# CONFERENCE BOOK

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

ERZURUM
9 - 11 MAYIS 2025

# ERZURUM
# 1. ULUSLARARASI UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

## ERZURUM
## 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES

**MAY 9 - 11, 2025**
**ERZURUM**

**ISBN : 978-625-5962-68-3**
**Academy Global Conferences& Journals**

www.cumhuriyetkongresi.org

# ERZURUM
# 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
# MAY 9 - 11, 2025
# ERZURUM

**Edited By**
PROF. DR. BAŞAK HANEDAN

***Issued:*** *25.05.2025*
***ISBN***: 978-625-5962-68-3

**ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :**
**In the conference 72 papers have been presented by Turkish participants and 82 apers by foreign participants.**
**Members of the organizing committees of the conference perform their duties with an "official assignment letter"**

All rights of this book belong to Academy Global Publishing House
Without permission can't be duplicate or copied.
Authors of chapters are responsible both ethically and juridically.
Academy Global–2025©

# CONFERENCE ID

**ERZURUM**
**1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES**

## DATE – PLACE

**MAY 9 - 11, 2025**
**ERZURUM**

## ORGANIIZATION

**ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS**

## EVALUATION PROCESS

**All applications have undergone a double-blind peer review process.**

## PARTICIPATING COUNTRIES

**Turkey – Oman- Algeria- Haiti- Iran- Poland -Romania- Ethiopia- Nigeria- Pakistan – Albania – Bulgaria- Egypt- Saudi Arabia – France - Georgia - Morocco- Malaysia- USA- Tunisia-**

-

-

## PRESENTATION

**Oral presentation**

## CONGRESS ORGANIZING BOARD

**HEAD OF CONFERENCE : Prof. Dr. Başak Hanedan**

Prof. Dr. Hülya Çiçek
Prof. Dr. Ali Bilgili
Prof. Dr. Naile Bilgili
Prof. Dr. Başak Hanedan
Prof. Dr. Hajar Huseynova
Prof. Dr. Dwi Sulisworo
Prof. Zain Musa
Prof. Dr. Sameer Jain
Prof Yakup Babayev
Prof. Dr. Suyatno
Prof. Dr. Al-Rashiff H. Mastul -
Prof. Dr. Alhisan U. Jemsy
Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli
Assoc. Prof. Dr. Sıddık BAKIR
Assoc. Prof. Dr. Berna Koçak
Assoc. Prof. Dr. Irade Kerimova
Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Aydın
Assoc. Prof. Dody Hartanto
Assoc. Prof. Dr. Rungchacadaporn
Assoc. Prof. Nazile Abdullazade
Assoc. Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi
Assoc Prof. Dr. Feran Aşur
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti
Assoc. Prof. Ivaylo Staykov
Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari
Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş
Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova
Assoc. Prof. Dr. Bülent Işık
Assoc. Prof. Dr. Nurkan Yılmaz
Assoc. Prof. Dr. Həmzə Əliyev
Assoc. Prof. Dr. Sevra Fırıncıoğulları
Assist. Prof. Ihwan Ghazali
Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu
Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade
Assist. Prof. Dr. Naci Büyükkaracığan
Assist. Prof. Dr. Songül ATAK
Lecturer Mehmet Nuri Ödük
Dr. Fatih İ. Kurşunmaden
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heydarlou
Dr. Dadash Mehravari
Dr. Gültekin Gürçay
Dr. Aynurə Əliyeva
Dr. Amaneh Manafidizajı

# Scientific & Review Committee

Prof. Dr. Hülya Çiçek – Turkiye
Prof. Dr. Emine Koca – Turkiye
Prof. Dr. Fatma Koç – Turkiye
Prof. Dr. Valide Paşayeva - Türkiye
Prof. Dr. Ali Bilgili - Turkiye
Prof. Dr. Naile Bilgili - Turkiye
Prof. Dr. Başak Hanedan – Turkiye
Prof. Dr. Aysel Güven - Turkiye
Prof Dr. Bülent Kurtişoğlu – Turkiye
Prof. Dr. Hajar Huseynova – Azerbaijan
Prof. Dr. Dwi Sulisworo – Indonesia
Prof. Dr. Natalia Latygina – Ukraina
Prof. Dr. Yunir Abdrahimov – Russia
Prof. Muntazir Mehdi – Pakistan
Prof. Dr. T.Venkat Narayana Rao – India
Prof. Dr. İzzet Gümüş – Turkiye
Prof. Dr. Mustafa Bayram – Turkiye
Prof. Dr. Saim Zeki Bostan – Turkiye
Prof. Dr. Hyeonjin Lee – China
Prof. Yakup Babayev - Azerbaijan
Prof. Dr. Suyatno – Indonesia
Prof. Dr. Zain Musa – Cambodia
Prof. Dr. Sameer Jain – India
Prof. Mehdi Mohammadzade – Iran
Prof. Dr. Hasan Akan – Turkiye
Prof. Dr. Ika Maryani – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Sıddık BAKIR - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Berna Koçak - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Aydın - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi - Turkiye
Assoc Prof. Dr. Feran Aşur – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Bülent Işık - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Nurkan Yılmaz - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Sevra Fırıncıoğulları - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet Aydın – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran - Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Dilorom Hamroeva - Ozbekstan
Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari – Iran

Assoc. Prof. Ivaylo Staykov - Bulgaria
Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia
Assoc. Prof. Dr. Ümit Ayata – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Həmzə Əliyev - Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Okan Sarıgöz – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Eda Bozkurt – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Ahmet Topal – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Sandeep Gupta – India
Assoc. Prof. Dr. Veysel Parlak – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Mahmut İslamoğlu – Turkiye
Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade – Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Irade Kerimova - Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova – Azerbaijan
Assoc. Prof. Dr. Ali Vandshoari – İran
Assoc. Prof. Dr. Dinara Fardeeva – Rusya
Assoc. Prof. Dr. Göksel Ulay – Turkiye
Assist. Prof. K. R. Padma – India
Assist. Prof. Dr. Omid Afghan - Afghanistan
Assist. Prof. Dr. Maha Hamdan Alanazi - Saudi Arabia
Assist. Prof. Dr. Dzhakipbek Altaevich Altayev - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amina Salihi Bayero – Nigeria
Assist. Prof. Dr. Ahmad Sharif Fakheer - Jordania
Assist. Prof. Dr. Dody Hartanto - Indonesia
Assist. Prof. Dr. Ihwan Ghazali - Malaysia
Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heyladou – Iran
Assist. Prof. Dr. Bazarhan İmangalieva - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Keles Nurmaşulı Jaylıbay - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Mamatkuli Juraev – Ozbekistan
Assist. Prof. Dr. Kalemkas Kalibaeva – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bouaraour Kamel – Algeria
Assist. Prof. Dr. Alia R. Masalimova - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Amanbay Moldibaev - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Ayslu B. Sarsekenova - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Bhumika Sharma - India
Assist. Prof. Dr. Gulşat Şugaeva – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. K.A. Tleubergenova - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Cholpon Toktosunova – Kirgizia
Assist. Prof. Dr. Hoang Anh Tuan – Vietnam
Assist. Prof. Dr. Songül Atak - Türkiye
Assist. Prof. Dr. Botagul Turgunbaeva - Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Dinarakhan Tursunalieva - Kirgizia

Assist. Prof. Dr. Yang Zitong – China
Assist. Prof. Dr. Gulmira Abndirasulova – Kazakhstan
Assist. Prof. Dr. Imran Latif Saifi – South Africa
Assist. Prof. Dr. Murat Genç – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Monisa Qadiri – India
Assist. Prof. Dr. Vaiva Balciuniene – Lithuania
Assist. Prof. Dr. Meltem Avan – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu - Azerbaijan
Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade – Azerbaijan
Assist. Prof. Dr. Naci Büyükkaracığan – Turkiye
Assist. Prof. Dr. Raihan Yusoph – Philippines
Dr. Que-Nhu Duong - Vietnam
Dr. Fatih İ. Kurşunmaden – Turkiye
Dr. Mehmet Nuri Ödük – Turkiye
Dr. Ayşe Baran - Turkiye
Dr. Dadash Mehravari – Iran
Dr. Aynurə Əliyeva - Azerbaijan
Dr. Sonali Malhotra – India
Dr. Amaneh Manafidizaji - Iran

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Veteriner Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-36643897-000-2300315795 05.10.2023
Konu : Görevlendirilme.

KLİNİK BİLİMLER BÖLÜMÜ BAŞKANLIĞINA

İlgi : 04.10.2023 tarihli ve E-36643897-000-2300313904 sayılı belge.

İlgide kayıtlı yazıda belirtildiği üzere, Bölümünüz Veterinerlik İç Hastalıkları Anabilim Dalı öğretim üyelerinden Prof. Dr. Başak HANEDAN'ın, "Academy Global Conferences & Publishing tarafından önümüzdeki tarihlerde düzenlenecek olan uluslararası kongrelerde; kongre başkanı, kongre düzenleme ve bilim kurulu üyesi olarak görevlendirilmesi Dekanlığımızca uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Yavuz Selim SAĞLAM
Dekan

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Doğrulama Kodu: c147f559-545f-45be-8400-8eec2b215b38 Doğrulama Adresi: https://www.turkiye.gov.tr/ataturk-universitesi-ebys

Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi 25240 Erzurum
Tel: +90 442 2317222
Elektronik Ağ: http://www.atauni.edu.tr/#!birim=veteriner-fakultesi
Kep Adresi: atauni@hs01.kep.tr
Bilgi: Derya FINDIK
Faks: +90 442 2317244
E-Posta: vetfak@atauni.edu.tr

# ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
# ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 9 - 11, 2025
ERZURUM

**Kongre Bağlantı Linki :**

**Join Zoom Meeting**

**https://us06web.zoom.us/j/88571518350?pwd=fOYazCWBmbAiWrHygjKSjkbbSvotfd.1**

**Meeting ID: 885 7151 8350**

**Passcode: 202224**

**ÖNEMLİ AÇIKLAMA (Lütfen okuyunuz)**

- ZOOM bağlantısı için yukarıda verilen bağlantıyı veya yine yukarıda verilen giriş bilgilerini kullanabilirsiniz.
- Oturum içerisinde en KIDEMLİ olan moderator olarak seçilir. Moderatörün oturum düzenini gözetmesi, akademisyen adaylarını yönlendirmesi beklenmektedir.
- Oturuma bağlanmadan önce Salon numaranızı adınızın önüne aşağıdaki gibi ekleyiniz. Bu sayede kongre açılışında beklemeden oturumlarınıza gönderilebileceksiniz. Ör. 5 Ahmet Ahmetoglu
- Sunum süresi 10 dakikadır. Bu sürenin aşılmamasını moderatörler temin edecektir.
- Sunum sonrası 5 dakikayı geçmeyen soru-cevap, tartışma süresi verilmektedir.
- Sunumlar TÜRKÇE veya İNGİLİZCE yapılabilmektedir.
- Kameralar, oturum süresince toplam % 70 oranında açık olmak zorundadır.
- Sunum yapan katılımcının kamerası açık olmak zorundadır.
- Sunum yapmak zorunludur. Herhangi bir nedenle sunum yapmamış olan katılımcıya sertifika verilmesi ve çalışmasının yayınlanması sözkonusu olamaz.
- Katılımcı, kendi oturumda, oturum bitene kadar bulunmak zorundadır.
- Katılımcıların kendi oturumları dışındaki oturumlara katılma zorunluluğu yoktur.
- ZOOM platformunun kapasite sınırı nedeniyle, DİNLEYİCİ, sadece kapasite izin verdiği sürece kabul edilebilmektedir.

**IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY**

- To be able to make a meeting online, login via https://zoom.us/join site, enter ID instead of “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.
- Speakers must be connected to the session **10 minutes before** the presentation time.
- All congress participants can connect live and listen to all sessions.
- During the session, your camera should be turned on **at least %70** of session period
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

**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.
- Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.
- Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number,

