacterium leprae is the causative agent, not all exposed individuals develop the disease, highlighting the influence of genetic variations and immune mechanisms. Key genes such as HLA, PARK2, LRRK2, and cytokine-related genes modulate immune pathways that either protect against or predispose individuals to infection. The immune response, particularly the balance between Th1 and Th2 activity, further dictates the form and severity of the disease. Understanding these genetic and immunological factors has important implications for improving diagnosis, enabling risk prediction, and guiding personalized treatment strategies. It also informs the development of more effective vaccines and host-targeted therapies. As research continues to uncover new biomarkers and genetic links, the potential for earlier detection, targeted interventions, and improved disease management grows significantly. Moreover, integrating these scientific advances into public health strategies—through education, screening, and early treatment—can accelerate progress toward leprosy control and eventual eradication. In conclusion, a multidisciplinary approach that combines biomedical innovation with community health efforts offers the most promising path to overcoming the burden of leprosy and eliminating its impact on affected populations.

References

1. Alter, A., Grant, A., Abel, L., & Schurr, E. (2011). Leprosy as a genetic model for susceptibility to common infectious diseases. Human Genetics, 130(2), 123–131. https://doi.org/10.1007/s00439-011-1033-3

2. Mira, M. T., Alcais, A., Nguyen, V. T., Moraes, M. O., Di Flumeri, C., Vu, H. T., ... & Abel, L. (2004). Susceptibility to leprosy is associated with PARK2 and PACRG. Nature, 427(6975), 636–640. https://doi.org/10.1038/nature02326

3. Zhang, F. R., Huang, W., Chen, S. M., Sun, L. D., Liu, H., Li, Y., ... & Zhang, X. J. (2009). Genomewide association study of leprosy. New England Journal of Medicine, 361(27), 2609–2618. https://doi.org/10.1056/NEJMoa0903753

4. Liu, H., Irwanto, A., Fu, X., Yu, G., Yu, Y., Sun, Y., ... & Liu, J. J. (2015). Discovery of six new susceptibility loci and analysis of pleiotropic effects in leprosy. Nature Genetics, 47(3), 267–271. https://doi.org/10.1038/ng.3212

5. Modlin, R. L. (2010). The innate immune response in leprosy. Current Opinion in Immunology, 22(1), 48–54. https://doi.org/10.1016/j.coi.2009.12.003

6. Ridley, D. S., & Jopling, W. H. (1966). Classification of leprosy according to immunity. International Journal of Leprosy and Other Mycobacterial Diseases, 34(3), 255–273.

7. Tió-Coma, M., Avanzi, C., Verhard, E. M., Pierneef, L., Schilling, A. K., Spijker, K., ... & Ottenhoff, T. H. M. (2021). Blood RNA signature RISK4LEP predicts leprosy years before clinical onset. EBioMedicine, 68, 103379. https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2021.103379

8. Scollard, D. M., Adams, L. B., Gillis, T. P., Krahenbuhl, J. L., Truman, R. W., & Williams, D. L. (2006). The continuing challenges of leprosy. Clinical Microbiology Reviews, 19(2), 338–381. https://doi.org/10.1128/CMR.19.2.338-381.2006

9. Walker, S. L., & Lockwood, D. N. (2006). Leprosy. Clinical Dermatology, 24(3), 256–262. https://doi.org/10.1016/j.clindermatol.2005.11.018

10. World Health Organization (WHO). (2023). Leprosy (Hansen's disease). https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/leprosy

ASSESSMENT OF SOME MICRONUTRIENT AND DETECTION OF SLC39A14 GENE FOR REDUCTION OF OBSTETRIC COMPLICATIONS IN WOMEN ATTENDING SPECIALIST HOSPITAL IN SOKOTO METROPOLIS

Aminu. U. Imam [a]

[a] Department of Biochemistry, Faculty of sciences, Sokoto State University Sokoto, Sokoto State, Nigeria.

Ubaida Umar Babuga[a]

[a] Department of Biochemistry, Faculty of sciences, Sokoto State University Sokoto, Sokoto State, Nigeria.

Hussaina Sani Ibrahim [b]

[b] Department of Chemistry, College of Sciences, Federal University of Agriculture Zuru Kebbi State, Nigeria

Hassan Ibrahim [c]

[C] Department of Biochemistry, Faculty of Life Sciences, Kebbi State University of Science and Technology Aliero, Kebbi State, Nigeria

Introduction: Obstetric complications have been a burden on a lot of women, many pregnant women are deficient of micronutrients necessary for the health and well-being of the mother, the growing foetus and new-born child. Proper nutrition during pregnancy is important to prevent obstetric complications. Zinc, iron, copper and slc39a14 gene which is a gene that facilitates the uptake of micronutrients in the body are crucial in reduction of obstetric complications. However, data on their interaction in obstetric complications is limited.

Aim: The aim of this study is to assess the serum levels of zinc, copper, and iron, and to investigate the detection and expression of the SLC39A14 gene in mitigating obstetric complications among women of reproductive age in Sokoto Metropolis.

Method: a cross sectional study was conducted on 248 participants aged 17-39 years, recruited from specialist hospital Sokoto, serum concentration of zinc, copper and iron were measured using Atomic Absorption Spectrophotometer, slc39a14 gene expression was detected using Real Time Quantitative PCR, the knowledge of dietary intake and demographic factors, dietary data of the study subjects was collected using FFQ questionnaire. Statistical analysis included ANOVA and Pearson correlation to determine association between the micronutrients, slc39a14 gene and Obstetric complications.

Results: Serum levels of micronutrients tend to increase with age ($p<0.05$). Iron level increases in the first two trimester and decreases in the third trimester, zinc level decreases as pregnancy progress, while copper level though low increases in every trimester. Age 30-39 has the highest level of micronutrients concentrations while lower level is observed in age group 15-19.the data on the relationship between slc39a14 gene and micronutrients suggests that as slc39a14 gene expression increases, zinc and iron level also tend to increases particularly in 30-39 age group while copper level show minimal variation across all ages. Older age group 30-39 demonstrated a better dietary practices, frequent supplementation and highest knowledge of micronutrients role in pregnancy, age 15-19 the lowest group displayed lower dietary awareness, and poor supplementation.

Conclusion: this study highlights the critical function of zinc copper and iron in maternal health and foetal development, the interplay of the micronutrients and slc39a14 gene in mitigating obstetric complications, deficiency in key micronutrients and declining slc39a14 gene expression may contribute to obstetric complications. Health care providers and government should promote policies for improved dietary awareness and access to diverse, nutrient rich foods to combat mild to moderate deficiencies. Genetic analysis of slc39a14 gene should be incorporated into routine maternal care to tailor supplementation strategies.

ASSESSMENT OF B-VITAMIN LEVELS AND APOLIPOPROTEIN E GENE ON THEIR INFLUENCE ON DEMENTIA RISK AND COGNITIVE DECLINE IN OLDER ADULTS IN SOKOTO METROPOLIS

Hussaina Sani Ibrahim[a]

[a] Department Of Chemistry, College of Sciences, Federal University of Agriculture Zuru,Kebbi State, Nigeria.

Aminu .U. Imam[b]

[b] Department of Biochemistry and Molecular Biology, Faculty of Sciences, Sokoto State University Sokoto,Sokoto State, Nigeria.

Hassan Ibrahim Namaki[c]

[c] Department of Biochemistry, Faculty of Life Sciences, Kebbi State University of Science and Technology Aliero, Kebbi State, Nigeria.

Samuel A. E.[a]

[a] Department Of Chemistry, College of Sciences, Federal University of Agriculture Zuru,Kebbi State, Nigeria.

Yahya Aliyu Bako[a]

[a] Department Of Chemistry, College of Sciences, Federal University of Agriculture Zuru,Kebbi State, Nigeria.

Yusuf Sarkin Gobir[d]

[d] Department of Environmental Education, Shehu Shagari University of Education Sokoto, Sokoto State, Nigeria.

ABSTRACT

Cognitive decline among the elderly is increasingly recognized as a public health concern, with growing evidence highlighting the role of micronutrients such as B-vitamins in neurocognitive health. This study aimed to evaluate the association between serum levels of vitamin B12 with cognitive performance among older adults in Sokoto Metropolis. A cross-sectional study was conducted involving 210 adults aged 41 to 80 years, recruited from local communities through purposive sampling. Serum concentrations of vitamin B12 were analyzed using high-performance liquid chromatography (HPLC), and cognitive function was assessed using the Mini-Mental State Examination (MMSE). Statistical analyses, including one-way ANOVA and Pearson's correlation, were employed to assess the relationship between vitamin level and cognitive performance. A significant increase in serum vitamin B12 levels was observed with age ($p < 0.05$), with participants aged 71–80 years recording the highest mean concentration (818.73 ± 3.58 pg/mL). The findings suggest a potential protective association between elevated serum vitamin B12 and cognitive function in aging individuals. These results underscore the need for targeted nutritional interventions, including dietary education and B-vitamin supplementation, especially in populations vulnerable to cognitive decline. Future studies should incorporate complete micronutrient profiles and longitudinal designs for more robust conclusions.

Keywords: Vitamin B12, Cognitive decline, Aging, Neuroprotection, MMSE, Sokoto

Introduction

The global population is aging at an unprecedented rate, with projections indicating that by 2050, one-fifth of the global population will be aged 60 years or older (Navaneetham and Arunachalam, 2023). This demographic shift is accompanied by a significant health burden, as older adults contribute approximately 23% of the worldwide disease load, with neurodegenerative disorders such as dementia and depression being among the leading causes of disability (Khandelwal and Gupta, 2023). Dementia currently affects an estimated 46.8 million people globally, a figure expected to rise to over 131 million by 2050, underscoring the urgency of addressing this escalating health crisis (Ye, 2022).

Dementia, characterized by the progressive decline in cognitive functions such as memory, reasoning, and problem-solving, not only impairs daily living but also imposes a substantial economic burden. It is estimated to cost over one trillion dollars annually, while depression, closely linked to aging populations, contributes additional healthcare costs exceeding billions annually in Europe alone (Meijer *et al*., 2022). Despite

advancements in medical research, the lack of effective disease-modifying treatments for dementia and limited efficacy of antidepressants pose challenges to healthcare systems globally (Yeo & Tang, 2023). Even modest delays in the onset of dementia could prevent millions of cases, emphasizing the need for preventive strategies (Frankish & Horton, 2017).

Emerging evidence highlights the role of modifiable factors, including diet and nutrition, in mitigating cognitive decline and promoting brain health among aging populations. Nutritional interventions, particularly those rich in antioxidants and anti-inflammatory properties, have demonstrated potential in regulating neuro-inflammatory processes implicated in neurodegenerative diseases (McGrattan *et al*., 2019). Specific dietary components such as omega-3 fatty acids, vitamins, and minerals may influence key molecular mechanisms, including amyloid-beta formation, tau hyperphosphorylation, oxidative stress, and epigenetic modulation, which are critical in the progression of conditions like Alzheimer's disease (Atlante *et al*., 2020).

B vitamins, specifically B12, play essential role in cognitive health through the regulation of homocysteine metabolism, a pathway closely linked to neurodegeneration. This vitamin contribute to neurotransmitter synthesis, DNA repair, and the maintenance of neuronal structures, and deficiencies have been associated with cognitive impairment and an increased risk of neurodegenerative disorders (Orywal *et al*., 2025). This research aims to explore the impact of specific dietary component, including B vitamin, on cognitive function. By addressing this gap, the research seeks to contribute to the broader understanding of modifiable factors in brain aging and neurodegeneration.

Statement of the problem

Dementia represents a growing global health concern, with an estimated 55 million individuals affected worldwide and numbers projected to triple by 2050. Despite advances in understanding its pathogenesis, the role of modifiable lifestyle factors, such as nutrition, remains poorly understood. Among modifiable factors, B-vitamins (B12) have gained attention due to it's crucial role in homocysteine metabolism, which is implicated in neurodegeneration and cognitive decline. Elevated homocysteine levels have been identified as a potential risk factor for dementia, yet the precise mechanism through which B-vitamins modulate this risk require further elucidation.

Justification

This research is justified by the increasing evidence of nutrition to the development and progression of dementia. Specifically, deficiencies in B-vitamins have been associated with impaired cognitive function. However, there is a significant gap in the literature regarding the assessment of nutritional factors in the context of our local population, which is characterized by unique dietary patterns, and healthcare challenges.

The growing prevalence of dementia, driven by an aging global population, underscores the urgency of identifying modifiable risk factors. Locally, the lack of data on the nutritional status to dementia hinders the development of targeted interventions. By focusing on this under-researched area, this study seeks to provide evidence-based insights that could inform preventative strategies, such as dietary modifications tailored to individuals at increased risk.

Aim and objectives

Aim

The aim of this research is to evaluate the impact of vitamin B12 on cognitive decline in older adults in Sokoto metropolis

Objectives

The specific objectives of this study are:

1. To quantitatively measure the serum concentrations of Vitamin B12 in older individuals in Sokoto metropolis.

2. To assess the cognitive status of the study subjects using the Mini-Mental State Examination (MMSE) and correlate the results with the serum levels of Vitamin B12.

Materials and Methods

Chemicals and Reagents

All reagents used were of analytical grade and obtained from Sigma-Aldrich (USA). High-Performance Liquid Chromatography (HPLC)-grade solvents and standard solutions were prepared for the quantification of serum Vitamin B12.

Equipment

Sample preparation utilized an Eppendorf 5804R centrifuge (Germany), while HPLC quantification of B-vitamins was carried out using the Agilent 1260 Infinity II G7120A system (USA). Equipment calibration followed manufacturer protocols, with standard solutions used to generate calibration curves for each vitamin.

Study Area

The study was conducted in Sokoto Metropolis, northwestern Nigeria, located at 13°04'N and 5°14'E. Sokoto serves as the capital of Sokoto State and lies within a strategic ecological zone. Areas selected for sampling were chosen based on demographic diversity, accessibility, and relevance to study objectives. Ethical approval was obtained from the Sokoto State Ministry of Health and the Specialist Hospital Sokoto (Ref Nos: SHS/SUB/133/VOL 1, July 11, 2024; SMH/1580/V.IV, June 14, 2024).

Study Design and Population

This cross-sectional study targeted elderly individuals (≥40 years) residing in Sokoto Metropolis. Participants were systematically recruited through community outreach, healthcare facilities, and public announcements. Inclusion was limited to permanent residents without a history of major neurological or psychiatric illness. Informed consent was obtained from all participants.

Sampling Technique and Sample Size

A multistage sampling strategy was adopted. Administrative strata were defined, from which clusters were randomly selected. Within clusters, systematic sampling was used to select participants, with every *k*-th individual included based on population size and desired sample. The required sample size was calculated using the formula:

$$n=\frac{Z^2\cdot p\cdot(1-p)}{E^2}$$

n = 195, plus 10% attrition rate, resulting in an adjusted sample size: n = 210

Data Collection

Data were collected using a structured questionnaire covering demographics, lifestyle, dietary habits, and cognitive function. The instrument was validated through expert review and piloting among 30 individuals. Cognitive assessment was performed using the Mini-Mental State Examination (MMSE). Trained assistants administered the questionnaire face-to-face to reduce bias.

Sample Collection and Preparation

Blood samples (5 mL) were drawn using sterile syringes into anticoagulant-containing vacutainers. Samples were transported under cold-chain conditions and centrifuged at 3000 rpm for 10 minutes at 4°C to separate serum. The serum was aliquoted into labeled microtubes and stored at −20°C to prevent B-vitamin degradation.

Laboratory Analysis: B-vitamin Quantification

Quantification Vitamin B12 was performed using HPLC following the method of Fahime *et al*., 2016. A reversed-phase C18 column with a mobile phase of phosphate buffer (pH 6.5) and methanol (60:40 v/v) was employed. Detection was achieved using fluorescence at excitation/emission wavelengths of 340 nm and 450 nm. Derivatization with o-phthalaldehyde enhanced sensitivity. Samples were filtered and injected (20 µL) under isocratic flow (1.0 mL/min). Calibration curves were generated from standard solutions (0.1–10 µg/mL), with an $R^2 > 0.99$.

Quality Control and Validation

Validation was conducted for linearity, precision, accuracy, and sensitivity. Recovery studies (95–105%) confirmed methodological accuracy. Reproducibility was tested through repeat analyses under identical conditions on separate days. Quality control included blank samples and triplicates.

Statistical Analysis

Descriptive statistics (means, standard deviations) summarized B-vitamin concentrations and MMSE scores. Statistical analyses were performed using SPSS (IBM), with a significance threshold set at $p < 0.05$. Effect sizes were computed where relevant to assess the strength of associations.

Results

Table 1: Some Vitamin Analysis in the study subjects

Age Group	Vitamin B12 (µg/ml)
41-50	678.48 ± 2.53^{a}
51-60	695.78 ± 2.71^{a}
61-70	718.99 ± 2.96^{b}
71-80	818.73 ± 3.58^{c}

Key:

Each value is presented as the mean ± standard deviation (n=3).

Different superscript letters (^{a}, ^{b}, ^{c},) in the same column indicate significant differences while same superscript letters (^{a} & ^{a}) in the same column indicate that there is no significant differences ($p < 0.05$) between age groups.

Statistical significance was determined using an appropriate post-hoc test following ANOVA

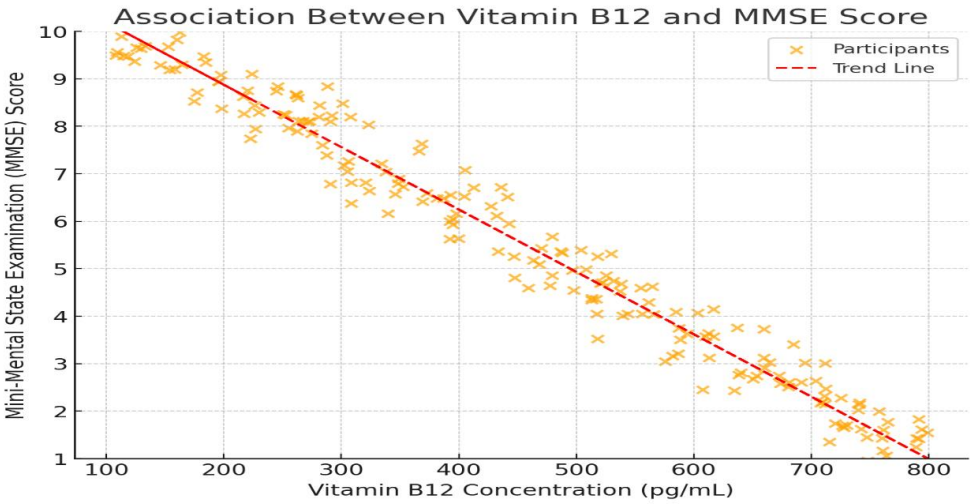


Figure 4.3 Association between Vitamin B12 Concentration and MMSE Scores

Keys:

MMSE (Mini-Mental State Examination): A cognitive assessment tool used to evaluate cognitive function.

B12_Concentration: Measured vitamin B12 levels in the study subjects.

Data Points: Individual study subject data showing their respective B12 concentration and MMSE scores.

Regression Line: Represents the trend or relationship between B12 concentration and MMSE scores.

PearsonRResult (statistic=0.16, pvalue=0.43)

Discussion and Conclusion

B vitamins particularly B12 is essential for neurological health through their involvement in homocysteine metabolism, neuronal repair, and neurotransmitter synthesis. Deficiencies in these vitamins have been widely associated with elevated homocysteine levels, a known risk factor for cognitive decline and dementia. In this study conducted among older adults in Sokoto Metropolis, serum vitamin B12 levels were found to increase significantly with age, with the highest concentrations observed in the 71–80 age group ($p < 0.05$). This pattern could result from increased supplementation or age-related metabolic alterations such as reduced renal clearance, which may lead to misleading elevated serum levels.

Paradoxically, the study also identified a negative correlation between serum B12 levels and cognitive function, as assessed by MMSE scores. This contrasts with existing literature that typically reports a positive association. One plausible explanation is reverse causality: individuals with cognitive impairment may receive B12 supplementation post-diagnosis, inflating serum levels without corresponding improvements in cognitive outcomes. Prior research (Aguilar-Navarro *et al*., 2023; Chen *et al*., 2023) supports this view, showing that supplementation is common in cognitively impaired populations.