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 1** | **Prof. Dr. Mehmet SAĞLAM** | 1 | DİJİTAL OYUNLAŞTIRMA İLE YEREL KÜLTÜREL MİRASIN YENİ NESİLLERE AKTARIMI | Doç. Dr. Oğuz Tunç |
| | | 2 | REPRESENTATION OF LOVE, LOYALTY AND SACRIFICE IN TURKISH LULLABY ENTITLED ‘ATEM TUTEM BEN SENİ’ | Öğr. Gör. Murat Gökmen |
| | | 3 | FEN BİLİM ŞENLİKLERİNİN ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNDE ÖĞRENME DÜZEYLERİNE KATKISI | HABİBE AYIK |
| | | 4 | YABANCI DİL EĞİTİMİNDE ÖĞRENCİLERİN DÖRT TEMEL BECERİYE VERDİKLERİ DEĞER | Doç. Dr. Yasemin Darancık |
| | | 5 | YABANCI DİL EĞİTİMİNDE ÖĞRENCİLERİN OKUMA BECERİSİNİN İŞLEVİNE YÖNELİK FARKINDALIKLARI | Doç. Dr. Yasemin Darancık |
| | | 6 | MEVLÂNA İDRİS ZENGİN’İN HAYATI VE ESERLERİNDE ELE ALDIĞI DEĞERLER | Yüksek Lisans Öğrencisi Özge Mekikoğlu |
| | | 7 | 1980 SONRASI DÖNEMDE TÜRKİYE’DE OKUL ÖNCESİ EĞİTİMDE DEĞİŞM VE OKULLAŞMA ORANLARI | Prof. Dr. Mehmet SAĞLAM |
| | | 8 | TÜRKİYE’DE ÖĞRETMENLİK MESLEĞİNE YÖNELİK YASAL DÜZENLEMELER | Prof. Dr. Mehmet SAĞLAM |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 2** | **Dr. Öğr. Üyesi Gürkan Fırat SAYLAN** | 1 | AS AN IMPORTANT ISSUE FACED BY THE DAMAT FERİT PASHA GOVERNMENT DURING THE ARMISTICE PERIOD, THE EFFORTS TO CAPTURE THE FUGITIVE HALİL (KUT) PASHA | Dr. Öğr. Üyesi Gürkan Fırat SAYLAN |
| | | 2 | KLEİSTHENES DÖNEMİ DEMOKRASİ HAREKETLERİ | Dr. Yavuz ARSLAN |
| | | 3 | HAYATI VE DİPLOMATİK KİMLİĞİ İLE ÜMİT HALUK BAYÜLKEN (1921-2007) | Yüksek Lisans Öğrencisi Büşra Şahin İnce |
| | | 4 | THE ATATÜRK ERA (1923-1938) AN EVALUATION OF ARCHAEOLOGY AND ANCIENT HISTORY STUDIES | Arş. Gör. Dr. Burak BİNGÖL<br>Dr. Öğr. Üyesi Muhammet YILDIZ<br>Yüksek Lisans Öğrencisi Adem DOĞRU |
| | | 5 | | |
| | | 6 | THE ADMINISTRATIVE ROLES AND RESPONSIBILITIES OF NON-MUSLIM ELEMENTS IN THE SELJUK EMPIRE | Doç. Dr. Mehmet Ali KAPAR<br>Yüksek Lisans Öğrencisi Nevriye Sinem Tosun |
| | | 7 | THE STATUS OF CAPTIVES AND SLAVES IN SELJUK SOCIETY: AN INSTITUTIONAL APPROACH | Doç. Dr. Mehmet Ali KAPAR<br>Yüksek Lisans Öğrencisi Nevriye Sinem Tosun |
| | | 8 | KLASİK DÖNEM OSMANLI SEVK VE İDARE ANLAYIŞINDA TARİH YAZIMI | Dr. Öğr. Üye. Serhat SOYŞEKERCİ |
| | | 9 | MÜSTECABİZÂDE İSMET BEY'İN SULTAN II. ABDÜLHAMİD'E SUNDUĞU KASİDE ÜZERİNE | İsmail Can AYDIN |
| | | 10 | I. DÜNYA SAVAŞINDA OSMANLI DEVLETİNDE ZORUNLU ÇALIŞTIRMA UYGULAMALARININ AYDIN VE ZONGULDAK SANCAKLARINDA KULLANILMASI | İSA ÇELİKKOL |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 3** | **Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Dadandı** | 1 | PHYSICAL ACTIVITY'S EFFECTS ON ATTENTION, MEMORY AND REACTION TIME: A REVIEW STUDY | Psychological Counselor Esra Nur Öztürk |
| | | 2 | TÜRKİYE'DE MÜZİK VE SAHNE PERFORMANS KAYGISI ÜZERİNE YAPILMIŞ TEZLERİN İNCELENMESİ | Arş. Gör., CEREN TURABİK<br>Prof. Dr., ŞENEL ELALDI |
| | | 3 | Mesnevi Terapi Perspektifinden Mesnevi Öykülerinin İyileştiriciliğinin İncelenmesi | Dr. Öğr. Üyesi Özlem Çevik<br>RPD Lisans Öğrencisi Öznur Gökçe |
| | | 4 | DEVELOPMENT AND PSYCHOMETRIC EVALUATION OF THE SAHARA ATTITUDE SCALE TOWARD VIOLENCE AGAINST WOMEN | Doç. Dr. Yalçın Kanbay<br>Dr. Aysun Akçam<br>Dr. Öğr. Üyesi Elçin Babaoğlu<br>Prof. Dr. Hatice Karakuş Öztürk<br>Dr. Suna Köse |
| | | 5 | NOFIX: A QUALITATIVE STUDY ON NOTIFICATION CHECKING OBSESSION | Doç. Dr. Yalçın Kanbay<br>Dr. Aysun Akçam<br>Dr. Öğr. Üyesi Elçin Babaoğlu<br>Dr. Öğr. Üyesi Aydan Akkurt Yalçıntürk |
| | | 6 | TÜRKİYE'DE PSİKOLOJİK DANIŞMA ÖZ-YETERLİĞİ KONUSUNDA YAPILAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN İNCELENMESİ | Dr. Öğr. Üyesi İbrahim Dadandı |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 4** | **Doç. Dr. Hakan Arıkan** | 1 | FELSEFİ DÜŞÜNÜŞÜN İMGELEMİ: YÜKSEL ARSLAN | Doç. Dr. Hakan Arıkan |
| | | 2 | ÖZNELLİĞİN SANATTA AÇTIĞI ÇIĞIR | Doç. Dr. Hakan Arıkan |
| | | 3 | ZİHİN ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ VE DIŞ ALGILARA TEPKİ VERME REFLEKSİ | Prof. Dr. Adem ASALIOĞLU |
| | | 4 | BERGSON'UN YARATICI EVRİM KURAMINDA İNSANIN YERİ | Prof. Dr. Levent Bayraktar<br>Elif Gümüş Yavuz |
| | | 5 | YENİ SOSYAL MEKANLAR OLARAK İNTERNET: YAYINCILIK VE DISCORD ÖRNEKLERİ ÜZERİNE BİR İNCELEME | Sosyolog Kaan Çoban |
| | | 6 | The Role of Syrian Women in the Syrian Revolution | Majdoulin Eibo<br>Prof.Dr.Ercan SEYHAN |
| | | 7 | OBEZİTE SÖYLEMİ VE TOPLUMSAL DAMGALA(N)MA | Sosyolog Gülsüm Nilay Karaşahin |
| | | 8 | KENTLEŞME SÜRECİ VE SOSYAL DEĞİŞİM DİNAMİKLERİ MERZİFON İLÇE ÖRNEĞİ | Ümmügülsüm KARAYAKA<br>Doç. Dr. Günce DEMİR |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 5** | **Assoc. Prof. Dr. Emrah Doğan** | 1 | ALGORITHMIC CONTENT STEERING AND THE SEMANTIC WEB ON DIGITAL PLATFORMS: EFFECTS ON USER CHOICES | Hilal DUMAN<br>Doç. Dr. Tamer BAYRAK |
| | | 2 | SİNEMA GÖRÜNTÜSÜNDE KURAL DIŞI ÇERÇEVELEME VE ANLATI İLİŞKİSİ: THE KING'S SPEECH FİLMİ ÖRNEĞİ | Dr. Öğr. Üyesi Fatih Çalışkan |
| | | 3 | THEMATIC AND STYLISTIC CONTINUITY IN EMİN ALPER CINEMA | Assoc. Prof. Dr. Emrah Doğan |
| | | 4 | GAZETE TASARIMINA AKADEMİK BİR BAKIŞ: KÜRESEL YAYIN EĞİLİMLERİ ÜZERİNE BİBLİYOMETRİK BİR DEĞERLENDİRME | Dr. Öğr. Üyesi Akın AY<br>Dr. Öğr. Üyesi Serhat BEKAR |
| | | 5 | ETNO-SEMBOLİZM BAĞLAMINDA DANA BAYRAMI RİTÜELİ: AFRİKALILAR KÜLTÜR, DAYANIŞMA VE YARDIMLAŞMA DERNEĞİ ÖRNEĞİ | İREM MARAL |
| | | 6 | EFSANELER, TÖRENLER VE SURLAR: ALTIN KAPI'NIN İSTANBUL'UN KENT BELLEĞİNDEKİ İZLERİ | Arş. Gör. İmge ÜRKÜT<br>Prof. Dr. Ebru ERDÖNMEZ |
| | | 7 | EJDER MOTİFİNİN TEZHİP VE ÇİNİ SANATINDA SU KÜLTÜRÜ AÇISINDAN İNCELENMESİ | Dr. Derya ÇEVİK |
| | | 8 | | |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 6** | **Arş. Gör. Dr. Ayşe KARACA ÖZ** | 1 | Iraq: Between the Constitutional Legitimacy and the Parallel Deep State | Dr. Najm Al-Deen M. Yaseen Reakany |
| | | 2 | THE STATE AUDIT BOARD ON THE WAY TO BECOMING AN EFFECTIVE<br>AUDIT TOOL IN THE SUPERVISION OF PUBLIC ADMINISTRATION:<br>ANALYSING THE CHANGE OF AUTHORITY AND FUNCTION | Prof. Dr. Ferit IZCI<br>Lecturer Çağlar ÇİÇEK |
| | | 3 | ANALYSING THE QUALITIES THAT SHOULD BE PRESENT IN STATE<br>ADMINISTRATORS FROM THE PERSPECTIVE OF AL-FĀRĀBĪ AND AL- MĀWARDĪ | Prof. Dr. Ferit IZCI<br>Lecturer Çağlar ÇİÇEK |
| | | 4 | KÜRSELLEŞMENİN DEVLET EGEMENLİĞİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ | Zülal Çınar Tanrıverdi |
| | | 5 | LEGAL REGULATIONS REGARDING THE ESTABLISHMENT OF PERSONAL RELATIONSHIPS WITH CHILDREN IN INTERNATIONAL LAW AND TURKISH LAW | Arş. Gör. Dr. Ayşe KARACA ÖZ |
| | | 6 | BİLECİK ŞEHRİNDE MALA KARŞI İŞLENEN SUÇLARIN DAĞILIŞI (2017-2021) | Mustafa ÇİMEN<br>Prof. Dr. Erdal KARAKAŞ |
| | | 7 | COMPENSATION FOR LOSS OF SUPPORT IN PRACTICE | Muhammet Haluk NİTELİK |
| | | 8 | SABİT TENKİS ORANI | Av. Burcu KAFA |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:00 – 13:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 7** | **Arş. Gör. Seniyye Kalyoncuoğlu** | 1 | CRISIS CYCLE: FROM MORTGAGE LOANS TO TURKEY | Hatice Öztürk<br>Prof. Dr. C. Erdem Hepaktan |
| | | 2 | OECD ÜLKELERİNDE EKONOMİK KOMPLEKSİTE VE FİNANSAL GELİŞMENİN EKONOMİK BÜYÜMEYE ETKİSİ | Yeliz AKGÜN<br>Dr. Öğr. Üyesi Volkan BEKTAŞ |
| | | 3 | THE EFFECT OF EXCHANGE RATES AND INFLATION ON AGRICULTURAL PRODUCT EXPORTS OF CAMEROON ECONOMY | Assist. Prof. Dr. Muhammet KARANFİL<br>Master Student, Kenfack Tsueti Joseph VALDAİS |
| | | 4 | Displacement in the Post-Conflict Zone:<br>Assessing the Shelter Crisis in Northwest Syria | Abdurrahman MURATAGA<br>Prof. Dr. Ercan SEYHAN |
| | | 5 | | |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 1** | **Dr. Mariana Costa** | 1 | EFFECTIVENESS OF DIGITAL TEACHING STRATEGIES FOR ENHANCED STUDENT PERFORMANCE IN TURKISH HIGH SCHOOLS: A QUANTITATIVE ANALYSIS | Lucas Silva |
| | | 2 | THE ROLE OF SOCIAL MEDIA IN SHAPING PUBLIC OPINION ON ECONOMIC POLICIES IN BRAZIL: A CONTENT ANALYSIS OF LEADING NEWSPAPERS | Dr. Mariana Costa |
| | | 3 | IMPACT OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT ON REGIONAL DEVELOPMENT IN VIETNAM: AN EMPIRICAL STUDY | PHD Nguyen Thi Hoa |
| | | 4 | JAPANESE INVESTMENT TRENDS IN SOUTHEAST ASIA: ECONOMIC AND STRATEGIC IMPLICATIONS | Takashi Nakamura |
| | | 5 | CLIMATE CHANGE AND WATER-ENERGY-FOOD SECURITY NEXUS IN SOUTH AFRICA: A SYSTEMATIC REVIEW OF POLICY RESPONSES | Dr. Thabo Mokoena |
| | | 6 | ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF BIOFERTILIZER PRODUCTION USING WASTEWATER IN VIETNAM | Tran Van Minh |
| | | 7 | FINANCIAL BURDEN AND SYMPTOM PREVALENCE OF POLYCYSTIC OVARY SYNDROME IN RURAL BANGLADESH: A CASE STUDY | Fatima Rahman<br>Dr. Ayesha Siddiqui |
| | | 8 | | |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 2** | **Ayesha Khan<br>Imran Siddiqui** | 1 | CHALLENGES AND SATISFACTION LEVELS IN USING DIGITAL PAYMENT PLATFORMS | Neha Kulkarni<br>Rohit Deshmukh |
| | | 2 | EMOTIONAL INTELLIGENCE AND ITS IMPACT ON LEADERSHIP PERFORMANCE: A STUDY AMONG MBA STUDENTS IN SANGLI DISTRICT | Sneha Patil<br>Rajat More |
| | | 3 | SOCIO-ECONOMIC INFLUENCES ON DIETARY PATTERNS: A COMPARISON BETWEEN SOUTH ASIA AND G7 COUNTRIES | Ayesha Khan<br>Imran Siddiqui |
| | | 4 | INNOVATIVE GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT THROUGH TECHNOLOGY IN MALAYSIA'S MANUFACTURING SECTOR | Nurul Huda<br>Ahmad Faizal |
| | | 5 | THE EFFECTIVENESS OF TAX UTILIZATION IN PROMOTING NATIONAL DEVELOPMENT | Dewi Lestari<br>Fajar Nugroho |
| | | 6 | DIGITAL TAX ADMINISTRATION IN INDONESIA: ANALYSIS OF EFAKTUR AND E-BUPOT IMPLEMENTATION | Rina Sari<br>Budi Santoso |
| | | 7 | RELATIONSHIP BETWEEN FINANCIAL DEVELOPMENT AND FIRM FINANCING IN THE MENA REGION | Hassan El-Masri<br>Layla Haddad |
| | | 8 | SOCIAL DEVELOPMENT DRIVEN BY ENERGY TRANSITION IN MOROCCO | Youssef Benali<br>Sara El-Fassi |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 3** | **Dr. Amina Bello** | 1 | ADVANCING TRANSLATION PRACTICES IN THE ERA OF DIGITAL INTEGRATION | Maria Ivanova<br>Olga Petrenko |
| | | 2 | INNOVATIVE SUSTAINABILITY APPROACHES IN MODERN CORPORATE MANAGEMENT: A CASE STUDY OF ENVIRONMENTAL, SOCIAL, AND GOVERNANCE (ESG) PRINCIPLES AT NNPC, ABUJA, NIGERIA | Dr. Amina Bello |
| | | 3 | THE INFLUENCE OF SOCIAL SECURITY, PENSIONS, AND INSURANCE ON ECONOMIC DEVELOPMENT: INSIGHTS FROM NIGERIA | Ibrahim Musa |
| | | 4 | POLITICAL PARTIES AND THEIR ROLE IN KNOWLEDGE DECOLONIZATION | Anna Kowalska |
| | | 5 | COMMUNITY ENGAGEMENT IN ELDERLY SOCIAL SERVICE PROVISION: A STUDY FROM ROMANIA | Andrei Popescu<br>Elena Ionescu |
| | | 6 | EXPLORING LOCAL GOVERNMENT ADMINISTRATION CHALLENGES IN NIGERIA: A THEORETICAL ANALYSIS | Dr. Fatima Abdullahi<br>Dr. Samuel Okoro |
| | | 7 | SPATIAL BETA CONVERGENCE AMONG NEW EU MEMBER STATES BASED ON SOCIO-ECONOMIC INDICATORS | László Kovács |
| | | 8 | | |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 4** | **Dr. Vivek Singh** | 1 | IMPACT OF TECHNOLOGICAL INNOVATION AND FDI ON INCOME DISTRIBUTION IN INDIA: A STUDY ON ECONOMIC DISPARITIES | Rohit Sharma<br>Dr. Anjali Verma |
| | | 2 | THE INFLUENCE OF ETHICAL LEADERSHIP ON PUBLIC SECTOR GOVERNANCE AND SERVICE DELIVERY | Dr. Arben Krasniqi,<br>Dr. Luljeta Hoxha,<br>Dr. Besnik Dreshaj |
| | | 3 | ECONOMIC TRANSITION AND POLICY REFORMS IN BANGLADESH: AN ANALYSIS OF THE ERA 1976-1981 | Farhana Rahman |
| | | 4 | TRANSFORMATIONAL LEADERSHIP AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE IN INDIAN NONPROFIT SECTORS | Dr. Vivek Singh |
| | | 5 | CONSUMER BEHAVIOR AND ADOPTION MOTIVATIONS FOR OTT PLATFORMS IN INDIA | Dr. Priya Sharma,<br>Ankit Mehta, |
| | | 6 | SCENARIO-BASED ASSESSMENT OF LAND USE CHANGES AND THEIR IMPACT ON ECOSYSTEM SERVICES IN PUNJAB, PAKISTAN | Zainab Khan,<br>Dr. Imran Qureshi |
| | | 7 | EVALUATING INDIA'S STRATEGIES AGAINST SINGLE-USE PLASTIC POLLUTION: INNOVATIONS AND POLICY GAPS | Rohit Gupta<br>Dr. Nisha Mukherjee |
| | | 8 | ASSESSING THE ROLE OF INDUSTRY 4.0 IN ENHANCING SUPPLY CHAIN RESILIENCE: A META-ANALYTICAL STUDY | Nur Aisyah Binti Ahmad, |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 5** | **Assoc. Prof. Dr. Katarzyna Nowak** | 1 | EXPORT TRENDS AND MARKET ACCESS FOR ORGANIC MEDICINAL PLANTS FROM KOSOVO: AN ECONOMIC PERSPECTIVE | Dr. Arta Berisha |
| | | 2 | STRATEGIC PROCUREMENT PRACTICES TO MITIGATE GLOBAL SUPPLY CHAIN RISKS: A FRAMEWORK FOR MALAYSIAN INDUSTRIES | Farid Hassan,<br>Siti Nurhaliza Mohamad |
| | | 3 | LEADERSHIP STYLES AND THEIR EFFECTS ON PROJECT OUTCOMES IN MALAYSIAN MANUFACTURING AND LOGISTICS SECTORS | Lim Wei Jie,<br>Hafizah Zainal |
| | | 4 | FINANCIAL INCLUSION CHALLENGES AND POLICY RESPONSES IN EU COUNTRIES AND CANDIDATE STATES: A 2023 COMPARATIVE STUDY | Assoc. Prof. Dr. Katarzyna Nowak |
| | | 5 | FISCAL REFORMS AND ECONOMIC RECOVERY IN UTTAR PRADESH: ANALYSIS OF POLICY IMPACTS | Rajesh Singh,<br>Anita Kumari |
| | | 6 | DIGITAL TRANSFORMATION IN EDUCATION: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES IN INDONESIAN HIGHER LEARNING INSTITUTIONS | Dewi Kartika,<br>Fajar Nugroho,<br>Sari Wulandari |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 6** | **Assoc. Prof. Dr. Rania Khoury** | 1 | THE DIGITAL TRANSFORMATION OF CHILD WELFARE SERVICES IN ROMANIA – NAVIGATING POLICY AND PRACTICE | Dr. Ioana Popescu |
| | | 2 | ONLINE CUSTOMER ENGAGEMENT STRATEGIES: A COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN ALBANIA AND ITALY | Msc. Erion Hoxha<br>PhD. Francesca Russo |
| | | 3 | EVALUATING THE EFFECTS OF INNOVATIVE AGRICULTURAL TECHNOLOGIES ON PRODUCTIVITY IN NORTHERN NIGERIA | Amina Yusuf, Chinedu Okafor, Ibrahim Bello |
| | | 4 | ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES FOR HIGHER LEARNING IN LEBANON | Assoc. Prof. Dr. Rania Khoury |
| | | 5 | EU LAW AND NATIONAL SOVEREIGNTY: LEGAL DYNAMICS IN GEORGIA | Prof. Dr. Giorgi Kapanadze<br>Assoc. Prof. Dr. Tamar Gelashvili |
| | | 6 | GLOBAL ISLAMIC ECONOMICS: A CRITICAL REVIEW OF RECENT SCHOLARLY ARTICLES FROM INDONESIA | Ahmad Fauzi |
| | | 7 | RENEWABLE ENERGY STRATEGIES FOR 2050: SUCCESS STORIES FROM ROMANIA | Cristina Ionescu<br>Raluca Popa |
| | | 8 | | |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 7** | **Assis. Prof. Dr. Rajesh Kumar** | 1 | ECONOMIC DEVELOPMENT AND POLICY CHALLENGES IN BANGLADESH DURING THE ERA OF SHEIKH MUJIB (1972-1975) | Amina Rahman |
| | | 2 | PATENT LAWS AND ACCESS TO MEDICINES: NAVIGATING HEALTHCARE EQUITY IN BRICS COUNTRIES | Assis. Prof. Dr. Rajesh Kumar |
| | | 3 | ASSESSING THE EFFECTS OF IRRIGATION TECHNOLOGIES ON AGRICULTURAL PRODUCTIVITY IN NORTHERN NIGERIA | Chinedu Okafor, Fatima Bello |
| | | 4 | CIRCULAR ECONOMY STRATEGIES AND THEIR IMPACT ON SUSTAINABLE BUSINESS PRACTICES IN KOSOVO | Valon Hoxha, Luljeta Krasniqi |
| | | 5 | GEOPOLITICAL CONFLICTS AND THEIR HUMANITARIAN IMPACTS IN THE 21ST CENTURY: AN INDIAN PERSPECTIVE | Dr. Anil Sharma, Dr. Priya Singh |
| | | 6 | INTEGRATING INTERNAL AUDIT WITH IT SYSTEMS: A CRUCIAL LINK FOR EFFICIENCY IN SERBIAN BUSINESSES | Marko Jovanović, Ivana Petrović |
| | | 7 | THE ROLE OF IT SECTOR IN FINANCIAL MANAGEMENT AND CONTROL IN SERBIAN COMPANIES | Marko Jovanović, Ivana Petrović |
| | | 8 | | |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 8** | **Dr. Anjali Sharma** | 1 | EXCHANGE RATE FLUCTUATIONS, INFLATION, AND ECONOMIC GROWTH: PANEL DATA EVIDENCE FROM DEVELOPING COUNTRIES | Ali Reza, Fatima Khalid, Omar Farooq |
| | | 2 | COMPARATIVE STUDY OF OILSEED AND WHEAT CROP YIELDS: INSIGHTS FROM DISTRICT KHUSHAB, PUNJAB, PAKISTAN | Ayesha Khan, Bilal Ahmed |
| | | 3 | THE ROLE OF LEADERSHIP IN ENHANCING PUBLIC ORGANIZATION PERFORMANCE | Dr. Arben Krasniqi, Dr. Luljeta Berisha, Dr. Ilir Dreshaj |
| | | 4 | DEMOGRAPHIC FACTORS AFFECTING WORK-LIFE BALANCE AMONG FEMALE GARMENT WORKERS IN BANGLADESH: AN EMPIRICAL STUDY | Fatima Begum, Rahim Uddin, Nabila Akter, Hasan Mahmud, Shirin Sultana |
| | | 5 | PROFITABILITY AND PRODUCTION CHALLENGES OF IRRIGATED VEGETABLE FARMERS IN THE GURARA DAM IRRIGATION AREA | Chinedu Okeke, Aisha Bello, Musa Ibrahim, Halima Yusuf |
| | | 6 | WOMEN ENTREPRENEURS AS DRIVERS OF ECONOMIC GROWTH IN INDIA | Dr. Anjali Sharma |
| | | 7 | EFFECTIVENESS OF CODE-SWITCHING IN CLASSROOM MANAGEMENT: FACULTY AND STUDENTS' VIEWS | Sanjay Kumar<br>Neha Sharma<br>Rohit Singh |
| | | 8 | PRE-SERVICE TEACHERS' AWARENESS AND UTILIZATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE PLATFORMS IN PHYSICS EDUCATION IN NIGER STATE | Halima Musa, Usman Bello |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 9** | **Assis. Prof. DR. Amanuel Gebremariam** | 1 | IMPACT OF STUDENTS' LANGUAGE SKILLS ON SCIENCE ACHIEVEMENT IN SEVENTH GRADE: MEDIATING ROLE OF ENGAGEMENT | Jelena Markovic<br>Nikola Petrovic<br>Maja Stojanovic |
| | | 2 | ANALYSIS OF STUDENT RELATEDNESS AND ACADEMIC PERFORMANCE IN EDUCATIONAL STATISTICS | Chinonso Okafor<br>Ngozi Eze<br>Ifeanyi Nwankwo |
| | | 3 | MEMORY STRATEGIES TO IMPROVE STUDENT LEARNING ACROSS EDUCATIONAL LEVELS | Dr. Elira Hoxha<br>Arben Kola<br>Drita Dervishi |
| | | 4 | EXAMINING THE RISE OF PENTECOSTAL SCHOOL FEES AND ITS EFFECTS ON EDUCATION MISSION | Chinedu Umeh<br>Ngozi Chukwu<br>Emeka Obi |
| | | 5 | UNSTEADY MAGNETOHYDRODYNAMIC FLOW OF TERNARY HYBRID NANOFLUID IN POROUS MEDIA WITH VARIABLE THERMAL CONDUCTIVITY | Assis. Prof. DR. Amanuel Gebremariam |
| | | 6 | MATHEMATICAL MODELING AND ANALYSIS OF MALARIA TRANSMISSION DYNAMICS USING DIFFERENTIAL EQUATIONS WITH CLINICAL DATA | Fatima Zahra El Amrani<br>Youssef Benali<br>Hassan El Fadli |
| | | 7 | TWO-SAMPLE MULTIVARIATE BEHRENS-FISHER PROBLEM FOR HIGH-DIMENSIONAL GENOMIC DATA | Chinedu Okeke<br>Emeka Nwankwo<br>Ngozi Eze |
| | | 8 | SUBSTANCE USE AND SLEEP QUALITY AMONG ADOLESCENTS IN IBADAN, NIGERIA | Dr. Olufemi Adewale,<br>Prof. Dr. Yetunde Ojo |
| | | 9 | PRICE VOLATILITY AND PRODUCTION TRENDS OF MAIZE IN NIGERIA: A CASE STUDY OF KEBBI STATE | Amina Bello<br>Ibrahim Musa<br>Sani Abdullahi |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 10** | **Dr. Chukwuemeka Nwosu** | 1 | STATISTICAL ANALYSIS OF WATERSHED MANAGEMENT PRACTICES IN SEMI-ARID REGIONS: A CASE STUDY | Tsegaye Alemu<br>Fikadu Tadesse |
| | | 2 | NUMERICAL SOLUTIONS FOR SINGULARLY PERTURBED DELAY PARABOLIC PROBLEMS WITH BOUNDARY TURNING POINTS | Arben Hoxha<br>Dritan Kola<br>Elira Meta |
| | | 3 | MATHEMATICAL MODELING OF COVID-19 PANDEMIC: GLOBAL IMPACT AND LOCAL RESPONSES | Dr. Chukwuemeka Nwosu<br>Ngozi Okafor<br>Ifeanyi Eze |
| | | 4 | SPATIAL MODELING OF SOCIOECONOMIC FACTORS AFFECTING ADOLESCENT BIRTH RATES IN NIGERIA | Halima Abdullahi<br>Maryam Yusuf |
| | | 5 | ENHANCING SECONDARY SCHOOL STUDENTS' ENTREPRENEURIAL SKILLS THROUGH SCIENCE TEACHERS' TECHNOLOGICAL AND PEDAGOGICAL KNOWLEDGE IN MINNA, NIGER STATE | Amina Bello,<br>Ibrahim Yusuf,<br>Fatima Abdullahi |
| | | 6 | INFLUENCE OF LEARNING STYLES ON STUDENTS' ACHIEVEMENT AND ATTITUDES TOWARDS MULTICULTURAL EDUCATION IN ONDO CITY | Chinedu Okeke,<br>Funmi Adeyemi |
| | | 7 | EFFECT OF CONCEPT MAPPING ON ACADEMIC PERFORMANCE OF SCIENCE STUDENTS | Sara Khan, Ali Raza |
| | | 8 | Adapted Physical Activity Programs in Educational Settings: A Case Study of a Moroccan Secondary School | Dr. Khadija El Mansouri,<br>Youssef Benali |
| | | 9 | STRUCTURAL MODELING OF CRITICAL THINKING SKILL DEVELOPMENT AMONG PUBLIC SCHOOL TEACHERS | Leyla Hosseini,<br>Reza Moradi |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 11** | **Prof. Dr. Anna Petrova** | 1 | PUBLIC SPACE, SOCIAL MEDIA AND FAKE NEWS | Prof. Dr. Anna Petrova |
| | | 2 | ENVIRONMENTAL IMPACT OF DIGITAL COMMUNICATION: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES | Ravi Sharma, Anil Mehta |
| | | 3 | ISLAMIC BANK DIGITALIZATION STRATEGY: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES IN IMPROVING OPERATIONAL EFFICIENCY AT BSI PEMUDA PEKALONGAN | Siti Nurhaliza, Ahmad Fauzi, Lina Marlina, Rahmat Hidayat, Dewi Anggraini, |
| | | 4 | HATE SPEECH AGAINST NIGERIAN RULERS FROM THE LENS OF EXODUS | Dr. Chinedu Okafor |
| | | 5 | DETECTIVE TECHNIQUES FOR ANALYZING THE SOCIAL AND ECONOMIC IMPACT ON SUICIDAL TENDENCIES AND THEIR EXPRESSION OVER THE INTERNET | Sanjay Patel, Ramesh Iyer, Kiran Desai, Manoj Kumar |
| | | 6 | STUDENTS' PERCEPTIONS AND ADAPTATION TO DIGITAL TECHNOLOGY IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION: INITIAL QUALITATIVE RESEARCH | Nguyen Van Duc, Tran Thi Mai |
| | | 7 | TOURISM AND CULTURE IN THE PEJA REGION: NATURAL VALUES AND TRADITIONS OF RUGOVA | Arben Krasniqi, Drita Berisha |
| | | 8 | DIGITAL LITERACY AND ITS IMPACT ON EFFECTIVE COMMUNICATION | Dr. Harpreet Kaur |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 12** | **Arş. Gör. Dr. Ayşe KARACA ÖZ** | 1 | EFFECTIVENESS OF CODE-SWITCHING IN CLASSROOM MANAGEMENT: FACULTY AND STUDENTS' VIEWS | Sanjay Kumar<br>Neha Sharma<br>Rohit Singh |
| | | 2 | IMPACT OF STUDENTS' LANGUAGE SKILLS ON SCIENCE ACHIEVEMENT IN SEVENTH GRADE: MEDIATING ROLE OF ENGAGEMENT | Jelena Markovic<br>Nikola Petrovic<br>Maja Stojanovic |
| | | 3 | ANALYSIS OF STUDENT RELATEDNESS AND ACADEMIC PERFORMANCE IN EDUCATIONAL STATISTICS | Chinonso Okafor<br>Ngozi Eze<br>Ifeanyi Nwankwo |
| | | 4 | MEMORY STRATEGIES TO IMPROVE STUDENT LEARNING ACROSS EDUCATIONAL LEVELS | Elira Hoxha<br>Arben Kola<br>Drita Dervishi |
| | | 5 | EXAMINING THE RISE OF PENTECOSTAL SCHOOL FEES AND ITS EFFECTS ON EDUCATION MISSION | Chinedu Umeh<br>Ngozi Chukwu<br>Emeka Obi |
| | | 6 | Unsteady Magnetohydrodynamic Flow of Ternary Hybrid Nanofluid in Porous Media with Variable Thermal Conductivity | Amanuel Gebremariam |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 1** | **Dr. Ahmet Yıldırım** | 1 | KARMA TİP P SİSTEMİNİN REZİDÜ KUVVET SERİSİ METODU İLE ÇÖZÜMLERİ ÜZERİNE | Dr. Emad A. Az-Zo'bi<br>Dr. Ahmet Yıldırım<br>Dr. Wael A. AlZoubi |
| | | 2 | KESİRLİ MERTEBEDEN İNTEGRAL VE İNTEGRO DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN CONFORMABLE DİFERANSİYEL DÖNÜŞÜM METODU (CDDM) İLE ÇÖZÜMÜ ÜZERİNE | Seda YILDIRIM<br>Prof. Dr. Ozan ÖZKAN |
| | | 3 | GENERALIZATION OF THE PARIKH DETERMINANT | Derya Karaman<br>Aynur Yalçıner |
| | | 4 | EVALUATION OF THE APPLICATION SUCCESS OF CLASSICAL AND ROBUST CLUSTERING METHODS ON HDLSS DATASETS | Gülşah KILIÇ<br>Prof. Dr. Necla GÜNDÜZ |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 2** | **Assoc. Prof. Dr. Tülay ÇİMRİN** | 1 | MS HASTALIĞINA KARŞI LİGAND KÜTÜPHANE TARAMASI VE LİGANDLARIN ADMET ÖZELLİKLERİ | Kübra Özmen<br>Doç. Dr. Selami Ercan |
| | | 2 | OIL CONTENT AND FATTY ACID COMPOSITION OF WHEAT GERM | Doktora öğrencisi Sare KILIÇ<br>Araştırma Görevlisi Dr. Elif EKİZ TERZİOĞLU<br>Prof. Dr. Fatih ÖZ<br>Doç. Dr. Emel ÖZ |
| | | 3 | PNÖMONİDEN KORUNMA YOLLARI VE HEMŞİRELİK BAKIMI | Doç. Dr. Hasret Yalçınöz Baysal<br>YL. Hemşire Elif Taşğın |
| | | 4 | HEMŞİRE EBEVEYN DESTEĞİ VE KAYGI DÜZEYLERİ: ÇOCUK SAĞLIĞI VE BAKIMINDA AİLE MERKEZLİ YAKLAŞIM | YL. Hemşire Elif Taşğın<br>Doç. Dr. Hasret Yalçınöz Baysal |
| | | 5 | IRAK'IN KUZEYİNDE BULUNAN ERBİL PETROL RAFİNERİSİ ETRAFINDAKİ YER ALTI SUYU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ | Goran Ahmed Elias<br>Prof. Dr. Mehmet Fatih Dilekoğlu<br>Doç. Dr. Masoud Hussein Hamed |
| | | 6 | IRAK'IN KUZEYİNDEKİ ERBİL RAFİNERİSİNİN, ETRAFINDA BULUNAN TOPRAKLARIN KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI | Barzan Omar Azeez<br>Prof. Dr. Mehmet Fatih Dilekoğlu<br>Doç. Dr. Masoud Hussein Hamed |
| | | 7 | EGG-HATCHING CHARACTERISTICS OF QUAILS FED WITH DIFFERENT DOSES OF SAFFLOWER (*CARTHAMUS TINCTORIUS* L.) PETAL SUPPLEMENTED FEED | Assoc. Prof. Dr. Tülay ÇİMRİN |
| | | 8 | GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE YAPILMIŞ ETNOBOTANİK KONULU MAKALELER VE YAYINLAR ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER | Prof. Dr., Hasan AKAN<br>Orman Yüksek Mühendisi, Mehmet ASLAN |
| | | 9 | ISINMADA FOAM ROLLER KULLANIMININ AMATÖR FUTBOLCULARDA ESNEKLİK VE MAKSİMAL KUVVET ÜZERİNE ETKİSİ | Doç. Dr. Yakup AKTAŞ<br>Muhammed Emin BALCI |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 3** | **Doç.Dr. Mustafa DURSUN** | 1 | İRTİFAYA VE KONUMA BAĞLI OLARAK UÇAKLARIN KARŞILAŞTIĞI ATMOSFERİK RADYASYON DOZLARININ BULUNMASI | Ahmet Bahadır AKDENİZ<br>Dr. Öğr. Üyesi, Yaşar KARABUL |
| | | 2 | ÇBAG TABANLI RÜZGAR ÇİFTLİĞİNDE ALT SENKRON REZONANS ETKİSİNİ AZALTMAK İÇİN ESK MODELİN ROTOR TARAFINDAKİ EVİRİCİ DEVRESİNDE GELİŞTİRİLMESİ | Prof. Dr. M. Kenan DÖŞOĞLU<br>Doç.Dr. Mustafa DURSUN |
| | | 3 | ÇOK MAKİNALI GÜÇ SİSTEMLERİNDE GEÇİCİ KARARLIK DURUMLARINDA SGK-TCSC ETKİLERİNİN İNCELENMESİ | Dr. Öğr. Üyesi Enes KAYMAZ<br>Prof. Dr. M. Kenan DÖŞOĞLU<br>Öğr. Gör. Muhammet DEMİRBAŞ |
| | | 4 | THE CALCULATION OF THE CORPORATE CARBON FOOTPRINT: A REVIEW OF THE LITERATURE | Dr. Öğretim Üyesi Celal ÖZKALE<br>Merve ALATÜRK |
| | | 5 | PREDICTING AC POWER PRODUCTION IN SOLAR PLANTS USING CATBOOST AND LIGHTGBM: A COMPARATIVE ANALYSIS | Öğr. Gör. Dr. Hasan UZEL<br>Dr. Öğr. Üyesi Yıldırım ÖZÜPAK<br>Öğr. Gör. Dr. Feyyaz ALPSALAZ<br>Dr. Öğr. Üyesi Emrah ASLAN |
| | | 6 | COMPARING CATBOOST AND GRADIENT BOOSTING FOR SOLAR POWER PRODUCTION FORECASTING: A MACHINE LEARNING APPROACH | Öğr. Gör. Dr. Hasan UZEL<br>Dr. Öğr. Üyesi Yıldırım ÖZÜPAK<br>Öğr. Gör. Dr. Feyyaz ALPSALAZ<br>Dr. Öğr. Üyesi Emrah ASLAN |
| | | 7 | THE USE OF INTELLIGENT TRANSPORTATION SYSTEMS IN URBAN MARITIME TRANSPORT: THE CASE OF ISTANBUL | Aydan KARAKUŞ<br>Arş.Gör.Dr. Onur ŞAHİN |
| | | 8 | A DECISION MODEL FOR NEWLY PLANNED PUBLIC TRANSPORT LINES IN ISTANBUL: AN AHP-BASED APPROACH | Aydan KARAKUŞ<br>Arş.Gör.Dr. Onur ŞAHİN |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 4** | **Doç. Dr. Ümit AYATA** | 1 | A Study on the Application of Gum Arabic on Rowanberry, Ash, and Anatolian Chestnut Wood Species Used in Various Industrial Fields | Doç. Dr. Göksel ULAY<br>Prof. Dr. Hüseyin PEKER<br>Doç. Dr. Ümit AYATA |
| | | 2 | The Effect of Wax Application in Different Coating Layers on the Color, Glossiness, and Whiteness Index Properties of Elm European (Ulmus glabra Hudson) Wood | Doç. Dr. Göksel ULAY<br>Prof. Dr. Hüseyin PEKER<br>Doç. Dr. Ümit AYATA |
| | | 3 | INNOVATIVE APPROACHES TO MINIMISING THERMAL BRIDGING IN GLAZED AREAS | Erdem CUCE<br>Pinar Mert CUCE<br>Emre ALVUR |
| | | 4 | ADVANCING NET-ZERO GOALS: INTEGRATING BIO-BASED COMPONENTS AND THERMAL PLASTERS FOR HIGH-PERFORMANCE ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS | Erdem CUCE<br>Pinar Mert CUCE<br>Emre ALVUR |
| | | 5 | ADANA MÜZE KOMPLEKSİ: MİLLİ MENSUCAT FABRİKASININ YENİ İŞLEVİ | İrem Cingöz<br>Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Yeğin |
| | | 6 | The Integration between Daylight and Artificial Lighting in Patient Rooms: Fırat University Hospital as a case study | Yüksek Lisans Öğrencisi MUSA O. A. ALAJOURI<br>Doç. Dr. Ayça GÜLTEN |
| | | 7 | Physical Properties of Plywoods Produced from Different Combinations of Pine and Poplar Wood Veneers | Musa KAYA<br>Vedat ÇAVUŞ<br>Ramazan BÜLBÜL |
| | | 8 | Investigation of the Physical Properties of Laminated Veneer Lumber (LVL) Produced from Different Combinations of Pine and Poplar Wood | Musa KAYA<br>Vedat ÇAVUŞ<br>Ramazan BÜLBÜL |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 5** | **Dr. Öğr. Üyesi Esin ACAR** | 1 | THE USE OF COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (HAD) IN HYDRAULIC ENGINEERING | Dr. Öğr. Üyesi Esin ACAR |
| | | 2 | KONVEYÖR BANT SİSTEMİNDE DAMGALAMA SİSTEMİ | Ercan Başar<br>Aziz Mahmut Çolak<br>Dr. Öğr. Üyesi Mustafa BUĞDAY |
| | | 3 | SEMICONDUCTING POLYMERS FOR BIOSENSOR APPLICATIONS | Assit. Prof. Dr. Zehra Gülten YALÇIN<br>Res. Asist. Dr. Mustafa DAĞ<br>Assoc. Dr. Ercan AYDOĞMUŞ |
| | | 4 | BIODEGRADABLE POLYMER-BASED SOLID POLYMER ELECTROLYTES FOR SUSTAINABLE APPLICATIONS | Assit. Prof. Dr. Zehra Gülten YALÇIN<br>Res. Asist. Dr. Mustafa DAĞ<br>Assoc. Dr. Ercan AYDOĞMUŞ |
| | | 5 | PHASE CHANGE MATERIALS (PCM) USED IN MEDIUM TEMPERATURE APPLICATIONS: THERMAL PROPERTIES, MATERIAL SELECTION AND A LITERATURE-BASED ASSESSMENT | Erdem CUCE<br>Pinar Mert CUCE<br>Tamer GUCLU |
| | | 6 | DESIGN AND ENERGY ANALYSIS OF A PASSIVE THERMAL STORAGE SYSTEM WITH PCM-INTEGRATED SPIRAL HEAT EXCHANGER | Erdem CUCE<br>Pinar Mert CUCE<br>Tamer GUCLU |
| | | 7 | VERİ ARTTIRMA TEKNİĞİNİN ENDÜSTRİYEL BİR PROBLEMDE İNCELENMESİ | Alptekin KAVAKOĞLU |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 6** | **Prof. Dr. Dursun Zengin** | 1 | EDEBİ METİNLERDE ÇEVİRİ ELEŞTİRİSİ | Prof. Dr. Dursun Zengin |
| | | 2 | YABANCI DİL ÖĞRETİMİNE İLİŞKİN KURAM VE YÖNTEMLER | Prof. Dr. Dursun Zengin |
| | | 3 | İKİ DÜNYA SAVAŞI ARASI DÖNEMDE AMERİKAN EDEBİYATINDA SOSYAL DARWİNİZMİN ETKİSİ | Dr. Öğr. Üyesi Ragıp ERGÜN |
| | | 4 | SOSYAL DARWİNİZM VE TRANSHÜMANİZM BAĞLAMINDA ALDOUS HUXLEY'İN "CESUR YENİ DÜNYA" VE H.G. WELLS'İN "ZAMAN MAKİNESİ" ESERLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI ANALİZİ | Dr. Öğr. Üyesi Ragıp ERGÜN |
| | | 5 | AN ANALYSIS OF THE THEMES OF MIGRATION AND PLUNDER IN "THE TALE OF BASAT KILLING TEPEGÖZ" AND "THE TALE OF KAZILIK KOCAOĞLU YEGENEK" | Dr. Öğr. Üyesi Merve Nur SEZGİN<br>Yüksek Lisans Öğrencisi, Tuğba TATLI |
| | | 6 | THE MASTER-APPRENTICE RELATIONSHIP IN THE SHORT STORY "THE LEGS OF SHAHMARAN" IN THE CONTEXT OF FOLK CULTURE | Dr. Öğr. Üyesi, Merve Nur SEZGİN<br>Yüksek Lisans Öğrencisi, Merve ATÇI |
| | | 7 | RADYO TİYATROSUNA UYARLANAN BİR ROMAN ÖRNEĞİ: "FELÂTUN BEY VE RÂKIM EFENDİ" | Elâ ÇELİKTAŞ OYMAN |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 7** | **Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade** | 1 | ALİAGHA VAHID'S LYRIC "I" AND THE CONCEPT OF OPTIMISM | Assoc. Prof. Dr. Nazile Abdullazade |
| | | 2 | ÖĞRETMEN ADAYLARININ, ÖĞRETMENLİK UYGULAMASI DERSİNDEN ÖNCEKİ VE SONRAKİ MESLEĞE İLİŞKİN TUTUMLARI | Dr. Öğr. Üyesi Mahire ASLAN |
| | | 3 | DEĞİŞEN LİDERLİK OLGUSUNUN EĞİTİM SİSTEMİNE İZDÜŞÜMÜ | Dr. Öğr. Üyesi Mahire ASLAN |
| | | 4 | ÖĞRENCİLERİN AHLAKI OLGUNLUKLARI ÜZERİNE SPOR EĞİTİMİNİN ETKİSİ | Muhammet Mustafa Türk<br>Doç.Dr. Egemen Ermiş<br>Prof.Dr. Osman İmamoğlu |
| | | 5 | SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ VE EĞİTİM FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNDE KAYGI DURUMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI | Muhammet Mustafa Türk<br>Doç.Dr. Egemen Ermiş<br>Prof.Dr. Osman İmamoğlu |
| | | 6 | REASON AND REVELATION IN HARMONY: THE SOURCE OF GOOD AND EVIL IN ÖMER NASUHI BILMEN'S MORAL PHILOSOPHY | Dr. Öğr. Üyesi Tarık TANRIBİLİR |
| | | 7 | ZEMAHŞERÎ'NİN KEŞŞÂF'I EKSENİNDE VELİD b. UKBE PROFİLİ ÜZERİNE | Doç. Dr. Hacı Çiçek |
| | | 8 | Tekâsür Sûresi 8. Ayet Bağlamında Nimet-Külfet Dengesine Dair Analitik Bir Değerlendirme | Doç. Dr. Hacı ÇİÇEK |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:00 – 17:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 8** | **Dr. Öğr. Üyesi Kezban AYRAN CİHAN** | 1 | A STUDY ON THE LONG-RUN RELATIONSHIP BETWEEN GLOBALIZATION AND EXPORTS IN TURKEY | Dr. Öğr. Üyesi Kezban AYRAN CİHAN |
| | | 2 | YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARININ VERİMLİLİĞİ ÜZERİNE ORTA KARADENİZ İLLERİNDE BİR ARAŞTIRMA | Lisansüstü Öğrenci, Ali Kul<br>Doç. Dr. Aysun Aydın |
| | | 3 | SLOW FOOD KONUSUNDA TR DİZİNDE İNDEKSLENEN ÇALIŞMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ | Öğretim Görevlisi Meryem SET<br>Doçent Dr. Mehmet KABACIK |
| | | 4 | SENDİKALAŞMA PRATİKLERİNDE TOPLUMSAL CİNSİYET: DÜZCE İLİ | Yüksek Lisans Öğrencisi Kevser Işık |
| | | 5 | THE IMPACT OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLICATIONS ON STRATEGIC DECISION-MAKING PROCESSES | Dr. Murat SUCU |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 1** | **Dr. Ivan Dimitrov** | 1 | NUTRITIONAL AND THERAPEUTIC EFFECTS OF ROSEMARY | Lina Hassan<br>Omar Al-Farsi<br>Fatima Al-Mansouri |
| | | 2 | INVESTIGATION OF GESTATIONAL DIABETES IMPACT ON MATERNAL HEALTH IN BATNA | Nour El Houda<br>Samir Bensalem |
| | | 3 | ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC ENVIRONMENTAL CHANGES AND SOCIOECONOMIC CHALLENGES IN HAITI POST-COLUMBUS ERA | Dr. Ivan Dimitrov<br>Maria Petrova |
| | | 4 | INFLUENCE OF SPORTS CLUB ADMINISTRATION ON NATIONAL POLICY DEVELOPMENT | Assosc. Prof. DR. Zahra Mohammadi<br>Reza Karimi |
| | | 5 | SOCIOECONOMIC AND HEALTH OUTCOMES OF YOUTH PARTICIPATION IN THE “ACTIVE LIFE” PROGRAM IN POLAND | Anna Kowalska<br>Dr. Tomasz Nowak |
| | | 6 | GUT MICROBIOTA AND METABOLITE PROFILES IN RHEUMATOID ARTHRITIS: PATHWAYS AND THERAPEUTIC PROSPECTS | Ionel Popescu<br>Mihai Ionescu |
| | | 7 | MEDIATING EFFECTS OF ACADEMIC ENGAGEMENT ON STUDENT-TEACHER RELATIONSHIPS AND POSITIVE DEVELOPMENT IN SOCIAL SCIENCES | Samuel Mekonnen<br>Dr. Abebe Tadesse |
| | | 8 | IMPACT OF THE COVID-19 CRISIS ON ELDERLY VULNERABILITY AND SOCIAL SUPPORT SYSTEMS IN ROMANIA | Cristina Marinescu<br>Ioan Dumitrescu |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 2** | **Dr. Zahra Eghbal Mehran<br>Dr. Parastoo Eghbal Mehran** | 1 | ENDOMETRIAL CARCINOMA DIAGNOSIS USING TRANSVAGINAL DOPPLER IN ALBANIA | Evis Binaj<br>Astrit Bimbashi<br>Artan Simaku |
| | | 2 | PREVALENCE AND DETERMINANTS OF OVERWEIGHT AND OBESITY AMONG STUDENTS AT BAUCHI STATE UNIVERSITY, NIGERIA | Ebrah A.A.<br>Abubakar B.M.<br>Amuna O.T.<br>Simon V.O. |
| | | 3 | PUERPERAL DEPRESSION: A CRITICAL MENTAL HEALTH ISSUE IN NEW MOTHERS IN ALBANIA | Andja Lala<br>Eliona Sula<br>Behije Golloberda<br>Brikena Gjata<br>Argenta Kuburi |
| | | 4 | MICROBIAL MODULATION THERAPY FOR CANCER PATIENTS: A SYSTEMATIC REVIEW FROM PAKISTAN | Assoc. Prof. Dr. Mehwash Kashif<br>Anusha Ahmed<br>Asma Bint-e-Adil |
| | | 5 | INVESTIGATING THE MENTAL AND PHYSICAL CHALLENGES OF NURSES IN THE WORKPLACE IN IRAN | Dr. Zahra Eghbal Mehran<br>Dr. Parastoo Eghbal Mehran |
| | | 6 | ASSESSMENT OF KNOWLEDGE, ATTITUDE, AND PRACTICE OF MATERNAL IMMUNIZATION AMONG MOTHERS IN PRIMARY HEALTH CARE CENTRES IN LAGOS STATE, NIGERIA | Adekola Sodiq Adetunji<br>Adekola Saheed Ayodeji<br>Dhikroh Oriyomi Adekola |
| | | 7 | DNA DATA STORAGE: THE FUTURE OF DIGITAL ARCHIVES IN INDIA | Dr. Saloni Sharma<br>Suhani Sharma |
| | | 8 | | |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 3** | **Assoc. Prof. DR. Maria Petrova** | 1 | NUTRITIONAL AND THERAPEUTIC POTENTIAL OF ROSEMARY | Lina Al-Farsi<br>Huda Al-Mansoori<br>Omar Al-Habsi<br>Sultan Al-Rashidi<br>Fatima Al-Balushi |
| | | 2 | IMPACT OF GESTATIONAL DIABETES ON MATERNAL AND NEONATAL OUTCOMES: A STUDY AT BATNA MATERNITY WARD | Dr. Nadia Boukhalfa<br>Yacine Cherif |
| | | 3 | ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC ENVIRONMENTAL CHANGES AND PERSISTENT POVERTY IN HAITI: A HISTORICAL PERSPECTIVE | Ivan Dimitrov<br>Assoc. Prof. DR. Maria Petrova |
| | | 4 | INFLUENCE OF SPORTS CLUB ADMINISTRATION ON NATIONAL HEALTH POLICIES IN IRAN | Sara Mohammadi<br>Ali Rezaei |
| | | 5 | SOCIOECONOMIC AND PSYCHOLOGICAL EFFECTS OF THE "ACTIVE KIDS" PROGRAM ON POLISH YOUTH | Anna Kowalska<br>Marek Nowak |
| | | 6 | GUT MICROBIOTA AND METABOLIC PATHWAYS IN RHEUMATOID ARTHRITIS: INSIGHTS AND THERAPEUTIC APPROACHES | Daniela Popescu<br>Cristian Ionescu |
| | | 7 | ACADEMIC ENGAGEMENT AS A MEDIATOR BETWEEN TEACHER-STUDENT RELATIONSHIPS AND POSITIVE DEVELOPMENT IN ETHIOPIAN HIGHER EDUCATION | Dr. Mulugeta Bekele<br>Hirut Alemu |
| | | 8 | EFFECTS OF COVID-19 ON ELDERLY SOCIAL VULNERABILITY AND CARE NEEDS IN ROMANIA | Elena Marinescu<br>Bogdan Radu |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 4** | **Ioana IONESCU<br>Elena POPESCU** | 1 | MEDIEVAL MEDICAL PRACTICES IN DACIA: A HISTORICAL OVERVIEW | Elena POPESCU<br>Ioana IONESCU |
| | | 2 | THE EVOLUTION OF ROMANIAN MEDICINE DURING THE MIDDLE AGES | Ioana IONESCU<br>Elena POPESCU |
| | | 3 | RETHINKING RESISTANCE IN DARWISH'S ‘HE EMBRACES HIS MURDERER’: A POSTCOLONIAL PERSPECTIVE | Anjali KUMAR<br>Rajesh SINGH |
| | | 4 | CHILDHOOD TRAUMA AND RESILIENCE IN SUSAN ABULHAWA’S MORNINGS IN JENIN | Anjali KUMAR<br>Rajesh SINGH |
| | | 5 | THERMAL COMFORT IN OFFICE BUILDINGS INSPIRED BY TERMITE ARCHITECTURE IN NIGERIA’S TEMPERATE DRY CLIMATE | Chinedu OKAFOR<br>Abdulrahman ABDULLAHI |
| | | 6 | PRINCIPLES OF AESTHETIC DESIGN IN TEACHING MAP READING IN GEOGRAPHY | Nadjette BENAISSA<br>Hadjer BELKACEMI |
| | | 7 | ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CULTURAL HERITAGE: CHALLENGES AND INNOVATIONS IN PRESERVATION | Tunde ADEKOYA<br>Oluwaseun OLALEKAN |
| | | 8 | | |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 5** | **Dr. Laila Hassan** | 1 | QUANTUM ENTANGLEMENT AND THE EXPANDING COSMOS: A THEORETICAL EXPLORATION | Amit Sharma |
| | | 2 | MICROWAVE-ASSISTED SYNTHESIS AND ANALYSIS OF CARBON NANOTUBES FROM AGRICULTURAL WASTE | Dr. Laila Hassan |
| | | 3 | DEVELOPMENT OF MAGNETIC SILICA-CHITOSAN NANOCOMPOSITES FOR EFFICIENT WASTEWATER REMEDIATION | Fatima Yusuf, Ahmed Khan, Sara Malik |
| | | 4 | ENHANCED ITERATIVE METHODS FOR SOLVING ELLIPTIC PDES: A NOVEL PARAMETRIC APPROACH | Chinedu Okafor, Amina Bello |
| | | 5 | FIRST-PRINCIPLES COMPUTATIONAL STUDY OF SR-BASED HYDRIDE PEROVSKITES FOR HYDROGEN STORAGE | Yousef Al-Mansouri, Layla Rahimi |
| | | 6 | THE INTERPLAY OF SPORTS AND POPULAR CULTURE: HISTORICAL PERSPECTIVES AND CONTEMPORARY INSIGHTS | Dr. Reza Farhadi, Assis.Prof. Dr. Neda Karimi |
| | | 7 | PRE-SERVICE TEACHERS' PERCEPTIONS AND MOTIVATIONS TOWARD AI INTEGRATION IN PHYSICS EDUCATION | Halima Ibrahim, Musa Abdullahi |
| | | 8 | VIRTUAL LABORATORIES IN SCIENCE EDUCATION: IMPACT ON TEACHERS' USABILITY PERCEPTIONS AND STUDENT SKILL DEVELOPMENT | Amina Bello, Ibrahim Musa |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 6** | **Dr. Nino Beridze** | 1 | PSYCHOLOGICAL IMPACT AND PROJECT OUTCOMES: A MODERATED MEDIATION ANALYSIS IN CONSTRUCTION INDUSTRY | Maria Petrova |
| | | 2 | YOLOv8-BASED AUTOMATED PAVEMENT CRACK IDENTIFICATION USING IMAGE PROCESSING TECHNIQUES | Assoc. Prof. Dr. Sophie JORIO |
| | | 3 | THERAPEUTIC COUCH DYNAMICS IN MODERN PSYCHOTHERAPY PRACTICES | Andrei Popescu |
| | | 4 | SUSTAINABLE IRRIGATION METHODS INCORPORATING ANTI-EROSION MEASURES | Dr. Nino Beridze |
| | | 5 | EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON CONCRETE STRENGTH WITH CEMENT PARTIALLY REPLACED BY BLACK CARBON AND TiO2 ADDITIVES | Ravi Kumar |
| | | 6 | ASSESSING THE IMPACT OF UNREGULATED SOLID WASTE MANAGEMENT IN KADUNA URBAN AREAS | Chinedu Okafor |
| | | 7 | DESIGN STRATEGIES FOR ENERGY-EFFICIENT HOUSING IN LOW-INCOME COMMUNITIES | Dr. Fatima Abiola |
| | | 8 | | |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 7** | **K.POOJA** | 1 | STUDY ON THE MOLECULAR INTERACTIONS OF PYRAZOLINE DERIVATIVES WITH SARS-COV-2 MAIN PROTEASE (Mpro) | Zineb OUAHDI<br>Hassan EL ALAOUI EL ABDALLAOUI<br>Amine ZEROUAL |
| | | 2 | EFFECTS OF OCTENYL SUCCINIC ANHYDRIDE (OSA) MODIFIED STARCH ON THE RHEOLOGICAL AND PARTICLE SIZE PROPERTIES OF XANTHAN GUM SOLUTIONS | Imene BOULHAIA<br>Abdelkader HADJSADOK<br>Nadji MOULAI-MOSTEFA<br>Ali AOUABED |
| | | 3 | NUTRACEUTICALS: BRIDGING THE GAP BETWEEN NUTRITION AND MEDICINE | Ana-Lucia BLENDEA<br>Alin CIOBICA<br>Ioan GOTCA<br>Andreea GHERASIM |
| | | 4 | NANOMATERIAL-ENHANCED TRANSDERMAL DELIVERY SYSTEMS FOR TREATING DERMATOLOGICAL CONDITIONS | Babita GUPTA |
| | | 5 | A COMPREHENSIVE REVIEW OF HERBAL MEDICINAL DRUGS AND THEIR PHARMACOLOGICAL EFFECTS | K.POOJA |
| | | 6 | CYTOLOGICAL AND MOLECULAR ANALYSIS OF SPUTUM SAMPLES FROM TUBERCULOSIS SUSPECTS IN WUA SETTLEMENT, NASARAWA STATE | Utume A. WILSON<br>Daramola E. FUNKE<br>James O. ADISA<br>Solomon M. GAMDE |
| | | 7 | KNOWLEDGE AND RISK FACTORS ASSOCIATED WITH INTRAEPITHELIAL LESIONS AMONG CHILD-BEARING WOMEN IN JOS, NIGERIA | Selji YAKCIT<br>James O. ADISA<br>Solomon M. GAMDE |
| | | 8 | | |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 8** | **Vardhana Janakiraman** | 1 | ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES AND PHENOLIC PROFILE OF ETHANOLIC EXTRACT OF ROSMARINUS OFFICINALIS (LAMIACEAE) FROM MOROCCO | Amina El Fassi<br>Youssef Benjelloun<br>Khadija El Amrani |
| | | 2 | EVALUATION OF CYTOTOXICITY AND IN VIVO EFFECTS OF ALKALOID-RICH EXTRACTS FROM SMYRNIUM OLUSATRUM | Sulaiman A. Fowotade<br>Aisha Umar<br>Murtala Zainab |
| | | 3 | EFFICIENT REMOVAL OF HEAVY METALS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER USING PALM KERNEL SHELLS IN KAZAURE | Vardhana Janakiraman<br>SriNandhini E<br>Santanu Mazumdar |
| | | 4 | OPTIMIZATION OF BIOASH PRODUCTION FROM SUGARCANE BAGASSE FOR CONGO RED DYE ADSORPTION | Ariyo Sadiyat Olamide<br>Oladimeji Fatimah Bolanle<br>Usman Umaamatu Ohunene<br>Lawal Aishat Ajoke |
| | | 5 | IMPACT OF CASSAVA ROOT PROCESSING ON CYANIDE AND ANTI-NUTRIENT LEVELS IN THREE VARIETIES OF CASSAVA | Leong Kok Seng<br>Muhammad Harith Putra Bin Nazrul<br>Siti Nurain Khadijah Binti Shahroonazhar |
| | | 6 | ENHANCING PERFORMANCE OF MAGNESIUM-AIR FUEL CELLS: ANALYSIS OF ELECTRICAL PARAMETERS AND SURFACE CHARACTERISTICS | Fatima Mourabiti<br>Fatima Zahra Jouga<br>Souraya Sakoui |
| | | 7 | ANTIBACTERIAL POTENTIAL OF SALVIA OFFICINALIS ESSENTIAL OIL: IN VITRO AND IN SILICO INVESTIGATIONS | Meryem Souidek<br>Faiza Chbel<br>Houssine Azeddoug |
| | | 8 | | |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 9** | **Moses Umiaghe,** | 1 | ADVANCES IN QUANTUM ALGORITHMS: SECURITY CHALLENGES AND ETHICAL IMPLICATIONS IN THE QUANTUM COMPUTING ERA | John Smith, Fatima Al-Harbi, Omar Khalid |
| | | 2 | ECO-FRIENDLY ADSORPTION TECHNIQUES FOR WATER POLLUTANT REMOVAL USING NANOCOMPOSITES: SYNTHESIS AND PERFORMANCE OPTIMIZATION | Amira Benali, Dr.Youssef El Fassi |
| | | 3 | ENHANCING GREEN HYDROGEN PRODUCTION THROUGH BIOMASS GASIFICATION TECHNOLOGIES | Nadia Bouziane, Karim El Mansouri |
| | | 4 | SPATIAL MODELING OF SOIL EROSION IMPACTS ON WATER REGULATION IN THE HIGH ATLAS REGION | Laila Bensalem, Rachid El Amrani |
| | | 5 | DEEP LEARNING-BASED TRAFFIC SIGN RECOGNITION UNDER VARIABLE ENVIRONMENTAL CONDITIONS | Ahmed Benali, Yassine El Khatib, Sara Alami |
| | | 6 | DC BUS VOLTAGE CONTROL AND POWER FACTOR IMPROVEMENT USING BIDIRECTIONAL CONVERTERS | Chinedu Okafor, Amina Yusuf, Emeka Nwosu |
| | | 7 | OPTIMIZING WIRELESS POWER TRANSFER SYSTEMS FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS | Moses Umiaghe, Chika Obi |
| | | 8 | BRIDGING THE SKILLS GAP IN ELECTRICAL AND ELECTRONICS EDUCATION FOR INDUSTRY READINESS IN RIVERS STATE | Ngozi Eze, Emeka Okeke |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 10** | **Olufemi Adewale,** | 1 | OPTIMIZATION OF SOLAR ENERGY HARVESTING SYSTEMS USING MONTE CARLO SIMULATIONS | Ahmed El-Sayed, Fatima Hassan, Omar Khalil |
| | | 2 | REMOTE SENSING-BASED SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF URBAN EXPANSION IN CASABLANCA (MOROCCO): ENVIRONMENTAL IMPACTS | Nadia Benali, Youssef El-Mahdi |
| | | 3 | EVALUATION OF GAMMA-RAY AND NEUTRON DISCRIMINATION TECHNIQUES IN SCINTILLATION DETECTORS | John O. Adeyemi, Chinedu Nwosu, Amina Yusuf |
| | | 4 | MATHEMATICAL MODELING OF OXYGEN TRANSPORT IN HUMAN CIRCULATORY SYSTEM | Chinedu Nwosu, Amina Yusuf |
| | | 5 | SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF BAMBOO WOOD NANOFIBERS AND THEIR PHOTODEGRADATION EFFECTS ON DYES | Sara El-Mansouri, Rachid Bennis |
| | | 6 | EXPERIMENTAL AND PROBABILISTIC STUDY ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF 3D-PRINTED CONDUCTIVE POLYMERS | Olufemi Adewale, Kemi Olatunji |
| | | 7 | ANALYSIS OF LAST-MILE TRANSPORTATION ISSUES FACED BY AIRPORT PASSENGERS IN NIGERIA | Kehinde Azeezat Shodipo, Abdul-Rahman Taiwo Ajala |
| | | 8 | | |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **9 Mayıs / May 9, 2025 / 15:30 – 17:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 11** | **Meena Sharma, Kavita Rao** | 1 | ENHANCED SOLUBILIZATION OF IBUPROFEN VIA MIXED MICELLAR SYSTEMS USING OPTIMIZED SURFACTANTS | Ayesha Khan, Bilal Ahmed, Sana Malik, Omar Latif |
| | | 2 | DESIGN, STRUCTURAL ANALYSIS, AND ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF A NOVEL POLYOXOMETALATE COMPLEX | Leila Ben Youssef, Sami Jaziri, Amira Bouazizi, Nabil Gharbi |
| | | 3 | DEVELOPMENT OF MULTI-TARGET ANTI-PARKINSONIAN AGENTS: INTEGRATING CHEMICAL SYNTHESIS AND PHARMACOLOGICAL EVALUATION | Ali Raza, Fatima Zahra, Hamid Qureshi |
| | | 4 | IMMUNOTHERAPEUTIC STRATEGIES COMBINING CYTOTOXIC AND REGULATORY T CELLS IN CANCER TREATMENT | Sara Malik, Usman Farooq |
| | | 5 | BIODEGRADABLE POLYSACCHARIDE-BASED FILMS FOR SUSTAINABLE FOOD PACKAGING SOLUTIONS | Meena Sharma, Kavita Rao |
| | | 6 | IMPLEMENTING ZERO-PLASTIC POLICIES ON CAMPUS: STRATEGIES FOR SUSTAINABLE INSTITUTIONAL PRACTICES | Sneha Patil, Rohan Deshmukh |
| | | 7 | SIMULATION OF FISCHER-TROPSCH SYNTHESIS FOR GAS-TO-LIQUID CONVERSION USING DWSIM | Ibrahim Musa, Chinedu Okafor, Fatima Bello |
| | | 8 | | |

ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES
ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES
May 9 - 11, 2025
ERZURUM

# YÜZYÜZE

**10 Mayıs / May 10, 2025 / 09:00 – 11:00 Time zone in Turkey (GMT+3)**

| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
|---|---|---|---|---|
| **HALL / SALON 1** | **Prof. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU** | 1 | KENTLERDEKİ AĞAÇLARIN ESTETİK VE FONKSİYONEL DEĞERLENDİRMESİ | Mevhibe DEMİRCAN<br>Prof. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU |
| | | 2 | YAŞANABİLİR KENTLER İÇİN TASARIM İLKELERİ VE YÜRÜNEBİLİRLİK: ERZURUM KENT MERKEZİ ÖRNEĞİ | Prof.Dr.Nalan DEMİRCİOĞLU<br>Mahmut Han ÇOBAN |
| | | 3 | KENTSEL PARKLARDA BAĞLANTI ANALİZİNE DAYALI SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIM STRATEJİLERİNİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ | Gülbanu Sümeyye ÇUBUKÇU<br>Prof. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU |
| | | 4 | KENT PARKLARINDAKİ YEŞİL ALAN YOĞUNLUĞUNUN YEŞİL GÖRÜNÜM İNDİSİ (GVİ) VE DERİN ÖĞRENME YAKLAŞIMIYLA BİBLİYOMETRİK ANALİZİ | Yük.Lis. Öğr. Zeynep Soysal<br>Prof. Dr. Nalan Demircioğlu |
| | | 5 | BİREYSEL FARKINDALIK VE YARATICILIK İLİŞKİSİNİN TASARIM EĞİTİMİNE ETKİSİ: BİBLİYOMETRİK BİR ANALİZ | EBRU BAKIR<br>Prof. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU |
| | | 6 | PEYZAJ TERCİHİNE ETKİ EDEN ETMENLER | Nur GÜRBULAK<br>Prof. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU |
| | | 7 | FİZİKSEL AKTİVİTE DAVRANIŞLARININ MEKÂNSAL BELİRLEYİCİLERİ: PARK VE REKREASYON ALANLARININ ROLÜ | Gürkan ADIGÜZEL<br>Prof. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU |
| | | 8 | ERZURUM KENT ÇEPERİNDE KENTSEL TARIM POTANSİYELİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA | Selvi Karasungur<br>Doç. Dr. Merve Yavaş |
| | | 9 | TÜRKİYE'DE AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ (AUS) MİMARİSİ: MEVCUT DURUM, GELİŞMELER VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ | YL Öğrencisi, Rümeysa TORTUM<br>Öğr. Gör. Şeyma SÜNBÜL<br>Doç. Dr. Ahmet ATALAY |
| | | 10 | ŞEHNAME MİNYATÜRLERİNİN İRAN VE OSMANLI PEYZAJ MİMARLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN ANALİZİ | Yük. Lisans Öğr. Sepehr Daneshpour<br>Prof. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>**YÜZYÜZE** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **10 Mayıs / May 10, 2025 / 11:30 – 13:30 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 2** | **Prof. Dr. Salih Özdemir** | 1 | OLEOJEL İLAVESİ İLE REKOMBİNE DONDURMA ÜRETİMİ | Prof. Dr. Salih Özdemir<br>Sümeyye Kaçalin |
| | | 2 | PALAMUT BALIĞINDA ULTRASON DESTEKLİ KURUTMA İŞLEMİNİN NEM DİFÜZYONU ÜZERİNE ETKİSİ | Fereshteh BABAEİ KALAM<br>Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE |
| | | 3 | ASSESSMENT OF BIOACCESSIBILITY IN WHITE TEA INFUSION | Assoc. Prof. Dr., Elif Feyza TOPDAS<br>MSc Hilal TASCI |
| | | 4 | THE ROLE AND EFFECTS OF EDIBLE FILMS AND COATINGS IN THE LOSS AND WASTE OF FRUITS AND VEGETABLES | M.Sc., Seda UFUK<br>M.Sc. Student, Sinem TUNC<br>Assoc. Prof. Dr., Elif Feyza TOPDAS<br>Prof. Dr., Memnune SENGUL |
| | | 5 | KONTROLLÜ ŞARTLARDA (FABRİKA ŞARTLARINDA) İNEK VE KOYUN SÜTLERİNDEN FARKLI TUZ ORANLARINDA ÜRETİLEN KURUTLARIN KALİTESİ | Elif Zeynep SEVİNDİ<br>Prof. Dr. Salih ÖZDEMİR |
| | | 6 | PROBİYOTİK VE FARKLI BİTKİSEL EKSTRAKTLARLA ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ SİRKENCUBİN ÜRETİMİ | Shima Tavakoli Golloo<br>Mehmet Yüksel |
| | | 7 | Mikrobiyal Karotenoid (Astaksantin) İlave Edilerek Üretilen Fonksiyonel Taze Kaşar Peynirlerinin Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özelliklerinin Araştırılması | Zehra HINISLIOĞLU<br>Mustafa ŞENGÜL |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>**YÜZYÜZE** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **10 Mayıs / May 10, 2025 / 14:00 – 16:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 3** | **Dr. Gültekin Gürçay** | 1 | ANTICANCER EFFECTS OF EVERNIC ACID IN U-87 GLIOBLASTOMA CELL LINE | MSc student, Ayşenur ÖZTÜRK<br>Dr. Şeyda Nur KALIN<br>Assoc. Prof. Dr. Yağmur ÜNVER |
| | | 2 | SOME PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF HIBISCUS PESTIL, TOTAL PHENOLIC, ANTHOCYANINE, FLAVONOID CONTENT, AND ANTIOXIDANT ACTIVITY | Asst. Prof. Arzu İMECE<br>İsa Arslan KARAKÜTÜK<br>Prof. Memnune ŞENGÜL |
| | | 3 | DEGRADATION OF METHYLENE BLUE DYE BY MAGNETIC NANOCOMPOSITE | MSc student, Cansel FIRAT<br>Asst. Prof. Kübra SOLAK<br>Assoc. Prof. Dr. Yağmur ÜNVER |
| | | 4 | Purification and Characterization of Polysaccharides from Prangos Ferulacea (L.) Plant by TPP (Three Phase Partitioning) Method | Amina IBRAHIMOVA<br>Rahime ALTINTAS<br>Melda ŞİŞECİOĞLU |
| | | 5 | GOSSYPETİN'İN CA I VE CA II, ASETİLKOLİNESTERAZ, α-GLİKOZİDAZ, ENZİMLERİ ÜZERİNE İNHİBİSYON ETKİLERİNİN VE ANTİOKSİDAN KAPASİTESİNİN İNCELENMESİ | Elif BULDUK |
| | | 6 | PRODUCTION of INVERTASE ENZYME by LOCAL ISOLATE B4-2 and OPTIMIZATION of PROCESS PARAMETERS | Neslihan KELES<br>Asst. Prof. Dr. Mehmet Akif OMEROGLU |
| | | 7 | SYNERGISTIC INTERACTION AND APOPTOSIS EFFECT OF SCHIZANDRIN A AND THYMOQUINONE IN A549 CELL LINE | Master's Degree Student Kamran MURSALOV<br>Prof. Dr. Orhan ERDOĞAN |
| | | 8 | INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF MONOSODIUM GLUTAMATE AND TANNIC ACID ON THE HEPATOCELLULAR CARCINOMA-ASSOCIATED PCSK9/FASN APOPTOTIC PATHWAY IN RAT LIVER | Ousmane SOW<br>Medine Sibel KARAĞAÇ<br>Assoc. Prof. Hamid CEYLAN |
| | | 9 | DEVELOPMENTAL, MOLECULAR AND BEHAVİORAL CONSEQUENCES OF CUMYL-4CN-BINACA EXPOSURE ZEBRAFISH EMBRYOS | Derya Yılmaztürk<br>Ömercan Alat<br>Prof.Dr. Özkan Aksakal<br>Berşan Kullebi<br>Ayşe Lafzi<br>Prof.Dr. Turgay Şişman |
| | | 10 | ANTICANCER EFFECTS of CHITOSAN-COATED IRON OXIDE NANOPARTICLES ON LUNG CANCER | MSc student, Aydan YUSIFOVA<br>Asst. Prof. Kübra SOLAK<br>Prof. Dr. Ahmet MAVI |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>**YÜZYÜZE** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **10 Mayıs / May 10, 2025 / 16.30 – 18:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 4** | **Prof. Dr. BAŞAK HANEDAN** | 1 | RUTENYUM (II) POLİPİRİDİN KOMPLEKSLERİ VE FOTOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ | Y.L. Öğrencisi Saleh Sameer SATTAR<br>Dr.Öğr.Üyesi Nuray Esra Aksakal<br>Dr.Elif Yıldız Gül<br>Prof.Dr.Esra Tanrıverdi Eçik |
| | | 2 | AĞIR ATOM İÇERMEYEN SİKLOTRİFOSFAZEN TEMELLİ FOTODUYARLAŞTIRICI SİSTEMLER | Y.L. Öğrencisi Fatma Nur Şenyurt<br>Dr.Elif Yıldız Gül<br>Prof.Dr.Esra Tanrıverdi Eçik |
| | | 3 | SİYANİDİN'İN ANTİOKSİDAN KAPASİTESİ VE MULTİTARGET ENZİM İNHİBİSYONU | Öznur ERCAN |
| | | 4 | NEPETİN'İN ANTİOKSİDAN KAPASİTESİ VE BAZI METABOLİK ENZİMLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI | Gülnihal ER DİRİL |
| | | 5 | EFFECT OF METHIONINE ON SOME MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF EGGPLANT SEEDLINGS UNDER WATER DEFICIT | Furkan TABAR,<br>Prof. Dr. Melek EKİNCİ<br>Prof. Dr. Ertan YILDIRIM |
| | | 6 | KARBON NANOTÜP KATKILI KAYMA İLE KALINLAŞAN AKIŞKAN TAKVİYELİ SANDVİÇ KOMPOZİTLERİN MODAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ | Salih ÇAĞLAYAN<br>Burak HÜLAGÜ<br>Volkan ACAR<br>Hamit AKBULUT |
| | | 7 | TREATMENT OF BOVINE RESPIRATORY DISEASE | Prof. Dr. ALİ BİLGİLİ<br>Prof. Dr. BAŞAK HANEDAN |
| | | 8 | AWARENESS LEVELS OF FEMALE STUDENTS OF NURSİNG DEPARTMENT TOWARDS GYNAECOLOGİCAL CANCERS: A CROSS-SECTİONAL STUDY | Prof. Dr. Mehtap KAVURMACI<br>Dr. Öğr., Üyesi. Aysenur SARIASLAN |
| | | 9 | INVESTIGATION OF THE ANTIOXIDANT EFFECTS OF NANOEMULSION EUGENOL EXTRACT IN A ZEBRAFISH (Danio rerio) MODEL | Prof. Dr. Mehtap KAVURMACI<br>Meryem KANKAYNAR<br>Emriye YILDIZ<br>Dr. Öğr. Üyesi Ekrem SULUKAN<br>Aynur BABAGİL<br>Prof. Dr. Hayrunnisa NADAROĞLU<br>Prof. Dr. Saltuk BUĞRAHAN CEYHUN |

| ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOCIAL SCIENCES<br>ERZURUM 1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLIED SCIENCES<br>May 9 - 11, 2025<br>ERZURUM<br>**YÜZYÜZE** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **10 Mayıs / May 10, 2025 / 18:00 – 19:00 Time zone in Turkey (GMT+3)** | | | | |
| Salon | Moderator | | Bildiri No ve Başlığı / Paper ID and Title | Authors |
| **HALL / SALON 5** | **Prof. Dr. BAŞAK HANEDAN** | 1 | KADIN YOKSULLUĞUNUN TÜRKİYE'DEKİ GÖRÜNÜMLERİ | Kübra MARAL |
| | | 2 | GEÇİCİ KORUMA STATÜSÜNDEKİ SURİYELİ KADINLARIN TÜRKİYE'DE YAŞADIKLARI SOSYAL SORUNLARIN KENDİ DENEYİMLERİ ÖZELİNDE İNCELENMESİ | Kübra Maral<br>Esra Karakuş Umar |
| | | 3 | DİJİTAL ÖDEME PLATFORMLARININ KULLANIM ZORLUKLARI VE MEMNUNİYET DÜZEYLERİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ | Dr. Ayşe Yılmaz,<br>Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Demir |
| | | 4 | INNOVATIVE GREEN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT THROUGH TECHNOLOGY IN MALAYSIA'S MANUFACTURING SECTOR | Dr. Zeynep Aksoy |
| | | 5 | | |

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & PUBLISHING

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & PUBLISHING
www.akademikongre.org

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & PUBLISHING

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & PUBLISHING

www.academycongress.com

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & PUBLISHING

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & PUBLISHING

Siyanidin'in Antioksidan Kapasitesi ve
Muhtemel Enzim İnhibisyonlarının
Belirlenmesi

www.akademikongre.org

www.akademikongre.org

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & PUBLISHING

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# Contents

KARMA TİP P SİSTEMİNİN REZİDÜ KUVVET SERİSİ METODU İLE ÇÖZÜMLERİ ÜZERİNE .....1

KESİRLİ MERTEBEDEN İNTEGRAL VE İNTEGRO DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN CONFORMABLE DİFERANSİYEL DÖNÜŞÜM METODU (CDDM) İLE ÇÖZÜMÜ ÜZERİNE.....2

GENERALIZATION OF THE PARIKH DETERMINANT .....3

KLASİK VE SAĞLAM KÜMELEME YÖNTEMİNİN HDLSS VERİ SETLERİ ÜZERİNDEKİ UYGULAMA BAŞARISININ DEĞERLENDİRİLMESİ .....4

MS HASTALIĞINA KARŞI LİGAND KÜTÜPHANE TARAMASI VE LİGANDLARIN ADMET ÖZELLİKLERİ .....6

OIL CONTENT AND FATTY ACID COMPOSITION OF WHEAT GERM .....7

IRAK'IN KUZEYİNDEKİ ERBİL RAFİNERİSİNİN, ETRAFINDA BULUNAN TOPRAKLARIN KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI.....12

IRAK'IN KUZEYİNDE BULUNAN ERBİL PETROL RAFİNERİSİ ETRAFINDAKİ YER ALTI SUYU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ .....21

FARKLI DOZLARDA ASPİR (*CARTHAMUS TİNCTORİUS* L.) TAÇ YAPRAĞI İLAVELİ YEM İLE BESLENEN BILDIRCINLARIN YUMURTA KULUÇKA ÖZELLİKLERİ .....30

GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE YAPILMIŞ ETNOBOTANİK KONULU MAKALELER VE YAYINLAR ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER.....xxxviii

ISINMADA FOAM ROLLER KULLANIMININ AMATÖR FUTBOLCULARDA ESNEKLİK VE MAKSİMAL KUVVET ÜZERİNE ETKİSİ .....49

İRTİFAYA VE KONUMA BAĞLI OLARAK UÇAKLARIN KARŞILAŞTIĞI ATMOSFERİK RADYASYON DOZLARININ BULUNMASI.....59

ÇOK MAKİNALI GÜÇ SİSTEMLERİNDE GEÇİCİ KARARLIK DURUMLARINDA SGK-TCSC ETKİLERİNİN İNCELENMESİ .....74

ÇBAG TABANLI RÜZGAR ÇİFTLİĞİNDE ALT SENKRON REZONANS ETKİSİNİ AZALTMAK İÇİN ESK MODELİN ROTOR TARAFINDAKİ EVİRİCİ DEVRESİNDE GELİŞTİRİLMESİ .....83

KURUMSAL KARBON AYAK İZİNİN HESAPLANMASI: BİR LİTERATÜR ÇALIŞMASI .....93

PREDICTING AC POWER PRODUCTION IN SOLAR PLANTS USING CATBOOST AND LIGHTGBM: A COMPARATIVE ANALYSIS.....110

COMPARING CATBOOST AND GRADIENT BOOSTING FOR SOLAR POWER PRODUCTION FORECASTING: A MACHINE LEARNING APPROACH .....121

AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİNİN ŞEHİR İÇİ DENİZ ULAŞIMINDA KULLANIMI : İSTANBUL ÖRNEĞİ .....131