Another consideration is the possibility of functional B12 deficiency, where serum levels appear normal or high but cellular uptake and metabolic utilization are impaired. Such conditions may lead to neurological symptoms despite apparent sufficiency. Studies by Kim *et al*., (2020) and Salo, 2025 have shown that cognitive deficits can exist even within the "normal" serum B12 range, especially when other confounding variables are present or functional markers are absent.

Elevated serum B12 could also serve as a biomarker for underlying hepatic or renal dysfunction. Since the liver stores B12 and the kidneys clear it, impairment in these organs can cause serum accumulation unrelated to true nutritional status. Chronic diseases and systemic inflammation may also produce similar effects. Thus, reliance on total serum B12 as a sole indicator of sufficiency is inadequate. Functional markers such as methylmalonic acid (MMA) and homocysteine should be incorporated in future studies to assess intracellular B12 activity more accurately.

Conclusion

This study highlights an inverse relationship between serum vitamin B12 levels and cognitive function among older adults, challenging the conventional view of B12 as uniformly neuroprotective. Elevated B12 levels may reflect supplementation, metabolic inefficiencies, or underlying hepatic and renal dysfunction rather than true sufficiency. The absence of complementary data on vitamins B6 and B9 further limits interpretation. These findings underscore the need for comprehensive assessments using functional biomarkers, such as methylmalonic acid and homocysteine, and call for multidimensional nutritional strategies in cognitive health research and interventions.

Recommendations

Future studies should incorporate measurements of vitamins B6 and B9, as they play essential roles in homocysteine metabolism and cognitive function. Functional biomarkers, such as homocysteine levels, should be assessed alongside serum B12 to determine whether elevated B12 levels translate into cognitive benefits. A longitudinal study design should be employed to track changes in B vitamin levels and cognitive function over time, allowing for better understanding of causal relationships. Routine cognitive screening should be incorporated into primary healthcare services, especially for older adults at risk of dementia and lastly, policy interventions should focus on improving access to affordable, nutrient-dense foods, particularly in low-income populations.

References

Aguilar-Navarro, S. G., Gutiérrez, L. A., Palacios Hernandez, M. D., & Mimenza, A. J. (2023). Association of mild cognitive impairment, dementia and vitamin B12 levels in older adults. *Alzheimer's & Dementia*, 19(S23), e075972.

Atlante, A., Amadoro, G., Bobba, A., & Latina, V. (2020). Functional foods: an approach to modulate molecular mechanisms of Alzheimer's disease. Cells, 9(11), 2347.

Chen, H., Liu, S., Ge, B., Zhou, D., Li, M., Li, W., Ma, F., Liu, Z., Ji, Y., & Huang, G. (2023). Vitamin B12 supplementation improves cognitive function in middle aged and elderly patients with cognitive impairment. *Nutrición Hospitalaria*, 40(3), 573-580.

Fahime Mohammad Abadi, Arezoo Mirfazeli and Hossein Zaeri (2016) Analysis of plasma amino acids using RP-HPLC and pre-column derivatization with OPA/3-MPA. Med. Lab. J. 10(2), 52-57.

Frankish, H., & Horton, R. (2017). Prevention and management of dementia: a priority for public health. The Lancet, 390(10113), 2614-2615.

Khandelwal, B., & Gupta, C. (2023). Leading causes of death and disability among the global aging community. In *The Ageing Population: Impact Analysis on'Societal and Healthcare Cost'* (pp. 37-54). Singapore: Springer Nature Singapore.

Kim, S., Lee, H. J., & Kim, J. (2020). Association between Vitamin B12 levels and cognitive function in the elderly Korean population. *Medicine*, 99(32), e21590.

McGrattan, A. M., McGuinness, B., McKinley, M. C., Kee, F., Passmore, P., Woodside, J. V., & McEvoy, C. T. (2019). Diet and inflammation in cognitive ageing and Alzheimer's disease. Current nutrition reports, 8, 53-65.

Meijer, E., Casanova, M., Kim, H., Llena-Nozal, A., & Lee, J. (2022). Economic costs of dementia in 11 countries in Europe: Estimates from nationally representative cohorts of a panel study. *The Lancet Regional Health–Europe*, *20*.

Navaneetham, K., & Arunachalam, D. (2023). Global population aging, 1950–2050. In *Handbook of Aging, Health and Public Policy: Perspectives from Asia* (pp. 1-18). Singapore: Springer Nature Singapore.

Orywal, K., Socha, K., Iwaniuk, P., Kaczyński, P., Farhan, J. A., Zoń, W., ... & Mroczko, B. (2025). Vitamins in the prevention and support therapy of neurodegenerative diseases. *International Journal of Molecular Sciences*, *26*(3), 1333.

Salo, J. (2025, February 26). Dementia risk could increase with low levels of essential vitamin. *New York Post*.

Ye, P. (2022). *Integrating Falls Prevention for Older People within the Primary Health Care System in China* (Doctoral dissertation, UNSW Sydney).

Yeo-Teh, N. S. L., & Tang, B. L. (2023). A review of scientific ethics issues associated with the recently approved drugs for Alzheimer's disease. Science and Engineering Ethics, 29(1).

EPIDEMIOLOGY OF NON-COMMUNICABLE DISEASES

NOURANI Imane

SEMEP CHU Batna, Faculty of Medicine-University Batna 2

BEICHI Fayçal

SEMEP CHU Batna, Faculty of Medicine-University Batna 2

OUDJEHIH Messouada

SEMEP CHU Batna, Faculty of Medicine-University Batna 2

ABSTRACT

Non-communicable diseases (NCDs), including cardiovascular diseases, cancers, chronic respiratory diseases and diabetes, account for 74% of deaths worldwide, according to the WHO (2023). These pathologies are progressing rapidly in low- and middle-income countries, which account for 86% of premature NCD-related deaths. In Algeria, their prevalence is on the rise, due to epidemiological transition, an ageing population (51% of people over 60 suffer from at least one chronic disease) and risk factors such as smoking, hypertension, hyperglycemia, physical inactivity, poor diet and air pollution. These diseases lead to costly complications, reducing economic productivity by between 1.5% and 5% of annual GDP. NCDs are also the leading cause of death in Algeria, with ischemic heart disease and stroke leading the way. Limited access to healthcare in rural areas exacerbates the situation, necessitating targeted awareness campaigns. In response, the WHO has initiated and extended a global action plan to reduce premature NCD-related mortality by 25% by 2030. In Algeria, a multi-sectoral Strategic Plan 2022-2030 has been put in place, based on 11 objectives, 30 plans and 113 measures. An integrated approach, combining prevention, early detection, education and regulation (tobacco taxation, food labelling) is essential to curb this epidemic and improve public health indicators.

Keywords: Non-communicable diseases, risk factors, prevention, Algeria

EPIDEMIOLOGY OF BREAST CANCER

NOURANI Imane

Epidemiology and preventive medicine service, University Hospital Batna, Faculty of Medicine-University Batna 2

BEICHI Fayçal

Epidemiology and preventive medicine service, University Hospital Batna, Faculty of Medicine-University Batna 2

OUDJEHIH Messouada

Epidemiology and preventive medicine service, University Hospital Batna, Faculty of Medicine-University Batna 2

ABSTRACT

Breast cancer is a global public health challenge, with 2,296,840 new cases diagnosed in 2022, making it the second most commonly diagnosed cancer after lung cancer. It remains the leading cause of cancer-related mortality among women, with 666,103 deaths worldwide. Since 2008, both the incidence and mortality of breast cancer have increased globally by 21% and 14.6%, respectively. In Algeria, breast cancer accounts for 15-25% of all cancers, with a steadily rising standardized incidence rate in the Batna region, reaching 68.1 per 100,000 women in 2022.Survival rates for breast cancer in Algeria have improved significantly over the years, as shown by studies like CONCORD and SURVCAN. Five-year net survival increased from 38.9% (2000–2004) to 79.1% (2008–2012). However, disparities persist due to factors such as age, histological grade, and access to timely diagnosis and treatment. Key risk factors include non-modifiable elements (e.g., genetic mutations, early menarche, late menopause) and modifiable factors (e.g., alcohol consumption, obesity, physical inactivity). Prevention strategies are essential to reduce the burden of breast cancer. Primary prevention focuses on promoting healthy lifestyles, while secondary prevention emphasizes early detection through mammography and screening for high-risk populations, particularly women aged 50-74 or those with a family history of breast cancer. Tertiary prevention involves timely therapeutic interventions, including surgery, chemotherapy, radiotherapy, and immunotherapy, along with psychological support and rehabilitation.

Keywords: Cancer, Breast, Epidemiology, Batna. Algeria.

PRELIMINARY RESULTS OF RESEARCH ON COCCIDIOSIS IN HORSES IN SERBIA

Ivan Pavlović[1]

Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia, Belgrade, Serbia

Slavica Živković [2]

PhD Agricultural School PKB, Belgrade, Serbia

Natalija Kostić[3]

[3]Agricultural School PKB, Belgrade, Serbia

Aleksandra Tasić[4]

[4]Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia, Belgrade, Serbia,

Dragiša Trailović[5]

[5]Faculty of Veterinary Medicine, University in Belgrade, Belgrade, Serbia.

ABSTRACT

Equine coccidiosis is an infection of the intestinal tract of equids by protozoa of the genera *Eimeria*. Three species of *Eimeria* can infect horses; *E. uninugulata, E. solipedum* and *E. leuckarti.* There is a prepatent period of 16–35 days for protozoal infection. As a result of consuming contaminated water or food containing sporulated oocysts, infection occurs. It is most often found in stabled horses. There is a greater prevalence of infections in foals aged 30–125 days compared to adults. The current prevalence of coccidosis in horses in Serbia is difficult to say, given that these studies are carried out sporadically. Horses that are kept at stables have been examined significantly less, so here we will give preliminary results of the prevalence of equine coccidiosis obtained during the research in the period 2019-2020. Fresh feces were examined using the Sheather flotation method and by the modified Ziehl-Neelsen's method. Determination we performed by morphological characteristic of oocyst. During the research coccidiosis were found at 5.60% of examined animals. We were found all three types of coccidia. In most cases, there were mixed infections with two types of coccidia, usually with *E. solipedum* and *E. leuckarti. E. leuckarti* it is most occurred species found at 23.3% of all infected animals. *E.leuckarti* was considered pathogenic, causing diarrhea and enteritis. The prepatent is long, 30 days or more in experimentally infected equids. Natural infections have been found in 28 days old foals, indicating that foals can become infected on the day of birth. The number of oocysts excreted is not correlated with clinical signs. Our observation in this study revealed that only a few foals exhibited temporary diarrhoea, a common symptom of coccidiosis in horses. This suggests that the horses in the study may have developed immunity against the parasite, a typical response to repeated exposure to coccidian oocysts.

Keywords: Coccidiosis, hors, prevalence

THE WESTERN MEDICAL SYSTEM AND THE RECOGNITION OF THE NON-MOTOR SYMPTOMS OF PARKINSON'S DISEASE

Andrey Popatanasov[1]

[1] Bulgarian Academy of Sciences, Intitute of Neurobiology, Sofia, Bulgaria.

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-1139-4960

Lyubka Tancheva[2]

[2]Bulgarian Academy of Sciences, Intitute of Neurobiology, Sofia, Bulgaria.

Reni Kalfin[3]

[3]Bulgarian Academy of Sciences, Intitute of Neurobiology, Sofia, Bulgaria.

Abstract

Ayurveda, the oldest medical system still in use today, has the first descriptions of Parkinson's disease. Advanced holistic therapy was created by the ancient healers and rishis to address the many symptoms of the illness. They even used the richest natural supply of levodopa, which is presently among the most widely used synthetic medications for Parkinson's disease. However, because of the abundance of historical disasters, ongoing oppressions, and ongoing unrest in this region of the world, most of these amazing knowledge and therapies were lost in the course of time. The Western world had to start from scratch in order to learn about and attempt to control and heal this abnormal state.

The British physician James Parkinson was the first Westerner to fairly clearly and methodically characterize this illness, drawing the attention of the Western medical specialists to the need for such a specialized nosological unit. This is now generally acknowledged in the Western medical textbooks. In addition to the primary motor symptoms, he was able to recognize and characterize a few of the disease's non-motor symptoms. Nonetheless, throughout the next decades and even centuries, the non-motor symptoms were mostly disregarded and ignored in the diagnostic and treatment attempts of the illness.

The authors of the present work make an effort to examine how the knowledge of the pathophysiology and etiogenesis of Parkinson's disease has changed within the Western medical system, with a particular emphasis on the non-motor symptoms and the advancement of disease management.

Keywords: Western medical system, Ayurveda, Parkinson's disease, Non-motor symptoms, Motor symptoms, Non-motor symptoms scale.

OPTIMIZING OUTCOMES IN PSORIASIS: IMPACT OF DENIPLANT NUTRACEUTICALS

Major Gheorghe GIURGIU[1]

[1]Deniplant-Aide Sante Medical Center, Biomedicine, Bucharest, Romania

https://orcid.org/0000-0002-5449-2712

Manole COJOCARU[2,3]

[2] Prof dr med, Academy of Romanian Scientists [3]Titu Maiorescu University, Faculty of Medicine, Bucharest, Romania
https://orcid.org/0000-0002-7192-7490

ABSTRACT

Background A growing body of evidence highlights that intestinal dysbiosis is associated with the development of psoriasis. The gut–skin axis is the novel concept of the interaction between skin diseases and microbiome through inflammatory mediators, metabolites and the intestinal barrier. The gut microbiome affects skin homeostasis through its influence on the signaling pathways that coordinate epidermal differentiation.

The objective of this study was to synthesize current data on the Deniplant natural modulator of the gut microbiome in patients with psoriasis.

Materials and methods All studies confirmed the association of psoriasis and gut microbiota dysbiosis. We describe the recent advances regarding the interplay between gut microbiota and the skin. Thus, the microbiome can be considered an effective therapeutical target for treating this disorder.

Results This presentation provides a detailed and comprehensive systematic study regarding gut microbiome in patients with psoriasis. These results are supported by clinical observations based on a case serie showing improvement in psoriatic skin lesions after Deniplant natural modulator. It is still not clear whether psoriasis is an effect or a cause of the observed disbalance between beneficial and pathogenic microbes. In this context, the study provides very interesting results, showing significantly greater changes in the gut microbiome of patients with psoriasis treated Deniplant natural modulator

Conclusion There is a significant association between alterations in gut microbial composition and psoriasis. Intestinal dysbiosis is a state of imbalanced gut microbiome that eventually has a negative impact on skin function and integrity. Deniplant natural modulator is a potential therapeutic strategy in patients with psoriasis

Keywords: dysbiosis, microbiome, psoriasis, gut-skin axis, gut barrier, Deniplant nutraceuticals

THE USE OF SOCIAL MEDIA IN DEMENTIA CARE, SCOPING REVIEW

Mohammed Saeed Azzahrani (MD, MBA, CCFP, FCFP)

Family Physician and Researcher at Rosedale Medical Center, 600 Sherbourne Street, Toronto Ontario

Martina Spanevello (MD, MMed, IMG)

Observation Physician at Rosedale Medical Center, 600 Sherbourne Street, Toronto Ontario

Ermias Girma Tsega (MD, Radiology)

Physician at S.R.T Medstaff 2 Bloor St W Toronto Ontario

Mulualem Endeshaw (BSc, MPH, Ass Prof)

Researcher at Rosedale Medical Center, 600 Sherbourne Street, Toronto Ontario

ORCHID ID: 0000-0001-7773-9469

ABSTRACT

Introduction: The global aging population, including individuals with cognitive impairment, is rapidly increasing, posing significant challenges for dementia care. Cognitive impairment is characterized by progressive memory decline, difficulty acquiring new information, and reduced attention, all of which impact daily functioning and caregiving needs. Emerging technologies, particularly social media, offer innovative opportunities to support individuals with dementia and their caregivers at various stages of the condition. This scoping review aims to synthesize existing research on the use of social media in dementia care and explore its potential role in enhancing the quality of care and support for individuals living with dementia

Methods: Relevant studies were searched from: MEDLINE/PubMed, Cochrane library, Trials registers, Embase, and CINAHL using search terms social media and dementia care (October 24, 2024). In addition, Google Scholar and gray literature were also searched using keywords to ensure comprehensive search. Only studies published after 2016 were included in the scoping review to get up-to-date evidence. We used thematic analysis to identify the role of social media use in dementia care

Result: A total of 20 articles published from 2017 to 2024 were included in this scoping review. The review identified six key themes that demonstrate the role of social media and technology in enhancing dementia care and promoting patient independence. The themes identified were social media as a platform for awareness and education, technology-enabled care solutions, caregiver support and empowerment, patient independence and quality of life, challenges and barriers, and cultural and linguistic considerations

Conclusion and Recommendations: Social media and technology enhance dementia care by raising awareness, supporting caregivers, and fostering patient independence and satisfaction. However, barriers like digital literacy, cost, privacy, and cultural factors hinder widespread adoption. Future research should focus on assessing the long-term effectiveness of social media in raising awareness, optimizing digital tools for dementia-friendly use, and exploring cultural and linguistic adaptations.

DETERMINATION OF TEBUCONAZOLE AND PROPICONAZOLE IN IRANIAN ORANGES USING HPLC/MS-MS

Alireza Bakhtiyari[1]

[1]Students' Scientific Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Division of Food Safety and Hygiene, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Farzan Ghoodarz-dashti[2]

[2] Division of Food Safety and Hygiene, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Narges Haghi[3]

[3] Division of Food Safety and Hygiene, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

Parisa Sadighara[4]

[4] Division of Food Safety and Hygiene, Department of Environmental Health Engineering, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

ABSTRACT

The presence of fungicide residues in agricultural products, particularly in fruits such as oranges, has raised significant public health and regulatory concerns due to their potential adverse effects on human health. This study aimed to quantify the concentrations of two widely used triazole fungicides, tebuconazole and propiconazole, in 10 commercially available orange samples using high-performance liquid chromatography (HPLC) coupled with tandem mass spectrometry (LC-MS/MS) for enhanced accuracy and sensitivity. Sample preparation involved solvent extraction followed by solid-phase extraction (SPE) cleanup to minimize matrix interference.

Tebuconazole was detected in 80% of the analyzed samples (8 out of 10), with concentrations ranging from 0.05 mg/kg to 0.32 mg/kg. Propiconazole was found in 60% of the samples (6 out of 10), with residue levels between 0.03 mg/kg and 0.21 mg/kg. Notably, two samples exceeded the maximum residue limits (MRLs) established by the European Union (EU) for tebuconazole in citrus fruits (0.3 mg/kg), indicating potential non-compliance with food safety regulations. The detection frequencies and residue levels suggest that these fungicides are commonly used in orange cultivation, possibly due to their efficacy against fungal pathogens.

These findings underscore the importance of systematic monitoring of pesticide residues in citrus fruits to ensure regulatory compliance and safeguard consumer health. Further research with a larger sample size and broader geographic sampling is recommended to assess contamination trends, evaluate potential dietary exposure risks, and inform regulatory policies. Additionally, investigating alternative pest management strategies could help reduce reliance on chemical fungicides while maintaining crop yields.

Key words: tebuconazole, propiconazole, fungicide residues, orange samples, food safety, HPLC, LC-MS/MS, maximum residue limits (MRLs)

ANTIMICROBIAL RESISTANCE IN AQUACULTURE: PREVALENCE AND RISK FACTORS OF *E. COLI* SPPS IN FISH, FISH HANDLERS AND CONTACT SURFACES IN NSUKKA, ENUGU STATE, NIGERIA

Nwankwo I.O

University of Nigeria, Nsukka, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Public Health and Preventive Medicine, Enugu, Nigeria

Nwobi O.C

University of Nigeria, Nsukka, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Public Health and Preventive Medicine, Enugu, Nigeria

Kanu D. C.

University of Nigeria, Nsukka, Faculty of Veterinary Medicine, Department of Veterinary Public Health and Preventive Medicine, Enugu, Nigeria

ABSTRACT

Fish contamination with *E. coli* being a key contributor to the spread of antimicrobial resistance (AMR) is of growing significant public health threat globally. Amidst the limited data on the prevalence and the associated risk factors for its spread via fish and aquaculture environment, the pathogenic strains can cause fish spoilage and illness in humans. The study investigated the prevalence of AMR and extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)-producing *E. coli* in fish, handlers and contact surfaces in Nsukka, Enugu State, Nigeria using standard microbiological techniques. Pretested and validated questionnaire was used to elicit vital information on the risk factors for AMR spread among fish farmers in Nsukka. Out of 150 fish samples; 2/43 (4.7%), 6/70 (8.6%), and 9/37 (24.3%) from pond, market and restaurants were *E. coli* positive respectively with 11.3% overall prevalence in fish, while out of 115 surface samples, 4/35 (11.4%) and 9/80 (11.2%) were positive in handlers hands and contact surfaces respectively with an overall prevalence of 8.7%. No ESBL-producing *E. coli* was detected. The association between the fish sources and the prevalence rates was statistically significant $p<0.05$ unlike with fish handlers' hands and contact surfaces. Resistance to erythromycin and colistin, were 40% and 3.3% respectively, and zero for gentamicin and ciprofloxacin. Lack of awareness of AMR *E. coli* and ESBL strains (75-80%), inadequate veterinary consultation (60%), and non-adherence to antimicrobial withdrawal periods (60%) were among the risk factors. Hence, the need for awareness on enhanced biosecurity and hygienic practices, antimicrobial stewardship in aquaculture in Nsukka, Nigeria.

Keywords: Antimicrobial Resistant *E. coli* spps, Aquaculture, Fish handlers, Risk Factors, Nsukka, Enugu State, Nigeria

ADHERENCE OF TYPE II DIABETICS IN MOROCCO: CROSS-CULTURAL ADAPTATION AND VALIDATION OF A MEASUREMENT TOOL

ARRAJI Maryem[1],

[1]Hassan First University of Settat, Higher institute of Health Sciences, Laboratory of Health sciences and Technologies. Settat, 26000

CHAHBOUNE Mohamed[1]

[1]Hassan First University of Settat, Higher institute of Health Sciences, Laboratory of Health sciences and Technologies. Settat, 26000

ABSTRACT

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) represents a major public health challenge worldwide. According to the International Diabetes Federation (IDF), over 382 million people were living with diabetes in 2013, accounting for 8.3% of the global population. In Morocco, national surveys have reported a prevalence ranging from 2% to 6.6% among adults, with projections estimating 2.5 million Moroccan diabetics by 2030.

Effective management of T2DM relies heavily on the patient's adherence to therapeutic recommendations. However, non-adherence remains a common and concerning issue, significantly hindering treatment outcomes. Despite its importance, Morocco lacks a culturally adapted and validated instrument for assessing medication adherence in patients with T2DM.

This study aimed to translate and validate the **General Medication Adherence Scale (GMAS)** for use in the Moroccan context. Following internationally recognized guidelines for cross-cultural adaptation, including forward and backward translation, expert committee review, and pre-testing, we adapted the tool to Moroccan Arabic. The validation process intends to provide healthcare professionals and public health stakeholders with a reliable instrument to identify non-adherent patients and develop targeted interventions to improve adherence.

Keywords: Medication adherence, GMAS, Type 2 diabetes, Cross-cultural validation, Morocco

GUT METABOLITES PROFILING: METABOLOMICS FINGERPRINTING OF THE COMPOUNDS AFFECTING ESOPHAGEAL CARCINOMA.

Bushra Ansari[1]

1Department of Radiotherapy, Jawaharlal Nehru Medical College & Hospital, A.M.U.

Mohammad Akram[1*]

1Department of Radiotherapy, Jawaharlal Nehru Medical College & Hospital, A.M.U.

ABSTRACT

The correlation between gut microbiota and esophageal carcinoma has evolved as a novel research area specifically focusing on short chain fatty acids like butyrate, propionate, and acetate that are being identified as a key microbial metabolites influencing oncogenesis. These metabolites are produced by bacterial fermentation of dietary fibers, playing critical role in regulating inflammation, cell differentiation, apoptosis, and immune responses. Cancer cell growth and metastasis is suppressed by these metabolites by regulation of cancer-specific signaling pathways or oncogene or tumor-suppressor gene expression. Using metabolomics approach this study focuses on exploring the dysregulation of short chain fatty acids in esophageal cancer patient (alteration of these metabolite profile in gut aspirate) and intervention of probiotics on this dysregulation.

Advanced techniques like gas chromatography-mass spectrometry and ^{1}H nuclear magnetic resonance will be used to study the perturbations associated with esophageal cancer. The identified metabolites will be analyzed on the basis of their mass to charge (m\z) ratio using these techniques. It is expected that patients with esophageal squamous cell carcinoma will have reduced butyrate levels contributing to disrupted histone deacetylase inhibition, altered gene expression and the tumor progression promotion and patients with esophageal adenocarcinoma will also have reduced level of short chain fatty acids which may contribute to chronic inflammation and epithelial damage in these patients. The expected results will highlight the dual role of microbial dysbiosis-mediated short chain fatty acids in carcinogenesis.

Keywords: Gut dysbiosis Metabolomics Gut Microbiota, Microbial Metabolites Short Chain Fatty Acids, Esophageal Adenocarcinoma Esophageal Squamous Cell Carcinoma

PHARMACOLOGİCAL AND TOXİCOLOGİCAL INSİGHTS İNTO ARİSTOLOCHİA LONGA: A COMPREHENSİVE LİTERATURE REVİEW

[*]Cherriet Soufiane[1]

[*1] Laboratory of Biology and Health, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, B.P. 133, Kenitra 14000, Morocco

Soulaymani Abdelmajid[1]

[1]Laboratory of Biology and Health, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, B.P. 133, Kenitra 14000, Morocco

Hammouti Belkheir[2]

[2] Euro-Mediterranean University of Fes (UEMF), Fez 30070, Morocco; Laboratory of Agricultural Production Improvement, Biotechnology and Environment, Faculty of Sciences, Mohammed First University, Box 717, Oujda 60000, Morocco

EL-Fechetaly Mohammed [4]

[4] Laboratory of Plant, Animal Productions, and Agro-Industry, Faculty of Sciences, Ibn Tofaïl University, B.P. 242, Kénitra,Morocco.

Elbekkaye Khalid[3]

[3] Laboratory of Agricultural Production Improvement, Biotechnology and Environment, Faculty of Sciences, Mohammed First University, Box 717, Oujda 60000, Morocco

Hami Hind[1]

[*1] Laboratory of Biology and Health, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, B.P. 133, Kenitra 14000, Morocco

ABSTRACT

Aristolochia longa, a medicinal plant traditionally used in North Africa and parts of Asia, has been widely recognized for its therapeutic applications, particularly for its anti-inflammatory, antimicrobial, and anticancer properties. In recent years, this species has received increasing scientific attention due to its diverse phytochemical composition, including flavonoids, alkaloids, phenolic acids, and notably aristolochic acids. Numerous in vitro and in vivo studies have demonstrated that extracts from *A. longa* exhibit significant cytotoxic effects against various human cancer cell lines, including MCF-7 (breast), HepG2 (liver), and HCT116 (colon), primarily through apoptosis induction, inhibition of cell proliferation, and modulation of signaling pathways such as PI3K/Akt and p53. These effects are largely attributed to compounds like luteolin and kaempferol.

Despite its pharmacological promise, the therapeutic application of *A. longa* remains controversial due to the presence of aristolochic acids classified by the International Agency for Research on Cancer (IARC) as Group I human carcinogens. These compounds have been associated with nephrotoxicity, DNA adduct formation, and upper urinary tract cancers, raising serious safety concerns.

To address this dichotomy, recent literature has explored computational approaches such as molecular docking and ADMET modeling to evaluate the bioactivity and safety profiles of *A. longa* constituents. These studies suggest that selective isolation of non-toxic flavonoids could pave the way for safer anticancer drug development.

This review aims to synthesize current pharmacological findings and toxicological data on *A. longa*, highlighting its dualistic nature as both a promising source of bioactive agents and a plant of toxicological concern. A more targeted and integrative research approach is essential to ensure its safe therapeutic exploitation.

Keywords: Aristolochia *longa*; cancer; flavonoids; aristolochic acids ; literature review; docking.

ASSESSING ANTHROPOGENIC IMPACTS ON THE KENITRA COASTAL DUNE CORDON (1999–2025): A REMOTE SENSING AND GIS STUDY

Amine SARHRANI

PhD candidate, Ibn Tofail University, Faculty of Sciences, Laboratory of Geosciences, Kenitra-Morocco

ORCID: 0009-0008-3515-9819

Mohamed SADIKI

Prof. Dr., Ibn Tofail University, Faculty of Sciences, Laboratory of Geosciences, Kenitra-Morocco

ORCID: 0000-0003-3970-1683

Brahim JAAFAR

Dr., University Cadi Ayyad, Faculty of Sciences Semlalia, Ecology and Environment Laboratory, Marrakech-Morocco

Yousra HAMOUMI

PhD candidate, Hassan II University, Faculty of Sciences and techniques, Laboratory of Process and Environmental Engineering, Mohammedia-Morocco ORCID: 0009-0007-2201-9545

Abdelhak BOUABDLI

Prof. Dr., Ibn Tofail University, Faculty of Sciences, Laboratory of Geosciences, Kenitra-Morocco

ORCID: 0000-0002-8914-4486

ABSTRACT

In Kenitra Province, a notable dune-cordon system stretches about 70 km between Sidi Taibi and Moulay ousselham. These dunes protect the fertile Gharb Plain from marine forces and support various socioeconomic activities. However, they face growing pressures from human activities. This study employs multi-temporal remote sensing and GIS analyses to quantify land-use dynamics across the dune cordon between 1999 and 2025.We processed Landsat 7 ETM+ (1999) and Sentinel 2 (2025) imagery, applying atmospheric correction, orthorectification, cropping, and reprojection, and conducted supervised Maximum Likelihood classification in ENVI. Through this approach, six thematic classes were delineated: open field agriculture, greenhouse agriculture, forest, natural vegetation, bare lands, and foredune-beaches. Training sites were selected using field surveys, very-high-resolution imagery, and ancillary data. Subsequently, the accuracy assessment of the land use maps showed overall accuracy rates of 91.06% for 2025 and 88.5% for 1999. The kappa coefficients were 0.89 for 1999 and 0.85 for 2025. Change detection analyses indicated a significant growth in agriculture, with cultivated land increasing from 753.5 ha in 1999 to 2,896.3 ha in 2025. This included a rise of 513 ha in greenhouse operations. Bare lands shrank from 4,163.8 ha to 1,635.5 ha. Forest cover also dropped by 964 ha. Such transformations can upset the dune system. They boost wind erosion and change sediment movement. Our findings point to the need for improved land-use planning and sustainable management. It is essential to balance agricultural expansion with the protection of dune ecosystem services. By identifying key transformation zones, this work sets the stage for focused conservation efforts and policy changes to protect the Kenitra coastal dunes.

Keywords: Coastal dunes, Land-use change, Erosion, Ghareb, Remote sensing, GIS.

REGIONAL-SCALE COASTAL VULNERABILITY INDEXING FOR THE RABAT–SALE–KENITRA REGION OF MOROCCO THROUGH INTEGRATED GIS AND REMOTE SENSING

Yousra HAMOUMI

PhD candidate, Hassan II University, Faculty of Sciences and techniques, Laboratory of Process and Environmental Engineering, Mohammedia-Morocco**,** ORCID: 0009-0007-2201-9545

Abdeslam TALEB

Dr.Prof. Hassan II University, Faculty of Sciences and techniques, Laboratory of Process and Environmental Engineering, Mohammedia-Morocco, ORCID:0000-0001-7634-1715

Abdessalam OUALLALI

Dr.Prof. Hassan II University, Faculty of Sciences and techniques, Laboratory of Process and Environmental Engineering, Mohammedia-Morocco, ORCID: 0000-0003-4351-0142

Amine SARHRANI

PhD candidate, Ibn Tofail University, Faculty of Sciences, Laboratory of Geosciences, Kenitra-Morocco, ORCID: 0009-0008-3515-9819

Mohammed IDRISSI

Dr,National Institute of Fisheries Research (INRH), Casablanca, Morroco, ORCID : 0009-0009-1957-1923

ABSTRACT

Coastal areas face growing pressures from nature and human activity. In Rabat–Sale–Kenitra, rapid urban growth and tourism show the need for a global vulnerability assessment. This assessment will help guide management and adaptation strategies. Most studies have focused on specific spots, but few have examined the entire coastline of this vital region.

We use seven key physical indicators: coastal elevation, slope, geomorphology, shoreline change rates, average wave height, tidal range, and relative sea level rise. We gather this data through remote sensing and GIS analyses. We created 1,555 transects, evenly spaced and perpendicular to the shoreline, to extract values for each indicator. This helps us calculate a standardized Coastal Vulnerability Index (CVI).

The results show that 57% of the coastline has low vulnerability. Meanwhile, 41% has moderate vulnerability. Only 2% (29 transects) has high vulnerability. The most vulnerable areas are in Skhirat, Temara, and Mehdia. Here, low altitudes (Skhirat and Temara) and fragile geomorphological conditions (Mehdia) increase risk. These municipalities house essential economic infrastructure and valuable tourist spots, needing focused protection and adaptation actions.

By delivering the first region-wide coastal vulnerability assessment for Rabat–Sale–Kenitra, our study provides decision makers with a spatially explicit tool to prioritize risk reduction interventions and sustainable coastal zone planning across the full extent of the coastline.

Keywords: Coastal Vulnerability Index (CVI), remote sensing, Geographic Information Systems (GIS), Sea level rise, Rabat-sale-Kenitra, Morocco.

SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF DROUGHT AND ESTIMATION OF ITS IMPACT ON PLANT COVER IN A SEMI-ARID ZONE (CASE OF THE TENSIFT BASIN IN MOROCCO)

ELYAMANY Khadija

Sultan Moulay Sliman University, Faculty of Science and Technology, Department of Earth Sciences, Beni Mellal, Morocco

EL BAGHDADI Mohamed

Sultan Moulay Sliman University, Faculty of Science and Technology, Department of Earth Sciences, Beni Mellal, Morocco

ABSTRACT

Drought is a major issue in semi-arid regions, particularly in Morocco, where water resources and vegetation cover are heavily dependent on rainfall. This study aims to assess the spatial and temporal variability of rainfall over a long period in the Tensift basin and to analyze its impact on vegetation dynamics.

To conduct our study, annual precipitation maps were developed from several stations distributed throughout the basin. At the same time, vegetation indices (NDVI) were extracted from Landsat 8 and Landsat 5 satellite images, allowing us to track changes in vegetation cover over the years.

The comparative approach adopted highlights a strong correlation between annual precipitation fluctuations and vegetation response, particularly in the mountainous areas of the High Atlas. These results highlight a degradation and reduction in natural vegetation cover in the study area.

Keywords: Drought, Semi-arid areas, Tensift Basin, Precipitation, NDVI, Vegetation cover.

PROSPECTS FOR USING THE BODY OF DEAD BEES IN TREATING RHEUMATOID ARTHRITIS

Svitlana OLIINYK

Assoc. Prof., National University of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmacy Drug Technology, Kharkiv-Ukraine, ORCID: 0000-0002-6638-3564

Tetiana KOVALYOVA

Assoc. Prof., National University of Pharmacy, Faculty of Pharmacy, Department of Pharmacy Drug Technology, Kharkiv-Ukraine, ORCID: 0000-0002-5984-6196

ABSTRACT

One of the current problems that significantly worsens the quality of human life is rheumatic joint diseases. Rheumatoid arthritis affects about 1% of the population worldwide. Today, the prevalence of this disease in Ukraine is 340 cases per 100,000 adults. As of 2024, 573 medicines in the category "Musculoskeletal system. Anti-inflammatory and antirheumatic drugs" have been registered in Ukraine. However, all these drugs do not fully meet the modern requirements of clinicians, because in most cases they do not take into account the peculiarities of the course of inflammatory and destructive changes in the joints and have insufficient effectiveness. In the treatment of rheumatoid arthritis the apitherapy method are used, the essence of which is to treat human diseases with the help of bee sting and beekeeping products.

It is bee venom plays a significant role in the treatment of diseases of the musculoskeletal system. In small doses, the apitoxin protein exhibits anti-inflammatory, antispasmodic properties, and improves joint mobility. But bee stings are a stressful and painful method. The best way to use apitoxin is to use it parenterally and by applying it to the skin. The medicinal raw material that includes bee venom is the body of dead bees. Bee venom with the body of a bee is heat-resistant and all its properties are preserved, and the use of dead bees does not lead to side effects. The pharmacological effectiveness of the body of dead bees manifests itself gradually because biologically active substances have a cumulative effect and manifest themselves the sufficient concentration of active compounds is created in the body and joint structures. The condition of the joints improves significantly, and their functional activity increases due to the production of a certain amount of synovial fluid, elimination of nutrient deficiencies, and partial restoration of tissues affected by pathology.

Keywords: rheumatoid arthritis, apitherapy, body of dead bees.

INNOVATIVE METHODS FOR THE REHABILITATION OF PELVIS DISBALANCE

Tedi Prifti[1]

[1] PhD.Department of Education and Health, Faculty of Movement Sciences, Sports University of Tirana, Albania, ORCID; https://orcid.org/0009-0001-6579-4951

Robert Çina[2]

[2] Prof. Dr. Department of Rehabilitation, Faculty of Rehabilitation Sciences, Sports University of Tirana, Albania

ABSTRACT

Pelvic obliquity refers to an asymmetrical alignment of the pelvis, where one side appears higher or lower than the other in the frontal plane. This condition can result from muscular imbalances, leg length discrepancies, spinal deformities, or neurological disorders, and often contributes to postural dysfunction and low back pain. Early intervention through physiotherapy, postural correction exercises, and in some cases orthotic support, can help restore pelvic symmetry and prevent secondary complications. Methodology; A total of 30 participants (ages 18–45) with functional or structural pelvic disbalance will be recruited through local physiotherapy clinics. Inclusion criteria included chronic or recurrent pelvic asymmetry, non-surgical candidates, and medical clearance for physical activity. Exclusion criteria included acute injury, neurological conditions, or pregnancy. Participants will go under the Gyro tonic Method sessions three times per week for 12 weeks. Each session lasted 45-60 minutes and was led by a certified Gyro tonic instructor and physiotherapist. Assessment conducted at: Pelvic Alignment Measurement, Pain and Function: Visual Analog Scale (VAS), Postural Control and Mobility, Qualitative Feedback. Results; After a 12-week Gyrotonic exercise program, pelvic obliquity in 30 participants decreased significantly from an average of 8.13 mm to 2.53 mm. Nearly one-third of the patients achieved complete correction with 0 mm obliquity, and all showed measurable improvement, indicating the effectiveness of the intervention in reducing pelvic asymmetry. Conclusione; The Gyrotonic method appears to be a promising conservative treatment for pelvic obliquity, promoting improved pelvic alignment and potentially reducing related musculoskeletal issues. Further research is recommended to confirm these findings and evaluate long-term outcomes.

Keywords: Diers Formetric 4d, pelvis disbalance, Gyrotronic, posture

INTRODUCTION

The definition of posture has changed over time, beginning as a general term and evolving into a medical concept used to describe a person's overall health condition. Aristotle states in *De Partibus Animalium* that man is the only animal capable of standing upright, and that this ability stems from his divine nature (Aristotle & Ogle, 1911). He continues by saying that the capacity for intelligence is determined by divine nature, adding that it is difficult to live intellectually if your body is bent forward or rounded. Thus, he establishes the first link between posture and intellect—an idea that predates the widespread belief that posture is somehow connected to cognitive development. Some have also presented the ideas of the philosopher Plato, who in *Timaeus* argues that humans maintain an upright posture and that the development of this posture distinguishes humans from animals (Plato, 1929). A more modern perspective is given by the philosopher Herder, who in *Ideas for the Philosophy of the History of Humanity* identifies with admiration the fundamental traits of upright posture, describing the anatomical components that make human posture different from that of animals (Wood, 2007). In contrast to Immanuel Kant's belief that man does not naturally have an upright posture and can only achieve it through difficult improvement, he too describes upright posture as a gift from God (Kant et al., 2007). During this same historical period, a field of medicine emerged that used correct posture to diagnose diseases and determine a person's health status (Gilman, 2013).