İSTANBUL ÖZELİNDE YENİ AÇILACAK TOPLU TAŞIMA HATLARI İÇİN KARAR MODELİ: AHP TABANLI BİR YAKLAŞIM.....136

ÇEŞİTLİ SANAYİ ALANLARINDA KULLANILAN ARAP ZAMKININ ÜVEZ, ADİ DİŞBUDAK VE ANADOLU KESTANESİ AHŞAP TÜRLERİNDE UYGULANMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA.....142

DAĞ KARAAĞACI (*ULMUS GLABRA* HUDSON) ODUNUNA UYGULANAN FARKLI KATLARDAKİ BALMUMU UYGULAMASININ RENK, PARLAKLIK VE BEYAZLIK İNDEKSİ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ150

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

INNOVATIVE APPROACHES TO MINIMISING THERMAL BRIDGING IN GLAZED AREAS ..... 158

ADVANCING NET-ZERO GOALS: INTEGRATING BIO-BASED COMPONENTS AND THERMAL PLASTERS FOR HIGH-PERFORMANCE ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS ..... 168

ADANA MÜZE KOMPLEKSİ: MİLLİ MENSUCAT FABRİKASININ YENİ İŞLEVİ ..... 180

HASTA ODALARINDA GÜN IŞIĞI ILE YAPAY AYDINLATMANIN ENTEGRASYONU: FIRAT ÜNIVERSITESI HASTANESI ÖRNEĞI ..... 196

ÇAM VE KAVAK ODUNUNDAN FARKLI KOMBİNASYONLARDA ÜRETİLEN LAMİNE KAPLAMA KERESTELERİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ ..... 198

ÇAM VE KAVAK ODUNU KAPLAMALARINDAN FARKLI KOMBİNASYONLARDAN ÜRETİLEN KONTRPLAKLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ ..... 207

HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİNİN (HAD) HİDROLİK MÜHENDİSLİĞİNDE KULLANIMI 217

KONVEYÖR BANT SİSTEMİNDE DAMGALAMA SİSTEMİ ..... 230

SEMICONDUCTING POLYMERS FOR BIOSENSOR APPLICATIONS ..... 234

BIODEGRADABLE POLYMER-BASED SOLID POLYMER ELECTROLYTES FOR SUSTAINABLE APPLICATIONS ..... 241

PHASE CHANGE MATERIALS (PCM) USED IN MEDIUM TEMPERATURE APPLICATIONS: THERMAL PROPERTIES, MATERIAL SELECTION AND A LITERATURE-BASED ASSESSMENT ..... 248

DESIGN AND ENERGY ANALYSIS OF A PASSIVE THERMAL STORAGE SYSTEM WITH PCM-INTEGRATED SPIRAL HEAT EXCHANGER ..... 255

VERİ ARTTIRMA TEKNİĞİNİN ENDÜSTRİYEL BİR PROBLEMDE İNCELENMESİ ..... 261

KENTLERDEKİ AĞAÇLARIN ESTETİK VE FONKSİYONEL DEĞERLENDİRMESİ ..... 263

ERZURUM KENT ÇEPERİNDE KENTSEL TARIM POTANSİYELİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA ..... 275

TÜRKİYE'DE AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ (AUS) MİMARİSİ: MEVCUT DURUM, GELİŞMELER VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ ..... 277

SÜT YAĞI VE OLEOJEL KATILARAK YAPILAN REKOMBİNE DONDURMALARIN KALİTESİ ..... 294

PALAMUT BALIĞINDA ULTRASON DESTEKLİ KURUTMA İŞLEMİNİN NEM DİFÜZYONU ÜZERİNE ETKİSİ ..... 323

ASSESSMENT OF BIOACCESSIBILITY IN WHITE TEA INFUSION ..... 324

THE ROLE AND EFFECTS OF EDIBLE FILMS AND COATINGS IN THE LOSS AND WASTE OF FRUITS AND VEGETABLES ..... 340

KONTROLLÜ ŞARTLARDA (FABRİKA ŞARTLARINDA) İNEK VE KOYUN SÜTLERİNDEN FARKLI TUZ ORANLARINDA ÜRETİLEN KURUTLARIN KALİTESİ ..... 354

PROBİYOTİK VE FARKLI BİTKİSEL EKSTRAKTLARLA ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ SİRKENCUBİN ÜRETİMİ ..... 368

MİKROBİYAL KAROTENOİD (ASTAKSANTİN) İLAVE EDİLEREK ÜRETİLEN FONKSİYONEL TAZE KAŞAR PEYNİRLERİNİN FİZİKOKİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI ..... 369

ANTICANCER EFFECTS OF EVERNIC ACID IN U-87 GLIOBLASTOMA CELL LINE ..... 370

HİBİSKUS PESTİLİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ, TOPLAM ..... 372

FENOLİK, ANTOSİYANİN, FLAVONOİD İÇERİĞİ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ ..... 372

DEGRADATION OF METHYLENE BLUE DYE BY MAGNETIC NANOCOMPOSITE ..... 383

PURİFİCATİON AND CHARACTERİZATİON OF POLYSACCHARİDES FROM *PRANGOS FERULACEA (L.)* PLANT BY TPP (THREE PHASE PARTİTİONİNG) METHOD ..... 384

GOSSYPETİN'İN CA I VE CA II, ASETİLKOLİNESTERAZ, α-GLİKOZİDAZ, ENZİMLERİ ÜZERİNE İNHİBİSYON ETKİLERİNİN VE ANTİOKSİDAN KAPASİTESİNİN İNCELENMESİ ..... 386

PRODUCTION of INVERTASE ENZYME by LOCAL ISOLATE B4-2 and OPTIMIZATION of PROCESS PARAMETERS ..... 387

SCHIZANDRIN A VE THYMOQUİNONE'UN A549 HÜCRE HATTINDA SİNERJİK ETKİLEŞİMİ VE APOPTOZ ETKİSİ ..... 393

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF MONOSODIUM GLUTAMATE AND TANNIC ACID ON THE HEPATOCELLULAR CARCINOMA-ASSOCIATED PCSK9/FASN APOPTOTIC PATHWAY IN RAT LIVER ..... 395

ZEBRA BALIĞI EMBRİYOLARINDA CUMYL-4CN-BINACA MARUZETİNİN GELİŞİMSEL, MOLEKÜLER VE DAVRANIŞSAL SONUÇLARI ..... 404

ANTICANCER EFFECTS of CHITOSAN-COATED IRON OXIDE NANOPARTICLES ON LUNG CANCER ..... 408

RUTENYUM (II) POLİPİRİDİN KOMPLEKSLERİ VE FOTOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ ..... 409

AĞIR ATOM İÇERMEYEN SİKLOTRİFOSFAZEN TEMELLİ FOTODUYARLAŞTIRICI SİSTEMLER ..... 410

SİYANİDİN'İN ANTİOKSİDAN KAPASİTESİ VE MULTİTARGET ENZİM İNHİBİSYONU ..... 411

NEPETİN'İN ANTİOKSİDAN KAPASİTESİ VE BAZI METABOLİK ENZİMLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI ..... 413

METİYONİNİN SU KISITINDAKİ PATLICAN FİDELERİNDE BAZI MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ ..... 414

KARBON NANOTÜP KATKILI KAYMA İLE KALINLAŞAN AKIŞKAN TAKVİYELİ SANDVİÇ KOMPOZİTLERİN MODAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ ..... 428

TREATMENT OF BOVINE RESPIRATORY DISEASE ..... 430

HEMŞİRELİK BÖLÜMÜ KIZ ÖĞRENCİLERİNİN JİNEKOLOJİK KANSERLERE YÖNELİK FARKINDALIK DÜZEYLERİ: KESİTSEL BİR ÇALIŞMA ..... 436

NANOEMÜLSIYON EUGENOL EKSTRAKTININ ZEBRA BALIĞI MODELINDE ..... 445

ANTIOKSIDAN ETKILERININ ARAŞTIRILMASI* ..... 445

NUTRITIONAL AND THERAPEUTIC EFFECTS OF ROSEMARY ..... 448

INVESTIGATION OF GESTATIONAL DIABETES IMPACT ON MATERNAL HEALTH IN BATNA ..... 449

ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC ENVIRONMENTAL CHANGES AND SOCIOECONOMIC CHALLENGES IN HAITI POST-COLUMBUS ERA ..... 450

INFLUENCE OF SPORTS CLUB ADMINISTRATION ON NATIONAL POLICY DEVELOPMENT ..... 451

SOCIOECONOMIC AND HEALTH OUTCOMES OF YOUTH PARTICIPATION IN THE "ACTIVE LIFE" PROGRAM IN POLAND ..... 452

GUT MICROBIOTA AND METABOLITE PROFILES IN RHEUMATOID ARTHRITIS: PATHWAYS AND THERAPEUTIC PROSPECTS ..... 453

MEDIATING EFFECTS OF ACADEMIC ENGAGEMENT ON STUDENT-TEACHER RELATIONSHIPS AND POSITIVE DEVELOPMENT IN SOCIAL SCIENCES ..... 454

IMPACT OF THE COVID-19 CRISIS ON ELDERLY VULNERABILITY AND SOCIAL SUPPORT SYSTEMS IN ROMANIA ..... 455

ENDOMETRIAL CARCINOMA DIAGNOSIS USING TRANSVAGINAL DOPPLER IN ALBANIA ..... 456

PREVALENCE AND DETERMINANTS OF OVERWEIGHT AND OBESITY AMONG STUDENTS AT BAUCHI STATE UNIVERSITY, NIGERIA ..... 457

PUERPERAL DEPRESSION: A CRITICAL MENTAL HEALTH ISSUE IN NEW MOTHERS IN ALBANIA ..... 458

MICROBIAL MODULATION THERAPY FOR CANCER PATIENTS: A SYSTEMATIC REVIEW FROM PAKISTAN ..... 459

INVESTIGATING THE MENTAL AND PHYSICAL CHALLENGES OF NURSES IN THE WORKPLACE IN IRAN ..... 460

Zahra Eghbal Mehran, Parastoo Eghbal Mehran Department of Nursing, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran ..... 460

ASSESSMENT OF KNOWLEDGE, ATTITUDE, AND PRACTICE OF MATERNAL IMMUNIZATION AMONG MOTHERS IN PRIMARY HEALTH CARE CENTRES IN ..... 461

DNA DATA STORAGE: THE FUTURE OF DIGITAL ARCHIVES IN INDIA ..... 462

NUTRITIONAL AND THERAPEUTIC POTENTIAL OF ROSEMARY ..... 463

IMPACT OF GESTATIONAL DIABETES ON MATERNAL AND NEONATAL OUTCOMES: A STUDY AT BATNA MATERNITY WARD ..... 464

ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC ENVIRONMENTAL CHANGES AND PERSISTENT POVERTY IN HAITI: A HISTORICAL PERSPECTIVE ..... 465

INFLUENCE OF SPORTS CLUB ADMINISTRATION ON NATIONAL HEALTH POLICIES IN IRAN ..... 466

SOCIOECONOMIC AND PSYCHOLOGICAL EFFECTS OF THE "ACTIVE KIDS" PROGRAM ON POLISH YOUTH ..... 467

GUT MICROBIOTA AND METABOLIC PATHWAYS IN RHEUMATOID ARTHRITIS: INSIGHTS AND THERAPEUTIC APPROACHES ..... 468

Daniela Popescu, Cristian Ionescu Department of Immunology, University of Bucharest, Romania ..... 468

ACADEMIC ENGAGEMENT AS A MEDIATOR BETWEEN TEACHER-STUDENT RELATIONSHIPS AND POSITIVE DEVELOPMENT IN ETHIOPIAN HIGHER EDUCATION ..... 469

EFFECTS OF COVID-19 ON ELDERLY SOCIAL VULNERABILITY AND CARE NEEDS IN ROMANIA ..... 470

MEDIEVAL MEDICAL PRACTICES IN DACIA: A HISTORICAL OVERVIEW ..... 471

THE EVOLUTION OF ROMANIAN MEDICINE DURING THE MIDDLE AGES ..... 472

RETHINKING RESISTANCE IN DARWISH'S ‘HE EMBRACES HIS MURDERER’: A POSTCOLONIAL PERSPECTIVE ..... 473

CHILDHOOD TRAUMA AND RESILIENCE IN SUSAN ABULHAWA'S MORNINGS IN JENIN ..... 474

THERMAL COMFORT IN OFFICE BUILDINGS INSPIRED BY TERMITE ARCHITECTURE IN NIGERIA'S TEMPERATE DRY CLIMATE ..... 475

PRINCIPLES OF AESTHETIC DESIGN IN TEACHING MAP READING IN GEOGRAPHY ..... 476

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CULTURAL HERITAGE: CHALLENGES AND INNOVATIONS IN PRESERVATION ..... 477

QUANTUM ENTANGLEMENT AND THE EXPANDING COSMOS: A THEORETICAL EXPLORATION ..... 478

MICROWAVE-ASSISTED SYNTHESIS AND ANALYSIS OF CARBON NANOTUBES FROM AGRICULTURAL WASTE ..... 479

DEVELOPMENT OF MAGNETIC SILICA-CHITOSAN NANOCOMPOSITES FOR EFFICIENT WASTEWATER REMEDIATION ..... 480

ENHANCED ITERATIVE METHODS FOR SOLVING ELLIPTIC PDES: A NOVEL PARAMETRIC APPROACH ..... 481

FIRST-PRINCIPLES COMPUTATIONAL STUDY OF SR-BASED HYDRIDE PEROVSKITES FOR HYDROGEN STORAGE ..... 482

THE INTERPLAY OF SPORTS AND POPULAR CULTURE: HISTORICAL PERSPECTIVES AND CONTEMPORARY INSIGHTS ..... 483

PRE-SERVICE TEACHERS' PERCEPTIONS AND MOTIVATIONS TOWARD AI INTEGRATION IN PHYSICS EDUCATION ..... 484

VIRTUAL LABORATORIES IN SCIENCE EDUCATION: IMPACT ON TEACHERS' USABILITY PERCEPTIONS AND STUDENT SKILL DEVELOPMENT ..... 485

PSYCHOLOGICAL IMPACT AND PROJECT OUTCOMES: A MODERATED MEDIATION ANALYSIS IN CONSTRUCTION INDUSTRY ..... 486

YOLOV8-BASED AUTOMATED PAVEMENT CRACK IDENTIFICATION USING ..... 487

THERAPEUTIC COUCH DYNAMICS IN MODERN PSYCHOTHERAPY PRACTICES ..... 488

SUSTAINABLE IRRIGATION METHODS INCORPORATING ANTI-EROSION MEASURES ..... 489

EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON CONCRETE STRENGTH WITH CEMENT PARTIALLY REPLACED BY BLACK CARBON AND TiO2 ADDITIVES ..... 490

ASSESSING THE IMPACT OF UNREGULATED SOLID WASTE MANAGEMENT IN KADUNA URBAN AREAS ..... 491

DESIGN STRATEGIES FOR ENERGY-EFFICIENT HOUSING IN LOW-INCOME COMMUNITIES ... 492

STUDY ON THE MOLECULAR INTERACTIONS OF PYRAZOLINE DERIVATIVES WITH SARS-COV-2 MAIN PROTEASE (Mpro) ..... 493

EFFECTS OF OCTENYL SUCCINIC ANHYDRIDE (OSA) MODIFIED STARCH ON THE RHEOLOGICAL AND PARTICLE SIZE PROPERTIES OF XANTHAN GUM SOLUTIONS ..... 494

NUTRACEUTICALS: BRIDGING THE GAP BETWEEN NUTRITION AND MEDICINE ..... 495

Ana-Lucia BLENDEA ..... 495

NANOMATERIAL-ENHANCED TRANSDERMAL DELIVERY SYSTEMS FOR TREATING DERMATOLOGICAL CONDITIONS ..... 496

A COMPREHENSIVE REVIEW OF HERBAL MEDICINAL DRUGS AND THEIR PHARMACOLOGICAL EFFECTS ..... 497

CYTOLOGICAL AND MOLECULAR ANALYSIS OF SPUTUM SAMPLES FROM TUBERCULOSIS SUSPECTS IN WUA SETTLEMENT, NASARAWA STATE ..... 498

KNOWLEDGE AND RISK FACTORS ASSOCIATED WITH INTRAEPITHELIAL LESIONS AMONG CHILD-BEARING WOMEN IN JOS, NIGERIA ..... 499

ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES AND PHENOLIC PROFILE OF ETHANOLIC EXTRACT OF ROSMARINUS OFFICINALIS (LAMIACEAE) ..... 500

EVALUATION OF CYTOTOXICITY AND IN VIVO EFFECTS OF ALKALOID-RICH EXTRACTS FROM SMYRNIUM OLUSATRUM ..... 501

EFFICIENT REMOVAL OF HEAVY METALS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER USING PALM KERNEL SHELLS IN KAZAURE ..... 502

OPTIMIZATION OF BIOASH PRODUCTION FROM SUGARCANE BAGASSE FOR CONGO RED DYE ADSORPTION ..... 503

IMPACT OF CASSAVA ROOT PROCESSING ON CYANIDE AND ANTI-NUTRIENT LEVELS IN THREE VARIETIES OF CASSAVA ..... 504

ENHANCING PERFORMANCE OF MAGNESIUM-AIR FUEL CELLS: ANALYSIS OF ELECTRICAL PARAMETERS AND SURFACE CHARACTERISTICS ..... 505

ANTIBACTERIAL POTENTIAL OF SALVIA OFFICINALIS ESSENTIAL OIL: IN VITRO AND IN SILICO INVESTIGATIONS ..... 506

ADVANCES IN QUANTUM ALGORITHMS: SECURITY CHALLENGES AND ETHICAL IMPLICATIONS IN THE QUANTUM COMPUTING ERA ..... 507

ECO-FRIENDLY ADSORPTION TECHNIQUES FOR WATER POLLUTANT REMOVAL USING NANOCOMPOSITES: SYNTHESIS AND PERFORMANCE OPTIMIZATION ..... 508

ENHANCING GREEN HYDROGEN PRODUCTION THROUGH BIOMASS GASIFICATION TECHNOLOGIES ..... 509

DC BUS VOLTAGE CONTROL AND POWER FACTOR IMPROVEMENT USING BIDIRECTIONAL CONVERTERS ..... 512

OPTIMIZING WIRELESS POWER TRANSFER SYSTEMS FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS ..... 513

BRIDGING THE SKILLS GAP IN ELECTRICAL AND ELECTRONICS EDUCATION FOR INDUSTRY READINESS IN RIVERS STATE ..... 514

OPTIMIZATION OF SOLAR ENERGY HARVESTING SYSTEMS USING MONTE CARLO SIMULATIONS ..... 515

REMOTE SENSING-BASED SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF URBAN EXPANSION IN CASABLANCA (MOROCCO): ENVIRONMENTAL IMPACTS ..... 516

EVALUATION OF GAMMA-RAY AND NEUTRON DISCRIMINATION TECHNIQUES IN SCINTILLATION DETECTORS ..... 517

MATHEMATICAL MODELING OF OXYGEN TRANSPORT IN HUMAN CIRCULATORY SYSTEMi ..... 518

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF BAMBOO WOOD NANOFIBERS AND THEIR PHOTODEGRADATION EFFECTS ON DYES ..... 519

EXPERIMENTAL AND PROBABILISTIC STUDY ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF 3D-PRINTED CONDUCTIVE POLYMERS ..... 520

ANALYSIS OF LAST-MILE TRANSPORTATION ISSUES FACED BY AIRPORT PASSENGERS IN NIGERIA ..... 521

ENHANCED SOLUBILIZATION OF IBUPROFEN VIA MIXED MICELLAR SYSTEMS USING OPTIMIZED SURFACTANTS ..... 522

DESIGN, STRUCTURAL ANALYSIS, AND ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF A NOVEL POLYOXOMETALATE COMPLEX ..... 523

DEVELOPMENT OF MULTI-TARGET ANTI-PARKINSONIAN AGENTS: INTEGRATING CHEMICAL SYNTHESIS AND PHARMACOLOGICAL EVALUATION ..... 524

IMMUNOTHERAPEUTIC STRATEGIES COMBINING CYTOTOXIC AND REGULATORY T CELLS IN CANCER TREATMENT ..... 525

BIODEGRADABLE POLYSACCHARIDE-BASED FILMS FOR SUSTAINABLE FOOD PACKAGING SOLUTIONS ..... 526

Meena Sharma, Kavita Rao Department of Food Science and Technology, Indian Institute of Technology, Delhi, India ..... 526

IMPLEMENTING ZERO-PLASTIC POLICIES ON CAMPUS: STRATEGIES FOR SUSTAINABLE INSTITUTIONAL PRACTICES ..... 527

SIMULATION OF FISCHER-TROPSCH SYNTHESIS FOR GAS-TO-LIQUID CONVERSION USING DWSIM ..... 528

Ibrahim Musa, Chinedu Okafor, Fatima Bello Department of Chemical Engineering, University of Lagos, Nigeria ..... 528

HEMŞİRE EBEVEYN DESTEĞİ VE KAYGI DÜZEYLERİ: ÇOCUK SAĞLIĞI VE BAKIMINDA AİLE MERKEZLİ YAKLAŞIM ..... 529

PNÖMONİDEN KORUNMA YOLLARI VE HEMŞİRELİK BAKIMI ..... 537

YAŞANABİLİR KENTLER İÇİN TASARIM İLKELERİ VE YÜRÜNEBİLİRLİK: ERZURUM KENT MERKEZİ ÖRNEĞİ ..... 544

KENT PARKLARINDAKİ YEŞİL ALAN YOĞUNLUĞUNUN YEŞİL GÖRÜNÜM İNDİSİ VE DERİN ÖĞRENME YAKLAŞIMIYLA BİBLİYOMETRİK ANALİZİ ..... 574

FİZİKSEL AKTİVİTE DAVRANIŞLARININ MEKANSAL BELİRLEYİCİLERİ: ..... 592

PARK VE REKREASYON ALANLARININ ROLÜ ..... 592

PEYZAJ TERCİHİNE ETKİ EDEN ETMENLER ..... 611

İRAN VE OSMANLI PEYZAJ DÜZENLEMELERİNDE MİNYATÜRLERİN ..... 627

ETKİLERİNİN ANALİZİ ..... 627

KENTSEL PARKLARDA BAĞLANTI ANALİZİNE DAYALI SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIM STRATEJİLERİNİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ ..... 644

TASARIM EĞİTİMİNİN TEMEL NİTELİKLERİ: BİREYSEL FARKLILIKLAR VE BİLİŞSEL-DUYUŞSAL HEDEFLER BAĞLAMINDA BİR DEĞERLENDİRME ..... 659

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# KARMA TİP P SİSTEMİNİN REZİDÜ KUVVET SERİSİ METODU İLE ÇÖZÜMLERİ ÜZERİNE

**Dr. Emad A. Az-Zo'bi**
Mutah Üniversitesi,
eaaz2006@yahoo.com- 0000-0003-4914-0461

**Dr. Ahmet Yıldırım**
Ege Üniversitesi,
yahmet49ege@gmail.com - 0000-0001-8989-4271

**Dr. Wael A. AlZoubi**
Balqa Uygulamalı Üniversitesi,
wa2010@bau.edu.jo - 0000-0003-1074-7020

## ÖZET

Bu çalışmada, karma tip p-korunum yasaları sistemi için rezidü kuvvet serisi metodunu kullandık. Akışkanlar dinamiğinde kullanılan Van der Waals denklemlerinin birkaç durumu için sayısal hesaplamalar yaptık. Elde edilen sonuçlar ve grafikler, uygulamalı matematikte lineer olmayan kısmi diferansiyel denklemleri ele almak için önerilen algoritmanın güvenilirliğini, verimliliğini ve ekonomik uygulamasını ortaya koymaktadır..

**Anahtar Kelimeler :** Rezidü kuvvet serisi metodu, korunum yasaları, karma hiperbolik-eliptik tip, Van der Waals denklemleri, p-sistemi; hata analizi, kararlılık.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# KESİRLİ MERTEBEDEN İNTEGRAL VE İNTEGRO DİFERANSİYEL DENKLEMLERİN CONFORMABLE DİFERANSİYEL DÖNÜŞÜM METODU (CDDM) İLE ÇÖZÜMÜ ÜZERİNE

**Seda YILDIRIM**

Selçuk Üniversitesi /Fen Blimleri Enstitüsü,

sedasahinyildirim@gmail.com- 0009-0007-3900-5254

**Ozan ÖZKAN**

Selçuk Üniversitesi /Fen Fakültesi ,

oozkan@selcuk.edu.tr - 0000-0001-6430-1126

## ÖZET

Bu çalışmada, kesirli mertebeden türeve sahip integral ve integro diferansiyel denklemlerin Conformable Diferansiyel Dönüşüm Metodu (CDDM) ile çözümüne yer verilmiştir. İlk önce Conformable diferensiyel dönüşüm metodu (CDDM) ve metodun özellikleri sunulmuştur. Daha sonra önerilen CDDM; doğrudan doğa olaylarını ve teknik sistemleri modellemek için çok güçlü araç olan kesirli mertebeden i**ntegral ve integro-diferansiyel denklemlerin çözümü için kullanıldı. İntegral ve integro-diferansiyel denklemlerin kullanım alanları**, sistemin hem geçmişini hem de mevcut davranışını hesaba katma gerekliliği olan her yerdir. Çalışmada önerilen CDDM' nin işleyişini açıklamak üzere bir algoritma sunulmuştur. Yöntemin uygulanabilirliğini değerlendirmek amacıyla çeşitli sayısal örnekler incelenmiş ve elde edilen sonuçlar, yöntemin verimliliğini göstermek için mevcut yöntemlerle karşılaştırılmıştır. Elde edilen sayısal veriler, CDDM yaklaşımının kesirli mertebeden integral ve integro-diferansiyel denklemlerin çözümünde umut vadettiğini ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler :** E Kesirli Türev, Kesirli integral Denklemi, Kesirli integro Diferansiyel Denklemi, Conformable Diferensiyel Dönüşüm Metodu, Conformable Mertebeden Kesirli Türev, Yarı Analitik Çözüm.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# GENERALIZATION OF THE PARIKH DETERMINANT

**Derya Karaman**

Department of Mathematics, University of Selçuk

ygtderya.hotmail.com- 0009-0005-3244-7119

**Aynur Yalçıner**

Department of Mathematics, University of Selçuk

ayalciner@selcuk.edu.tr- 0000-0002-9792-6875

## ABSTRACT

The Parikh matrix mapping is a mapping from words to matrices. Given an ordered alphabet $\Sigma = \{a_1 < a_2 < \cdots < a_k\}$, the Parikh matrix of a word $w$ provides the count of each factor of the word $a_1 \dots a_k$ that appears as a subword in $w$. The Parikh matrix mapping was extended by considering an arbitrary word $u$ instead of an ordered alphabet $\Sigma$. The extending Parikh matrix coincides with Parikh matrix if it is defined with respect to the word $u = a_1 a_2 \dots a_k$. In the literature, the determinant of a certain submatrix of a Parikh matrix was studied, and the Parikh determinant was defined.

In this talk, we will present the generalization of Parikh determinant for the extended Parikh matrix.

**Keywords:** Parikh matrix; extended Parikh matrix; determinant.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# KLASİK VE SAĞLAM KÜMELEME YÖNTEMİNİN HDLSS VERİ SETLERİ ÜZERİNDEKİ UYGULAMA BAŞARISININ DEĞERLENDİRİLMESİ

**Gülşah KILIÇ**

Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstatistik Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

gulsah.kilic@gazi.edu.tr – **ORCID ID: 0000-0002-9125-916X**

**Prof. Dr. Necla GÜNDÜZ**

Gazi Üniversitesi, Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Ankara, Türkiye

ngunduz@gazi.edu.tr - **ORCID ID: 0000-0003-1138-7696**

## ÖZET

Genomik verilerde sıklıkla karşılaşılan yüksek boyutlu ve düşük örneklem sayılı (HDLSS) yapı, klasik kümeleme algoritmalarının performansını düşürmekte, özellikle uzaklık temelli ölçütlerin güvenilirliğini azaltmakta ve kümeler arasındaki ayrımın yapılmasını güçleştirmektedir.

Bu çalışmada, HDLSS özellik taşıyan popüler genomik kanser veri setleri üzerinde aykırı gözlem varlığında klasik kümeleme yöntemlerinden k-ortalamalar (k-means) ile sağlam k-medyan (k-median) kümeleme algoritmasının başarısı detaylı biçimde değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar popüler kümeleme başarı değerlendirme metrikleri ile analiz edilmiş; kümelenen grupların biyolojik olarak anlamlı alt grupları temsil edip etmediği geçerlilik metrikleri (Adjusted Rand Index, Silhouette indeksi, Dunn indeksi ve Calinski-Harabasz skoru) aracılığıyla değerlendirilmiştir.

Gerçek veri analizine ek olarak, aykırı gözlemlerin varlığı dikkate alınarak oluşturulan sentetik HDLSS veri setleri üzerinde bir simülasyon çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu simülasyonlar aracılığıyla, algoritmaların aykırı gözlemler içeren zorlayıcı koşullar altındaki dayanıklılığı karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Bu analiz, klasik yöntemlerin sınırlılıklarını ortaya koymakta ve HDLSS genomik veriler için daha sağlam alternatiflerin geliştirilmesine yönelik ihtiyaçlara ışık tutmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Yüksek boyutlu düşük örnek çaplı veri setleri (HDLSS), k-ortalamalar, k-medyan, aykırı gözlem, ARI, Silhouette indeksi, Dunn indeksi ve Calinski-Harabasz skoru

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# EVALUATION OF THE APPLICATION SUCCESS OF CLASSICAL AND ROBUST CLUSTERING METHODS ON HDLSS DATASETS

**Gülşah KILIÇ**

Gazi University, Graduate School Of Natural And Applied Sciences, Department Of Statistics, Ankara, Turkiye

**gulsah.kilic@gazi.edu.tr – ORCID ID: 0000-0002-9125-916X**

**Prof. Dr. Necla GÜNDÜZ**

Gazi University, Faculty of Science, Department of Statistic, Ankara, Turkiye

**ngunduz@gazi.edu.tr - ORCID ID: 0000-0003-1138-7696**

## ABSTRACT

The high-dimensional, low-sample-size (HDLSS) structure frequently encountered in genomic data often diminishes the performance of classical clustering algorithms, particularly reducing the reliability of distance-based measures and making it difficult to distinguish between clusters.

In this study, the performance of classical k-means clustering and the robust k-median clustering algorithm was thoroughly evaluated under the presence of outliers using popular genomic cancer datasets that exhibit HDLSS characteristics. The results were analyzed using widely accepted clustering performance evaluation metrics, and the biological validity of the identified clusters was assessed using validation indices such as the Adjusted Rand Index, Silhouette index, Dunn index, and Calinski-Harabasz score.

In addition to real data analysis, a simulation study was conducted on synthetic HDLSS datasets generated with consideration for the presence of outliers. Through these simulations, the robustness of the algorithms under challenging conditions involving outliers was comparatively assessed.

This analysis highlights the limitations of classical methods and underscores the need for more robust alternatives tailored to HDLSS genomic data.

**Keywords:** High-dimensional low sample size datasets (HDLSS), k-means, k-median, outlier, ARI, Silhouette index, Dunn index, and Calinski-Harabasz score

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# MS HASTALIĞINA KARŞI LİGAND KÜTÜPHANE TARAMASI VE LİGANDLARIN ADMET ÖZELLİKLERİ

**Kübra Özmen**

Batman Üniversitesi,

kubraozmennn98@gmail.com - 0009-0004-1921-8146

**Doç. Dr. Selami Ercan**

Batman Üniversitesi,

selami.ercan@batman.edu.tr - 0000-0002-9528-6122

## ÖZET

Multiple Sclerosis (MS) santral sinir sisteminin kronik , ilerleyen enflamatuar düzensizliği olarak tanımlanabilir. MS hastalığı merkezi sinir sisteminin beyaz ve gri maddesinde demiyelinizasyon lezyonlarına sebep olmaktadır. Daha önce moleküler yerleştirme ile gerçekleştirilen bir çalışmada oksim içeren bazı bileşiklerin MS hastalığı ile ilişkilendirilen S1P ve GPx4 enzimlerinin inhibisyonu üzerinde oldukça iyi sonuçlar verebileceği belirlenmiştir. Bu çalışmada, bu bileşiklere başka fonksiyonel grupların eklenmesi, çıkarılması veya değiştirilmesi ile daha iyi ilaç adaylarının bulunması için etkin olduğu belirlenen ligandlar kalıp olarak kullanılarak swisssimilarity sitesi aracılığı ile ZINC15 veritabanından farklı bileşik sınıflarına göre 9668 bileşik indirilmiş ve aynı olanların çıkarılmasıyla toplam 9381 bileşik içeren bir kütüphane oluşturulmuştur. Bu ligandların ilaç olabilme özellliklerinin yanısıra ADMET özellikleri swissadme.ch ve pkCSM (https://biosig.lab.uq.edu.au/pkcsm/) siteleri aracılığ ile araştırılmıştır. Elde edilen verilere göre ligandların Lipinski, Ghose, Veber, Egan ve Muegge metodlarına göre genel olarak ilaç olabilme özellikleri taşıdıkları belirlenmiştir. Bu sunumda 9381 molekülün genel karakteristik ADMET özelliklerine değinilirken, elde edilen veriler neticesinde MS hastalığının tedavisinde önemli ilaç hedefleri olarak görülen sphingosine 1-phosphate (S1P) ve glutathione peroxidase 4 (GPx4) enzimlerine docking metodu ile yerleştirilme çalışmaları hali hazırda devam etmektedir. Analizler sonucunda 8381 ligandın Lipinski'nin 5 kuralına uyduğu belirlenirken, 816 tanesinin bir, 170 tanesinin 2 ve 11 tanesinin ise 3 koşula uymadığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Multipl sklerozis, ADMET, İlaç tasarımı

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# OIL CONTENT AND FATTY ACID COMPOSITION OF WHEAT GERM

**PhD Student Sare KILIÇ***

Ataturk University
sarak6272@gmail.com- (Orcid ID: 0000-0003-4467-8254)

**Research Assistant Dr. Elif EKİZ TERZİOĞLU**

Ataturk University

elifekiz@atauni.edu.tr- (Orcid ID: 0000-0002-5557-4226)

**Prof. Dr. Fatih ÖZ**

Ataturk University

fatihoz@atauni.edu.tr- (Orcid ID: 0000-0002-5300-7519)

**Assoc. Prof. Dr. Emel ÖZ (Corresponding Writer)**

Ataturk University
emel.oz@atauni.edu.tr- (Orcid ID: 0000-0003-3766-2713)

## ABSTRACT

Wheat, belongs to the Triticum family, is a cereal type of great importance because it is the basic ingredient of flour, pasta, bread and various bakery products. Wheat germ is a by-product of the wheat processing process. However, the nutritional value of this by-product is quite high. Herein, the oil content and fatty acid composition of wheat germ were investigated. The oil content of the samples was determined by the Soxhlet extraction method and the fatty acid composition was determined by the fatty acid methyl ester method in gas chromatography (GC-FID). As a result of the study, the average oil content of the samples was determined as 11.93±0.34%. A total of 12 individual fatty acids were determined in the fatty acid profile. The average saturated fatty acid content, monounsaturated fatty acid content and polyunsaturated fatty acid content were determined as 19.60±2.27%, 22.40±1.06% and 58.00±2.89%, respectively. Palmitic acid (C16:0), oleic acid (C18:1) and linoleic acid (C18:2) were identified as the dominant individual fatty acids among saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids, respectively.

**Keywords**: Wheat, Germ, Oil Content, Fatty Acid Composition

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# BUĞDAY RUŞEYMİNİN YAĞ İÇERİĞİ VE YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONU


## ÖZET

Triticum ailesine dahil olan buğday; un, makarna, ekmek ve çeşitli fırıncılık ürünlerinin temel maddesi olmasından dolayı büyük öneme sahip bir tahıl çeşididir. Buğday ruşeymi, buğday işleme sürecinin bir yan ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte bu yan ürünün besleyici değeri oldukça yüksektir. Mevcut bu araştırmada, buğday ruşeyminin yağ içeriği ve yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Örneklerin yağ içeriği Soxhlet ekstraksiyon yöntemi ile yağ asidi kompozisyonu ise yağ asidi metil ester yöntemi ile gaz kromotografisinde (GC-FID) belirlenmiştir. Araştırma neticesinde örneklerin ortalama yağ içeriği %11,93±0,34 olarak tespit edilmiştir. Yağ asidi profilinde ise toplamda 12 adet bireysel yağ asidi saptanmıştır. Ortalama doymuş yağ asidi içeriği, tekli doymamış yağ asidi içeriği ve çoklu doymamış yağ asidi içeriği sırasıyla %19,60±2,27, %22,40 ±1,06 ve %58,00±2,89 olarak tespit edilmiştir. Doymuş yağ asitleri arasında palmitik asit (C16:0), tekli doymamış yağ asitleri arasında oleik asit (C18:1) ve çoklu doymamış yağ asitleri arasında ise linoleik asit (C18:2) baskın bireysel yağ asitleri olarak belirlenmiştir.


**Anahtar Kelimeler:** Buğday, Ruşeym, Yağ içeriği, Yağ Asidi Kompozisyonu

## 1.INTRODUCTION

The increasing world population and food demand are increasing the need for efficient use of food resources day by day. In this context, research on the evaluation of industrial or agricultural by-products in order to obtain functional additives has gained momentum in recent years. It is possible to obtain natural and functional products by using the rich nutritional contents in the fractions separated after processing of grains in the industry. Wheat germ obtained from the live embryo of wheat is a natural fraction of wheat and is separated as a milling by-product in milling technology. The oil and polyphenol oxidase content are important factors in the emergence of wheat germ as a by-product.

It is known that the germ part has the highest oil content among wheat fractions and that this part contains 10-15% oil (Brandolini, 2012). Wheat germ is prone to oxidation and rancidity due to its oil content. In addition, the polyphenol oxidase it contains reacts with phenolic substances and causes the color of the flour to darken (Brandolini and Hidalgo, 2012). In order to minimize the oxidation and rancidity problem during the storage of flour, the germ part, which constitutes 2.5-3.8% of the grain, is separated from the flour as a by-product during milling (Zou et al., 2018). However, wheat germ is a source of various essential nutrients including vitamin E, folic acid, thiamine as well as essential fatty acids. Wheat germ is easy to absorb and has a high nutritional value. Since it contains less gluten than whole wheat, it is considered a good choice for those with gluten intolerance (Zhang et al., 2023). Herein, the oil content and fatty acid composition of wheat germ, which is a valuable by-product, were determined and the results were evaluated by comparing with literature data.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 2. EXPERIMENTAL STUDIES

### 2.1 Moisture Content

Wheat germs used as material in the research were supplied from a local flour plant in Erzurum. Moisture contents were determined gravimetrically by keeping the samples at 130 °C for 2 hours and the results were expressed as % moisture content.

### 2.2.Oil Content

The oil content of dried samples was determined by the Soxhlet extraction method. In this context, the samples were treated with hexane at a ratio of 1:50 and extracted for 7 hours. After the process, the samples were dried at 55 ° C until they reached constant weight to remove hexane and the results were expressed as % oil content (Coşkun et al., 2019).

### 2.3 Fatty Acid Composition

Fatty acid methyl ester method was used to determine fatty acid composition. Briefly, 0.1 g of oil was mixed with 10 mL of n-hexane and 0.5 mL of 2 N methanolic potassium hydroxide solution was added. After the mixture was kept in the dark for 1-2 hours, 1 µL of the upper phase was taken and injected into the GC (Shimadzu). A flame ionization detector (FID), and a capillary column were used for analysis of fatty acids. Helium was used as the carrier gas. Fatty acids were determined using standard mix. Results were expressed as a percentage of the total fatty acids (Ekiz and Oz, 2019).

## 3. RESULTS AND EVALUATION

The findings regarding the average moisture and oil contents of the wheat germ samples are given in Table 1. The average moisture content of the samples was determined as 5.99 ± 0.35%. Bilgiçli and İbanoğlu (2007) determined the moisture content of wheat germ as 11.1%. Güven (2012) reported that the moisture content of wheat germ varies between 11,58% and 12,96% depending on the variety. This result shows that the moisture content of wheat germ may vary depending on processing and storage conditions. It is known that the moisture content may be lower in processed and stabilized products. It is thought that the drying process applied to commercial wheat germ to increase storability causes a decrease in the moisture level of the product. As can be seen from Table 1, the average oil content of the samples was determined as 11.93 ± 0.34%. The findings regarding the oil content of the samples are consistent with the literature (Gomez et al., 2012; Güven, 2012, Cankurtaran, 2016).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Table 1.** Moisture and oil contents of wheat germ samples

| Moisture content (%) | Oil content (%) |
|---|---|
| 5,99 ± 0,35 | 11,93 ± 0,34 |

Findings regarding the fatty acid composition of the wheat germ samples are given in Table 2. A total of 12 individual fatty acids (myristic acid, palmitic acid, palmitoleic acid, stearic acid, oleic acid, linoleic acid, gamma-linolenic acid, cis-11-eicosenoic acid, linolenic acid, cis-11,14-eicosadienoic acid, cis-8,11,14-eicosatrienoic acid, arachidonic acid) were detected in the fatty acid profile. Palmitic acid (C16:0), oleic acid (C18:1) and linoleic acid (C18:2) were identified as the dominant individual fatty acids in saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids, respectively. Similarly, Ören (2013) reported that the dominant fatty acids in the wheat germ samples extracted with cold press and supercritical carbon dioxide methods were palmitic, oleic and linoleic acids.

**Table 2.** Fatty acid composition of wheat germ samples

| Fatty acid | Mean ± SD |
|---|---|
| **Palmitic acid (C16:0)** | 18,57 ± 1,97 |
| **Σ Saturated fatty acid** | **19,60 ± 2,27** |
| **Oleic acid (C18:1n9c)** | 16,09 ± 1,22 |
| **Σ Monounsaturated fatty acid** | **22,40 ± 1,06** |
| **Linoleic acid (C18:2n6c)** | 56,70 ± 2,67 |
| **Σ Polyunsaturated fatty acid content** | **58,00±2,89** |

SD: Standard Deviation

The average saturated fatty acid content, monounsaturated fatty acid content and polyunsaturated fatty acid content were determined as 19.60±2.27%, 22.40±1.06% and 58.00±2.89%, respectively. Saturated fatty acids are defined by international authorities as the main components that should be reduced in the diet (WHO 2003). It is known that foods high in saturated fatty acids increase total plasma cholesterol. On the other hand, it is stated that the content of polyunsaturated fatty acids (PUFA) in the diet may have a cumulative effect to improve public health. It is reported that a diet rich in PUFA may play a role in reducing plasma cholesterol and blood pressure and preventing cardiac arrhythmia (Candela et al., 1996). In this context, it is possible to say that wheat germ, which emerges as a by-product, is a valuable product in terms of its fatty acid composition.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 4. GENERAL EVALUATION AND CONCLUSIONS

Wheat germ, which forms the embryo part of the wheat grain and covers approximately 2-3% of the total grain weight, is a biologically valuable component even though it occurs as a by-product. Wheat germ, which stands out in terms of its oil content and fatty acid composition, is suitable for use as a functional ingredient in the food industry. In this context, it is thought to have the potential to be used in many food industry areas, especially functional foods and supplements, bakery products, vegetable oil production and special diet products.

**REFERENCES:**

1. Brandolini, A., & Hidalgo, A. (2012). Wheat germ: not only a by-product. *International journal of food sciences and nutrition*, *63*(sup1), 71-74.
2. Candela, M., Astiasaran, I., and Bello, J., 1996. Effect of frying on the fatty acid profile of some meat dishes. Journal of Food Composition and Analysis, 9, 277-282.
3. Cankurtaran., T. 2016. Dolgulu Ve Dolgusuz Yaş Makarna Üretiminde Buğday Kepeği Ve Buğday Ruşeymi Katkısının Bazı Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı.
4. Delcour, J.A., Hoseney, R.C., 2013. Principles Of Cereal Science And Technology. 3rd edition, St. Paul, MN, AACC International, USA, 270p.
5. Ekiz, E., Oz, F. (2019). The effects of different frying oils on the formation of heterocyclic aromatic amines in meatballs and the changes in fatty acid compositions of meatballs and frying oils. Journal of the Science of Food and Agriculture, 99(4), 1509-1518.
6. Ertop, M. H., Kutluk, K., Çoşkun, K., & Canlı, S. (2016). Gıda endüstrisi yan ürünleri kullanımıyla cips üretimine yeni bir yaklaşım: zenginleştirilmiş gluten cipsi. *Akademik Gıda*, *14*(4), 398-406.
7. Ören, D. (2013). Soğuk pres ve süper akışkan karbondioksit ekstraksiyon metodu ile elde edilen buğday ruşeym yağlarının fizikokimyasal özelliklerinin karşılaştırılması.
8. Özkaya, H., Özkaya, B., 2005. Öğütme Teknolojisi. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları, No: 30, Ankara, 757s.
9. World Health Organization (WHO), 2003. Population Nutrient Intake Goals For Preventing Diet-Related Chronic Diseases. Geneva, 916, 54-132.
10. Zhang, Z. H., Cheng, W. L., Wang, X., Yang, F. W., Xiao, J. S., Li, Y. X., & Zhao, G. P. (2023). Extraction, bioactive function and application of wheat germ protein/peptides: A review. *Current Research in Food Science*, 100512.
11. Zou, Y., Gao, Y., He, H., Yang, T. (2018). Effect of roasting on physico-chemical properties, antioxidant capacity and oxidative stability of wheat germ oil, *Food Science and Technology*, *90*, 246-253.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# IRAK'IN KUZEYİNDEKİ ERBİL RAFİNERİSİNİN, ETRAFINDA BULUNAN TOPRAKLARIN KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

**Barzan Omar Azeez**
Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye
barzanomer756@gmail.com, ORCID: 0009-0000-3677-8330
**Prof. Dr. Mehmet Fatih Dilekoğlu**
Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye
dilekoglu@harran.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7407-1635
**Doç. Dr. Masoud Hussein Hamed**
Selahaddin Üniversitesi, Fen Fakültesi, Petrol ve Yer Bilimleri Bölümü, Erbil, IRAK
masoud.hamed@su.edu.krd ORCID: 0000-0003-2358-9324

## ÖZET

Toprak kirliliği, özellikle petrol rafinerilerinin çevresindeki alanlarda, endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan önemli bir çevresel sorun olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışma, Irak'ın kuzeyinde yer alan Erbil'in Khabat bölgesindeki toprak kirliliği düzeyini, ağır metaller ve toplam petrol hidrokarbonları (TPH) üzerine odaklanarak değerlendirmektedir. Toprak örnekleri; tuzluluk, hidrokarbon seviyeleri ve Kurşun (Pb), Kadmiyum (Cd), Berilyum (Be) gibi elementlerin yanı sıra diğer bazı ağır metaller açısından analiz edilmiştir. Jeoakkümülasyon indeksi (Igeo), düşük ile orta düzeyde kontaminasyon seviyelerini ortaya koymuş ve en yüksek indeks değeri S22 bölgesinde Berilyum için kaydedilmiştir. TPH konsantrasyonları 11 ile 151 mg/kg arasında değişmekte olup, en yüksek değer S1 bölgesinde belirlenmiştir. Korelasyon analizi, TPH seviyelerinin Bor ve Berilyum ile pozitif; Gümüş ve Kadmiyum ile ise negatif ilişkili olduğunu göstermiştir. Elektriksel iletkenlik değerleri genel olarak nispeten düşük kalmış, en yüksek okuma ise rafineri yakınında kaydedilmiştir. Kanada Toprak Kalitesi İndeksi (CSQI) 59,59 ile 70,35 arasında değişen değerlerle orta düzeyde kirliliğe işaret etmektedir. Elde edilen sonuçlar, özellikle endüstriyel faaliyetlerden etkilenen alanlarda sürekli izleme ve etkin toprak yönetimi gerekliliğine dikkat çekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Toprak kirliliği, ağır metaller, petrol hidrokarbonları, toprak kalite indeksi, Erbil rafinerisi

## 1. GİRİŞ

Toprak kirliliği, insan faaliyetleri toprağın fiziksel, kimyasal veya biyolojik özelliklerini değiştirerek verimliliğin ve çevresel işlevin azalmasına neden olduğunda ortaya çıkar (FAO,

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

2018). Endüstriyel emisyonlar, tarımsal kimyasallar ve kötü atık bertaraf uygulamaları yaygın nedenlerdir. Bunlar arasında, petrol çıkarma ve arıtma işlemlerinden kaynaklanan petrol hidrokarbon ve ağır metal kirliliği özellikle kalıcı ve zararlıdır (Aitken vd., 1998; Adam ve Duncan, 2002).

Kirleticilerin toprak kalitesi üzerindeki etkisi, bozulmuş mikrobiyal toplulukları, azalmış besin döngüsünü ve geçirgenlik ve mukavemet gibi değişen fiziksel özellikleri içerir (Evgin ve Das, 1992; Al-Sanad ve İsmail, 1997). Bu değişiklikler erozyon, temellerin kararsızlığı ve yapısal bütünlüğün bozulması gibi jeoteknik sorunlara yol açabilir. Rafinerilerin yakınındaki alanlarda, arıtılmamış atık sular ve dökülmeler toprağı ciddi şekilde bozarak yüksek seviyelerde hidrokarbon, ağır metal ve diğer organik bileşiklere yol açabilir (Hu, 2020).

PAH'lar, BTEX ve ağır metaller gibi kirleticilerin kalıcılığı, iyileştirmeyi zorlaştırır. Bu kirleticiler biyolojik olarak birikir ve karasal ekosistemler ve gıda güvenliği için risk oluşturur (De Vries ve diğerleri, 2022; Abbasian ve diğerleri, 2016). Nijerya ve Irak'tan yapılan araştırmalar, rafineri sahalarının yakınında hem çevre hem de insan sağlığını etkileyen önemli kirlenmeyi vurgulamıştır (Ngozi ve diğerleri, 2017; Abd-alhamed, 2017).

Bu araştırma, Kuzey Irak'taki Erbil Rafinerisi yakınlarındaki Khabat bölgesine odaklanmaktadır. Bölgenin endüstriyel faaliyeti göz önüne alındığında, Igeo indeksi, Kanada Toprak Kalite Endeksi (CSQI) ve hidrokarbon analizi gibi çevresel göstergeleri kullanarak toprak kirliliği seviyelerinin değerlendirilmesine ihtiyaç vardır. Amaç, kirlilik şiddetini belirlemek ve gelecekteki izleme ve azaltma çabalarına rehberlik etmektir.

Çalışmanın amaçları:

1. Topraktaki hidrokarbon konsantrasyonlarını ölçün;
2. İz metallerin ve hidrokarbonların toprak kalitesi üzerindeki etkisini değerlendirin;
3. Bulguları arka plan seviyeleriyle karşılaştırın;
4. Kirlilik indekslerini kullanarak kontaminasyonu değerlendirin;
5. Verileri yerel ve uluslararası standartlarla karşılaştırmak;
6. Genel kirlenmeyi değerlendirmek için Toprak Kalitesi İndeksini (SQI) hesaplayın.

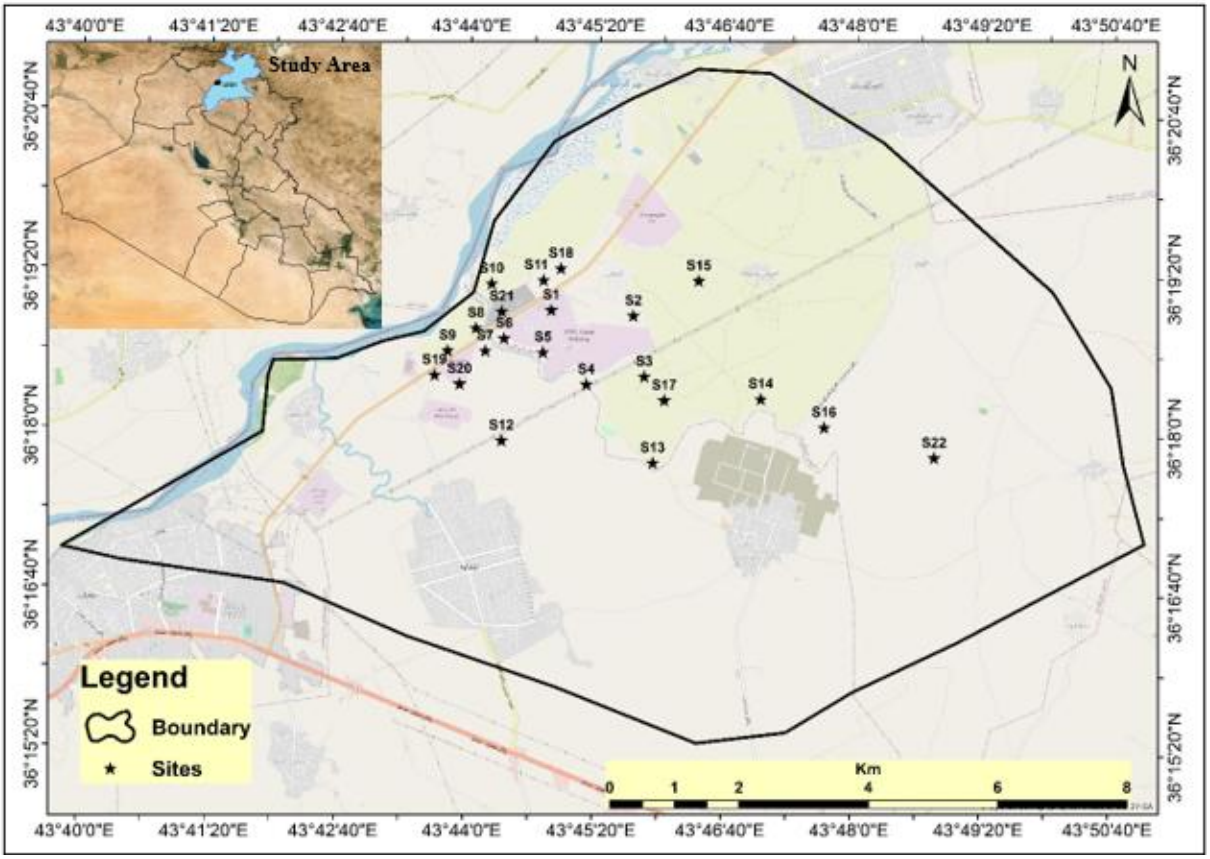
Bu çalışma, rafineri faaliyetlerinin toprak kalitesi üzerindeki mekansal etkisini anlamak için bir temel sağlamakta ve sürdürülebilir çevre yönetimi için içgörüler sunmaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 2. GEREÇ ve YÖNTEM

### 2.1. Çalışma Alanı

Erbil Rafinerisi, Irak'ın Erbil şehrinin yaklaşık 30 km batısında, Korkosik bölgesi, Khabat ilçesinde yer almaktadır. Görsel 1'de gösterildiği gibi Yukarı Zab Nehri'nin solunda (Enlem: 36.31374°K, Boylam: 43.75229°D) yer alan 2,5 km²'lik bir alanı kaplar. 2005 yılından bu yana faaliyette olan rafineri, Kürdistan Bölgesi'ndeki ilk ham petrol arıtma tesisidir ve şu anda beş üretim hattından oluşmaktadır. Ham petrolü nafta, gazyağı, dizel, akaryakıt, benzin ve sıvılaştırılmış petrol gazına dönüştürür. Bu ürünler tanklarda depolanır ve Erbil Deposu'na bağlı tankerler veya boru hatları aracılığıyla dağıtılır.



Görsel 1. Çalışma alanı ve örnekleme noktaları

### 2.2. Toprak Örneklemesi ve Veri Toplama

Rafinerinin toprak kalitesi üzerindeki etkisini değerlendirmek için, rafinerinin içinden ve çevresinden sistematik olarak 22 toprak örneği toplandı. Numune alma, metal kürekler kullanılarak 10-15 cm derinlikte gerçekleştirildi ve her numune laboratuvar analizi için temiz

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

bir plastik torbada saklandı. Hassas haritalama ve tekrarlanabilirliği sağlamak için her site için coğrafi koordinatlar kaydedildi.

### 2.3. Laboratuvar Analizleri ve Cihazları

Toprak örnekleri, aşağıdaki parametreler ve ekipmanlar kullanılarak hem fiziksel hem de kimyasal özellikler açısından analiz edildi:

- **pH ve Elektriksel İletkenlik (EC):** EC, toprak tuzluluğunu ve iyon mevcudiyetini değerlendirmek için bir EC metre kullanılarak ölçüldü. Sonuçlar dS/m veya mS/m olarak rapor edildi.
- **Nem İçeriği:** Kuru toprak kütlesinin yüzdesi olarak ifade edilen fırında kurutma yöntemiyle belirlenir. Bu, ASTM D2216-90 standartlarını takip eder ve su tutma ve toprak tutarlılığını yansıtır.
- **Ağır Metal Analizi:** As, Cd, Cr, Zn, Ni, Pb, V, Al, Mg ve diğer konsantrasyonlar, **yüksek hassasiyet ve çok elemanlı analiz sunan ICP-OES (Endüktif Eşleşmiş Plazma Optik Emisyon Spektrometresi)** kullanılarak ölçülmüştür.
- **Toplam Petrol Hidrokarbonları (TPH):** TPH seviyeleri **Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi (GC-MS) ile değerlendirildi**. Bu teknik, topraktaki organik kirleticileri tanımlar ve miktarını belirler.

### 2.4. Toprak Kalitesi ve Kirlilik İndeksleri

**2.4.1. Toprak Kalite İndeksi (SoQI): SoQI** , CCME yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır

**Çizelge 1. Toprak kalite indeksinin endişe düzeyleri (Potter, 2005).**

| Endişe Düzeyi | SoQI'nin Kategorileri |
|---|---|
| Çok düşük | 90-100 |
| Alçak | 70-90 |
| Orta | 50-70 |
| Yüksek | 30-50 |
| Çok yüksek | 0-30 |

**2.4.2. Jeo-Birikim İndeksi (Igeo):** Bu indeks, aşağıdaki formülü kullanarak metal kontaminasyonunu değerlendirir:

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

$$Igeo = log_2\left(\frac{cn}{1.5xbn}\right)$$

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

### 3.1. Toprak kalitesi Indeksi

Erbil Rafinerisi çevresindeki yirmi iki yerden toprak örnekleri toplandı ve fiziksel ve kimyasal özellikler açısından test edildi. Tüm sonuçlar, endüstriyel ve konut amaçlı Kanada kılavuzu ile karşılaştırıldı. Çalışma alanının mevcut toprak örnekleri için toprak kalite indeksi, jeo-birikim indeksi ve kirlilik faktörü dikkate alınmış ve hesaplanmıştır. İstatistiksel analiz için, her bir değişkenin sapmasını ve aralarındaki kovaryansı belirlemek için Pearson korelasyonunun korelasyon katsayısı kullanıldı.

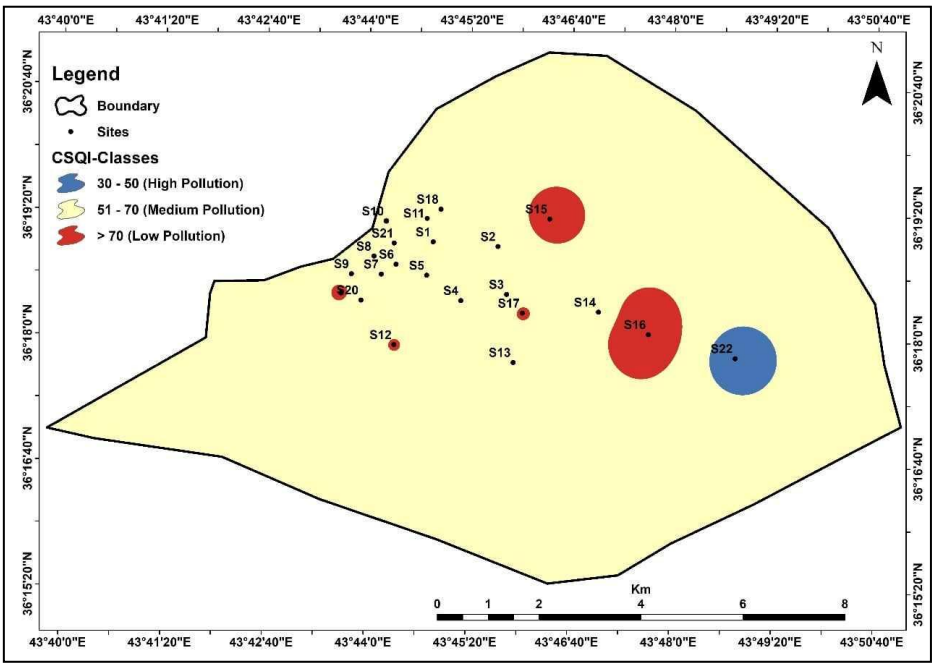
22 örnek sahanın CSQI (Kontaminasyon Şiddeti Kalite İndeksi) sınıflandırmasına göre:

S8, S10, S12, S15, S16, S17 ve S19 bölgelerinde düşük kirlilik şiddeti gözlenmiştir ve bu da bu alanlarda nispeten daha düşük toprak kirliliği seviyelerine işaret etmektedir.

S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S9, S11, S13, S14, S18, S20 ve S21 dahil olmak üzere sahaların çoğunda orta düzeyde kontaminasyon şiddeti bulundu ve bu da bir miktar müdahale veya izleme gerektirebilecek orta düzeyde bir kontaminasyon seviyesini yansıtıyor.