In addition to defining proper posture, deviations such as hyper kyphosis, hyper lordosis, and stooped posture were also recognized, differing from the ideal posture, often likened to a military stance. From this point onward, many techniques were developed for correcting poor posture, accompanied by discussions on good versus bad posture (Malpas, 2004). As a result, a range of orthopedic devices were created to mechanically address posture-related issues, especially in children (Malpas, 2004). At that time, posture clearly indicated a person's health. According to Jessie Hubbell Bancroft, one of the founding members of the American Posture

League, the 20th century was truly the century that deepened attention to posture. In her book *The Posture of School Children* (1914), Bancroft encouraged teachers not to neglect their students' bodies, offering instructions to correct poor posture in class and prevent postural changes. This was undoubtedly an innovative idea at the time and brought more attention to the topic. In the second half of the 20th century, Henry Otis and his wife Florence Peterson Kendall described four different sagittal representations of posture: (A) slouched, (B) kyphos-lordotic, (C) compressed vertebrae, and (D) healthy posture (F. P. Kendall et al., 1993). The foundation of today's postural examination was laid in the 20th century. In fact, every feature of healthy and poor posture is detailed in their work.

Physical therapists base their professional practice exclusively on an orthopedic perspective. They use the American Academy of Orthopedic Surgeons' definition of posture, which describes it as a musculoskeletal balance that protects against injury or deformation of the body's support components. All their work on posture is compiled in *Posture and Pain*, published in 1952 (Kendall et al., 1971). It outlines in detail the criteria for healthy posture and various problematic postures. They argue that good posture improves physical health but, more importantly, that poor posture can lead to fatigue and injuries that may result in long-term issues. This idea drives current posture research, which aims to understand the human body to prevent the development of chronic pain and injury and, consequently, to improve quality of life (Araújo et al., 2014).

The pelvis is a structure between the hip joint and the lumbosacral area, and diverse muscles that are attached to it adjust their movement. The location of the pelvis is the most important element that determines the sagittal alignment and posture of the body (Vaz et al., 2001), and abnormal posture triggers diverse problems, including flat-back syndrome, cervical kyphosis, local organ ailments such as uterine prolapse, and gastric herniation (Tsuji et al., 2002). Asymmetry in upright posture is associated with various outcomes, such as the decreased loading of the affected side in stroke; degenerative changes of the hip, knee, and ankle joints and spine; or a leg length discrepancy (Bohannon & Larkin, 1985). The lumbosacral joint affects the lumbar vertebra, and the location of the joint determines the location of the lumbar vertebra on the upper part. The angle of the joint may change according to the location of the pelvis. The location of the pelvis also may trigger epidemiological problems in the musculoskeletal system, and forward and backward tilt exercises of the pelvis may influence the stability of the spine and the alignment of the body. Therefore, the correct alignment of the pelvis is an important element of gait, and a incorrectly located pelvis may cause incorrect posture (Walsh et al., 2000).

The pelvis plays a crucial role in posture, and there have been many previous studies of stability and the posture of the pelvis that improved lumbopelvic stabilization and posture through bridge exercises (García-Vaquero et al., 2012), mattress exercises (Liebenson, 1998), and the use of a Swiss ball (Marshall & Murphy, 2006). However, these methods have disadvantages, such as requiring a great deal of time, a large amount of space, and the active participation of subjects. In contrast, pelvic adjustment is a therapeutic method that may be performed in a short time.

METHODOLOGY

This study employed a mixed-methods research design to evaluate the effectiveness of the Gyrotonic Method as an innovative rehabilitation approach for pelvic disbalance. The research was conducted over a 12-week period in a clinical physiotherapy setting, involving both qualitative and quantitative data collection (Seo & Kim, 2019).

Participants

A total of 30 participants (ages 18–45) with functional or structural pelvic disbalance will be recruited through local physiotherapy clinics. Inclusion criteria included chronic or recurrent pelvic asymmetry, non-surgical candidates, and medical clearance for physical activity. Exclusion criteria included acute injury, neurological conditions, or pregnancy.

Intervention Protocol

Participants will go under the Gyrotonic Method sessions three times per week for 12 weeks. Each session lasted 45-60 minutes and was led by a certified Gyrotonic instructor and physiotherapist. The exercise program focused on core stability, pelvic alignment, spinal decompression, and coordinated movement patterns, with

progressive difficulty over the intervention period (Campbell & Miles, 2005). Quantitative data were analyzed using paired t-tests and repeated measures ANOVA to assess changes over time. Qualitative data were transcribed and analyzed using thematic analysis to identify recurring themes related to the subjective experience and perceived effectiveness of the Gyrotonic Method.

Assessment Tools

To evaluate outcomes, the following assessments were conducted at baseline, midpoint (6 weeks), and post-intervention (12 weeks):

-Pelvic Alignment Measurement: Raster stereography (Formetric 4D) and manual pelvic tilt assessment.

-Pain and Function: Visual Analog Scale (VAS) and Oswestry Disability Index (ODI).

-Postural Control and Mobility: Functional Movement Screen (FMS) and Y-Balance Test.

-Qualitative Feedback: Semi-structured interviews to explore participants' perceptions of the method's benefits and usability.

Ethical Considerations

The study was approved by the university ethics committee. All participants provided written informed consent, and confidentiality was maintained throughout the research.

RESULTS

We selected 30 people out of 100 cases who had pelvis obliquity and used the Diers Formetric 4D to see how much imbalance were in the patient pelvis. While using the static and dynamic program we analysed the difference in millimetre (mm) before and after the 12 week Gyrotronic method treatment. Table 1

Patient Nr	Pelvis Obliquity Before	Direction	Pelvis Obliquity After
Nr1	5 mm	L	0 mm
Nr2	13 mm	R	7 mm
Nr3	6 mm	L	0 mm
Nr4	7 mm	R	2 mm
Nr5	9 mm	R	2 mm
Nr6	9 mm	R	3 mm
Nr7	6 mm	L	1 mm
Nr8	6 mm	L	0 mm
Nr9	7 mm	R	3 mm
Nr10	13 mm	R	6 mm

Patient Nr	Pelvis Obliquity Before	Direction	Pelvis Obliquity After
Nr11	10 mm	R	5 mm
Nr12	6 mm	R	1 mm
Nr13	6 mm	L	0 mm
Nr14	6 mm	R	0 mm
Nr15	12 mm	L	7 mm
Nr16	5 mm	L	0 mm
Nr17	6 mm	L	2 mm
Nr18	10 mm	R	6 mm
Nr19	7 mm	L	1 mm
Nr20	9 mm	L	4 mm
Nr21	6 mm	L	0 mm
Nr22	5 mm	L	0 mm
Nr23	5 mm	L	0 mm
Nr24	14 mm	L	8 mm
Nr25	8 mm	R	2 mm
Nr26	6 mm	L	0 mm
Nr27	7 mm	L	3 mm
Nr28	11 mm	L	5 mm
Nr29	12 mm	R	4 mm
Nr30	12 mm	L	8 mm

Interpretation:

- Patients had a **mean reduction of ~5.6 mm** in pelvic obliquity after intervention.
- The **After values** are much tighter (lower SD), showing consistent improvement across patients.

- **All patients showed some level of improvement**, with several reaching **0 mm obliquity**.

Direction Frequency

- **Left (L):** 18 patients
- **Right (R):** 12 patients

Measure	Before	After	Improvement
Mean	8.13 mm	2.53 mm	**5.60 mm**
Median	7.00 mm	2.00 mm	**5.00 mm**
Standard Deviation (SD)	2.81 mm	2.43 mm	**2.23 mm**
Minimum	5 mm	0 mm	**1 mm**
Maximum	14 mm	8 mm	**9 mm**

- Patients had a mean reduction of ~5.6 mm in pelvic obliquity after intervention.
- The After values are much tighter (lower SD), showing consistent improvement across patients.
- All patients showed some level of improvement, with several reaching 0 mm obliquity.

CONCLUSION AND DISCUSSION

This study evaluated the effectiveness of a 12-week Gyrotonic exercise program on pelvic obliquity correction in 30 participants. The pre-intervention average pelvic obliquity was measured at 8.13 mm, which significantly decreased to an average of 2.53 mm following the program, representing a mean improvement of approximately 5.6 mm. Importantly, nearly one-third of participants achieved complete pelvic leveling, with post-treatment obliquity measurements of 0 mm. The Gyrotonic method's focus on multidirectional spinal mobilization, controlled breathing, and core strengthening appears to contribute substantially to rebalancing pelvic alignment. These results indicate that consistent engagement in this structured, progressive exercise regimen can effectively reduce asymmetries in pelvic positioning, potentially alleviating related musculoskeletal discomfort and improving functional posture. While promising, these findings warrant further investigation through randomized controlled trials with larger samples and longer follow-up periods to assess the durability of postural improvements and explore the method's broader applicability in clinical rehabilitation.

REFERENCES

1. Vaz, G., Roussouly, P., Berthonnaud, E., & Dimnet, J. (2001). Sagittal morphology and equilibrium of pelvis and spine. *European Spine Journal*, *11*(1), 80–87. https://doi.org/10.1007/s005860000224
2. Tsuji, T., Matsuyama, Y., Goto, M., Yimin, Y., Sato, K., Hasegawa, Y., & Ishiguro, N. (2002). Knee – spine syndrome: correlation between sacral inclination and patellofemoral joint pain. *Journal of Orthopaedic Science*, *7*(5), 519–523. https://doi.org/10.1007/s007760200092
3. Bohannon, R. W., & Larkin, P. A. (1985). Lower Extremity Weight Bearing Under Various Standing Conditions in Independently Ambulatory Patients with Hemiparesis. *Physical Therapy*, *65*(9), 1323–1325. https://doi.org/10.1093/ptj/65.9.1323
4. Walsh, M., Connolly, P., Jenkinson, A., & O'Brien, T. (2000). Leg length discrepancy — an experimental study of compensatory changes in three dimensions using gait analysis. *Gait & Posture*, *12*(2), 156–161. https://doi.org/10.1016/s0966-6362(00)00067-9

5. García-Vaquero, M. P., Moreside, J. M., Brontons-Gil, E., Peco-González, N., & Vera-Garcia, F. J. (2012). Trunk muscle activation during stabilization exercises with single and double leg support. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, *22*(3), 398–406. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2012.02.017
6. Liebenson, C. (1998). Spinal stabilization training: the transverse abdominus. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, *2*(4), 218–223. https://doi.org/10.1016/s1360-8592(98)80018-1
7. Marshall, P. W., & Murphy, B. A. (2006). Evaluation of functional and neuromuscular changes after exercise rehabilitation for low back pain using a Swiss ball: a pilot study. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, *29*(7), 550–560. https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2006.06.025
8. Seo, H., & Kim, T. (2019). The effects of Gyrotonic expansion system exercise and trunk stability exercise on muscle activity and lumbar stability for the subjects with chronic low back pain. *Journal of Exercise Rehabilitation*, *15*(1), 129–133. https://doi.org/10.12965/jer.1836512.256
9. Campbell, J., & Miles, W. (2005). Analyzing the Gyrotonic® arch and curl. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, *10*(2), 147–153. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2005.09.002
10. Aristotle, & Ogle, W. (1911). *De partibus animalium /*. https://doi.org/10.5962/bhl.title.128549
11. Plato. (1929). *Timaeus and Critias*. http://ci.nii.ac.jp/ncid/BA19450163
12. Wood, A. W. (2007). Review of J. G. Herder's Ideas for the philosophy of the history of humanity. Parts 1 and 2 (1785). In *Cambridge University Press eBooks* (pp. 121–142). https://doi.org/10.1017/cbo9780511791925.011
13. Kant, I., Louden, R. B., & Zöller, G. (2007). Anthropology, history, and education. In *Cambridge University Press eBooks*. https://doi.org/10.1017/cbo9780511791925
14. Gilman, S. L. (2013). "Stand Up Straight": notes toward a history of posture. *The Journal of Medical Humanities*, *35*(1), 57–83. https://doi.org/10.1007/s10912-013-9266-0
15. Malpas, C. (2004). Jules Guérin Makes his Market: the Social Economy of Orthopaedic Medicine in Paris, c. 1825–1845. In *Palgrave Macmillan UK eBooks* (pp. 148–170). https://doi.org/10.1057/9780230287594_9
16. Kendall, F. P., McCreary, E. K., & Provance, P. G. (1993). *Muscles, testing and function: with posture and pain*. http://ci.nii.ac.jp/ncid/BA51410885
17. Kendall, H. O., Kendall, F. P., & Boynton, D. A. (1971). *Posture and pain*. http://ci.nii.ac.jp/ncid/BA5984861X
18. Araújo, F., Lucas, R., Alegrete, N., Azevedo, A., & Barros, H. (2014). Sagittal standing posture, back pain, and quality of life among adults from the general population. *Spine*, *39*(13), E782–E794. https://doi.org/10.1097/brs.0000000000000347
19. Araújo, F., Lucas, R., Alegrete, N., Azevedo, A., & Barros, H. (2014). Sagittal standing posture, back pain, and quality of life among adults from the general population. *Spine*, *39*(13), E782–E794. https://doi.org/10.1097/brs.0000000000000347

SINGLE-CLICK MOLECULAR DOCKING-BASED VIRTUAL SCREENING VIA SWIFTDOCK

Billel LARBAOUI

PhD student, University of Bejaia, Faculty of Nature and Life Sciences, Department of Physical Biology and Chemistry, Laboratory of Plant Biotechnology and Ethnobotany (LBVEB), Bejaia, Algeria.

(Responsible Author), ORCID: 0009-0008-8589-9129

Rafik MENAD

Prof. Dr., University of Algiers 1, Faculty of Sciences, Department of Natural and Life Sciences, Laboratory of Valorization and Bioengineering of Natural Resources (LVBRN), Algiers, Algeria.

ORCID: 0000-0002-0646-9171

ABSTRACT

Molecular docking-based virtual screening (MDVS) is a computational method used to systematically dock libraries of small molecules against a target macromolecule in order to identify potential compounds with the desired biological activity. Several MDVS tools, such as PyRx, InstaDock, and the MultiDock Screening Tool, have been developed to perform this task, typically utilizing docking software including AutoDock4 and AutoDock Vina. Although a number of automation scripts and software solutions are available to facilitate VS using AutoDock4, none provide a fully integrated, single-click workflow that covers file preparation, docking execution, and extraction of the optimal pose along with its corresponding binding energy. To address this gap, we present SwiftDock (https://github.com/notacoder-dz/SwiftDock), an open-source VS tool designed for Windows users. SwiftDock performs a fully automated, single-click MDVS using AutoDock4, streamlining the entire process. By automatically handling all pre-docking, docking, and post-docking steps within a designated working directory containing protein and ligand files, SwiftDock removes the need for prior expertise or familiarity with the underlying software tools, including MGLTools, OpenBabel, and AutoDock4. Despite its technical limitations, SwiftDock aims to ease access to MD and MDVS, making these computational techniques more attainable for non-bioinformaticians. Ultimately, SwiftDock is designed to facilitate experimental and therapeutic research, offering a simple, efficient solution.

Keywords: Molecular docking, AutoDock4, Virtual screening, Single-click execution, SwiftDock.

GEOMETRIC AND THERMODYNAMIC INTERACTIONS IN PHOTONIC STRUCTURES

Branko Kolarić

Institute of Physics, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia

Darko Vasiljević

Institute of Physics, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia

Bojana Bokić

Institute of Physics, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia

Branislav Radjenović

Institute of Physics, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia

Marija Radmilović-Radjenović,

Institute of Physics, University of Belgrade, Pregrevica 118, 11080 Belgrade, Serbia

ABSTRACT

This study deals with the interplay between geometry and thermodynamic properties in nanostructured materials, emphasizing how convective, conductive, and radiative systems influence thermal and optical control. We demonstrate that the corrugation and intricate geometry of natural photonic structures significantly impact their thermodynamic responses, with certain configurations exhibiting negative heat capacity. Our results establish a vital connection between heat capacity and geometric design, suggesting that mimicking complex natural geometries could lead to the development of highly energy-efficient systems. Additionally, we introduce a novel approach for tailoring heat capacity on demand by adjusting material geometry without altering their chemical composition. This underscores the essential role of geometric constraints in achieving unconventional thermodynamic behaviors.

Keywords: nanostructured materials, thermodynamic properties, heat capacity.

Authors acknowledge that this research was supported by the EUROPEAN INNOVATION COUNCIL AND SMES EXECUTIVE: EIC Pathfinder Challenges 2022 call through the Research Grant 101115149 (project ARTEMIS).

OPTIMIZATION OF THERMOMECHANICAL DEFORMATIONS OF 4D-PRINTED SHAPE MEMORY POLYMERS USING NUMERICAL SIMULATION AND EXPERIMENTATION

Taoufik BENAICHA

Chouaib Doukkali University, Faculty of Sciences, Department of Physics, El Jadida-Morroco

Fatima MAJID

Prof. Dr, Chouaib Doukkali University, Faculty of Sciences, Department of Physics, El Jadida-Morroco

Ibrahim MRANI

Prof. Dr, Chouaib Doukkali University, Faculty of Sciences, Department of Physics, El Jadida-Morroco

ABSTRACT

4D printing represents a groundbreaking advancement in additive manufacturing, enabling the creation of highly complex, self-assembling products that adapt dynamically to their environment. By incorporating smart materials, such as shape memory polymers (SMPs), this technology extends beyond traditional 3D printing by adding a fourth-dimension time dependent transformation. SMPs allow printed objects to change shape or function in response to external stimuli like temperature, light, pH, or mechanical stress, offering innovative applications in fields like biomedical devices, aerospace, and soft robotics. However, the range of 4D printing filaments compatible with fused deposition modeling (FDM) remains limited, posing challenges to scalability and material performance. This study investigates the influence of critical printing parameters such as print speed, nozzle temperature, layer height, infill density, and flow rate on the mechanical properties and shape memory behavior of SMPs. The primary objective is to develop a robust simulation method using ABAQUS software to accurately model the thermomechanical behavior and shape memory effects of FDM-printed SMP parts. By analyzing how these parameters affect the 4D deformation of smart polymers under thermal activation, this research aims to optimize printing strategies, enhance material performance, and unlock new possibilities for designing adaptive, intelligent structures in advanced manufacturing applications.

Keywords: 4D printing, shape memory polymers (SMP), finite element methods, ABAQUS.

UNLOCKING THE FISCAL AUTONOMY AND DEVELOPMENT NEXUS: STATIC AND DYNAMIC APPROACH

Getnet Berhanu Akalat
Department of Economics, Punjabi University, Patiala, India,
Dr. Anupama Uppal
Professor of Economics, Department of Economics, Punjabi University, Patiala, India

ABSTRACT

This study examines the impact of fiscal decentralization on sub-national governments' economic growth by using static and dynamic panel models. The study employs revenue fiscal decentralization, expenditure assignments, vertical imbalances, and joint decentralizations as dimensions of fiscal decentralization. Fixed effect and one-step system Generalized Methods of Moment (GMM) estimators were applied to estimate the static and dynamic models, respectively. The result suggests that both revenue and expenditure fiscal decentralization indicators were positive and statistically significant in both the short run and the long run. However, vertical imbalance has a significant but negative impact on sub-national governments' economic growth. More importantly, the impact of own revenue fiscal decentralization is greater than expenditure fiscal decentralization and vertical imbalance. Among control variables, human capital and population growth have a positive and significant impact. The unemployment rate has a negative and significant effect. However, other control variables are insignificant. These findings provide valuable insights to the government and policymakers to strengthen the implementation of fiscal decentralization public policy, particularly own revenue fiscal decentralization. However, the government should reconsider the way federal grants are distributed and design strong follow-up mechanisms.

Keywords: Fiscal Autonomy; Economic Growth, Fixed Effect, System GMM

MULTICULTURAL EDUCATION: A LESSON FROM MINAHASA, INDONESIA

Djoys Anneke Rantung
Universitas Kristen Indonesia

ABSTRACT
This paper explores the implementation and potential of multicultural education in Indonesia through a focused case study of the Minahasa region in North Sulawesi. Known for its cultural richness, religious diversity, and strong communal values, Minahasa offers valuable insights into how local wisdom and indigenous traditions can support inclusive educational practices. By analyzing educational content, social practices, and community engagement in Minahasa, this study highlights how pluralism and tolerance are cultivated from an early age. The paper argues that Minahasan experiences can serve as a model for integrating cultural heritage and inter-religious understanding into national education curricula. It also reflects on the challenges posed by political, religious, and cultural homogenization in broader Indonesian society, emphasizing the importance of grassroots approaches to fostering unity in diversity. This research contributes to the discourse on multicultural education by demonstrating how localized narratives can shape national educational transformation.
Keywords: multicultural education; Indonesia; Minahasa

LEVERAGING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TO SUPPORT CONCEPTUAL LEARNING IN SECONDARY SCHOOL BIOLOGY CLASSROOMS

Ahmad Hadiza Gusau
Department of Science Education, Faculty of Education, Sokoto State University, Sokoto. Nigeria
ORCID ID-0000000197028808
Ramatu Umar Faruk
Department of Science Education, Faculty of Education, Sokoto State University, Sokoto. Nigeria
ORCID ID-0000000197028768

ABSTRACT

The integration of Artificial Intelligence(AI) in education is transforming traditional teaching and learning paradigms, it transformed the way students learn and interact with complex concepts, particularly in science subjects like biology, where abstract concepts often pose significant learning challenges. This study explores the impact of AI-based learning tools on enhancing students' conceptual understanding in biology at the secondary school level. Leveraging tools such as AI-driven molecular visualization, platforms, intelligent tutoring systems and generative language models. The research investigates how these technologies can support the teaching and understanding of complex topics of biological concepts such as genetics and heredity, evolution and natural selection and human anatomy and physiology, DNA Structures among others . A mixed-method research design was employed, involving pre-test , post-tests and classroom observations with both students and educators. Preliminary findings suggest that AI tools not only improve conceptual clarity and engagement but also foster independent learning and critical thinking. It also indicates students who used AI powered improvements in their conceptual understanding of biology compared to those who received traditional instruction. However, the study also highlights challenges related to teacher preparedness, digital literacy and the ethical use of AI in educational settings. The results contribute to the growing body of knowledge on digital innovation in biology education and offer practical recommendations for integrating AI tools effectively into the science curriculum.

Keywords: Artificial Intelligence, Biology Education, Conceptual learning , Digital Tools, Student Engagement, Science Pedagogy

EFFICIENCY OF FERTILIZER, PESTICIDES, AND HERBICIDES USE IN MONOCULTURE RICE FARMS IN THECOASTAL AREAS OF THE MEKONG DELTA, VIETNAM, DURING THE SUMMER-AUTUMN CROP

Thái Đăng Khoa

PhD candidate, College of Economics, Cantho University, Vietnam

Võ Thành Danh

Prof. Dr., College of Economics, Cantho University, Vietnam

ABSTRACT

This study evaluates the technical efficiency (TE) and input utilization efficiency of monoculture rice farms in the coastal provinces of the Mekong Delta, Vietnam, during the Summer-Autumn crop season, using the Slack-Based Measure Data Envelopment Analysis (SBM-DEA) model. A dataset of 342 farms from five provinces was analyzed to assess the efficiency of key inputs such as irrigation, fertilizers, pesticides, labor, and land preparation. The results show that the average TE score was 0.728, with only 11.1% of farms achieving optimal efficiency (Type I). Input slack analysis revealed significant overuse of irrigation water (30.06%), pesticides (18.28%), and fertilizers (16.93%), indicating considerable inefficiencies in resource use. Conversely, seed utilization exhibited the lowest excess, at only 1.77%, reflecting better management in this area. Determinants of TE included gender, land area, irrigation systems, and crop variety changes, with male-managed farms and larger-scale farms showing higher efficiency. However, farms with complete irrigation systems had lower TE, potentially due to poor management or high maintenance costs. Recommendations to improve efficiency include optimizing resource utilization, promoting crop variety diversification, and enhancing irrigation system management to ensure sustainable rice production in saline-affected areas. The study's findings highlight significant resource-saving potential and productivity improvements through targeted interventions.

Keywords: Monoculture rice farms, technical efficiency, slack-based measure data envelopment analysis, input slack, Mekong Delta.

TRENDS IN RICE YIEL, CLUSTERING AND CONVERGENCE OF RICE PRODUCTIVITY IN THE MEKONG DELTA (1995-2023)

Khoa D. Thai[1*]

[1] PhD candidate, College of Economics, Cantho University, Vietnam.

Danh T. Vo[2]

[2] Prof. Dr., College of Economics, Cantho University, Vietnam.

ABSTRACT

This study analyzes the rice yield trends in the Mekong Delta (MD) across the Winter-Spring, Summer-Autumn, and Autumn-Winter seasons using descriptive statistics, cluster analysis, and economic convergence techniques based on General Statistics Office data spanning 29 years (1995–2023). The results indicate a significant yield increase over time. For the Winter-Spring crop, yields increased from 3.5–4.0 tons/ha (1995) to 6.0–6.5 tons/ha (2023), with an average growth rate of 0.25 tons/ha/year during 2000–2010. Similarly, yields of the Summer-Autumn and Autumn-Winter crops rose from 3.0–4.0 to 5.5–6.5 tons/ha despite adverse impacts from saltwater intrusion and climate change in 2015–2016.

Cluster analysis shows distinct yield differences among provinces. Inland provinces like An Giang and Dong Thap achieved the highest yields (6.0–6.3 tons/ha), while coastal provinces like Bac Lieu and Ca Mau had lower yields (4.7–5.0 tons/ha). Rice yield clusters for the Winter-Spring crop split provinces into three groups, with average yields of 5.8, 6.2, and 6.5 tons/ha, respectively. Similar clustering patterns were found for Summer-Autumn and Autumn-Winter crops.

Beta and sigma convergence analyses further highlight trends in rice productivity development. Beta convergence reveals that provinces with initially lower yields experienced faster growth, but the estimated half-life is over 620 years, indicating slow convergence. Sigma convergence shows a decline in yield dispersion among provinces, though variation remains considerable.

Keywords: rice yield, Winter-Spring crop, Summer-Autumn and Autumn-Winter crops, clustering, convergence, Mekong Delta.

1. Introduction

1.1. The Role of the Mekong Delta in Rice Production

The Mekong Delta (MD) is regarded as Vietnam's leading rice production center, playing a crucial role in national food security and global rice exports. Although it covers only about 12% of the country's total area, the MD contributes more than 50% of Vietnam's rice output and 90% of its exported rice, making the country one of the world's top rice exporters (GSO, 2022). Benefiting from favorable natural conditions, the MD boasts fertile alluvial soil, a dense network of rivers and canals, and a tropical monsoon climate, creating ideal conditions for rice cultivation (Nguyen et al., 2021). The development of irrigation infrastructure and high-yield rice varieties has significantly improved production efficiency, meeting domestic consumption needs and boosting exports (Huynh, 2018).

However, the region faces serious challenges. Climate change has led to rising sea levels, saltwater intrusion, and prolonged droughts, all of which negatively impact rice yields (Tran et al., 2020). Additionally, population growth, labor shortages due to rural-to-urban migration, and freshwater resource depletion pose difficulties for the sustainable development of the MD (Le et al., 2019). Solutions such as crop restructuring, advanced technology application in farming, and water resource management are being recommended to improve rice production efficiency in the region (Nguyen et al., 2023).

1.2. Research Objectives

This study aims to evaluate the current status of rice productivity across crop seasons in the MD, a strategically important area for Vietnam's rice sector. Through analysis of statistical data and field surveys, the study

identifies factors affecting rice yields, including natural factors (soil conditions, climate, and water availability), socio-economic factors (labor systems, production costs, and support policies), and technical factors (rice varieties, fertilizers, and cultivation technologies) (Nguyen et al., 2021; Le et al., 2019).

Moreover, the study proposes solutions to improve rice production efficiency in the face of major challenges such as climate change, salinity intrusion, and increasing competition for resources (Tran et al., 2020). These solutions aim to ensure sustainable development, improve farmers' income, and maintain the MD's competitive position in the global rice market (Huynh, 2018).

2. Research Methodology

2.1. Data

The study uses both secondary and primary data related to rice yield across Winter-Spring and Summer-Autumn–Autumn-Winter crops from 1995 to 2023. The data spans 13 provinces in the MD and is sourced from the General Statistics Office's official dataset published over the 29-year period (1995–2023).

2.2. Analytical Methods

The study employs quantitative analysis and descriptive statistics to assess rice yield trends by season in the Mekong Delta and to identify productivity differences and convergence patterns among provinces during 1995–2023. Specifically, the following methods are applied:

Descriptive statistical analysis of yield trends: Rice yield data is analyzed over time using box plots and line charts. Box plots are used to illustrate yield dispersion and differences across seasons and provinces, while line charts help identify temporal yield trends. This method provides an overview of yield changes and highlights periods of growth or decline (Nguyen et al., 2021).

Clustering provinces based on yield and production conditions: The K-means method is applied to group provinces based on indicators such as rice yield, cultivated land area, irrigation levels, and socio-economic indicators (MacQueen, 1967). This clustering helps identify provinces with similar production conditions, enabling tailored solutions for each group. The clustering result is validated using the Silhouette index to assess clustering quality (Rousseeuw, 1987).

Beta and sigma convergence testing: The study uses beta (β) and sigma (σ) convergence tests to assess the narrowing of yield disparities among provinces over time. Beta convergence is tested using a regression model in which rice yield is the dependent variable, and initial yield and socio-economic factors are independent variables. Beta convergence occurs when provinces with initially low yields grow faster than those with higher initial yields, reducing yield disparities (Barro & Sala-i-Martin, 1992). Sigma convergence is assessed through the declining standard deviation of rice yields across provinces over time, reflecting the reduction of yield inequality (Nguyen et al., 2023).

Tools and software: Data analysis is conducted using statistical software such as R and Python, with specialized libraries including ggplot2, scikit-learn, and statsmodels.

3. Results and Discussion

3.1. Rice Yield Trends Over the Years

3.1.1. Winter-Spring Crop

Rice yield for the Winter-Spring crop increased from an average of 3.5–4.0 tons/ha in 1995 to 6.0–6.5 tons/ha in 2023 (Figure 3.1). This crop season recorded the highest yield due to favorable weather conditions and advanced farming techniques. During 2000–2010, the average yield growth rate was 0.25 tons/ha/year, but this

growth slowed after 2010. From 1995 to around 2010, yields increased steadily. A drop in productivity was observed between 2010 and 2012. However, after 2012, yields recovered rapidly and continued to rise steadily until 2023. The chart shows a positive trend in Winter-Spring rice yield improvement in the Mekong Delta over nearly 30 years.

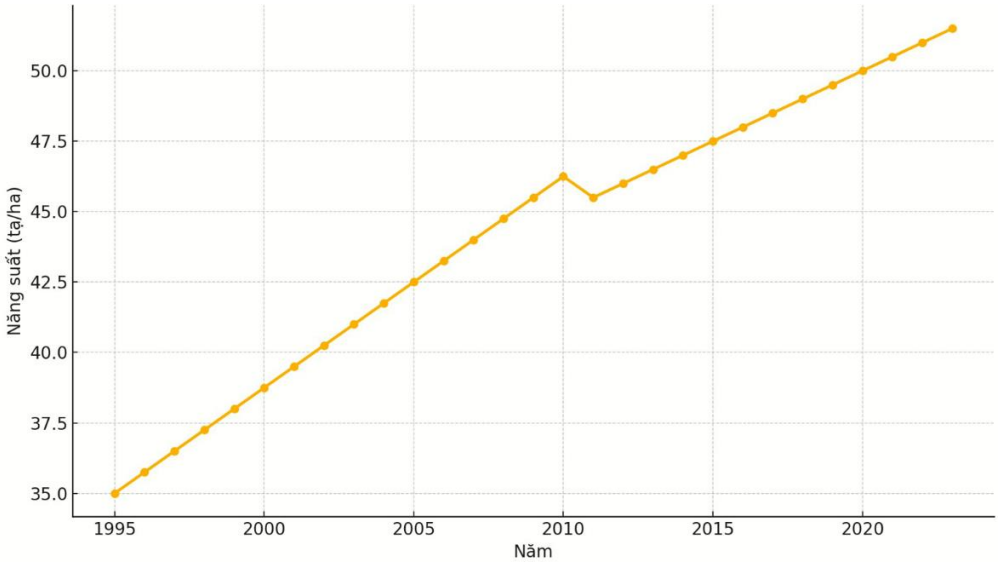


Figure 3.1: Rice yield trends for the Winter-Spring crop in the Mekong Delta (1995–2023).

Provincial-level analysis (Figure 3.2) shows that rice yields in all provinces have generally increased over time. Provinces such as Dong Thap, An Giang, Can Tho, and Kien Giang experienced strong growth, reaching 6.0–6.5 tons/ha during 2020–2023. Long An and Vinh Long showed steady increases, with average yields of about 5.5–6.0 tons/ha by 2023. Provinces like Ben Tre, Bac Lieu, and Ca Mau had lower yields, around 4.0–5.0 tons/ha in recent years. Since 2010, most provinces have seen stable yield growth, indicating technological and production condition improvements.

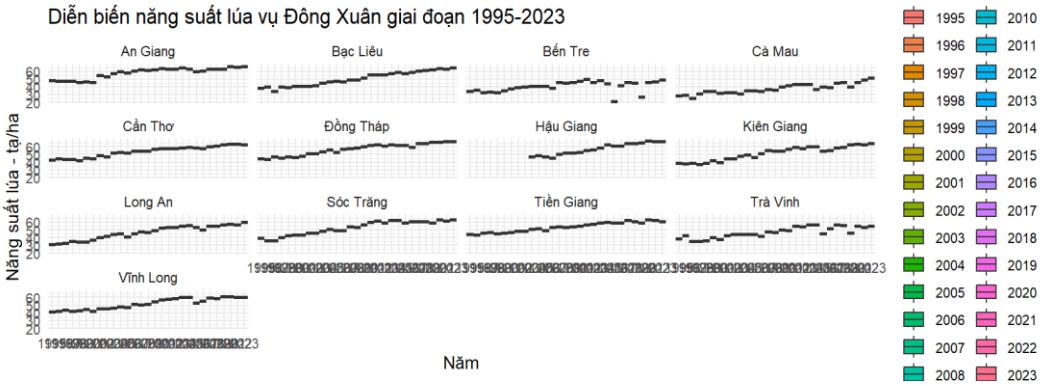


Figure 3.2: Rice yield trends by province for the Winter-Spring crop in the Mekong Delta (1995–2023).

3.1.2. Summer-Autumn and Autumn-Winter Crops

Rice yields for the Summer-Autumn and Autumn-Winter crops also showed significant growth, from 3.0–4.0 tons/ha in 1995 to 5.5–6.5 tons/ha in 2023 (Figure 3.3). However, yields were lower than the Winter-Spring crop due to climate conditions and saltwater intrusion. Significant fluctuations were observed in 2015–2016 during severe saltwater intrusion events.

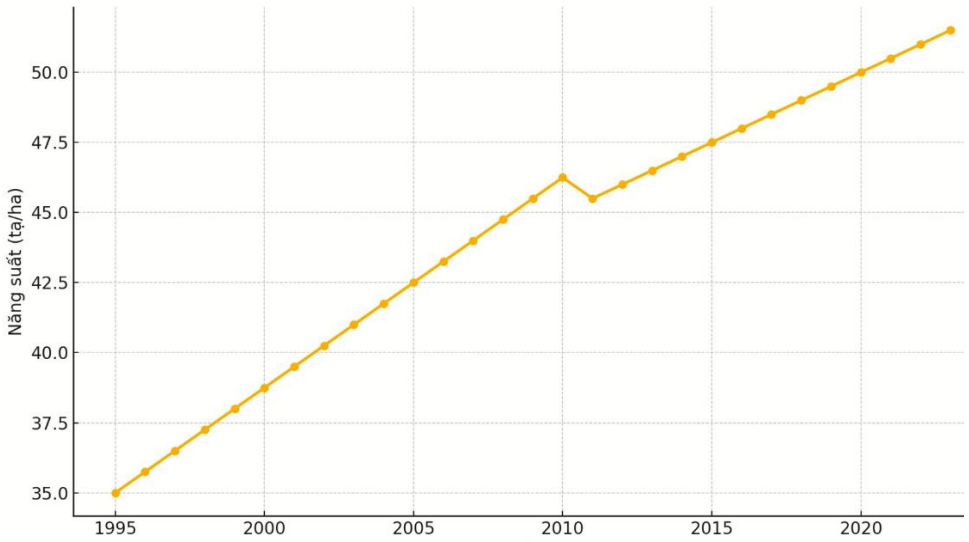


Figure 3.3: Rice yield trends for the Summer-Autumn and Autumn-Winter crops in the Mekong Delta (1995–2023).

Provincial breakdowns of Summer-Autumn–Autumn-Winter yield trends in the Mekong Delta for 1995–2023 are illustrated in Figure 3.4. All provinces experienced upward yield trends. Provinces such as An Giang, Dong Thap, Can Tho, and Long An had the highest yields, approaching 6.5 tons/ha by the end of the period. Coastal provinces like Bac Lieu, Ca Mau, and Soc Trang had lower yields, ranging from 5.0–5.5 tons/ha. The chart highlights the strong development of agriculture, particularly Summer-Autumn rice production, in the region over the past 30 years.

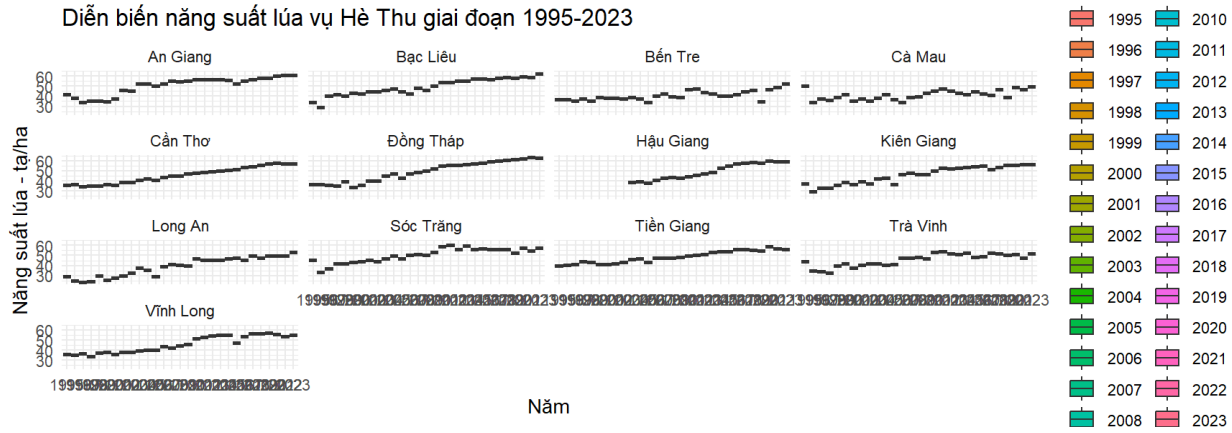


Figure 3.4: Rice yield trends by province for the Summer-Autumn and Autumn-Winter crops in the Mekong Delta (1995–2023).

3.2. Rice Yield Clustering

3.2.1. Winter-Spring Crop Clustering

The clustering analysis showed that when the number of clusters (k) increased from 1 to 3, the within-cluster sum of squares (WSS) dropped significantly. This indicates that partitioning the data into 3 clusters captures distinct yield differences across groups. Beyond k = 3, WSS decreased more slowly, implying that additional clusters did not significantly improve yield group separation. For the Winter-Spring crop (Figure 3.5), three optimal clusters were identified, representing groups of provinces with different rice yields. These clusters reflect provinces with possibly different production conditions (e.g., soil quality, weather, farming practices) but similar Winter-Spring yields, allowing for shared categorization.

Cluster 1 includes Ben Tre and Vinh Long.

Cluster 2 includes An Giang, Tra Vinh, and Ca Mau.

Cluster 3 includes Bac Lieu, Can Tho, Dong Thap, Hau Giang, Kien Giang, Long An, Soc Trang, and Tien Giang.



Figure 3.5: Clustering of provinces based on Winter-Spring crop yields.

Figure 3.6 illustrates each cluster with a distinct color and lists provinces along with their average yield: Cluster 1 (red): average yield of 6.2 tons/ha. Cluster 2 (blue): average yield of 5.8 tons/ha. Cluster 3 (green): average yield of 6.5 tons/ha

These findings reveal significant differences in rice productivity across the clusters.