Yalnızca S22'de çok yüksek kontaminasyon şiddeti tespit edildi, bu da kaynağı ve potansiyel çevresel veya sağlık risklerini belirlemek için acil iyileştirme ve daha fazla araştırma gerektirebilecek kritik bir kirlilik sıcak noktası olduğunu gösteriyor (Görsel 2).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

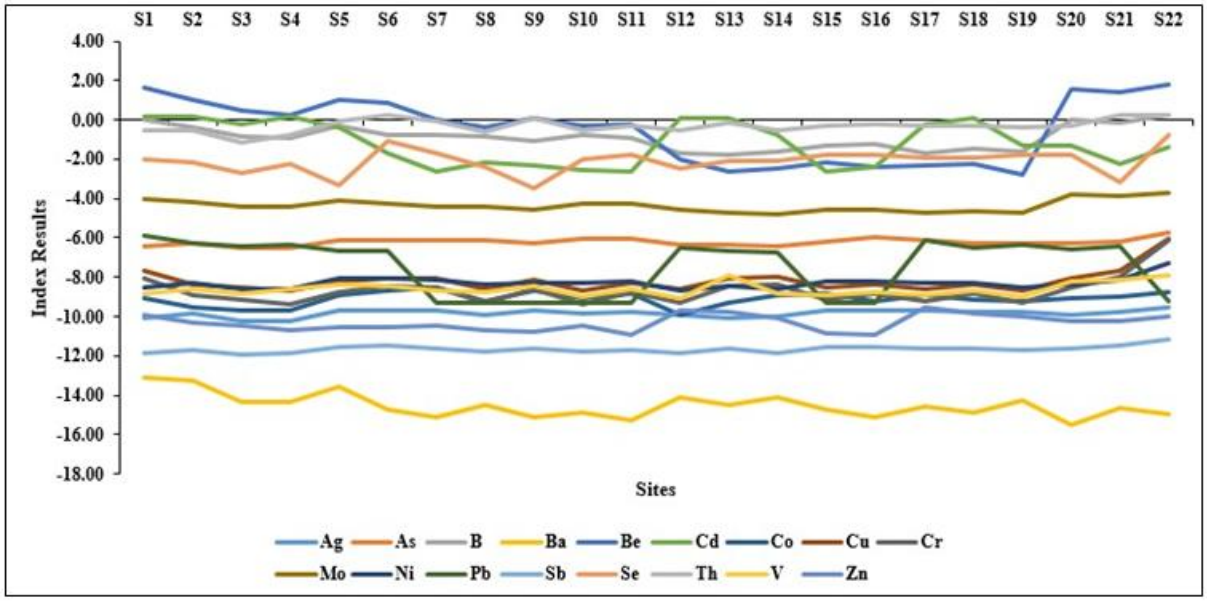



Görsel 2. Toprak Kalite İndeksi Haritası

### 3.2. Jeo-birikim Endeksi (Igeo)

Jeo-birikim İndeksi (Igeo), topraklardaki ağır metal kirliliğini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Erbil bölgesinde, bölgenin farklı jeolojik bileşimine atfedilebilecek Nikel (Ni) ve Krom (Cr) gibi elementlerin yüksek konsantrasyonları gözlenmiştir (Faiz ve diğerleri, 2009). Bu elementler, özellikle Ni, Erbil'in toprakları jeojenik olarak zenginleştirilmiş olduğu için muhtemelen doğal kökenlidir. Igeo analizi, Erbil rafinerisi yakınındaki toprak örneklerindeki ağır metallerin çoğunun, kirlenmemiş ila orta derecede kirli kategorilere girdiğini ortaya koydu. Berilyum (Be), özellikle S22 bölgesinde en yüksek Igeo değerini gösterdi ve bu da yerel kirliliği gösterdi. Kadmiyum (Cd) değerleri -2.65 ile 0.15 arasında değişmekte olup, kirlenmemiş ila orta derecede kirli olarak sınıflandırılmıştır (Yaqin ve ark., 2008). Bor (B) için Igeo değerleri -1.80 ile 0.22 arasında değişirken, dokuz örnekleme sahası tüm ağır metaller için sıfırın altında değerler gösterdi ve bu da kirlilik olmadığını gösterdi. On üç numunenin 0 ile 1 arasında Be Igeo değerleri vardı, bu da kirlenmemiş ila orta derecede kirli koşulları düşündürüyordu. Bu bulgular, Malkoç ve ark. (2010) ve Sudarningsih ve ark. (2023), çoğu ağır metalin negatif Igeo değerleri sergilediği ve sınırlı antropojenik etkiyi doğruladığı sonuçlarla tutarlıdır. Genel olarak, hiçbir metal Görsel 3'teki bir Igeo'yu aşmadı ve bu da bölgenin nispeten düşük kirlilik durumunu daha da doğruladı.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




Görsel 3. Jeo-birikim (Igeo) Endeksi

## 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışma, Erbil ilinin Khabat ilçesindeki toprak kirliliğinin kapsamlı bir değerlendirmesini sağladı ve temel göstergeler olarak ağır metaller ve Toplam Petrol Hidrokarbonlarına (TPH) odaklandı. Özellikle, Kurşun (Pb), Kadmiyum (Cd) ve Berilyum (Be) konsantrasyonlarında farklılıklar gözlendi ve bu da bazı elementler için orta derecede kirlilik riskleri olduğunu düşündürdü. Jeo-birikim İndeksi'ne (Igeo) göre, alan kirlenmemiş ile orta derecede kirli arasında değişiyordu ve Be, özellikle S22 bölgesinde en yüksek Igeo değerlerini gösteriyordu. TPH seviyeleri 11 ila 151 mg / kg arasında değişmekte olup, en yüksek konsantrasyon S1 bölgesindedir. TPH, Ag ve Cd ile negatif, B ve Be ile pozitif korelasyon gösterdi, bu da hidrokarbonlar ve metal kirleticiler arasındaki karmaşık etkileşimleri gösterdi. Elektriksel İletkenlik (EC) sonuçları, ortalama 479 µS/cm ve rafineriye yakın S3 sahasında (911 µS/cm) bir tepe değeri ile genel olarak düşük tuzluluk seviyeleri ortaya çıkardı ve endüstriyel faaliyetin etkisinin altını çizdi. Kanada Toprak Kalite İndeksi (CSQI) 59.6 ile 70.4 arasında değişmekte olup, uluslararası standartlara uygun düşük ila orta derecede kirlenmeyi göstermektedir. Bu bulgular, özellikle sanayi bölgelerinde, toprak kalitesi eğilimlerini izlemek ve etkili kirlilik azaltma stratejileri uygulamak için hedefli çevre yönetimi ve düzenli izleme ihtiyacını vurgulamaktadır.

Erbil Petrol Rafinerisi yakınındaki toprak kalitesini korumak için ağır metallerin, hidrokarbonların ve diğer kirleticilerin düzenli olarak izlenmesi çok önemlidir. Erken tespit ve müdahaleyi sağlamak için test yılda birkaç kez yapılmalıdır. Kirlenmiş sahalar için derhal

iyileştirme gereklidir. Yetkililer, endüstriyel ve konut faaliyetlerinden kaynaklanan daha fazla kirliliği önlemek için katı arazi kullanım düzenlemeleri uygulamalıdır. İzleme, araştırma ve sürdürülebilir arazi yönetimini desteklemek için yerel bir toprak araştırma merkezinin kurulması da tavsiye edilmektedir.

## KAYNAKÇA

Abbasian, F., Lockington, R., Megharaj, M. & Naidu, R. 2016. The Biodiversity Changes in the Microbial Population of Soils Contaminated with Crude Oil. Current Microbiology, 72(6): 663–670.

ABD-ALHAMED, M. M. 2017. Impacts of Recycled Scrap Steel/Iron Company on Soil Pollution of the Surrounding Areas Erbil, Kurdistan Region-IRAQ.MSc., Thesis, Soil and Water Dept. Agriculture College Salahaddin ,University-Erbil.iraq

Adam G., Duncan H. Influence of diesel fuel on seed germination. Environ. Pollut. 2002;120:363-370.

Aitken MD, Stringfellow WT, Nagel RD, Kazunga C, Chen S. Characteristics of phenanthrene-degrading bacteria isolated from soils contaminated with polycyclic aromatic hydrocarbons. Can J Microbiol. 1998;44:743–752. doi: 10.1139/w98-065.

AL-Sanad, H. A. and N. F. Ismail. 1997. Aging effect on oilcontaminated Kuwait sands. J. Geotech. Geoenviron. Eng. ASCE. 123: 290-294.

De Vries, W., et al., 2022, Impacts of nutrients and heavy metals in European agriculture — current and critical inputs in relation to air, soil and water quality, ETC-DI Report 2022/01, European Topic Centre on Data Integration and Digitalisation (https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-di/products/impacts-of-nutrients-and-heavy-metals-in-european-agriculture-current-and-critical-inputs-in-relation-to-air-soil-and-water-quality.) accessed 13 October 2022.

Evgin, E. and B. M. Das. 1992. Clay Interactions. In: Usmen, M.A. and Y. B. Acar, editos. Environmental Geotechnology. Balkema Publishers, Rotterdam, Netherlands.

Faiz Y, Tufail M, Tayyeb Javed M, Chaudhry MM, Naila-Siddique N. 2009. Road dust pollution of Cd, Cu, Ni, Pb, and Zn along Islamabad Expressway, Pakistan. Microchem J 92:186–192.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

FAO, 2018. Be The Solution to Soil Pollution. Global Symposium on Soil Pollution: Outcome Document. 2-4 MAY 2018, Rome, Italy. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Accessed 28 October 2020.

Hu, M. (2020). Environmental behavior of petroleum in soil and its harmfulness analysis. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing, 450(1): 012100.

Malkoc S., Yazici B. And A. Koparaly S. (2010). Assessment Of The Levels Of Heavy Metal Pollution In Roadside Soils Of Eskisehir, Turkey. Environmental Toxicology and Chemistry, Vol. 29, No. 12, pp. 2720–2725.

Ngozi, E.J., Ifechukwu, A.E., Lawrence, A.N. (2017). Effects of used engine oil polluted-soil on seeds' germination and seedlings' growth characteristics of some tropical crops. International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB), 2(2): 812-818.

Sudarningsih S., Fahruddin F., Lailiyanto M., Noer A.A., Husain S., Siregar S.S., Wahyono S.C.,Ridwan I. (2023). Assessment of Soil Contamination by Heavy Metals: A Case of Vegetable Production Center in Banjarbaru Region, Indonesia Pol. J. Environ. Stud. Vol. 32, No. 1 (2023), 249-257

Yaqin J, Yinchang F, Jianhui W, Tan Z, Zhipeng B, Chiqing D. 2008. Using geoaccumulation index to study source profiles of soil dust in China. J Environ Sci 20:571–578

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# IRAK'IN KUZEYİNDE BULUNAN ERBİL PETROL RAFİNERİSİ ETRAFINDAKİ YER ALTI SUYU KALİTESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

**Goran Ahmed Elias**
Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye
goran.a.rwandzi@gmail.com, ORCID: 0009-0005-4618-9560
**Prof. Dr. Mehmet Fatih Dilekoğlu**
Harran Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye
dilekoglu@harran.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7407-1635
**Doç. Dr. Masoud Hussein Hamed**
Selahaddin Üniversitesi, Fen Fakültesi, Petrol ve Yer Bilimleri Bölümü, Erbil, IRAK
masoud.hamed@su.edu.krd ORCID: 0000-0003-2358-9324

## ÖZET

Bu çalışma, endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan potansiyel kirliliğe maruz kalan bir bölge olan Kuzey Irak'taki Erbil Petrol Rafinerisi yakınındaki yeraltı suyu kalitesini değerlendirmektedir. Yeraltı suyu kalitesinin değerlendirilmesinde Kanada Su Kalitesi İndeksi (CWQI) kullanılmış ve bu değerlendirme, ArcGIS ortamında Ters Mesafe Ağırlıklı (IDW) enterpolasyon yöntemiyle oluşturulan mekânsal dağılım haritalarıyla desteklenmiştir. Toplam 22 yeraltı suyu örneğine ait sonuçlar, su kalitesinin kötü ile iyi arasında değiştiğini (CWQI: 42.39–92.14) ortaya koymuştur. En düşük su kalitesi rafineri sahası içindeki S1 numune noktasında, en yüksek su kalitesi ise S5 ve S6 gibi daha uzak kırsal alanlarda kaydedilmiştir. Piper ve Schoeller diyagramlarına göre yeraltı suyu tipi Ca-Mg-$SO_4$-bikarbonat olarak sınıflandırılmıştır. Rafineri yakınındaki bazı noktalar (S1, S14, S16) kirlenme belirtileri gösterirken, S2, S3 ve S15 gibi diğer yakın konumlar iyi su kalitesini korumuştur. Elde edilen bulgular, yerel hidrojeolojik özellikler ile endüstriyel tesislere olan yakınlığın su kalitesini etkileyen temel faktörler olduğunu ortaya koymaktadır. Uzun vadeli yeraltı suyu güvenliğinin sağlanabilmesi için risk altındaki bölgelerde sürekli izleme ve iyileştirme çalışmaları önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler :** Su Kalitesi İndeksi, Erbil, rafineri, IDW enterpolasyonu, yeraltı suyu kirliliği, Irak.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. GİRİŞ

Yeraltı suyu, içme, tarım ve endüstri için gerekli olan dünyanın en hayati tatlı su kaynaklarından biridir. Küresel nüfusun su ihtiyacının yaklaşık üçte birini karşılar ve ekosistemlerin sürdürülmesinde çok önemli bir rol oynar (Li, Karunanidhi, Subramani, & Srinivasamoorthy, 2021). Kentleşme ve sanayileşme genişledikçe, özellikle gelişmekte olan bölgelerde, yeraltı suyu sistemleri üzerindeki baskı artmakta ve bu da sistemlerinin korunmasını acil bir öncelik haline getirmektedir.

Büyük şehir merkezleri ve mega kentler genellikle büyük ölçüde yeraltı sularına bağımlıdır. Çin'de, şehirlerin %60'ından fazlası öncelikle yerel tedarik için ona güveniyor (Liu ve Zheng, 2016). Benzer şekilde, Amerika Birleşik Devletleri'nde, tüm tatlı su kullanımının %25'ini oluşturmaktadır (Gibson ve Kavanaugh, 2008). Bununla birlikte, yeraltı doğası, yeraltı suyu kirliliğinin tespit edilmesini ve yönetilmesini özellikle zorlaştırır. Gözle görülür kirlenme belirtileri gösteren yüzey suyunun aksine, yeraltı suyu genellikle sessizce zarar görür ve kirlilik ancak hasar zaten önemli olduğunda belirginleşir.

Endüstriyel faaliyetler, özellikle petrol arıtma, yeraltı suyu kalitesi için büyük bir risk oluşturmaktadır. Rafineriler, hidrokarbonlar, ağır metaller ve organik çözücüler dahil olmak üzere çok sayıda kirletici üretir. Bunlar toprağa sızabilir ve akiferlere sızabilir, yeraltı suyu kimyasını değiştirebilir ve hem insan sağlığını hem de çevresel istikrarı tehdit edebilir. Rafinerilerin akiferlere yakınlığı, özellikle dökülmeler veya uygun olmayan atık bertarafı meydana gelirse riski artırır (Allison & Mandler, 2018).

Son çalışmalar, petrol rafinerisi ile toprak ve su kirliliği arasında bir bağlantı olduğunu göstermiştir. Nematollahi ve ark. (2022), Erbil ve Kerkük rafinerilerinin yakınında önemli polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) kontaminasyonu tespit etti. Benzer şekilde, Smail ve Dişli (2023), Erbil Merkez Alt Havzası'ndaki yeraltı suyu kırılganlığını değiştirilmiş bir DRASTIC modeli kullanarak değerlendirdi ve alanın önemli bir bölümünün orta ila yüksek risk altında olduğunu buldu.

Yerel bozulmaya rağmen, bazı bölgeler muhtemelen jeolojik faktörler veya kirlilik kaynaklarına olan uzaklık nedeniyle hala iyi su kalitesini korumaktadır. Piper diyagramları, yeraltı suyunun hidrokimyasal türlerini karakterize etmeye yardımcı olurken, Kanada Su Kalitesi Endeksi (CWQI) ve ArcGIS'teki mekansal analiz gibi araçlar, kirliliğin ciddiyeti ve dağılımı hakkında değerli bilgiler sunar (Giao ve diğerleri, 2023; Osman ve İbrahim, 2021).

Bu çalışma, Erbil Petrol Rafinerisi çevresindeki yeraltı sularına odaklanmakta ve aşağıdakileri amaçlamaktadır:

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

1. Kimyasal ve fiziksel parametreleri kullanarak yeraltı suyu kalitesini değerlendirin;
2. Mekansal eğilimleri ve potansiyel kontaminasyon kaynaklarını belirlemek;
3. Rafineri faaliyetinin akifer sağlığı üzerindeki etkisini analiz etmek;
4. Etkili su yönetimini ve çevre korumasını desteklemek için veri sağlayın.

Bu araştırma, yeraltı suyunun mevcut durumunu ve endüstriyel faaliyetlerin yarattığı riskleri anlayarak, kuzey Irak ve ötesindeki su kaynaklarını korumaya yönelik daha geniş çabalara katkıda bulunmaktadır.

## 2. GEREÇ ve YÖNTEM

### 2.1. Çalışma Alanının Tanımı

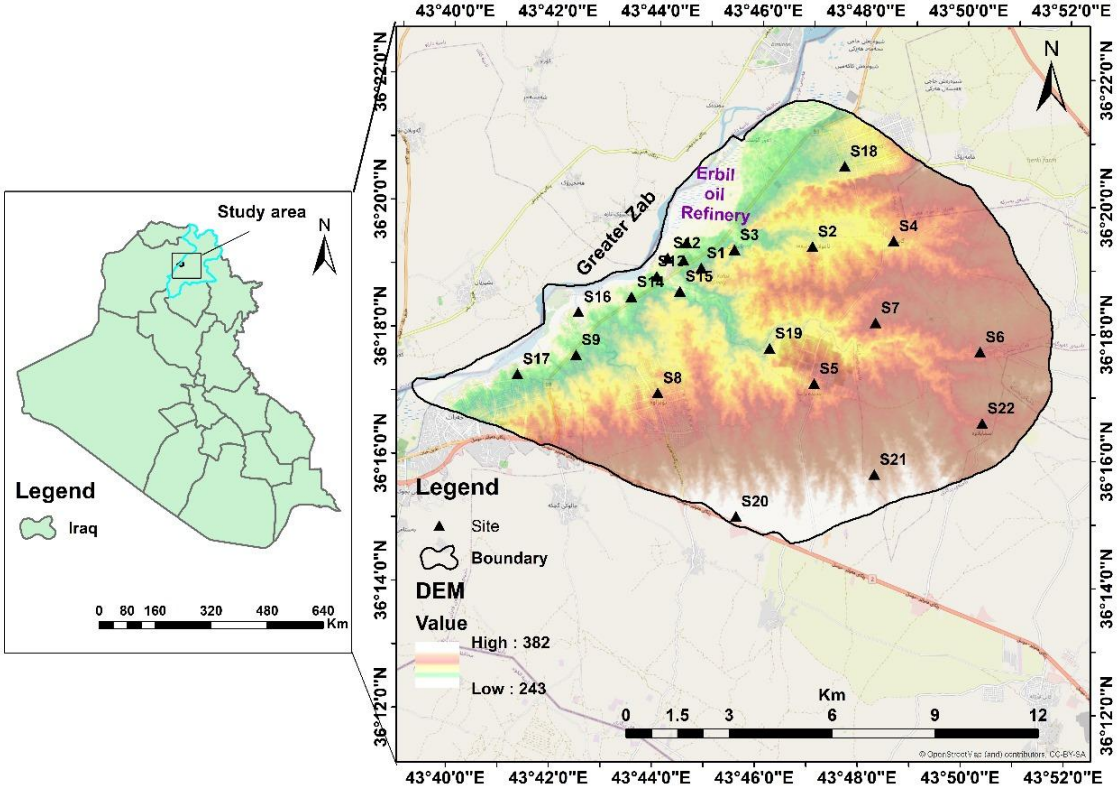
Irak'ın kuzeydoğu bölgesinde yer alan Erbil, yaklaşık 18.170 kilometrekarelik bir alana yayılıyor. Erbil Petrol Rafinerisi, şehrin kuzeybatısında, kuzeybatıda Büyük Zap Nehri ile güneydoğuda Küçük Zap Nehri arasında yer almakta olup, coğrafi koordinatları 36.3179°K enlem ve 43.7573°D boylamında yer almaktadır. Rafineri, Erbil şehir merkezine yaklaşık 30 kilometre uzaklıktadır. Görsel 1, çalışma alanının konumunu ve örnekleme noktalarını gösterir. 2005 yılında açılan Erbil Petrol Rafinerisi, Irak'ın en büyük rafinerilerinden biridir ve büyüklük bakımından dördüncü sırada yer almaktadır. Ham petrolü nafta, gazyağı, gaz yağı (dizel), akaryakıt, benzin ve sıvılaştırılmış petrol gazı dahil olmak üzere çeşitli petrol ürünlerine rafine eden beş üretim hattından oluşur. Rafineri, bölgenin enerji üretimi ve dağıtımında çok önemli bir rol oynamaktadır. Ham petrol ürünleri, tankerler veya boru hatları ile yerel depolara dağıtılmadan önce büyük tanklarda depolanır. Bu çalışma alanı için haritalar oluşturmak için Kaynak Coğrafi Bilgi Sistemi (RGIS) yazılımı kullanılmıştır.

### 2.2. Veri Toplama Yöntemi

Su kalitesindeki olası dalgalanmaları hesaba katmak için gün içinde çeşitli zamanlarda yeraltı suyu örnekleri toplandı. Her numune, yeraltı suyunun kararlı durum durumunu temsil ettiğinden emin olmak için suyun 15 dakika akmasına izin verildikten sonra alındı (Pitt ve diğerleri, 2019). Bu yöntem, doğru ve güvenilir su kalitesi verileri elde etmek için kritik öneme sahipti. Örnekleme, farklı topografik ortamlara dağılmış 22 kuyu sahasında meydana geldi ve bölge genelindeki yeraltı suyu koşullarının kapsamlı bir görünümünü sağladı. Her kuyucuğa, 1'den 22'ye kadar benzersiz bir numune numarası atandı. Hassas konum takibi için her kuyunun tam enlem ve boylam koordinatları kaydedildi. 36.251259 ° ila 36.343464 ° K (enlem) ve 43.688305

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

° ila 43.838209 ° D (boylam) arasında değişen bu koordinatlar, çalışma alanının doğru mekansal temsili için gerekliydi.




**Görsel 1. Çalışma alanı ve örnekleme noktaları**

### 2.3. Analiz Edilen Parametreler ve Cihazlar

Yeraltı suyu kalitesini değerlendirmek için çeşitli kimyasal ve fiziksel parametreler ölçülmüştür. Parametreler arasında pH, elektriksel iletkenlik (EC), bulanıklık, toplam çözünmüş katılar (TDS), sülfat, klorür ve toplam petrol hidrokarbonları (TPH) vardı. Analiz edilen ağır metaller arasında gümüş, arsenik, magnezyum, baryum, berilyum, kalsiyum, manganez, kobalt, potasyum, alüminyum, molibden, toryum, sodyum, bor, selenyum, talyum, antimon ve vanadyum vardı. Ek olarak, fekal koliform ve E. coli'yi tespit etmek için mikrobiyolojik testler yapılmıştır.

### 2.4. CCME Su Kalitesi İndeksi Formülasyonu

Genel su kalitesini değerlendirmek ve raporlamak için Kanada Su Kalitesi İndeksi (CCME WQI) kullanılmıştır. Üç faktörü birleştirir: kapsam (F1), frekans (F2) ve genlik (F3),Endeks,

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

su kalitesi parametrelerinin yerleşik yönergelere göre başarısızlık oranına dayalı genel bir derecelendirme sağlar (CCME, 2001). CCME WQI'nin formülü şöyledir:

$$\text{CCME WQI} = 100 - \left( \frac{\sqrt{F1^2 + F2^2 + F3^2}}{1.732} \right)$$

Su kalitesi beş seviyeye ayrıldı: Çok iyi (95-100), İyi (80-94), Orta (65-79), Marjinal (45-64) ve Kötü (0-44). Bu değerler ve açıklamaları Çizelge 1'de verilmiştir.

**Çizelge 1. CCME WQI'ye göre su kalitesinin sınıflandırılması**

| Su Kalitesi Kategorisi | CCME WQI Değer Aralığı | Açıklama |
|---|---|---|
| Çok iyi | 95-100 | Su kalitesi, doğal veya bozulmamış koşullara çok benzeyen, minimum tehdit veya zararın olduğu bir seviyede tutulur. Bu indeks değerlerini elde etmek için, tüm ölçümlerin belirlenen hedefleri tutarlı bir şekilde karşılaması gerekir. |
| İyi | 80-94 | Su kalitesi minimum tehdit veya bozulma ile korunur; Koşullar nadiren doğal veya arzu edilen seviyelerden sapar. |
| Orta | 65-79 | Su kalitesi tipik olarak korunur, ancak zaman zaman risk altında olabilir veya tehlikeye girebilir; Durumlar ideal ya da doğal düzeylerden sapabilir. |
| Marjinal | 45-64 | Su kalitesi düzenli olarak risk altındadır veya tehlikeye girmektedir ve koşullar sıklıkla ideal veya doğal seviyelerden sapmaktadır. |
| Kötü | 0-44 | Su kalitesi sıklıkla risk altındadır veya tehlikeye girer, genellikle ideal veya doğal seviyelerden sapar. |

### 2.5.Koruma ve Taşıma

Toplandıktan sonra numuneler, bileşimlerinde değişiklik olmasını önlemek için kontrollü bir ortamda saklandı. pH, TDS, EC ve sıcaklık gibi parametreler yerinde ölçüldü ve kalan numuneler, numune bütünlüğünü korumak için 1-2 saat içinde laboratuvara taşındı

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

### 2.5. CBS ile Su Kalitesi İndeksi Haritalaması

Su kalitesi, enterpolasyon için Ters Mesafe Ağırlıklı (IDW) tekniği uygulanarak ArcGIS kullanılarak görselleştirildi. Bu yöntem, çalışma alanı boyunca çeşitli su kalitesi parametrelerinin haritalandırılmasını sağlayarak, yüksek veya düşük su kalitesi seviyelerine sahip bölgelerin belirlenmesine yardımcı oldu.

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Erbil Petrol Rafinerisi çevresindeki yirmi iki su kuyusundan yeraltı suyu örnekleri toplanmış ve fiziksel, kimyasal, bakteriyolojik ve ağır metal özellikleri açısından test edilmiştir. Tüm sonuçlar, Irak yönergesi 2001 tarafından önerilen içme suyu standardı ile karşılaştırıldı. Çalışma alanındaki yeraltı suyu kalitesi için tahmin edilen Kanada su kalitesi indeksi (CCWQI)

### 3.1. CCME sonuçları:

Çeşitli siteler için su kalitesi indeksi (CWQI), Kanada Çevre Bakanları Konseyi Su Kalitesi Endeksi'ne (CCME WQI) göre kategorize edilmiştir.

**3.1.1. Kötü Su Kalitesi:** S1, S11, S12 ve S13 bölgeleri "Kötü" kategorisi altında sınıflandırılmıştır. Site S1'in CWQI'si 41.39'du ve bu da su kalitesinin önemli ölçüde düştüğünü gösteriyor. Site S11, 44.33'lük bir CWQI ile takip ederken, S12 ve S13'ün CWQI'leri sırasıyla 43.75 ve 41.73'e sahipti, her ikisi de düşük su kalitesini gösteriyor, bu da bu sitelerin yüksek kirlilik seviyelerine veya tehlikeye atılmış su koşullarına sahip olduğunu gösteriyor.

**3.1.2. İyi Su Kalitesi:** Birkaç site, 80 ila 100 arasında değişen CWQI değerleri ile iyi su kalitesi gösterdi. S2 (87.81), S3 (91.94), S5 (83.26), S6 (87.38), S7 (92.14), S8 (79.85), S9 (80.65), S10 (91.91), S15 (82.70), S18 (82.43), S20 (87.93) ve S21 (88.22) sitelerinin tümü bu aralığa girmiştir ve bu sitelerin genellikle yüksek kaliteli suya sahip olduğunu ve öngörülen su kalitesi standartlarının çoğunu veya tamamını karşıladığını göstermektedir.

**3.1.3. Orta Su Kalitesi:** Orta su kalitesine sahip alanlar S4, S14, S16, S19 ve S22 idi ve CWQI'ler sırasıyla 77.37, 78.18, 79.47, 77.69 ve 77.24 idi. Bu sahalar kritik kirlilik seviyeleri sergilemese de, su kaliteleri en yüksek standartlarla tutarlı değildir, bu da su kalitesinde ara sıra bozulma veya dalgalanma olduğunu gösterir.

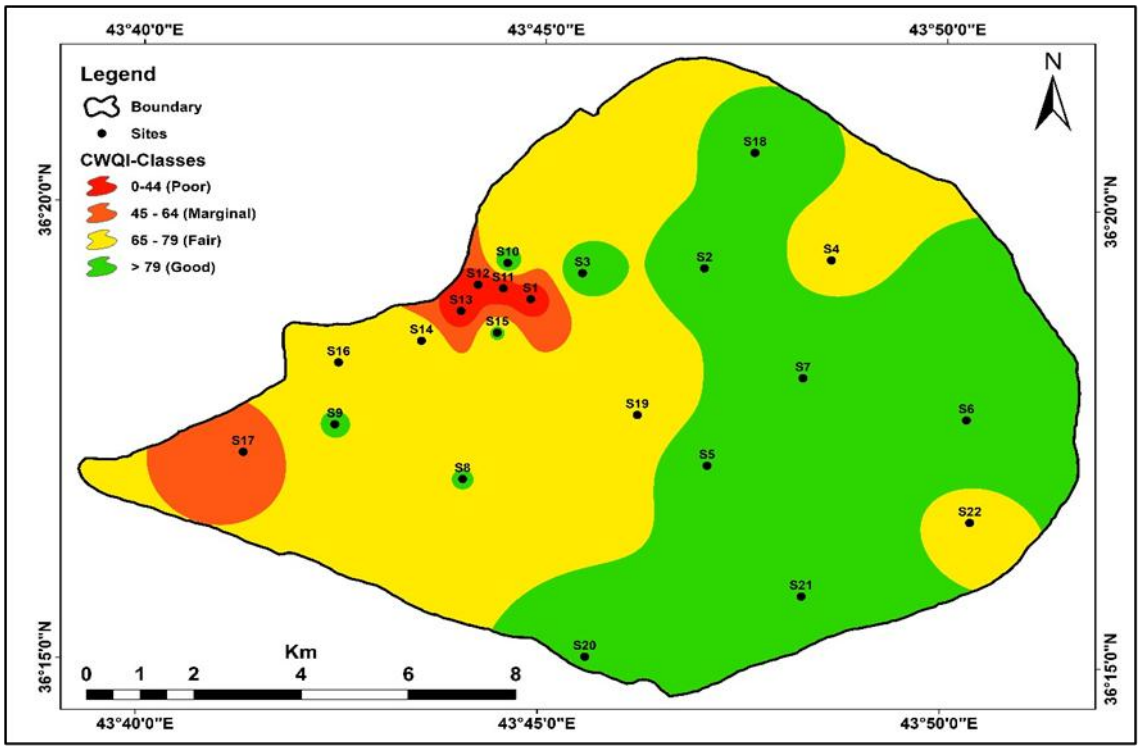
**3.1.4. Marjinal Su Kalitesi:** CWQI'si 56.84 olan Site S17, "Marjinal" altında kategorize edildi. Bu, sitenin su kalitesinin sınırda olduğunu ve zaman zaman gerekli su kalitesi yönergelerini karşılamada başarısızlıklar olduğunu göstermektedir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Tüm sahalar için genel ortalama CWQI, "Adil" kategorisine giren 75.19 idi ve bu, ortalama olarak, tüm sahalardaki su kalitesinin bir şekilde tehlikeye atıldığını, ancak ciddi şekilde kirlenmediğini gösteriyor.

### 3.2. Kanada İçme Amaçlı Su Kalitesi İndeksi

Tüm sahalardaki ortalama Kanada Su Kalitesi Endeksi (CWQI) değerleri, orta bir su kalitesine işaret etti. CWQI 42.39 ile 92.14 arasında değişiyordu ve su kalitesi genellikle "Kötü" ve "İyi" arasında yer almaktadır (Görsel 2). Rafineriden daha uzak sahalar (S2, S3, S5, S6, S7, S18, S20, S21) iyi kalite gösterirken, rafineriye daha yakın olanlar (S1, S14, S16, S4, S8) muhtemelen arıtılmamış su, kentsel atık ve rafineri faaliyetlerinden kaynaklanan kirlenme nedeniyle bozulma yaşadı (Olowe ve diğerleri, 2016; Ramakrishnaiah ve diğerleri, 2009). Bu bulgular, Ibe ve ark. (2019), Addisie (2022) ve Hui ve ark. (2020), kuraklık da su kalitesini etkilemektedir (Abbasi ve Abbasi, 2012).




**Görsel 2. İncelenen örnekleme alanlarındaki WQI kategorileri**

## 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Kuzey Irak'taki Erbil Petrol Rafinerisi yakınlarındaki yeraltı suyu kalitesi, çoğu tesisin Irak ve uluslararası su kalitesi standartlarını karşılamasıyla birlikte, genellikle insan kullanımı için kabul edilebilir. Bulanıklık, pH, EC, TDS ve iyon konsantrasyonları gibi parametreler

güvenli sınırlar içindeydi. Bulanıklık düşük kaldı ve jeolojik faktörlere bağlı olarak pH seviyeleri hafif alkalinite gösterdi. Sığ kuyulardaki nitrat seviyeleri potansiyel kirlilik konusunda endişeleri artırırken, genel su kalitesi yeterliydi. Bazı numunelerde sertlik ve toplam koliform bakterilerdeki bazı lokalize artışlar, daha fazla araştırma gerektiren kontaminasyon kaynaklarını düşündürmektedir. Yeraltı suyu tüketime uygundur, ancak sürekli izleme gereklidir.

Güvenli içme suyu sağlamak için, ağır metaller ve hidrokarbonlar gibi kirleticileri tespit etmek için yeraltı suyunun, özellikle kuyu suyunun düzenli olarak test edilmesi yılda en az dört kez yapılmalıdır. Büyük Zab Nehri'ne dokunmak gibi yüzey suyu sistemlerini iyileştirerek su kaynaklarını çeşitlendirmek, kirlenmiş yeraltı sularına olan bağımlılığı azaltacaktır. Kirlenmiş kuyular kapatılmalı veya değiştirilmeli ve klorlama gibi su arıtma yöntemleri uygulanmalıdır. Ek olarak, su arıtma altyapısı güncellenmeli ve sürdürülmelidir. Rafineri çevresinde imar düzenlemelerinin uygulanması, gelecekteki kirlenmenin önlenmesine yardımcı olacaktır ve sahanın yakınında bir su araştırma tesisi kurmak, gelecekteki politikalar için değerli veriler sağlayabilir.