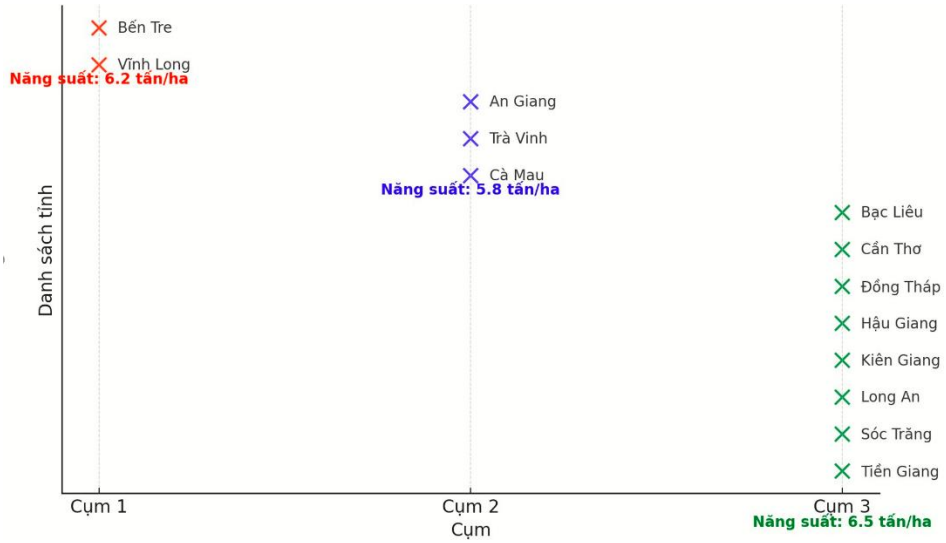


Figure 3.6: Clustered provinces for the Winter-Spring crop with average yields.

3.2.2. Summer-Autumn and Autumn-Winter Crop Clustering

The clustering results in Figure 3.7 identify three groups of provinces with distinct yield characteristics. These clusters reflect commonalities in production conditions, weather, or farming techniques that lead to similar Summer-Autumn and Autumn-Winter rice yields among provinces within each group.

Cluster 1 includes An Giang, Ben Tre, and Vinh Long.

Cluster 2 includes Bac Lieu, Dong Thap, Hau Giang, Tien Giang, and Tra Vinh.

Cluster 3 includes Can Tho, Ca Mau, Kien Giang, Long An, and Soc Trang.



Figure 3.7: Clustering of provinces for the Summer-Autumn and Autumn-Winter crops.

Figure 3.8 depicts each cluster with a specific color and lists provinces with their average yield: Cluster 1 (red): average yield of 5.7 tons/ha. Cluster 2 (blue): average yield of 6.2 tons/ha. Cluster 3 (green): average yield of 6.0 tons/ha.

Provinces are grouped based on factors such as production conditions, climate, and farming practices, with relatively homogeneous yields within each cluster.

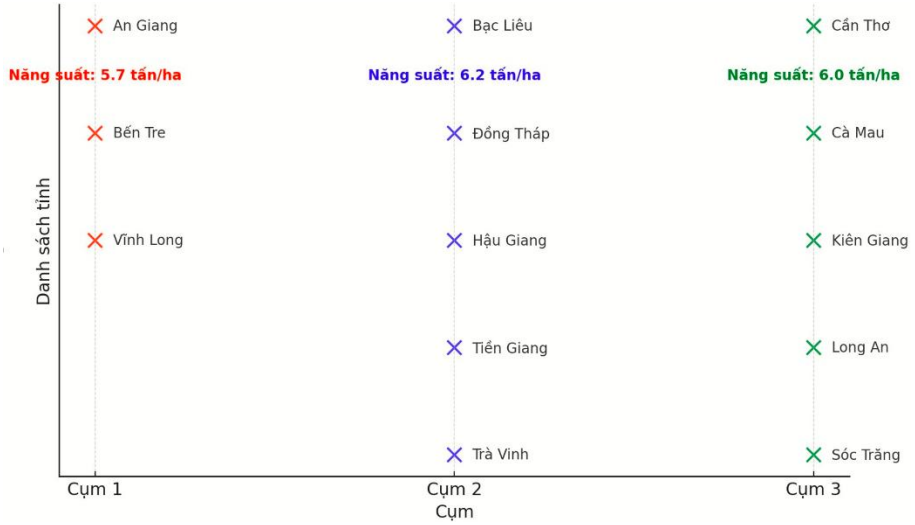


Figure 3.8: Clustered provinces for the Summer-Autumn and Autumn-Winter crops with average yields.

3.3. Rice Yield Convergence

3.3.1. Winter-Spring Crop

The regression results of the absolute beta convergence model for the Winter-Spring crop, estimated using the OLS method, are shown in Table 3.1. The estimated beta coefficient is -0.0210. A negative beta indicates absolute convergence in rice yield among Mekong Delta provinces during the Winter-Spring season. In other words, provinces with initially lower yields tended to grow faster than those with higher initial yields.

The estimated half-life is 619.47, meaning it would take approximately 620 years for the yield gap between provinces to halve. The R^2 value is 0.4404, indicating that about 44% of the variation in the data is explained by the model. Overall, the results support the hypothesis of absolute beta convergence in Winter-Spring rice yields in the Mekong Delta-under normal conditions, lower-yield provinces tend to grow faster than higher-yielding ones, reducing disparities in the long run.

Table 3.1: Regression Results of the Unconditional (Beta) Convergence Model – Winter-Spring Crop

Variable	Coefficient
Intercept	0.093904*** (3.423)
Beta	-0.021035** (-2.942)
Lambda	0.001119ns
Half-life	619.472260
R^2	0.4404
F-value	8.655***

Note: *, **, *** indicate significance at the 10%, 5%, and 1% levels respectively; ns = not statistically significant; t-values in parentheses.

For conditional convergence, the regression results of the sigma convergence model based on trend regression are shown in Table 3.2. The intercept is -1.923280 and statistically insignificant, indicating it does not significantly influence the model. The coefficient of the Time variable is 0.001024 with a t-ratio of 0.5604, also statistically insignificant. The R^2 value of 0.01715 suggests the model has low explanatory power. Additionally, the F-value of 0.3141 confirms that the overall model lacks statistical significance. This reinforces the conclusion that there is insufficient evidence of dispersion reduction in Winter-Spring yields across provinces.

Table 3.2: Regression Results of the Conditional (Sigma) Convergence Model - Winter-Spring Crop

Variable	Coefficient
Intercept	-1.923280ns (-0.5227)
Time	0.001024ns (0.5604)
R^2	0.01715
F-value	0.3141ns

Figure 3.9 illustrates the inverse relationship between rice yield and yield growth in the Winter-Spring crop. As yields rise, their growth rate tends to decline, suggesting an optimal yield threshold may be approaching.

This may be due to saturation of input factors like land, technology, and production intensity, making further yield improvements more difficult.

3.3.2. Summer-Autumn and Autumn-Winter Crops

The regression results of the absolute beta convergence model for the Summer-Autumn and Autumn-Winter crops, estimated by OLS, are shown in Table 3.3. The alpha coefficient is 0.092068, marginally significant at the 10% level. The beta coefficient is -0.021039, statistically significant at 5%, suggesting beta convergence: provinces with higher initial yields grew more slowly than those with lower yields.

The half-life is estimated at 619.36 years, indicating a very slow convergence process in rice yield among provinces. The R^2 value of 0.2117 shows that 21.17% of yield variation is explained by the model. The F-value of 2.954 confirms the model's statistical significance.

Table 3.3: Regression Results of the Unconditional (Beta) Convergence Model – Summer-Autumn and Autumn-Winter Crops

Variable	Coefficient
Intercept	0.092068* (2.006)
Beta	-0.021039** (-1.719)
Lambda	0.001119
Half-life	619.356437
R^2	0.2117
F-value	2.954***

The sigma convergence model results (Table 3.4), based on trend regression, show an intercept of 0.1641008 and a Time coefficient of -0.0000683, both statistically insignificant. This indicates no strong statistical evidence of sigma convergence over time. The R^2 value is only 0.006352, meaning the model explains less than 1% of the variance in yield dispersion, and the F-value of 0.1151 confirms the model's lack of significance.

Table 3.4: Regression Results of the Conditional (Sigma) Convergence Model – Summer-Autumn and Autumn-Winter Crops

Variable	Coefficient
Intercept	0.1641008ns (0.4048)
Time	-0.0000683ns (-0.3392)
R^2	0.006352
F-value	0.1151ns

Figure 3.10 shows an inverse relationship between average yield and yield growth rate for the Summer-Autumn crop from 1995 to 2023. Higher-yield provinces experienced slower growth, while lower-yield provinces grew faster—evidence of beta convergence across regions over time.

5. Conclusion and Recommendations

5.1. Conclusion

The study reveals that rice yields in the Mekong Delta have significantly increased over nearly three decades. Winter-Spring yields rose from 3.5–4.0 tons/ha in 1995 to 6.0–6.5 tons/ha in 2023, with an average growth rate of 0.25 tons/ha/year during 2000–2010, which slowed after 2010. A brief yield decline occurred from 2010–2012, followed by a steady recovery and increase up to 2023. Yields of the Summer-Autumn and Autumn-Winter crops also increased from 3.0–4.0 to 5.5–6.5 tons/ha over the same period.

Provincial-level analysis reveals stark yield differences. Leading provinces such as An Giang, Dong Thap, and Can Tho reached 6.0–6.3 tons/ha in 2023, while coastal provinces like Bac Lieu and Ca Mau remained at 4.7–5.0 tons/ha. Cluster analysis confirms these disparities, with three provincial groups: high-yield (6.5 tons/ha), medium-yield (5.8 tons/ha), and low-yield (5.7 tons/ha), with the latter mainly comprising coastal provinces.

Beta and sigma convergence analyses show signs of convergence. Provinces with low initial yields, like Ca Mau (3.5 tons/ha in 1995), grew at an average of 3%/year, compared to 1%/year in leading provinces like An Giang. The estimated half-life of 620 years suggests very slow convergence. Sigma convergence results show a significant reduction in yield inequality, with variance dropping from 24 in 1995 to 10 in 2023—mostly during 1995–2005.

In summary, although significant progress has been made, yield disparities among provinces remain. Leading provinces average 6.0–6.3 tons/ha, while coastal provinces trail by 20–25%, largely due to severe salinity and poor soil quality. If well-coordinated policies are implemented, coastal provinces could reach 5.5–6.0 tons/ha by 2030, aligning with current inland province averages.

5.2. Recommendations

Based on the findings, the following measures are proposed to improve rice yields and reduce regional disparities in the Mekong Delta:

Irrigation infrastructure investment: Coastal provinces like Bac Lieu and Ca Mau (4.7–5.0 tons/ha in 2023) should prioritize irrigation systems to mitigate salinity impacts, potentially increasing yields by 0.5–1.0 tons/ha.

Advanced farming technologies: In An Giang and Dong Thap (6.0–6.3 tons/ha), using high-quality rice varieties and water-saving techniques could help lower-yield provinces improve yields by 8–12%.

Research and technology transfer: Developing salt-tolerant rice varieties could raise productivity by 10–15% in saline areas.

Training and extension programs: Effective practices from Can Tho (yield increase from 5.0 tons/ha in 2005 to 6.3 tons/ha in 2023) should be expanded to improve resource use efficiency.

Financial support: Provide preferential credit to farmers in low-yield areas to boost yields by 5–8%.

Monitoring and evaluation: Establish yield monitoring systems to enable timely policy adjustments, as seen in Dong Thap where yields increased 3%/year.

These recommendations aim not only to improve rice productivity but also to foster sustainable development, with projected regional yield increases of 10–15% over the next decade.

References

Le, T. H., Nguyen, M. H., & Pham, Q. T. (2019). *Challenges in sustainable development of rice production in the Mekong Delta.* Asian Agriculture and Development.

Tran, Q. H., Le, T. T., & Dang, H. N. (2020). *Effects of climate change on rice production in the Mekong Delta: A review.* Climate Resilience in Agriculture.

Kartal, S., Choudhary, S., Stočes, M., Šimek, P., Vokoun, T., & Novák, V. (2020). *Segmentation of Bean Plants Using Clustering Algorithms.* AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics, 12(3), 36–43. ISSN 1804-1930. https://doi.org/10.7160/aol.2020.120304

Fan, C.-k., & Wu, Y. (2010). *A Research on Competitiveness of Guangxi City: Based on System Clustering Method and Principal Component Analysis Method.* Asian Agricultural Research, 2(2), 13–16.

Tang, J. (2010). *Ranking and Clustering of the Economic Status of Rural Residents in 31 Provinces and Regions in China.* Hubei Province Agricultural Mechanization Management Office. Asian Agricultural Research, 2(12), 34–36.

Czeczelewski, J., Tucki, A., & Czeczelewska, E. (2016). *The Use of Cluster Analysis in the Research on Shopping Preferences Regarding Regional Products from Lubelskie Voivodeship.*

General Statistics Office (2022). *Vietnam Statistical Yearbook 2022.* General Statistics Office of Vietnam.

Huynh, T. T. (2018). *The impact of irrigation systems on rice productivity in the Mekong Delta.* Vietnam Journal of Agriculture.

Nguyen, V. T., et al. (2021). *Natural advantages and threats to agricultural sustainability in the Mekong Delta.* Vietnam Journal of Science.

CLINICAL AND MOLECULAR FINDINGS IN A MOROCCAN FAMILY WITH JERVELL AND LANGE-NIELSEN SYNDROME: A CASE REPORT

Najlae Adadi

Higher Institute of Nursing Professions and Health Technologies (ISPITS); Dakhla-Morocco

ABSTRACT

Background: Jervell and Lange-Nielsen syndrome (Online Mendelian Inheritance in Man 220400) is a rare autosomal recessive cardioauditory ion channel disorder that affects 1/200,000 to 1/1,000,000 children. It is characterized by congenital profound bilateral sensorineural hearing loss, a long QT interval, ventricular tachyarrhythmias, and episodes of torsade de pointes on an electrocardiogram. Cardiac symptoms arise mostly in early childhood and consist of syncopal episodes during periods of stress, exercise, or fright and are associated with a high risk of sudden cardiac death. Jervell and Lange-Nielsen syndrome is caused by homozygous or compound heterozygous mutations in KCNQ1 on 11p15.5 or KCNE1 on 1q22.1-q22.2.

Case presentation: We report the case of a 10-year-old Moroccan boy with congenital hearing loss and severely prolonged QT interval who presented with multiple episodes of syncope. His parents are first-degree cousins. We performed Sanger sequencing and identified a homozygous variant in KCNQ1 (c.1343dupC, p.Glu449Argfs*14).

Conclusions: The identification of the genetic substrate in this patient confirmed the clinical diagnosis of Jervell and Lange-Nielsen syndrome and allowed us to provide him with appropriate management and genetic counseling to his family. In addition, this finding contributes to our understanding of genetic disease in the Moroccan population.

Keywords: Jervell and Lange-Nielsen syndrome, Long QT syndrome, Deafness, Moroccan, Mutation

GEO-MODELLING OF NOISE POLLUTION IN URBAN AREAS – TIRANA, ALBANIA

Enkela BEGU

PhD., University of Tirana, Faculty of History and Philology, Department of Geography

INTRODUCTION

Noise pollution is defined as any disturbing or unwanted sound that disrupts or harms human health or wildlife.[1] The primary sources of noise pollution in urban areas are: a)increased urbanization and infrastructure development, b)rise in vehicular traffic and air travel and c) construction and industrial activities. In large cities and densely populated urban areas, noise pollution has become one of the most concerning environmental problems. It is not seen as air or water pollution, but its impact is deeply felt on the health and well-being of residents. Incessant noise from traffic, construction, commercial activities and other sources of sound are now part of urban everyday life, exceeding permitted limits and causing direct consequences on the quality of inhabitants' life. The main sources of noise pollution in urban areas are vehicle, bus and motorbike traffic, construction works and night activities such as music venues or public events. Often these sources operate beyond permitted hours, especially in residential areas, where residents are exposed to noise even at night. In the absence of effective urban planning and institutional control, this problem deepens and is often ignored by the authorities. The consequences of noise pollution are numerous. From a health perspective, prolonged exposure to noise is associated with increased stress, sleep problems, difficulty concentrating, and a higher risk of cardiovascular disease. In children and the elderly, the impact is even more pronounced. From a social perspective, noise pollution affects the quality of life, reduces property values, and creates a general sense of discomfort and dissatisfaction with city life. Faced with this reality, solutions require an integrated approach. The implementation of urban planning policies that provide for quiet areas, greenery for acoustic insulation, and strict controls on construction and commercial activities are necessary steps. Likewise, the use of real-time noise measurement technologies and raising citizens' awareness of the importance of maintaining public peace are measures that should accompany any long-term strategy. Noise pollution in urban areas is a challenge that requires serious attention. It is time that this "invisible" form of pollution be treated with the same priority as air or water pollution, as its impact on well-being and health is just as detrimental. Only through collaboration between institutions, communities and individuals can we create quieter, healthier and more liveable cities for all.

Methodology

Noise mapping is a visual representation of the spatial distribution of sound levels across a specific area[2].Noise monitoring and mapping play a crucial role in understanding, managing, and mitigating the impacts of noise pollution on communities and the environment.To collect the data needed for this study NoiseCapture application is utilized[3]. It is a free and open-source Android application that allows users to measure and share the noise environment. Each noise measure is combined with its GPS track so that the result can be displayed in an interactive maps within the application.

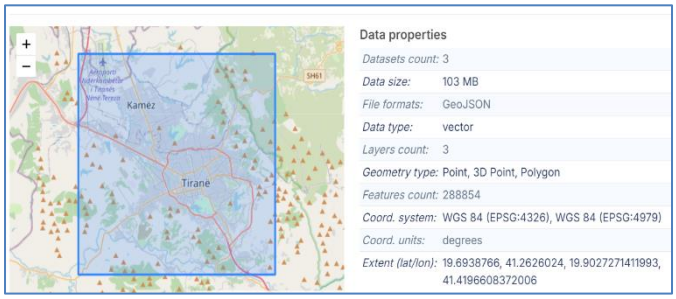
[1] Alam.P., et.al. 2024
[2] Lokhande, S. K., et. al. 2021
[3] https://noise-planet.org/noisecapture.html

Figure 1 NoiseCapture application view



Source:[4]

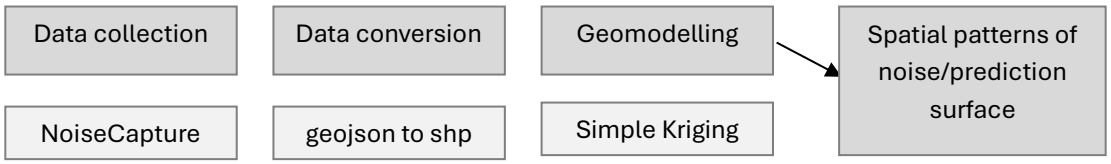
Figure 2 Illustration of NoiseCapture application data



Source:[5]

Using this application data for the study area are collected in two time periods: during daytime between 9AM-14PM and during night 11PM -01 (May 2025).Since the collected data format is geojson files they need to be converted into shapefiles in order to be used afterwards in a GIS environment. ArcGIS Desktop10.8 /Geostatistical Analyst extension is the software utilised for geomodelling noise data in this study. Geostatistical Analyst is an extension to ArcGIS Desktop that is used for spatial analysis of numerical data using statistical methods, especially interpolation. This makes it very suitable for modeling the spatial distribution of noise pollution.In this Kriging Interpolation technique is utilized in order to create prediction surfaces and spatial patterns of noise pollution hot-spot in the area (*Figure 4,5).* Advantages of geomodelling with Geostatistical Analyst are related to the fact that it provides:advanced interpolation model (Kriging);prediction of noise levels in areas where there is no direct data;accurate statistical analysis and uncertainty control and design of noise pollution profiles in different urban areas.