## KAYNAKÇA

Abbasi, T., & Abbasi, S. A. (2012). *Water quality indices*: Elsevier.

Addisie, M. B. (2022). Evaluating drinking water quality using water quality parameters and esthetic attributes. *Air, Soil and Water Research, 15*, 11786221221075005.

Allison, E., & Mandler, B. (2018). Petroleum and the Environment. *American Geosciences Institute, 8*, 1.

Giao, N. T., Nhien, H. T. H., Anh, P. K., & Thuptimdang, P. (2023). Groundwater quality assessment for drinking purposes: a case study in the Mekong Delta, Vietnam. *Scientific Reports, 13*(1), 4380.

Gibson, J. M., & Kavanaugh, M. C. (2008). Restoring contaminated groundwater: an achievable goal? *Environmental science & technology, 28*(8), 362A-368A.

Hui, T., Jizhong, D., Qifa, S., Qiang, L., Zhuang, K., & Hongtao, J. (2020). Using the water quality index (WQI), and the synthetic pollution index (SPI) to evaluate the groundwater quality for drinking purpose in Hailun, China. *Sains Malaysiana, 49*(10), 2383-2401.

Ibe, P., Aigbedion, I., Marcellinus, M., Okoli, F. U., & Sola, A. (2019). Assessment of water quality Index for groundwater in Ado Ekiti, Nigeria. *World News of Natural Sciences, 22*.

Li, P., Karunanidhi, D., Subramani, T., & Srinivasamoorthy, K. (2021). Sources and consequences of groundwater contamination. *Archives of environmental contamination and toxicology, 80*, 1-10.

Liu, J., & Zheng, C. (2016). Towards integrated groundwater management in China. *Integrated Groundwater Management: Concepts, Approaches and Challenges*, 455-475.

Nematollahi, M. J., Rastegari Mehr, M., Shakeri, A., Amjadian, K., Ebrahimi, P., & Pirouei, M. (2022). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in soils around oil refineries; Case study: Erbil and Kirkuk refineries, Iraq-A modelling approach. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, *20*(2), 699-716.

Olowe, B., Oluyege, J., & Famurewa, O. (2016). An assessment of drinking water quality using water quality index in Ado-Ekiti and environs, Nigeria. *American Chemical Science Journal*, *12*(2), 1-7.

Othman, B. A., & Ibrahim, E. S. (2021). Assessment of groundwater quality over the Erbil Plain based on water quality index. *ZANCO Journal of Pure and Applied Sciences*, *33*(s1), 1-10.

Ramakrishnaiah, C., Sadashivaiah, C., & Ranganna, G. (2009). Assessment of water quality index for the groundwater in Tumkur Taluk, Karnataka State, India. *Journal of Chemistry*, *6*(2), 523-530.

Smail, R. Q. S., & Dişli, E. (2023). Assessment and validation of groundwater vulnerability to nitrate and TDS using based on a modified DRASTIC model: a case study in the Erbil Central Sub-Basin, Iraq. *Environmental monitoring and assessment*, *195*(5), 567.

# FARKLI DOZLARDA ASPİR (*CARTHAMUS TİNCTORİUS* L.) TAÇ YAPRAĞI İLAVELİ YEM İLE BESLENEN BILDIRCINLARIN YUMURTA KULUÇKA ÖZELLİKLERİ

**Doç. Dr. Tülay ÇİMRİN**

Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü

tcimrin@hotmail.com - ORCID ID: 0000-0002-5868-4148

## ÖZET

Çalışma, yumurta üretim dönemindeki anaç bıldırcın yemlerine farklı dozlarda aspir taç yaprak tozu ilavesi ile beslemenin yumurta kuluçka özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Yumurtlama dönemindeki toplam 48 dişi ve 16 erkek bıldırcın dört gruba eşit olarak dağıtılarak, 5 hafta beslenmiştir. Çalışma grupları; bazal yem (Kontrol), bazal yeme eklenen, %0.15 aspir taç yaprak tozu (Aspir 1), %0.30 aspir taç yaprak tozu (Aspir 2) ve %0.45 aspir taç yaprak tozu (Aspir 3) olarak sınıflandırılmıştır. Çalışma sonunda, makinaya yüklenen yumurta ağırlık ortalaması, yumurta boyu, yumurta eni, şekil indeksi ve kuluçka süresi sonunda çıkan civciv ağırlığı Aspir 1 grubunda kontrol ve diğer aspir gruplarına göre önemli düşük bulunmuştur. Civciv dönüşüm oranı bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Çalışma grupları arasında %85.87 kuluçka randımanı ve %91.30 döllülük oranı ile en yüksek değerler Aspir 2 grubunda, %63.54 kuluçka randımanı ve %72.92 döllülük oranı ile en düşük değerler Aspir 3 grubunda olup farklılıklar önemli bulunmuştur. En yüksek çıkış gücü %94.05 oranıyla Aspir 2 grubunda belirlenmiş ancak gruplar arasındaki farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Sonuç olarak ölçülen parametreler değerlendirildiğinde %0.30 aspir taç yaprak tozu ilave edilmiş yem ile beslenen bıldırcınlardan elde edilen yumurtaların en iyi kuluçkalık yumurta özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Aspir taç yaprağı, Bıldırcın, Çıkış gücü, Döllülük oranı, Kuluçka randımanı

# EGG-HATCHING CHARACTERISTICS OF QUAILS FED WITH DIFFERENT DOSES OF SAFFLOWER (*CARTHAMUS TINCTORIUS* L.) PETAL SUPPLEMENTED FEED

**Assoc. Prof. Dr. Tülay ÇİMRİN**

Hatay Mustafa Kemal University, Faculty of Agriculture, Department of Animal Science

tcimrin@hotmail.com - ORCID ID:0000-0002-5868-4148

## ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of different doses of safflower petal powder added to quail diets during the egg production period on egg-hatching characteristics of broodstock quails. A total of 48 female and 16 male quails during the egg-laying period were evenly

distributed in four groups and fed for 5 weeks. The study groups were classified as basal feed (Control), 0.15% safflower petal powder (Safflower 1), 0.30% safflower petal powder (Safflower 2), and 0.45% safflower petal powder (Safflower 3) added to the basal feed. The mean egg weight, egg length, egg width, egg shape index, and chick weight at the end of the incubation period were significantly lower in the Safflower 1 group compared to the control and other safflower groups. The differences between the groups in terms of chick conversion rate were found to be insignificant. The highest values with 85.87% hatchability and 91.30% fertility rate were in the Safflower 2 group, the lowest values with 63.54% hatchability and 72.92% fertility rate were in the Safflower 3 group and the differences were found to be significant. The highest output power was determined in the Safflower 2 group with a rate of 94.05%, but the differences between the groups were found to be insignificant. As a result, when the measured parameters were evaluated, it was determined that the eggs obtained from quails fed with 0.30% safflower petal powder added had the best hatching egg feature.

**Keywords**: Safflower petal, Quail, Output power, Hatchability, Fertility rate, Hatching yield

## 1. GİRİŞ

Aspir (*Carthamus tinctorius* L.), Compositeae familyasından bir yağ bitkisidir. Aspir bitkisi 80-100 cm'ye kadar büyüyebilen, beyaz, sarı, krem, kırmızı ve turuncu renklerde çiçeklere sahip, kahverengi, beyaz ve üzerinde koyu çizgili beyaz tohumları olan (ender durumlarda siyah) ve her dalın ucunda içerisinde tohumları bulunan küçük tablalar oluşturan bir bitkidir (Kobuk ve ark., 2019). Aspirin çiçeklerinden elde edilen cartharmin, doğal boya ham maddesi olarak önem taşımaktadır (Nagaraj ve ark., 2001). Ayrıca bitki, yeşil çit ve kuru çiçek olarak da kullanılabilme potansiyeline sahip değerli bir süs bitkisidir (Çoşge ve ark., 2007). Çeşitli aspir hatlarının yağ içeriği %25.78 – 35.16 arasında değişim gösterir ve bu hatlar oleik asit içeriği bakımından oldukça zengindir (Kobuk ve ark., 2019). Yüksek linoleik asit (omega-6) içeriği özellikle damar sertliği tedavisinde ve yüksek kan kolesterolünün düşürülmesinde etkili olabilmektedir. Daş ve ark. (2023), japon bıldırcın yemlerine aspir yağı ilavesinin kandaki toplam oksidatif durumu önemli ölçüde azalttığı ve toplam antioksidan durumu arttırdığı ifade etmişlerdir. Aspir tohumlarından yağın alınmasından sonra geriye kalan küspesi enerji ve protein kaynağı olarak hayvan beslemede kullanılabilmektedir. Aspir ile yapılan kanatlı besleme çalışmalarında yumurta kuluçka özellikleri ile doğrudan ilgili bir çalışmaya rastlanılmamış ise de hayvan sağlığını ve yumurta kalitesini iyileştirdiğine dair çalışmalar mevcuttur. Örneğin yapılan bir çalışmada, farklı seviyelerde (%0, 5, 10 ve 20) aspir tohumu küspesi ile beslemek yumurta ağırlığı ve yumurta kabuk kırılma direncini etkilenmemiş, ancak yumurta kütlesi ve kabuk kalınlığı etkilenmiştir (Doğan ve Cufadar, 2022). Benzer bir çalışmada, farklı düzeylerde (%0, 5, 10, 15 ve 20) tam yağlı aspir tohumu içeren yemlerle beslenen etlik piliçlerde abdominal yağ yüzdesi ve serum kolesterol konsantrasyonu önemli ölçüde azalmış ve performans parametrelerini olumsuz etkilenmemiştir (Malakian ve Hassanabadi, 2010). Yumurta tavukları ile yapılan farklı bir çalışmada, aspir küspesinin yeme % 4, %8 ve %12 düzeyinde eklenmesi yaşama gücü, canlı ağırlık kazancı, yumurta verimi, yumurta ağırlığı, kütlesi ve şekil indeksinin etkilememiştir. Ancak %4 ve 12 seviyeleri kabuk kırılma direncini, %8 seviyesi kabuk kalınlığını, %8 ve 12 seviyesi yumurta sarısı rengini, %12 seviyesi yumurta sarısı E vitamini içeriğini arttırmıştır. Ayrıca artan aspir miktarına paralel

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

olarak, yumurta sarısında linoleik, linolenik ve dokosaheksaenoik asit miktarları artarken, palmitik asit miktarı azalmıştır (Yenice ve ark., 2018). Soya, mısır, yer fıstığı, pamuk ve aspir yağları linoleik asit bakımından zengin olup bu yağlar yumurta sarısı linoleik asit miktarını önemli oranda arttırabilmektedir (Yakar ve ark., 2014). Kuluçkalık yumurtanın ve civcivin kalitesi maternal (anaç) beslenmesi aracılığıyla iyileştirilebilir. Bunun için kuluçkalık yumurtanın besin madde birikimi ve kabuk kalitesinin, sağlıklı civciv üretimine yönelik planlanması gerekir (Kutlu ve Şahin, 2017). Maternal besleme ile kuluçkalık yumurtaların omega-6, omega-3 gibi doymamış yağ asitlerince zenginleştirilmesi embriyonun enerji ihtiyacının karşılanması yanında büyüme, bağışıklık ve merkezi sinir sisteminin gelişmesine katkı sağlamaktadır (Cherian, 2015). Bu çalışma, farklı düzeylerde (%0, %0.15, %0.30 ve %0.45) aspir taç yaprağı tozu ilavesi ile 5 hafta süreyle yapılan anaç bıldırcınların beslemesi sonucunda elde edilen yumurtaların kuluçka özelliklerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## 2. MATERYAL VE METOT

Çalışma, 48 dişi, 16 erkek olmak üzere 64 japon bıldırcınları ile yapılmıştır. Çalışma her bir grupta 4 tekrar olacak şekilde 4 grup olarak tasarlanmıştır. Her tekrarda 3 adet dişi + 1 adet erkek olacak şekilde bir grupta 4 x 4 = 16 adet bıldırcın bulunmaktadır. Çalışma grupları; bazal rasyon ile beslenen grup (Kontrol), bazal rasyona %0.15 Aspir taç yaprağı tozu ilave edilen grup (Aspir.1), bazal rasyona %0.30 Aspir taç yaprağı tozu ilave edilen grup (Aspir 2) ve bazal rasyona %0.45 Aspir taç yaprağı tozu ilave edilen grup (Aspir 3) olarak sınıflandırılmıştır. Kuluçkada kullanılan yumurtalar 5 haftalık süre ile farklı dozlarda aspir içeren yemle beslenen gruplardan temin edilmiştir.

Kuluçka makinasına yüklenmeden önce yumurtalar bireysel ağırlıkları tartılarak grupların ortalama yumurta yükleme ağırlıkları belirlenmiştir. Kuluçka işleminde kullanılan yumurtaların yumurta şekil indeksini belirlemek için yumurta boyu ve yumurta eni aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır (Alaşahan ve ark., 2019).

Yumurta boyu (mm) = 13.04938 x (Yumurta yükleme ağırlığı)$^{0.373272}$

Yumurta eni (mm) = 8.01571 x (Yumurta yükleme ağırlığı)$^{0.448338}$

Şekil indeksi (%) = (Yumurta eni / yumurta boyu) x 100

Bıldırcın kuluçka süresi 17 gün olup son üç günü çıkış dönemi olarak kabul edilmiştir. Yumurtalar çıkış bölmesine bireysel olarak tartılarak grupların ortalama yumurta transfer ağırlıkları saptanmıştır. Bu iki yumurta ağırlığı kullanılarak kuluçkanın ilk 14 günlük süreçteki ağırlık kaybı hesaplanmıştır.

Mutlak Ağırlık Kaybı (g) = Yumurta yükleme ağırlığı – Yumurta transfer ağırlığı

Bağıl Ağırlık kaybı (%) = ((Yumurta yükleme ağırlığı – Yumurta transfer ağırlığı) / Yumurta yükleme ağırlığı) x 100

Kuluçkanın 17’inci günü civciv çıkışı başlamıştır. Yumurtadan çıkan civcivler kuluçka makinasından tüyleri yeter şekilde kuruduktan sonra alınarak yumurtadan çıkan civciv ağırlıkları belirlenmiştir. Bu amaçla civcivler bireysel olarak tartılarak grupların ortalama

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

civciv çıkış ağırlığı saptanmıştır. Yumurtanın civcive dönüşüm oranını belirlemek için aşağıdaki formül kullanılmıştır.

Civciv Dönüşüm Oranı (%) = (Çıkan civciv ağırlığı / yüklenen yumurta ağırlığı) x 100

Kuluçka sonuçları değerlendirme parametreleri için kuluçka süresi sonunda gruplarda çıkan civciv sayıları kayıt edilerek, aşağıda verilen formüller kullanılarak hesaplanmıştır (%).

Kuluçka randımanı = (Çıkan civciv sayısı / Makinaya yüklenen toplam yumurta sayısı) x100

Döllülük oranı = (Döllü yumurta sayısı / Makinaya yüklenen toplam yumurta sayısı) x 100

Çıkış Gücü = (Çıkan civciv sayısı / Döllü yumurta sayısı) x 100

**İstatistik analizler**

Deneme süresince elde edilen ham veriler IBM SPSS 22 paket programı kulanılarak analiz edilmiştir. Yumurta özellikleri, çıkan civciv ağırlığı ve civciv dönüşüm oranı özellikleri için grupların karşılaştırılmasında One-Way Anova Analizi, farklı olan gruplar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir. Ayrıca kuluçka randımanı bakımından grupların karşılaştırılmasında Ki-Kare testi kullanılmıştır.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan yumurtaların dış kalite özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Makinaya yüklenen yumurta ağırlığı bakımından gruplar arasında fark önemli olup en düşük ağırlık Aspir 1 grubunda saptanmıştır (P<0.01). Yumurta kalite özellikleri bakımından en düşük değerler Aspir 1 grubunda gözlenmiş ve değerlerdeki düşmenin diğer çalışma gruplarına göre istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.01). Yenice ve ark. (2018), yumurta tavuğu yemlerinde aspir küspesinin % 4, 8 ve 12 düzeyinde eklenmesiyle yumurta verimi, yumurta ağırlığı, kütlesi ve şekil indeksini etkilemediği ifade etmişlerdir. Aspir ve ayçiçeği küspesinin birlikte kullanıldığı farklı bir çalışmada Bulbul ve ark. (2015), tüm deneme gruplarında yumurta verimi, yumurta ağırlığı, yumurta şekil indeksi, kabuk kalınlığı, ak indeksi, sarı indeksi, Haugh birimi ve sarı renk indeksinin etkilenmediği ifade etmişlerdir.

**Çizelge 1. Kuluçkaya konulan yumurta özellikleri**

| Gruplar | Yumurta yükleme ağırlığı (g) | Yumurta boyu (mm) | Yumurta eni (mm) | Şekil indeksi (%) |
|---|---|---|---|---|
| Kontrol | 11.19a | 32.12a | 23.65a | 73.62a |
| Aspir 1 | 10.78b | 31.68b | 23.26b | 73.42b |
| Aspir 2 | 11.15a | 32.07a | 23.61a | 73.59a |
| Aspir 3 | 11.32a | 32.26a | 23.78a | 73.69a |
| SEM | 0.047 | 0.051 | 0.045 | 0.023 |
| P | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |

[a, b]: Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermek ( P<0.05)

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Çalışmada kuluçka süresince yumurta ve civcivlere ait özellikler Çizelge 2'de verilmiştir. Kuluçka süresi kapsamında civciv dönüşüm oranı hariç, yumurta ve civciv özellikleri bakımından gruplar arasındaki farklılıkların önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.01). Aspir 3 grubu transfer yumurta ağırlığı bakımından, Aspir 1 ve Aspir 3 grubu mutlak ağırlık kaybı ve bağıl ağırlık kaybı bakımından kontrol grubu ile benzerlik göstermiştir. Çıkan civciv ağırlığı kontrol ve Aspir 2 gruplarında Aspir 1 grubundan istatistiksel olarak yüksek bulunmuştur (P<0.01). Çimrin (2025), aspir taç yaprak tozu ilaveli yem ile beslenen bıldırcınların verim performans özelliklerini değerlendirmiştir. Çalışmada, en düşük yumurta ağırlığının %0.15 aspir grubunda olduğu, en yüksek toplam yumurta ağırlığının 482.89 g ile % 0.45 aspir grubunda olduğu, 417.66g ile % 0.30 aspir grubunun ikinci sırada yer aldığını rapor etmiştir. Hatta %0.15 aspir grubunun toplam yumurta ağırlığının (391.26g), kontrol grubunun toplam yumurta ağırlığından (380.63g) sayısal olarak yüksek olduğu ve aspir taç yaprağı tozunun yumurta üretimini olumlu etkilediğini bildirmiştir.

**Çizelge 2. Kuluçka süresi kapsamında yumurta ve civciv özellikleri**

| Özellikler | Kontrol | Aspir 1 | Aspir 2 | Aspir 3 | SEM | P |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Yumurta yükleme ağırlığı (g) | 11.19a | 10.78b | 11.15a | 11.32a | 0.047 | 0.001 |
| Transfer yumurta ağırlığı (g) | 10.31a | 9.77b | 9.85b | 10.26a | 0.046 | 0.001 |
| Mutlak ağırlık kaybı (0-14 gün) (g) | 0.88b | 1.01b | 1.30a | 1.06b | 0.041 | 0.003 |
| Bağıl ağırlık kaybı (0-14 gün) (%) | 7.75b | 9.17b | 11.47a | 9.22b | 0.342 | 0.002 |
| Çıkan civciv ağırlığı (g) | 8.18a | 7.72b | 8.06a | 7.92ab | 0.051 | 0.013 |
| Civciv dönüşüm oranı (%) | 73.73 | 71.26 | 73.11 | 70.04 | 0.604 | 0.129 |

[a, b:] Aynı satırda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermek (P<0.05)

Çalışmada kuluçka sonuçları değerlendirme parametreleri Çizelge 3'te verilmiştir. Kuluçka randımanı ve döllülük oranı bakımından gruplar arasındaki farklılıklar önemli olduğu belirlenmiştir (P<0.01). Aspir 2 grubunun kuluçka randımanı ve döllülük oranı Aspir 3 ten istatistiksel olarak yüksek bulunmuştur (P<0.01). Çıkış gücü bakımından gruplar arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiş olsa da (P>0.05), %94.05 oranıyla Aspir 2 grubunun oldukça yüksek çıkış gücüne sahip olduğu söylenebilir. Yenice ve ark. (2018), yumurta tavuğu yemlerinde aspir küspesinin %4 ve 12 seviyeleri kabuk kırılma mukavemetini, %8'in kabuk kalınlığını, %12'nin yumurta sarısı E vitamini içeriğini artırdığı ayrıca artan aspir seviyesine paralel olarak, yumurta sarısında linoleik, linolenik ve dokosaheksaenoik asit miktarının arttığı, palmitik asit miktarının ise azaldığı bildirilmiştir. Yakar ve ark. (2014), soya, mısır, yer fıstığı, pamuk ve aspir yağlarının linoleik asit bakımından zengin olduğu, bu yağların kanatlı yemlerine ilavesi ile yumurta sarısı linoleik asit miktarını önemli oranda arttırdığı rapor edilmiştir. Kutlu ve Şahin (2017)'in de bildirdiği gibi kuluçkalık yumurtanın kalitesinin anaçların beslenmesi aracılığıyla iyileştirilebileceği ve kuluçkalık yumurtanın besin madde birikiminin civciv çıkışını etkileyebileceği söylenebilir. Yapılan farklı çalışmalarda damızlık bıldırcın (Vardar ve ark., 2020; Gökmen ve ark., 2022),) ve broyler

rasyonlarına (Kazemi ve ark., 2013) tıbbi ve aromatik bitki ilavelerinin kuluçka randımanını etkilemediği bildirilmiştir. Kanatlı besleme çalışmalarında sıklıkla kullanılan esansiyel yağların da döllü yumurtalardan çıkış gücünü etkilenmediği (Bozkurt ve ark., 2009; Olgun ve Yıldız, 2014) ancak döllülük oranı, kuluçka randımanı ve civciv çıkış ağırlığını arttırdığı (Bozkurt ve ark., 2009) ifade edilmiştir.

**Çizelge 3. Kuluçka sonuçları değerlendirme parametreleri**

| Özellikler (%) | Kontrol | Aspir 1 | Aspir 2 | Aspir 3 | Pearson Chi-Square / P |
|---|---|---|---|---|---|
| Kuluçka Randımanı | 77.65a | 75.58ab | 85.87a | 63.54b | 12.977 / 0.005 |
| Döllülük Oranı | 88.24a | 88.37a | 91.30a | 72.92b | 15.291 / 0.002 |
| Çıkış Gücü | 88.00 | 85.53 | 94.05 | 87.14 | 3.399 / 0.334 |

[a, b:] Aynı satırda farklı harfler istatistiksel olarak farklılığı göstermek ($P<0.05$)

## 4. SONUÇLAR

Çalışma sonunda ölçülen parametreler değerlendirildiğinde gruplardan elde edilen ve makinaya yüklenen yumurtalar arasında en düşük yumurta ağırlığını Aspir 1 grubunda saptanmıştır. Dolayısı ile yumurta kalite özellikleri bakımından en düşük değerler de Aspir 1 grubunda gözlenmiştir. Aspir 3 grubu transfer yumurta ağırlığı bakımından, Aspir 1 ve Aspir 3 grubu mutlak ağırlık kaybı ve bağıl ağırlık kaybı bakımından kontrol grubu ile benzerlik göstermiştir. Kontrol ve Aspir 2 gruplarında çıkan civciv ağırlığının yüksek olduğu belirlenmiştir. Yeme farklı dozlarda aspir ilavesi civciv dönüşüm oranını etkilememiştir. En yüksek kuluçka randımanı, döllülük oranı ve çıkış gücü Aspir 2 grubunda gözlenmiştir. Sonuç olarak yeme %0.30 aspir taç yaprağı tozu ilave edilmiş yemle beslenen bıldırcınlardan elde edilen yumurtaların en iyi kuluçka yumurta özelliğine sahip olduğu ve anaçların beslenmesinde kullanılabileceği söylenebilir. Ayrıca kuluçka sonuçları değerlendirme parametreleri ışığında bu alandaki ekonomik kayıpları azaltabileceği düşünülmektedir. Dolayısı ile aspir küspesi, yağı ya da taç yaprağının yumurta kuluçka özellikleri üzerine etkisinin değerlendirildiği daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç olduğu kanısına varılmıştır.

## KAYNAKLAR

Alaşahan, S., Dağoğlu Hark, B., Eltas, Ö. (2019). Prediction of the length and width of quail eggs using linear regression analysis. Eurasian J Vet Science, 35 (3). 152-157. DOI: 10.15312/EurasianJVetSci.2019.237.

Bozkurt, M., Alcicek, A., Cabuk, M., Kucukyilmaz, K., Catli, A. U. (2009) Effect of an herbal essential oil mixture on growth, laying traits, and egg hatching characteristics of broiler breeders. Poultry Science, 88. 2368-2374.

Bulbul, T., Bulbul, A., Ulutas, E., Ozdemir, V. (2015). Effects of combined safflower and sunflower meals on performance and egg quality parameters in quail. Journal of Bahri Dagdas Animal Research, 3 (1). 16-25.

Cherian, G. (2015). Nutrition and metabolism in poultry: role of lipids in early diet. J Anim Science Biotechnol, 6 (1). 6-28.

Çimrin, T. *Yumurta Verim Döneminde Yeme İlave Edilen Aspir Taç Yaprak Tozunun Canlı Ağırlık ve Yumurta Özelliklerine Etkisi*, 2.Uluslararası Mardin Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi, 259-266, 22-23 Mart, Mardin, 2025.

Çoşge, B., Gürbüz, B., Kıralan, M. (2007). Oil content and fatty acid composition of some safflower (*Carthamus Tinctorius* L.) varieties sown in spring and winter. International Journal of Natural and Engineering Sciences, 1 (3). 11-15.

Daş, A., Doğan, Daş, B., Avcı, M., Kahraman, M., Güngören, G., Bozkaya, F., Terzioğlu, M. E., Tufan, T. (2023). The effects of safflower oil on growth performance, meat quality, carcass composition and oxidative stress in japanese quails. Dicle Üniv. Vet. Fak. Dergisi 16 (2). 112-121. DOI: 10.47027/duvetfd.1364245.

Doğan, R. ve Cufadar, Y. (2022). The effect of enzyme addition to the quail diets containing different levels of safflower meal (*Carthamus tinctorius* L.) on performance, egg quality and serum parameters. Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 10 (3). 440-446. DOI: https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i3.440-446.5094.

Gökmen, S.A., Sevim, B., Olgun, O. (2022). Damızlık japon bıldırcın (C*oturnix coturnix Japonica*) rasyonlarına maca (*Lepidium meyenii*) tozu ilavesinin performans, yumurta kalitesi ve kuluçka parametrelerine etkisi. OKU Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 5 (3). 1282-1292.

Kazemi, F. M., Kermanshahi, H., Rezaei, M., Golian, A. (2023). Effect of different levels of fennel extract and vitamin D3 on performance, hatchability and immunity in post molted broiler breeders. Iranian Journal of Applied Animal Science, 3 (4). 733-745.

Kobuk, M., Ekinci, K., Erbaş, S. (2019). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.) genotiplerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. KSÜ Tarım Doğa Dergisi 22 (1). 89-96. DOI:10.18016/ksutarimdoga.vi.455408.

Kutlu, H. R. ve Şahin A. (2017). Kanatlı Beslemede Güncel Çalışmalar ve Gelecek için Öneriler. Hayvansal Üretim 58 (2). 66-79. DOİ:10.29185/hayuretim.333882.

Malakian, M., Hassanabadi A. (2010). Inclusion of full-fat safflower seed (*Carthamus tinctorius* L.) in broiler diet. Italian J Anim Sci., 9 (52). 268-272.

Nagaraj, G., Devi, G. N., Srinivas C.V.S., *Safflower Petals and Their Chemical Composition*. Proc. V. International Safflower Conference, 23-27, July, USA., 2001.

Olgun, O., Yıldız, A.Ö. (2014). Effect of dietary supplementation of essential oils mixture on performance, eggshell quality, hatchability, and mineral excretion in quail breeders. Environmental Science and Pollution Research; 21 (23). 13434-13439.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Vardar, Y., Gökmen, S. A. Bahtiyarca Y. (2020) Damızlık Japon bıldırcın rasyonlarına anason tohumu (*Pimpinella anisum* L.) ilavesinin performans, yumurta kalitesi, kemik mineralizasyonu, kan ve üreme parametrelerine etkisi. Bahri Dağdaş Hayvancılık Araştırma Dergisi, 9 (2). 119-132.

Yakar, Y., Tekeli, Y., Duru, M., Danahaliloğlu, H., Bucak, S. (2014). Aspir tohumu katkılı karma yemle beslemenin yumurta yağ asitleri kompozisyonuna etkisi. MKU Ziraat Fakültesi Dergisi, 19 (1). 44-55.

Yenice, E., Gültekin, M., Kahraman, Z., Ertekin, B. (2018). The effects of the usage of solvent extracted safflower meal with soybean oil in the laying hen diets on the performance, egg quality and egg yolk fatty acid composition. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 24 (3). 349-356. DOI: 10.9775/kvfd.2017.18961.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# GÜNEYDOĞU ANADOLU BÖLGESİNDE YAPILMIŞ ETNOBOTANİK KONULU MAKALELER VE YAYINLAR ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER

**Prof. Dr., Hasan AKAN**
Harran Üniversitesi, hakan@harran.edu.tr-https://orcid.org/0000-0002-3033-4349
**Orman Yüksek Mühendisi, Mehmet ASLAN**
Harran Üniversitesi, aslanmehmet44@gmail.com, https://orcid.org/0000-0002-3840-5818

## ÖZET

2000 yılından sonra üniversitelerde etnobotanik konusunda yazılan makale ve yayınlar ile ülkemizdeki bitki taksonlarının kullanım yönünden amaç ve şekil ile kimyasal açıdan içerikleri ve hakkında bilgiler vermişlerdir. Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu bölgesinde yapılan etnobotanik alanında yapılmış makale ve yayınların içeriklerini incelemek ve değerlendirmektir. Yapmış olduğumuz derlemeler sonucunda 28 etnobotanik içerikli makale ve yayın saptanmıştır. Bölgede yapılan çalışmalarda, araştırmacıların tıbbi bitkilere daha yoğun ilgi gösterdikleri, buna karşın etnobotanik değeri olan diğer alanlarda yeterli sayıda çalışma olmadığı ve bu alandaki çalışmaların büyük bir bölümünün ise son 20 yıl içinde arttığı görülmüştür. Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yapılan etnobotanik konulu makalelerin bir envanteri ortaya konulmuştur. Bu bağlamda, bölgede yapılmış yayınların kısa içeriklerine, hangi illerde ve kimler tarafından yapıldığına, çalışmaların yıllar bazındaki değişimlerine ve ön plana çıkan önemli bitki türlerine yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler**: Etnobotanik, Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Yararlı Bitkiler,

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## GİRİŞ

Etnobotanik kelimesini analiz edecek olursak, "etno-" insanların incelenmesi, "botanik" ise bitkilerle ilgilenen bilim dalı anlamına gelir. Etnobotanik terimi, çeşitli insan topluluklarında bitkilerle olan ilişkileri inceleyen bir bilim dalı olarak tanımlanabilir. Daha geniş bir perspektiften bakıldığında ise, insanların bitkilerle kurduğu etkileşimleri araştıran disiplinler arası bir alan olduğu söylenebilir (Balick ve ark., 1996; Ertuğ, 2014).