Figure 3 Study framework



Source: Author's design

Study area

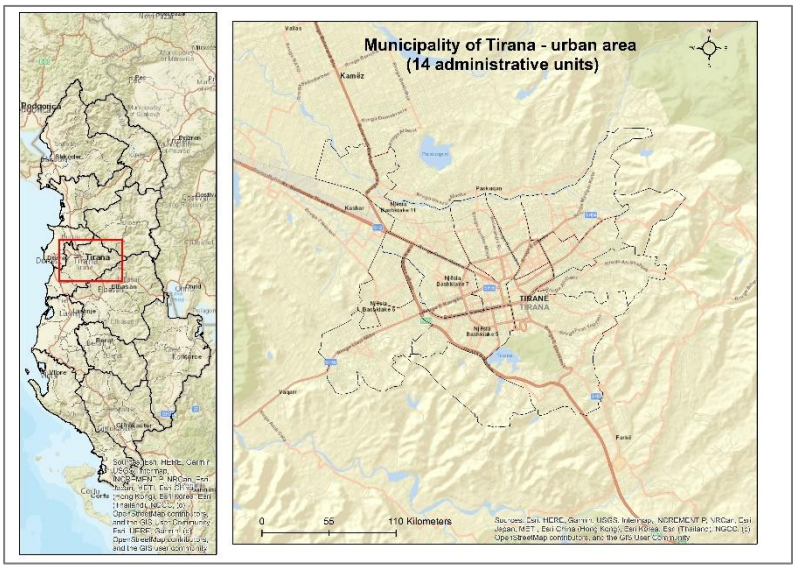
The study area is located in Tirana, capital of Republic of Albania (*Figure 4*). The city, as the capital and largest city of Albania, represents an important political, economic, cultural and educational center of the country. Its socio-economic features are shaped by a combination of historical, demographic factors and modern urban developments. Tirana has the largest population concentration in the country reaching at 758/km^2 and with around 887.778 inhabitants in the metropolitan area alone[6].It has a new demographic structure, with the majority of the population in working age (15–64 years).Internal migration has significantly influenced the rapid population growth, especially after the 1990s, with large inflows from rural and northern areas.

[4] Bocher.E.,et.al. 2016

[5] https://mygeodata.cloud/conversion#datainfo

[6] https://tirana.al/

Figure 4 Study area



Source: Author's design; ESRI World Basemap

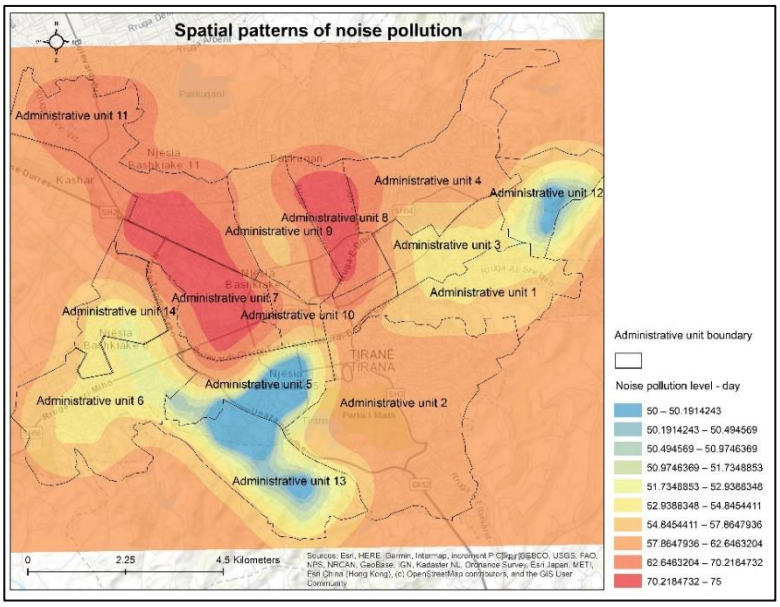
The city has undergone a profound urban transformation after 2000, with the expansion of suburban areas and intensive construction. Problems include a lack of sustainable urban planning, heavy traffic, air pollution, and a lack of green spaces. Noise pollution in Tirana is an increasingly present problem, as a result of rapid urban development and increasing traffic intensity. This pollution has a direct impact on the health of citizens, causing stress, fatigue and hearing problems. The city faces high noise levels, mainly from traffic, transportation and commercial activities, especially during rush hours. According to official data from the General Directorate of Road Transport Services[7], at the end of 2024, around 340,000 private vehicles are registered in the Municipality of Tirana However, there are different periods of the day and areas that can be quieter, such as mornings or some less frequented neighborhoods. This shows that noise pollution is dynamic and dependent on the city's activities.

Discussion

The spatial patterns of noise pollution in Tirana reveals significant variations between day and night periods *(Figure 5,6), (Table 1)*. During the day, administrative units 7, 9, and 10 exhibit the highest levels of noise pollution, exceeding 70 dB in some areas, likely due to intense traffic, commercial activity, and urban density. At night, although overall noise levels decrease, these same units remain hotspots, indicating persistent anthropogenic disturbance. In contrast, peripheral units such as 5, 6, 12, and 13 maintain lower noise levels throughout the day and night, suggesting more residential or green space character. These findings highlight the need for targeted noise mitigation strategies, especially in central urban zones, and the preservation of quieter areas to enhance urban livability and public health.

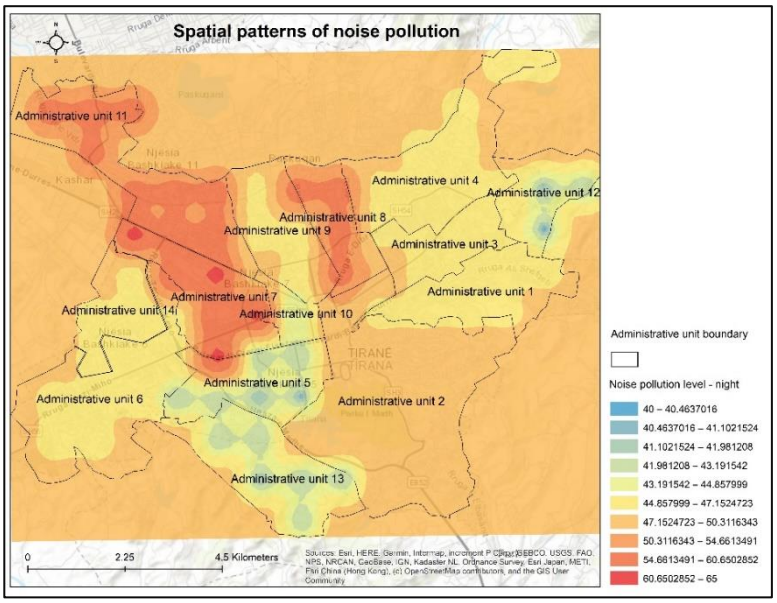
[7] https://www.dpshtrr.al/

Figure 5 Spatial patterns of noise pollution –by day



Source: Author's design; ESRI World Basemap

Figure 6 Spatial patterns of noise pollution – by night



Source: Author's design; ESRI World Basemap

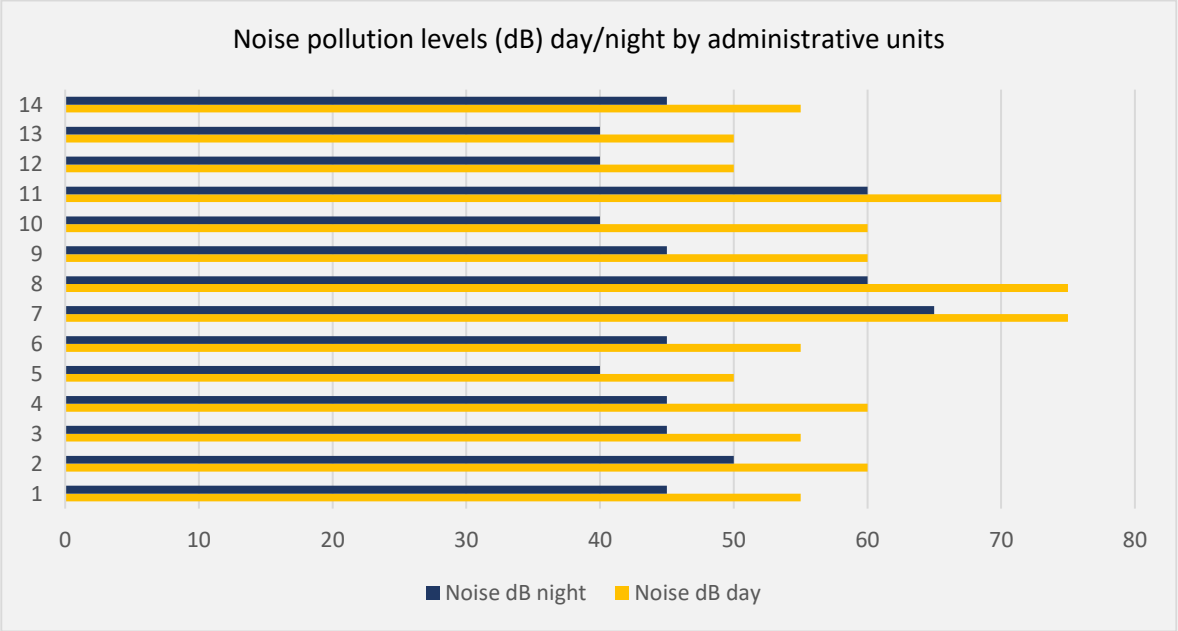
Table 1 Highest and lowest noise values registered in 24 hours, May 2025

Noise values (dB)			
	min values	max values	average
by day	50	70	60
by night	40	60	50

Source: Author's calculations

Spatial distribution of noise levels in prediction maps indicates problematic situations in some areas with high traffic and intensive economic activity. The most affected areas include administrative units 7,9 and partly 10. In these units are located "Kryqezimi 21 Dhjetori","Sheshi Italia" and "Rrugë e Kavajës", where decibel levels often exceed the recommended limits for a healthy environment. The data analysis shows that units 7, 9, and 10 are persistently affected by high noise pollution, suggesting continuous anthropogenic activities — traffic, business, and population density. Units like 13 and 6 provide a buffer zone with a distance from noise, particularly at night, indicating better residential living conditions. Continuous exposure to noise pollution for the residents of these areas can have adverse effects negative effects on the health of residents, causing stress, chronic fatigue.

Graphic 1 Noise pollution levels (dB) comparison in 24 hours, May 2025



Source: Author's design

The above graphic reveals significant differences in noise levels between day and night across Tirana's administrative units. Overall, daytime noise levels are consistently higher than nighttime values in every unit, reflecting increased human and traffic activity during the day. The highest daytime noise levels are recorded in Administrative Units 7 and 8 (75 dB), followed closely by Unit 11 (70 dB). These areas likely correspond to central urban zones with high traffic density, commercial activity, and infrastructure hubs. At night, although noise levels decrease, these same units still show elevated values (60–65 dB), indicating persistent noise sources, possibly nightlife, traffic, or industrial operations.

In contrast, Units 5, 12, and 13 consistently report the lowest noise levels, both day (50 dB) and night (40 dB), suggesting quieter, more residential or green areas with lower urban activity. The difference between day and night noise levels ranges from 10 to 15 dB, with the largest discrepancies in more active central units. This

contrast highlights the impact of daily human activity on urban soundscapes and underscores the need for targeted noise mitigation, especially in the noisiest zones.

Conclusions

The prepared maps clearly illustrate the areas with the highest risk to the acoustic health of citizens, mainly in the center. The quality of the sound environment in Tirana is far from European standards. Noise exceeds 20dB above the recommended limits in many areas day and night, while the main sources are traffic, unurbanized activity, construction with unlimited hours. The health consequences are considerable, especially for residents of densified areas. The measures taken are important, but still incomplete: fines, urban planning and small projects are being developed, but equipment and law enforcement remain a challenge. Citizen complaints are numerous, but the enforcement mechanisms are not able to cope with the volume of problems. To improve the quality of urban life and the health of citizens, clear management measures are needed, such as reducing traffic in the busiest areas, creating green spaces, and helping to raise awareness about the consequences of noise pollution. Important recommendations for improvement with this regard would include: installation of real-time noise measurement devices at the most problematic points; strengthening controls at night and on weekends; development of “quiet” zones (near schools, hospitals) with dense greenery; raising public awareness to reduce the use of mopeds in the city; updating the municipal law for quality monitoring and enforcement.

References

1. Alam.P., et.al. 2024.Noise pollution mitigation and control in urban areas near international borders through 2D noise mapping.Scientific Reports. Vol.14, 30582.

2. Lokhande, S. K., et. al. 2021.Abatement of traffic noise pollution on educational institute and visualization by noise maps using computational software: A case study. In: (eds Karuppusamy, P., Perikos, I., Shi, F. & Nguyen, T. N.) Sustainable Communication Networks and Application. Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies, 55. Springer.

3. Bocher.E.,et.al. 2016. OnoM@p: Spatial Data Infrastructure dedicated to noise monitoring based on volunteers measurements.

4. https://noise-planet.org/noisecapture.html

5. https://mygeodata.cloud/conversion#datainfo

6. https://tirana.al/

7. https://www.dpshtrr.al/

CORPUS-BASED ANALYSIS OF ACCOUNTING TERMINOLOGY IN ENGLISH AND KYRGYZ LANGUAGES

Zhyldyzkan Asanova

Department of American and Translation Studies

Osh State University, Kyrgyz Republic

Satina Çinibekovna İbrahimova

Department of American and Translation Studies

Osh State University, Kyrgyz Republic

ABSTRACT

Accounting terminology plays a pivotal role in ensuring effective communication within global financial systems. This study presents a corpus-based comparative analysis of accounting terms used in English and Kyrgyz financial texts, focusing on their frequency, contextual usage, and semantic nuances. The research draws on a bilingual corpus constructed from authentic financial documents and business communication materials. Methodologically, the study integrates both quantitative corpus linguistics techniques and qualitative analysis through a focus group of translation students. The findings highlight notable differences and overlaps in terminology usage, revealing cultural and linguistic factors that influence translation and comprehension. Practical implications for translators and educators include enhanced strategies for teaching accounting terminology with contextualized exercises. This study contributes to bridging terminological gaps between English and Kyrgyz accounting lexicons and offers directions for future research in bilingual business communication.

Keywords: accounting terminology, bilingual translation, Kyrgyz-English, corpus linguistics, business communication, financial discourse, cultural equivalence

1. Introduction

The global expansion of financial activities requires clear and accurate multilingual communication, especially in accounting. Accounting terminology is not merely technical but often reflects cultural, legal, and institutional contexts (Evans, 2004). In Kyrgyzstan, where multilingualism intersects with economic transition, effective translation of accounting terms is vital. Yet, the challenges of translating culturally bound terms between Kyrgyz and English remain underexplored.

This study defines accounting terminology as the set of specialized lexical items used in financial statements, transactions, and regulatory discourse. The research examines how such terms are used, understood, and translated between English and Kyrgyz, using a bilingual corpus-based approach.

Real-life application played a key role in this study, as translation students from Osh State University actively engaged in hands-on tasks designed to uncover the specific challenges they faced when translating complex financial terms—such as “equity” or “liabilities”—into culturally appropriate and contextually accurate Kyrgyz equivalents.

This investigation centers on the following combined research questions: This study investigates the patterns revealed through bilingual corpus analysis of 25 core accounting terms, explores how Kyrgyz translation students interpret and translate these terms, and examines the role of corpus tools in enhancing their terminological comprehension.

2. Literature Review

Corpus-based terminology studies have flourished in recent decades, emphasizing the role of real-language data in translation training and lexical studies (Bowker, 2003; McEnery & Hardie, 2012). In financial discourse, terminological precision is crucial to avoid misinterpretation (Evans, 2004; Altarawneh, 2020).

In Kyrgyz linguistics, works such as Baizakov (2018) and Tashieva (2022) explored

the adaptation of modern financial terminology. Russian scholarship (e.g., Baranov & Koptelov, 2017) focuses on terminological equivalence in post-Soviet economies. Meanwhile, Western researchers like Sager (1990) emphasize standardization and corpus-informed lexicography.

Comparative studies (e.g., Štefčík, 2021) show that corpus-driven bilingual lexicons improve translation accuracy and cultural competence. However, most existing work neglects Kyrgyz-English combinations.

This study addresses that gap by incorporating European corpus approaches, Kyrgyz linguistic insights (e.g., Akmataliev, 2019), and practical student-centered translation data.

3. Research Methodology

3.1 Research Focus and Goals

At the heart of this study lies a practical and educational goal: to understand how accounting terms are used and interpreted across English and Kyrgyz, and how students learning translation manage these complex terms. The research aims to explore both the linguistic patterns of key financial terminology and the real challenges faced by future translators when working between two very different languages and cultural contexts.

We focused on twenty five core accounting terms, frequently found in financial documents, to identify patterns, translation difficulties, and cultural misunderstandings. The underlying assumption was that many of these difficulties stem from more than just vocabulary gaps—they often reflect deeper cultural and conceptual differences between how finance is discussed in English and Kyrgyz.

3.2 Research Questions

This research explores the following guiding questions:

- What usage patterns and contextual nuances emerge from analyzing 25 accounting terms in a bilingual English–Kyrgyz corpus?
- How do Kyrgyz translation students understand and translate these terms in real translation tasks?
- How effective are corpus tools in helping students grasp the meaning and proper usage of these financial terms?

3.3 Who Took Part

The study involved thirty five third-year undergraduate students from the Osh State University. These students had already completed several courses in English and translation theory, making them a strong group to explore how academic training and real-world tools come together in practice.

3.4 Tools and Resources

To support the research, we combined various software tools and linguistic databases. These included:

- AntConc – A simple but powerful tool to analyze word frequency and patterns
- Sketch Engine (Kyrgyz Web Corpus – kyWaC): https://www.sketchengine.eu/kywac-kyrgyz-corpus/
- Leipzig Corpora Collection (kir-kg_web_2019): https://corpora.uni-leipzig.de
- Manas-UdS Kyrgyz Corpus via CLARIN-D: https://fedora.clarin-d.uni-saarland.de/kyrgyz/index.html
- British National Corpus (BNC) – As an English-language reference
- Authentic financial documents – Including Kyrgyz budget reports, banking regulations, and translated IFRS standards

These resources allowed us to explore how accounting terms behave in real contexts—not just in theory, but in everyday financial communication.

3.5 How the Corpus Was Built

We compiled a parallel bilingual corpus of around 100,000 words, split evenly between English and Kyrgyz sources. The English side included international financial standards, accounting manuals, and business reports. The Kyrgyz side drew on public government documents, financial policies, and banking texts. This gave us a solid, authentic base to analyze how terms are used across both languages. From this corpus, we identified twenty five key accounting terms that appeared frequently and seemed especially relevant to student learning. We tagged each term for its grammatical role, usage setting, and collocational behavior—meaning what kinds of words it typically appears with. (See Appendix A for the full list of terms.)

3.6 What Students Did

To see how students deal with real financial language, we designed a hands-on translation activity. Each student received ten short English sentences, each one including one or more of the selected accounting terms. They were asked to translate them into Kyrgyz and mark any terms they weren't sure about.

Examples included:

- "The company reported an increase in assets and equity."
- "The firm's liabilities exceeded its receivables."
- "Depreciation was calculated over a 10-year period."

Afterward, we discussed their answers, helped clarify confusion, and introduced corpus tools so they could see how these terms are used in real texts. Students then revised their translations using the corpus for guidance. (See Appendix B for sample sentences and common student responses.)

3.7 Feedback from Students

To understand how helpful this process was, we asked students to fill out a short survey. Their answers gave valuable insight into what they struggled with—and how corpus tools helped them improve.

Here's what they said:

The most difficult terms were:

- Depreciation (82%),
- Amortization (79%),
- Receivables/Payables (71%), and
- Equity (64%)

When asked if the corpus tools helped:

- 89% said yes
- 9% said somewhat
- Only 2% said no

What students found most helpful:

- Seeing terms in real contexts (60%)
- Examples from actual financial documents (25%)
- Concordance lines and collocations (15%)

Student comments included:

- "I understood that 'карыз' is not always just financial—it can be moral too."
- "Corpus helped me see how 'profit' is used in the news, not just textbook definitions."
- "Audit sounds scary in Kyrgyz context. We should use more neutral words." (See Appendix C for the full survey summary.)

3.8 Cultural Nuances in Translation

One of the most eye-opening findings was how deeply cultural context affects translation. For example, "карыз" (debt) isn't just about money—it also carries a moral or ethical meaning in Kyrgyz society. This made it harder for students to find the right balance between technical accuracy and cultural appropriateness.

Terms like "audit" also triggered emotional reactions. In classroom discussions, some students linked it to fear and punishment—associations that stem from older bureaucratic systems. These reflections suggest that accounting translation is never just about words—it's about understanding how different societies think about money, responsibility, and regulation. (See Appendix D for culturally influenced expressions that affected understanding.)

4. Materials and Methods:

To carry out the research objectives, a parallel bilingual corpus comprising approximately 100,000 words was constructed. This corpus included 50,000 words from official Kyrgyz financial documents issued by the Ministry of Finance, tax authorities, and public banks, and 50,000 words from standardized English-language materials such as the International Financial Reporting Standards (IFRS), World Bank reports, and financial accounting textbooks. These documents were selected to ensure authenticity, terminological relevance, and diversity in usage.

A core list of twenty five accounting terms—frequently occurring and pedagogically essential—was extracted from the corpus. These terms were selected based on frequency analysis using AntConc and Sketch Engine, with special attention paid to their collocational behavior and semantic variation across contexts. Each term was tagged with metadata related to grammatical usage, thematic function, and surrounding lexical patterns.

In the practical component of the study, 35 third-year translation students from Osh State University participated in structured translation exercises. Each student translated ten sentences drawn from authentic English accounting texts, each containing one or more of the selected terms. The aim was to assess students' baseline understanding, term selection strategies, and ability to maintain semantic precision and cultural relevance in their translations. After completing the translations, students filled out a detailed survey where they reflected on the difficulty level of specific terms, commented on contextual ambiguities, and self-assessed their translation confidence.

Additionally, participants were introduced to the corpus tools and trained to independently investigate term usage in context. They were asked to explore concordance lines and frequency data for several accounting terms, and to incorporate this information in a follow-up translation revision task. This approach provided empirical insights into how exposure to authentic corpus data influences student translation behavior and lexical decision-making.

5. Results and Findings

The analysis revealed significant variations in term usage between the English and Kyrgyz corpora, especially in the contextual deployment and cultural embedding of certain financial concepts. Quantitatively, English terms such as “debt,” “profit,” “equity,” and “receivables” appeared with consistent collocational patterns that aligned with formal economic registers. In contrast, the Kyrgyz equivalents often exhibited broader or shifted meanings due to the influence of cultural framing, societal values, and historical usage practices.

Students consistently misinterpreted or loosely translated terms that carry nuanced or abstract meanings in Kyrgyz financial discourse. For instance, “depreciation” and “amortization” were frequently paraphrased instead of being translated with established technical terms, indicating a lack of lexical standardization or exposure. “Equity” was commonly confused with general ownership or share-related concepts, while “receivables” and “payables” often resulted in literal but semantically awkward constructions. These issues were magnified when terms carried cultural weight or moral dimensions, as in the case of “debt,” which is not only a financial obligation in Kyrgyz but also resonates with ethical duty or social accountability.

Cultural expressions that reflect local views on financial responsibility and moral obligation significantly shaped how students understood and rendered these concepts. Such expressions—frequently cited during student discussions—framed “debt” as not merely a transactional obligation, but a deep moral or communal commitment. This made direct translation into neutral English financial terminology particularly difficult, as students struggled to separate emotional undertones from technical meaning.

Following corpus-assisted learning sessions, students demonstrated improved translation precision and contextual awareness. Those who consulted corpus examples exhibited greater consistency in term usage, more accurate syntax, and a deeper understanding of the distinction between general and specialized language. Survey data confirmed that 89% of participants found corpus tools helpful in clarifying term usage and identifying appropriate equivalents, particularly through the exposure to collocations and real-world usage scenarios.

6. Discussion and Conclusion

This study highlights the linguistic and cultural complexities involved in translating financial accounting terminology between English and Kyrgyz. The corpus-based approach revealed that certain accounting terms—while seemingly universal—are deeply influenced by sociocultural factors that affect their interpretation and translation. Students' difficulties with terms such as “equity,” “depreciation,” and “debt” underscore the necessity of addressing not only lexical equivalence but also the pragmatic and cultural dimensions embedded within language.

By integrating corpus tools into the translation learning process, students gained access to authentic linguistic patterns and developed a more nuanced understanding of terminology. This empirical exposure encouraged students to move beyond dictionary definitions and engage with the broader communicative context of terms, thereby promoting terminological accuracy and stylistic appropriateness.

The results suggest that corpus-assisted pedagogy is an effective method for improving domain-specific translation competence. It fosters not only linguistic accuracy but also cultural sensitivity, which is essential for producing clear, contextually relevant financial texts. Future research may extend this framework by incorporating spoken corpora, regional dialect variations, or comparisons with other Turkic languages.

Furthermore, curriculum development in translation studies should consider embedding corpus training as a standard component for specialized translation modules, particularly in multilingual regions like Kyrgyzstan where cultural and linguistic intersections are pronounced.

References

1. Ahmad, K., & Rogers, M. (2001). Corpus linguistics and terminology extraction. Terminology, 7(1), 101–126.

2. Akmataliev, A. (2019). Kyrgyz Language and Terminology. Bishkek: KNU Press.

3. Altarawneh, M. (2020). Challenges of translating financial terminology: A corpus-based study. Translation Journal, 24(1).

4. Baker, M. (1993). Corpus linguistics and translation studies: Implications and applications. In M. Baker, G. Francis, & E. Tognini-Bonelli (Eds.), Text and Technology: In Honour of John Sinclair (pp. 233–250). John Benjamins.

5. Baizakov, A. (2018). Economic Lexicon in Kyrgyz Language. Bishkek: Academy of Sciences.

6. Baranov, A., & Koptelov, B. (2017). Terminological Problems in Economic Translation. Moscow: Nauka.

7. Biel, Ł. (2014). Lost in the Eurofog: The Textual Fit of Translated Law. Peter Lang.

8. Bowker, L. (2003). Corpus-based applications in translation studies. Meta, 48(4), 498–506.

9. CLARIN-D. (n.d.). Manas-UdS Kyrgyz Corpus. Retrieved from https://fedora.clarin-d.uni-saarland.de/kyrgyz/index.html

10. Evans, J. (2004). Language and the structure of financial discourse. Accounting, Organizations and Society, 29(5–6), 539–568.

11. Hunston, S. (2002). Corpora in Applied Linguistics. Cambridge University Press.

12. Koller, W. (2003). Equivalence in translation theory. Meta: Translators’ Journal, 48(4), 497–513.

13. Leipzig Corpora Collection. (n.d.). kir-kg_web_2019. Retrieved from https://corpora.uni-leipzig.de/en?corpusId=kir-kg_web_2019

14. McEnery, T., & Hardie, A. (2012). Corpus Linguistics: Method, Theory and Practice. Cambridge University Press.

15. Pym, A. (2010). Exploring Translation Theories. Routledge.

16. Sager, J. C. (1990). A Practical Course in Terminology Processing. John Benjamins.

17. Štefčík, J. (2021). Bilingual lexicography and corpus resources for financial terminology. Journal of Translation Studies, 10(2), 112–129.

18. Sketch Engine. (n.d.). Kyrgyz Web Corpus (kyWaC). Retrieved from https://www.sketchengine.eu/kywac-kyrgyz-corpus/

19. Temmerman, R. (2000). Towards New Ways of Terminology Description: The Sociocognitive Approach. John Benjamins.

20. Tiedemann, J. (2012). Parallel data, tools and interfaces in OPUS. In Proceedings of the Eighth International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'12) (pp. 2214–2218).

21. Ventola, E., & Mauranen, A. (Eds.). (2002). Academic Writing: Intercultural and Textual Issues. John Benjamins.

22. Williams, J., & Chesterman, A. (2014). The Map: A Beginner's Guide to Doing Research in Translation Studies (2nd ed.). Routledge.

Appendix A: List of 25 Accounting Terms Analyzed

No	English Term	Kyrgyz Equivalent	Notes / Challenges
1	Assets	Активдер	Transliteration issue
2	Liabilities	Мүчөлдүк	Often confused with "обязательства"
3	Equity	Үлүш	Legal and financial contexts vary
4	Revenue	Кирешe	Clear equivalent
5	Expenses	Чыгымдар	Clear equivalent
6	Profit	Пайда	Has moral connotation in some proverbs
7	Loss	Зыян	Simple equivalent
8	Capital	Капитал	Clear, used in media
9	Balance	Баланс	Literal translation; widely used
10	Audit	Аудит	Associated with punishment in Soviet era
11	Investment	Инвестиция	Borrowed word
12	Income	Кирешe	Overlaps with revenue
13	Expenditure	Чыгым	Doublet issue with "expenses"
14	Transaction	Каржылык операция	Often paraphrased
15	Budget	Бюджет	Clear borrowing
16	Loan	Насия	Associated with microloans

17	Debt	Карыз	Often implies moral responsibility
18	Inventory	Кампа запасы	Lacks standard Kyrgyz term
19	Depreciation	Нарктын төмөндөшү	Paraphrased due to lack of term
20	Amortization	Амортизация	Difficult for students to distinguish
21	Cash Flow	Акча агымы	Translated phrase
22	Receivables	Алуучу карыздар	Literal but complex
23	Payables	Төлөнүүчү карыздар	Translated phrase
24	Dividend	Дивиденд	Borrowed; sometimes misunderstood
25	Reserve	Резерв	Borrowed and often mistaken for "запас"

Appendix B: Student Translation Exercise

Instructions: Translate the following English accounting sentences into Kyrgyz. Highlight unknown or difficult terms and write why.
1. The company reported an increase in assets and equity.
2. Depreciation was calculated over a 10-year period.
3. Audit results showed no major discrepancies.
4. The firm's liabilities exceeded its receivables.
5. Profits were distributed as dividends among shareholders.
6. The loan must be repaid within 12 months.
7. Amortization schedules were updated.
8. Inventory values were adjusted due to inflation.
9. The accountant prepared the annual budget.
10. Cash flow remained stable despite high expenditures.

Top Issues Reported by Students:
- 18/35 students were unfamiliar with "Depreciation" and "Amortization."
- 12/35 students misunderstood "Equity," confusing it with "share."
- 25/35 students found "Receivables" and "Payables" too complex.

Appendix C: Student Feedback Survey Summary

Question 1: Which accounting terms were the most difficult to translate?
- Depreciation (82%)
- Amortization (79%)
- Receivables / Payables (71%)
- Equity (64%)

Question 2: Did using the corpus help you understand term usage better?
- Yes – 89%
- Somewhat – 9%
- No – 2%

Question 3: Which aspect was most helpful from corpus-based learning?
- Seeing terms in context – 60%
- Real financial document examples – 25%
- Concordance lines showing collocations – 15%

Student Comment Samples:
- “I understood that 'карыз' is not always just financial—it can be moral too.”
- “Corpus helped me see how 'profit' is used in news, not just definitions.”
- “Audit sounds scary in Kyrgyz context. We should use neutral words.”

INPUT USE EFFICIENCY OF RICE MONOCULTURE FARMS IN THE COASTAL REGION OF VIETNAM'S MEKONG DELTA IN THE WINTERSPRING CROP SEASON

Thai Dang Khoa

Can Tho University

Vo Thanh Danh

Can Tho University

ABSTRACT

This study evaluates the technical efficiency and input utilization of rice monoculture farms in the coastal region of Vietnam's Mekong Delta in the WinterSpring crop season. Using the Slack-Based Measure Data Envelopment Analysis (SBM-DEA) model, the study analyzes input redundancy and identifies inefficiencies in the use of fertilizers, pesticides, herbicides, and irrigation resources. Based on a survey of 342 farms across five provinces, results reveal that the average technical efficiency score is 0.662, with only 12.9% of farms achieving optimal efficiency. Pesticides and irrigation were the most overused inputs, with redundancy rates of 21.2% and 15.1%, respectively, while seed use showed the lowest inefficiency at 5.95%. Determinants of efficiency included gender, farm size, and irrigation systems, with male-headed farms and larger plots exhibiting higher efficiency. This research highlights significant potential for input optimization, suggesting that targeted interventions in resource management could improve productivity and sustainability in rice farming under challenging environmental conditions. Recommendations include enhancing irrigation systems, promoting salt-tolerant rice varieties, and supporting land consolidation to achieve higher efficiency levels.

GUT METABOLITES PROFILING: METABOLOMICS FINGERPRINTING OF THE COMPOUNDS AFFECTING ESOPHAGEAL CARCINOMA

Bushra Ansari[1],

1Department of Radiotherapy, Jawaharlal Nehru Medical College & Hospital, A.M.U

Mohammad Akram[1]

1Department of Radiotherapy, Jawaharlal Nehru Medical College & Hospital, A.M.U.

ABSTRACT

The correlation between gut microbiota and esophageal carcinoma has evolved as a novel research area specifically focusing on short chain fatty acids like butyrate, propionate, and acetate that are being identified as a key microbial metabolites influencing oncogenesis. These metabolites are produced by bacterial fermentation of dietary fibers, playing critical role in regulating inflammation, cell differentiation, apoptosis, and immune responses. Cancer cell growth and metastasis is suppressed by these metabolites by regulation of cancer-specific signaling pathways or oncogene or tumor-suppressor gene expression. Using metabolomics approach this study focuses on exploring the dysregulation of short chain fatty acids in esophageal cancer patient (alteration of these metabolite profile in gut aspirate) and intervention of probiotics on this dysregulation.

Advanced techniques like gas chromatography-mass spectrometry and ^{1}H nuclear magnetic resonance will be used to study the perturbations associated with esophageal cancer. The identified metabolites will be analyzed on the basis of their mass to charge (m\z) ratio using these techniques. It is expected that patients with esophageal squamous cell carcinoma will have reduced butyrate levels contributing to disrupted histone deacetylase inhibition, altered gene expression and the tumor progression promotion and patients with esophageal adenocarcinoma will also have reduced level of short chain fatty acids which may contribute to chronic inflammation and epithelial damage in these patients. The expected results will highlight the dual role of microbial dysbiosis-mediated short chain fatty acids in carcinogenesis.

Keywords: Gut dysbiosis Metabolomics Gut Microbiota Microbial Metabolites Short Chain Fatty Acids Esophageal Adenocarcinoma Esophageal Squamous Cell Carcinoma

YAPAY SİNİR AĞLARI KULLANILARAK TURİZM TABANLI EKONOMİK BÜYÜMENİN KARBON EMİSYONU ÜZERİNE ETKİSİ: AKDENİZ ÜLKELERİNDEN KESİTLER

Ayşe ÇAY ATALAY

Öğr. Gör. Dr., Atatürk Üniversitesi/ Rektörlük, ORCİD No: 0000-0002-3600-368X

ÖZET

Akdeniz ülkeleri, ılıman iklimleri, zengin biyolojik çeşitlilikleri, tarihi, kültürel ve doğal güzellikleri sayesinde küresel turizmde önemli bir konuma sahiptir. Turizm, Akdeniz'e kıyısı olan ülkeler için aynı zamanda ekonomik büyümeyi destekleyen stratejik bir sektördür ve bu yönüyle 'bacasız sanayi' olarak nitelendirilmektedir. Bu çalışma; 2000-2020 yılları arasında Türkiye, Fransa, Portekiz ve İtalya'nın turizm ve büyüme ilişkisi üzerinden karbon emisyonu tahmininde bulunmayı amaçlamaktadır. Dünya Bankası verileri kullanılarak, oluşturulan modelde karbon emisyonu bağımlı değişken olarak seçilirken; uluslararası turizm harcamaları, turizm gelirleri, kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla, kişi başı enerji kullanımı ve hava taşımacılığı yolcu sayısı ise bağımsız değişkenler olarak belirlenmiştir.

Yapay sinir ağları (YSA) yöntemi ile kurulan modelde, veri seti %70 eğitim, %15 doğrulama ve %15 test olarak ayrılmış; Levenberg-Marquardt algoritması ile eğitim gerçekleştirilmiştir. Modelin performansını gösteren korelasyon katsayıları (R) yüksek bulunmuştur. Eğitim verisi için R=0,99, doğrulama için R=0,98 ve test verisi için R=0,99 olarak belirlenmiştir. Toplam veride ise R=0,99'olarak belirlenmiştir. Ayrıca YSA modelde eğitim, doğrulama ve test için Ortalama Kare Hata (MSE) değerleri sırasıyla; 0,00334; 4,662 ve 4,669 olarak elde edilmiştir. Yine eğitim, doğrulama ve test verilerinin Karekök Ortalama Kare Hata (RMSE) değerleri sırasıyla; 0,057; 2,15 ve 2,16 olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlarda modelin gerçek değerlere çok yakın sonuçlar verdiğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler*:* Akdeniz ülkeleri, Yapay sinir ağları, Turizm

THE EFFECT OF TOURISM-BASED ECONOMIC GROWTH ON CARBON EMISSIONS USING ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS: SECTIONS FROM MEDITERRANEAN COUNTRIES

ABSTRACT

Mediterranean countries have an important position in global tourism thanks to their mild climates, rich biodiversity, historical, cultural and natural beauties. Tourism is also a strategic sector that supports economic growth for countries bordering the Mediterranean and is described as a 'smokeless industry' in this respect. This study aims to estimate carbon emissions from the tourism and growth relationship of Turkey, France, Portugal and Italy between 2000-2020. While carbon emissions were selected as the dependent variable in the model created using World Bank data, international tourism expenditures, tourism revenues, gross domestic product per capita, energy use per capita and the number of air transportation passengers were determined as independent variables. In the model established with the artificial neural networks (ANN) method, the data set was divided into 70% training, 15% validation and 15% test; training was performed with the Levenberg-Marquardt algorithm. The correlation coefficients (R) showing the performance of the model were found to be high. For training data, R=0.99, for validation, R=0.98 and for testing data, R=0.99 were determined. For total data, R=0.99 was determined. In addition, in the ANN model, the Mean Square Error (MSE) values for training, validation and testing were obtained as 0.00334; 4.662 and 4.669, respectively. Again, the Root Mean Square Error (RMSE) values for training, validation and testing data were determined as 0.057; 2.15 and 2.16, respectively. These results show that the model gives results very close to the real values.

Keywords: Mediterranean countries, Artificial neural networks, Tourism

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Birecik Meslek Yüksekokulu Müdürlüğü

2025 AİLE YILI

Sayı : E-23449751-051-432902 09.04.2025
Konu : Kongre Düzenleme Kurulu Üyeliği

PAZARLAMA VE REKLAMCILIK BÖLÜM BAŞKANLIĞINA

İlgi : 08.04.2025 tarihli ve 432570 sayılı yazı,

İlgi yazıya istinaden; Bölümünüz öğretim üyelerinden Doç.Dr. Hasan ÇİFTÇİ' nin 02-07 Temmuz 2025 tarihleri arasında Sharm El Sheik/Mısır Online ve Yüz yüze düzenlenecek olan "EL RUHA 13. Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Kongresi" kongresinde Düzenleme Kurulu Üyesi ve Akademisyen Temsilcisi olarak görev alması Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Gereğini rica ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut Nedim
AĞAÇKESEN
Müdür

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :*BSMNK3S1VF* Pin Kodu :36872

Belge Takip Adresi :
https://ebys.harran.edu.tr/envision/Validate_Doc.aspx?eD=BSMNK3S1VF&eS=43290

Adres:Karşıyaka Mah.Prof.Dr.İ.Halil Mutlu Cad. Birecik/Şanlıurfa
Telefon:414 318 3229 Faks:0414 318 3228
e-Posta:birecik@harran.edu.tr Web:http://birecik.harran.edu.tr/
Kep Adresi:harranuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Halil UÇAKTÜRK
Unvanı: Memur
Tel No: 2537

Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EL RUHA
13th INTERNATIONAL CONGRESS ON SCIENTIFIC RESEARCH
July 2-7, 2025
Sharm El Sheik, Egypt

İlgili makama;

EL RUHA 13. ULUSLARARASI BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ, 02-07 July 2025 tarihleri arasında Sharm El Sheik, Mısır'da 30 farklı ülkenin akademisyen/araştırmacılarının katılımıyla gerçekleşmiştir. Kongre kapsamında sunumu yapılan 221 bildirinin 102 adeti Türkiye'den katılımcılar tarafından; 115 bildiri ise 29 ülkeden katılımcılar tarafından sunulmuştur. Kongre 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen "Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışında en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır." değişikliğine uygun düzenlenmiştir. Bilgilerinize arz edilir,

Saygılarımla,



Assoc. Prof. Dr. Hüseyin ERİŞ
On behalf of the Organizing Committee

Please, visit the conference web address to find more information about the event:
https://www.elruha.org/
Email Correspondence: elruhakongresi@gmail.com