Etnobotanik" kelimesi ise ilk kez 1895 yılında Amerikalı botanikçi John William Harshberger tarafından, Aborjinlerin bitki kullanımına dair bir çalışmada kullanılmıştır (Albuquerque ve ark., 2017). Etnobotaniğin konusu bitkilerin sadece tıbbi ve gıda amaçlı kullanımı olmamakla birlikte insanların bitkilerden somut ya da soyut şekillerde yararlanmaları veya sadece isim vermeleri bile etnobotaniğin konusuna girmektedir (Ertuğ, 2005).

İlkçağlardan itibaren insanoğlu bitkilerden farklı amaç ve çeşitli şekilde faydalanmıştır. Yabani bitkilerin doğadan toplanarak kullanımı giderek onları kültüre alma ve tarımını yapmaya doğru yöneltmiştir (Asil ve Şar, 1984). Yabani bitkiler, sadece besin hammaddesi olarak değil, aynı zamanda baharat ve içecek şeklinde tüketilerek iştah açıcı, sindirimi destekleyici ve hastalıkları iyileştirici amaçlarla da kullanılmaktadır (Özer ve ark., 2004).

Etnobotanik, doğadan biyolojik olarak aktif molekülleri aramak için her zaman birincil kaynak olarak kullanılmış (yaklaşık %60) ve aynı zamanda insan yaşam kalitesini artıran ilaçların geliştirilmesine katkıda bulunmuştur (Rey, 2018).

Günümüzde etnobotanik araştırmalar açısından en ileri düzeyde olan ülkelerden biri Hindistan'dır. Çin'de ise geleneksel tıp bilgilerinin toplanmasının yanı sıra, Kunming Botanik Enstitüsü'ndeki etnobotanik laboratuvarında birçok araştırmacı, farklı bölgelerde kullanılan bitkiler üzerinde çalışmalarına devam etmektedir.

2000 yılından yayımlanan makaleler, kongreler, yarışmalar ve çeşitli araştırmalar aracılığıyla etnobotanik çalışmaları devam etmiş; Türkiye florasında bulunan bitki türlerinin kullanım amaçları, kullanım yöntemleri, kimyasal bileşenleri ve yayılış alanlarına dair kapsamlı bilgiler elde edilmiştir (Kendir ve Güvenç, 2009).

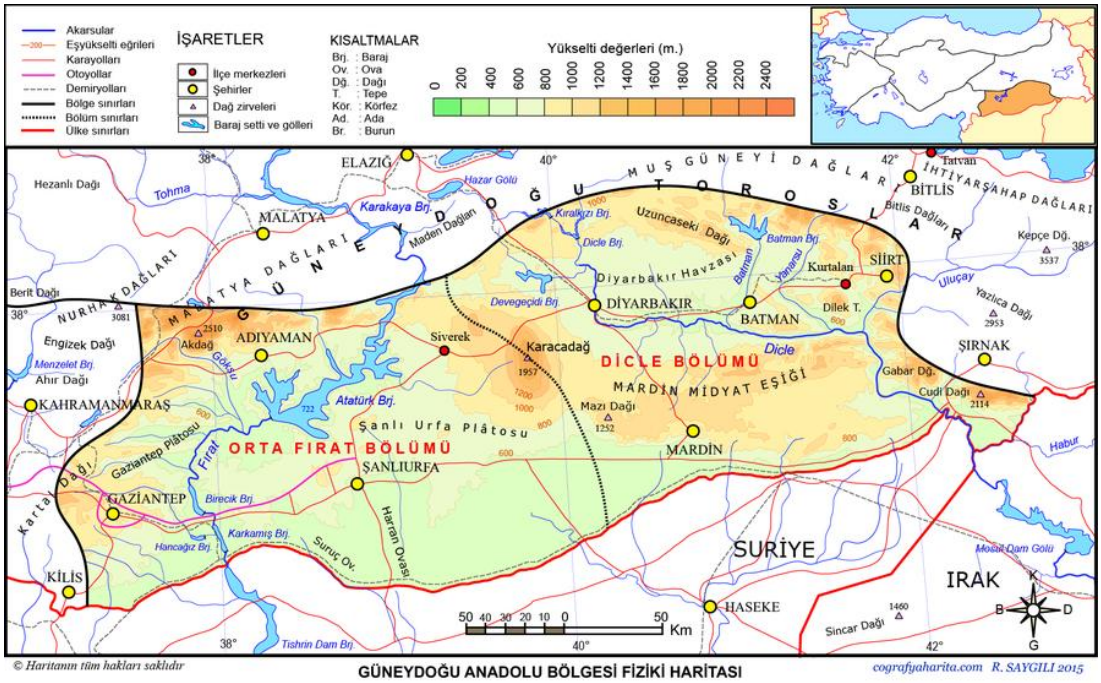
## MATERYAL ve METOT

### Araştırma alanının genel özellikleri

*Coğrafik yapısı:* Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Türkiye'yi oluşturan yedi coğrafi bölge içinde yüzölçümü açısından en küçük olanıdır. Bölgenin toplam alanı 57.335 km² olup, Türkiye yüzölçümünün %8'ini kapsamaktadır. Ülkenin en büyük barajı olan Atatürk Barajı da bu bölgede yer almaktadır (Demir, 2003) (Şekil 1).

Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Karacadağ volkan konisi tarafından iki bölüme ayrılmaktadır. Karacadağ'ın doğusunda Dicle Bölümü, batısında ise Orta Fırat Bölümü bulunmaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




**Şekil** 1. Güneydoğu Anadolu Bölgesi İller Haritası

*Bölgenin tarihi ve turistik önemi*: GAP Bölgesi, geçmişten günümüze Anadolu ile Mezopotamya arasında bağlantı kuran önemli bir geçiş noktası olmuştur.
*Bölgenin arazi kullanımı*: Bölge, ülkemizde tarım yapılan topraklarının %11,7'sini, çayır-mera alanlarının %10,3'ünü, orman ve çayır alanlarının %6,2'sini, diğer arazilerin ise %11,4'ünü kapsamaktadır.
*Yeryüzü Şekilleri*: Yer şekillerinin sade olduğu bu bölgede, yüksekliği fazla olmayan geniş ova ve platolar bulunur. Harran, Ceylanpınar ve Birecik ovaları bölgenin önemli düzlükleridir.
*Dağları:* Toros sıradağları üzerinde yer alan Nemrut Dağı, 2150 metre yüksekliğe ulaşmaktadır. Bölgedeki önemli dağlar arasında Cudi Dağı, volkanik yapıya sahip Karacadağ'dır.
*İklim:* Akdeniz yağış rejimi altında gözlemlenen iklim koşullarının etkisiyle yazlar sıcak ve kurak olup, yaz sıcaklıkları 25–30 °C civarındadır. Yıllık ortalama yağış miktarı 400 mm ile 1200 mm arasında değişmektedir (Öztürk ve ark., 2016).
*Genel Bitki örtüsü*: Güneydoğu Anadolu Bölgesinin doğal bitki örtüsü bozkırdır. İran-Turan Floristik Bölgesi'nin, Mezepotamya Provens'ine aittir. Bölgenin çam ormanları, yörenin batısına sokulabilen Kızıl Çam (*Pinus brutia*) ile sınırlıdır.

## Metod

Bu çalışmada çalışmaların tespiti için Google Akademik, TR Dizin ve DergiPark çevrimiçi veri tabanlarından yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında; 2000 yılı ve sonrası yayınlanmış, ulusal ve uluslararası dergiler ve diğer yayın kuruluşlarında kabul görmüş konu ile ilgili tüm makaleler incelenmiş ve çalışmada değerlendirilmeye esas alınmıştır.

Elde edilen veriler bulgular kısmında "Makale ve Yayınlar" şeklinde tasnif edilerek verilmiş olup, tablolar halinde de kronolojik olarak sıralanmıştır. Tartışma kısmında ise bu verilerin analizi ve karşılaştırmaları yapılmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Öneriler kısmında ise yeterince araştırma yapılmayan alanlara dikkat çekilmiştir.

## BULGULAR

Çalışma kapsamında yapılan değerlendirme sonucunda; Güneydoğu Anadolu Bölgesinde özellikle 2000 yılından günümüze kadar yapılan etnobotanik konulu ve içerikli araştırmalardan 28 çalışma tespit edilmiş ve bu çalışmaların incelemeleri yapılmıştır.

### Etnobotanik Konulu Makale ve Yayınlar

Etnobotanik konulu ve içerikli olup ilgili dergiler tarafından kabul görmüş ve taramalar sonucunda tarafımca tespit edilmiş 28 makale ve yayınlar; çalışma adı, yayın yeri, bulgular, yazar(lar), çalışma ili ve yayın yılı olmak üzere 6 ana başlıkla çizelge haline getirilmiştir (Çizelge 1).

**Çizelge 1.** Etnobotanik İçerikli ve Kabul Görmüş Makale ve Yayınlar

| Çalışmanın Adı | Bulgular | Yazar(lar) | Yıl |
|---|---|---|---|
| Mardin Geofitleri Üzerine Etnobotanik | 18 familya ve 28 cins ve 61 taksonun tespit edilmiş | Balos ve ark. | 2022 |
| Gaziantep Aktarlarında bir araştırma | Gaziantep 30 familyaya ait 58 takson tespit edilmiştir. | Palabaş ve ark. | 2022 |
| Suruç'ta bazı şifalı bitkilerin geleneksel kullanımları | 41 familya ve ait 78 takson tespit edilmiştir. | Yalçın ve ark. | 2021 |
| Halfeti Meyve Yemekleri Festivali | 20 familya ve 41 bitkiye ait olduğu tespit edilmiştir. | Atçı ve Akan | 2021 |
| Adıyaman ilinde el sanatları | 39 taksonun yörede el sanatlarında kullanılmıştır | Tel ve ark. ark. | 2021 |
| Mardin'de Bazı Bitkilerin Etnobotanik özellikleri | 37 familyaya ait 110 takson tespit edilmiştir. | Eksik ve Akan | 2021 |
| Yaslıca beldesi ve Arıkök bitkileri | Çalışmadaki bitkilerin 53'ünün tıbbi, 51'inin gıda olarak tespit edilmiştir. | Aslan ve ark. | 2020 |
| Şanlıurfa merkez köylerde etnobotanik | 47 familyaya ait 137 takson tespit edilmiştir. | Kaya ve ark. | 2020 |
| Tek Tek Dağları Milli Parkı etnobotanisi | 44 familyaya ait 120 takson tespit edilmistir. | Fidan ve Akan | 2019 |
| Gaziantep bölgesinde etnobotanik | 65 bitki taksonu tespit edilmiştir | Özer ve Türkmen | 2019 |
| Çermik İlçesinde etnobotanik | 146 bitki taksonun etnobotanik özelliği ve 229 yöresel kullanım şekli tespit edilmiştir. | Çiçek | 2019 |
| Mardin yabani gıda bitkileri | 31 familyaya ait 74 taksonun yerel isimleri, tıbbî ve gıda maddesi olarak kullanımları tespit edilmiştir. | Yeşil ve ark. | 2019 |
| Batman ve Kozluk yabani gıda bitkileri | 41 bitki için halk ilacı olarak kullanıldığı kaydedilmiştir. | Bulut ve ark. | 2019 |
| Şanlıurfa İl Merkezinde Aktarlarında Satılan Tıbbi bitkiler | 25 familyaya ait, 44 takson tespit edilmiştir | Aslan | 2018 |
| Midyat ilçesi etnobotanik | 92 bitki taksonu tespit edilmiştir. | Akgül ve ark. | 2018 |
| Nizip ilçesi etnobotanik | 20 taksonunun yabani, 7 taksonun ise kültür olmak üzere 27 takson tespit edilmiştir. | Bulut ve ark. | 2017 |
| Gölpınar mesire ve etrafındaki köylerin etnobotanik özellikleri | 226 takson tespit edilmiştir. | Akan & Ayaz | 2016 |
| Kahta ve Narince etnobotaniği | 51 familyaya ait 113 takson tespit edilmiştir. | Akan ve Bakır Sade | 2015 |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | | | |
|---|---|---|---|
| Gaziantep ili aktarlarında satılan bitkiler | Gaziantep aktarlarında satılan tıbbi bitkilerin tespit edildi | Yiğit | 2014 |
| Diyarbakır Ve Çevresinden Tüketilen Bitkiler | 27 familyaya ait, 65 takson tespit edilmiştir | Kızıl & Tonçer | 2014 |
| Birecik yöresindeki bazı baklagil bitkilerin etnobotanik özellikleri | 150 taksonun doğal etnobotanik açısından değer taşıdığı tespit edilmiştir. | Akan ve ark. | 2013 |
| Şanlıurfa el sanataları | 17 familyaya ait 25 takson tespit edilmiştir. | Akan ve ark. | 2013 |
| Mardin zembilleri üzerine etnobotanik | sepetlerin nasıl yapıldığı ve işlendiği araştırılmıştır. | Akan | 2013 |
| Işıklı (Çarpın), Dağdancık ve Tokdemir etnobotanisi | 29 familyaya ait 57 cins ve 60 taksona yer verilmiştir | Şığva & Seçmen | 2009 |
| Kurtalan ilçesinin etnobotanik özellikleri | 34 taksonun yerel isimleri, tıbbî ve gıda maddesi olarak kullanımları ile diğer etnobotanik özellikleri verilmiştir. | Saya ve ark. | 2009 |
| Arat Dağı ve çevresinde etnobotanik bir araştırma | 299 taksonun 170'sının etnobotanik özelliği elde edilmiş | Akan ve ark. | 2008 |
| Zeytinbahçe-Akarçay etnobotanik özellikleri | 445 takson tespit edilmiştir. | Balos & Akan | 2007 |
| Sof Dağı etnobotanik özellikleri ve mahalli adları | Sof Dağı yöresindeki bazı bitkilerin tespiti, etnobotanik özellikleri ve mahalli adlarına yer verilmiştir. | Özuslu | 2005 |

## TARTIŞMA VE SONUÇ

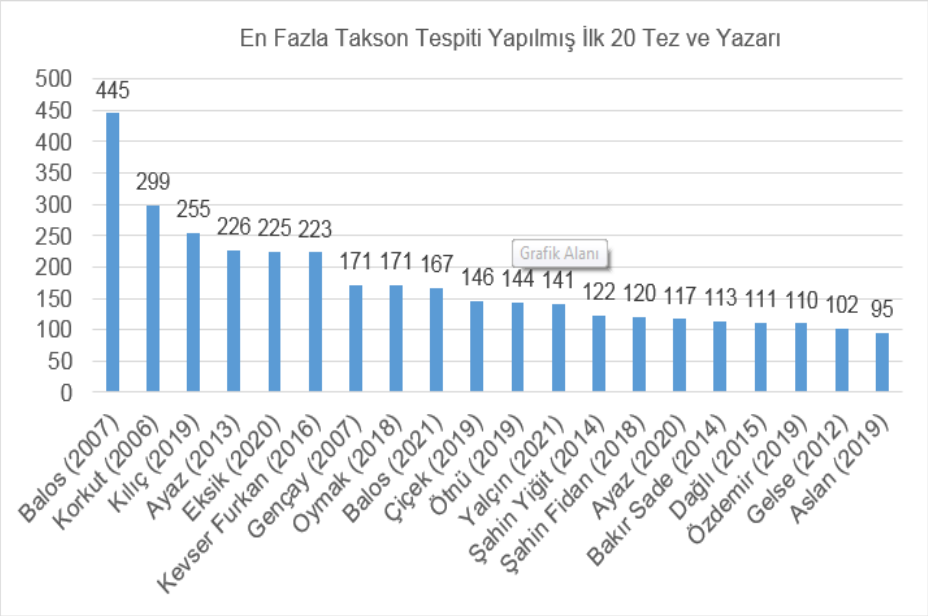
Yapılan çalışma sonucu makale ve yayınların içerikleri taranmıştır (Çizelge 2).

**Çizelge 2.** Makale ve Yayınlarda Tespit Edilen Familya ve Takson Sayıları

| Referans | Çalışma Türü | Çalışma İli | Familya | Cins | Takson |
|---|---|---|---|---|---|
| Akan & Ayaz (2016) | Makale | Şanlıurfa | 50 | 165 | 226 |
| Akan (2013) | Makale | Mardin | - | - | 6 |
| Akan (2015) | Makale | Adıyaman | 51 | - | 113 |
| Akan ve ark. (2008) | Makale | Şanlıurfa | - | - | 150 |
| Akan ve ark. (2013) | Makale | Şanlıurfa | 17 | - | 25 |
| Akan, ve ark. (2013) | Makale | Şanlıurfa | 49 | 193 | 299 |
| Akgül ve ark. (2018) | Makale | Mardin | - | - | 92 |
| Aslan (2018) | Makale | Şanlıurfa | 25 | - | 44 |
| Aslan ve ark. (2020) | Makale | Şanlıurfa | - | - | 104 |
| Atçı ve Akan (2021) | Makale | Şanlıurfa | 20 | - | 41 |
| Balos & Akan (2007) | Makale | Şanlıurfa | 62 | 253 | 445 |
| Balos ve ark. (2022) | Makale | Mardin | 18 | 28 | 61 |
| Bulut ve ark. (2019) | Makale | Batman | - | - | 41 |
| Bulut ve ark. (2017) | Makale | Gaziantep | - | - | 27 |
| Çiçek (2019) | Makale | Diyarbakır | 47 | - | 146 |
| Eksik & Akan (2021) | Makale | Mardin | 37 | - | 110 |
| Fidan & Akan (2019) | Makale | Şanlıurfa | 44 | - | 120 |
| Kaya ve ark. (2020) | Makale | Şanlıurfa | 47 | - | 137 |
| Kızıl & Tonçer (2014) | Makale | Diyarbakır | 27 | - | 65 |
| Özer & Türkmen (2019) | Makale | Gaziantep | 24 | - | 65 |
| Palabaş & Şımşır (2022) | Makale | Gaziantep | 30 | - | 58 |
| Saya ve ark. (2009) | Makale | Siirt | - | - | 34 |
| Şığva & Seçmen (2009) | Makale | Gaziantep | 29 | 57 | 60 |
| Tel ve ark. (2021) | Makale | Adıyaman | 25 | - | 39 |
| Yalçın ve ark. (2021) | Makale | Şanlıurfa | 41 | - | 78 |
| Yeşil ve ark. (2019) | Makale | Mardin | 31 | - | 74 |

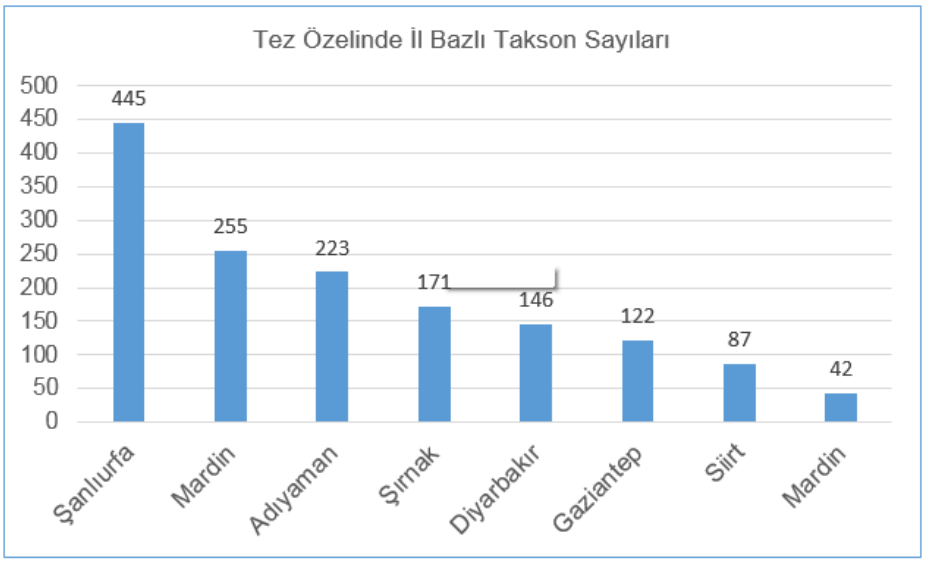
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Yiğit (2014) | Makale | Gaziantep | 47 | - | 122 |

En fazla takson sayısını içeren ilk 20 makale ve yayının yazar (lar)ı Şekil 1'de verilmiştir.




**Şekil 1.** En fazla takson sayısını içeren ilk 20 makale ve yayının yazar (lar)ı

Bölge İllerinde Yayınlanmış Makale Sayıları Şekil 2'de verilmiştir.




**Şekil 2.** Bölge İllerinde Yayınlanmış Makale Sayıları

## KAYNAKLAR

Ajansı, A. Ç., The EU Habitats Directive Annex I habitat types–EUNIS Habitat Tipleri sorgulama Sistemi, 2020.

Akan, H. Mardin (Güneydoğu Anadolu Bölgesi) zembilleri üzerine etnobotanik bir araştırma. ADYUTAYAM, Cilt 1 / Sayı 1, 2013.

Akan, H., Balos, M. M., & Aslan, M. An ethnobotanical research on handmade musical instruments in Şanlıurfa, South East Anatolia, Turkey. Biological Diversity and Conservation, 6(1), 93-100. 2013.

Akan, H. ve Korkut, MM., Balos MM. Arat dağı ve çevresinde (Birecik, Şanlıurfa) etnobotanik bir araştırma. Fırat Üniv. Fen ve Müh. Bil. Dergisi 2008; 20(1): 67-81, 2008.

Akan, H., Balos, MM., Tel, A. Z. Birecik (Şanlıurfa) yöresindeki bazı baklagil bitkilerin etnobotanik özellikleri, 2013.

Akan, H., Öz, A., Pekmez, H., Ortaca (Muğla) Yöresinde Halk Arasında Kullanılan Bazı Bitkiler. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *6*(9), 1168-1174, 2018.

Akan, H., Balos, MM., Karaköprü (Şanlıurfa)'da gıda olarak tüketilen yabani bitkiler üzerinde etnobotanik bir araştırma. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, *6*(1), 61-81, 2023.

Akan, H., Ayaz, H., Gölpınar Şanlıurfa-Türkiye mesire yeri florası ve etrafındaki köylerin etnobotanik özellikleri. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, *2*(3), 19-56, 2016.

Akan, H., Kahta (Adıyaman) merkezi ve Narince köyünün etnobotanik açıdan araştırılması. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, *4*(2), 2015.

Akan, H., An ethnobotanical ınvestigation on the baskets of Mardin, South East Anatolia. Adyütayam, 1(1): 21-30, 2013.

Akan, H., Aydoğdu M., Korkut Mm., Balos MM., An ethnobotanical research of the Kalecik mountain area (Şanlıurfa, South-East Anatolia). Biological Diversity and Conservation, 6(2): 84-90, 2013.

Akan, H., Aslan M., Balos M., Şanlıurfa kent merkezindeki semt pazarlarında satılan bazı bitkiler ve kullanım amaçları. Ot Sistematik Botanik Dergisi, 12(2): 43-58, 2005.

Akgül, A., Senol, Sg., Yıldırım, H., Secmen, O., Dogan, Y., An ethnobotanical study in Midyat (Turkey), a city on the silk road where cultures meet. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 14(12): 1-18, 2018.

Albuquerque, U. P., Ramos, M. A., Júnıor, W. S. F. And De Medeıros, P. M., Ethnobotany for beginners. Springer International Publishing, Switzerland, 2017.

Asil, E. ve Şar, S., Mesir Macunu. Türk Eczacılar Birliği Dergisi, Pharmacia. Journal of The Turkish Pharmacists Associastion, 24: 53(3): 204- 212, 1984.

Aslan, M., Şanlıurfa İl Merkezinde Aktarlarında Satılan Tıbbi ve Aromatik Bitkiler ve Kullanımı. *Ejons Internatıonal Journal*, *2*(5), 113-120, 2018.

Aslan, S., Akan, H., & Pekmez, H., Yaslıca beldesi ve Arıkök mahallesi (Şanlıurfa)'nin etnobotanik açıdan araştırılması. *Biyolojik Çeşitlilik ve Koruma*, *13*(1), 44-61, 2020.

Atçı, E. Ve Akan, H., Cittaslow Şehri Halfeti (Şanlıurfa)'nin "Meyve Yemekleri Festivali" nin Etnobotanik Açıdan Değerlendirilmesi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, *11*(4), 2537-2548, 2021.

Avcı, M., "Türkiye bitki örtüsünün çeşitlilik ve endemizm açısından bir değerlendirmesi", Ulusal Coğrafya Kongresi 2005 (Prof. Dr. İsmail Yalçınlar Anısına 29–30 Eylül 2005), Bildiri Kitabı (Ed. S. Avcı ve H. Turoğlu): 73–85, İstanbul, 2005.

Balıck, M. J., Cox, P. A.. and Plants, P., Culture: the Science of Ethnobotany. Scientific American Library, New York, p228, 1996.

Balos, M. M. ve Akan, H. Zeytinbahçe-Akarçay (Birecik, Şanlıurfa) Arasında Kalan Bölgenin Etnobotanik, 2007.

Balos, M. M. Ve Akan, H., & Geçit, M., Mardin (Türkiye) Geofitleri Üzerine Etnobotanik Bir Araştırma. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, *25*(6), 1287-1304, 2022.

Barış, M., Yeşil alan uygulamalarında doğal bitki örtüsünden yeterince yararlanıyor muyuz?. II. Ulusal Süs Bitkileri Kongresi, sayfa no:91-95, Antalya, 2002.

Başköse, İ., Paksoy My., Savran A., The flora of Nigde University campus area and Akkaya dam lake environments (Nigde/Turkey). Biological Diversity and Conservation, 5(3): 82-97, 2012.

Bayraktar, Ö. V., Öztürk, G., & Arslan, D., Türkiye'de bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin üretimi ve pazarlamasındaki gelişmelerin değerlendirilmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, *26*(2), 216-229, 2017.

Benek, S., *GAP projesi içinde Harran Ovasının sulanması ve pamuk tarımının gelişimi ve sorunları* (Doctoral dissertation), 1998.

Berkes, F., Sacred ecology (Vol. 711). New York: Routledge, 2012.

Bulut, G., Doğan A., Şenkardeş İ., Avci R., Tuzlaci E., The medicinal and wild food plants of batman city and kozluk district (batman-turkey). Agriculturae Conspectus Scientificus, 84(1): 29-36, 2019.

Bulut, G., Korkmaz A., Tuzlacı E., The ethnobotanical notes from nizip. Istanbul J. Pharm, 47(2): 57-62, 2017.

Çıplak, B., & Demirsoy, A., Mantodea (Insecta) fauna of Malatya vicinity (Turkey) and some remarks on the mantises of Anatolia. Journal of Orthoptera Research, 105-111, 1997.

Davis, P., Flora of Turkey and East Aegean Islands. Edinburg: Vol:1-9 University Press, 1965-1985.

Davis, P., Mill, Rr., Tan, K., Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Supplement). Edinburgh: Volume 10, University Press, 1988.

Demir, E., The contribution of the Southeastern Anatolian project to the domestic economy and its effect on the settlements areas. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23(3): 189-205, 2003.

Dönmez, A. A. and Uğurlu, Z., Iris Foetidissima (Iridaceae): Discovering The Species İn Turkey On The Basis Of A Native Population. Phytologia Balcanica 20(2-3): 175-178, 2014.

Ekim, T., Güner, A., Özhatay N., Başer, KHC., Flora of Turkey and East Aegean Islands. (Supplement 2). Edinburg: Vol:11, University Press, 2000.

Eksik, C., & Akan, H., Mardin'in Kırsal KöYlerindeki Yerli Halkın Kullandıkları Bazı Bitkilerin Etnobotanik AçIdan Değerlendirilmesi. Bağbahçe Bilim Dergisi, 8(3), 97-130, 2021.

Erik, S., & Tarıkahya Hacıoğlu, B., Türkiye florasi üzerine. Kebikeç, 9, 2004.

Ertuğ, F., Bodrum Yöresinde Halk Tıbbında Yararlanılan Bitkiler, Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Bildiriler, 29-31 Mayıs, 2002.

Ertuğ, F., Bodrum Mutfağında Ot Kültürü: I, Yenen Doğal Otlar, Türk Mutfak Kültürü Üzerine Araştırmalar, 10: 49-70, 2003.

Ertuğ, F., Wild Edible Plants Of Bodrum Area (Muğla, Turkey). Turkish Journal Of Botany, 28: 161-174, 2004.

Ertuğ, Z. F., Ethnobotany: At The Junction Of The Continents And The Disciples. Proceding Of The Ivth International Congress Of Ethnobotany (Iceb 2005) 21-26 August, İstanbul-Turkey, 2005.

Ertuğ, F., Etnobotanik. Resimli Türkiye Florası, 1: 318-344, 2014.

Erzurumlu, Gs., Savran A., Using ındigenous plant species ranging on the campus area of Ömer Halisdemir university in landscape design works. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(1): 25-37, 2019.

Eryiğit, T. ve ark., "Semizotu (Portulaca Oleracea L.) Bitkisinin Özellikleri Ve Kullanım Alanları," Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi Ve Fuarı , Eskişehir, Turkey, Pp.1013-1017, 2011.

Fidan, E. Ş., & Akan, H., Tek Tek DağLarı Milli Parkı (ŞAnlıurfa-TüRkiye) Eteklerindeki Bazı Köylerde Etnobotanik Bir ÇAlışMa. Bağbahçe Bilim Dergisi, 6(2), 64-94, 2019.

González-Tejero Mr., Casares-Porcel M., Sánchez-Rojas Cp., Ramiro-Gutiérrez Jm., Molero-Mesa J., Pieroni A., Eljohrig S., Medicinal plants in the Mediterranean area: synthesis of the results of the project Rubia. Journal of Ethnopharmacology, 116(2): 341-357, 2008.

Göç, F., & Mat, A., Türkiye'de yanık tedavisinde geleneksel olarak kullanılan bitkiler, 2019.

Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. Ve Babaç, M. T., (Edlr.), Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Ve Flora Araştırmalar Derneği Yayını 1, İstanbul, 1290s, 2012.

Güner, A., Resimli Türkiye Florası, Cilt 1. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, Flora Dizisi 2, İstanbul, 2014.

Güner., A., Kandemir, A., Menemen, Y., Yıldırım, H., Aslan, S., Ekşi, G., Güner, I. Ve Çimen A. Ö., (EDLR.), Resimli Türkiye Florası-2. Ang Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları, İstanbul, 1054s, 2018.

Hammer, Ø., Harper Da., Ryan Pd. Past, Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica, 4(1): 9, 2001.

Hennekens, Sm., Schaminée Jh. Turboveg, a comprehensive data base management system for vegetation data. Journal of Vegetation Science, 12(4): 589-591, 2001.

https://www.Kocaelibitkileri.Com/

https://Www.Sutori.Com/En/Story/Guneydogu-Anadolu-Bolgesi)

https://www.sutori.com/en/story/guneydogu-anadolu-bolgesi

İnandık, H., Türkiye Bitki Coğrafyasına Giriş, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları NO: 32, İstanbul, 1960.

Karagöz, A., Zencirci, N., Tan, A., Taşkın, T., Köksel, H., Sürek, M., Toker, C. Ve Özbek, K., Bitki genetik kaynaklarının korunması ve kullanımı, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 1, 155-177, 2010.

Kaya, Öf., Dağlı M., Çelik, H.T., An ethnobotanical research in Şanlıurfa central district and attached villages (Turkey). Indian Journal of Traditional Knowledge, 19 (1): 7-23, 2020.

Kendir, G., & Güvenç, A., Etnobotanik ve Türkiye'de yapılmış etnobotanik çalışmalara genel bir bakış. Hacettepe University Journal of the Faculty of Pharmacy, (1), 49-80, 2010.

Kızıl, S., & Tonçer, Ö. Diyarbakır ve çevresinden doğadan toplanarak tüketilen bitkiler, Güneydoğu Anadolu bölgesinde doğadan toplanarak tüketilen bitkiler, Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, 23-25, 2014.

Kim, H., Song MJ., Analysis and recordings of orally transmitted knowledge about medicinal plants in the southern mountainous region of Korea. Journal of Ethnopharmacology, 134(3): 676-696, 2011.

Kültür, Ş., Altınbaşak, O., Anıl, S., & Melikoğlu, G., Türkiye'de mide ülserinde kullanılan tıbbi bitkiler, 2017.

Leto, C., Tuttolomondo T., Bella Sl., Licata M., Ethnobotanical study in the Madonie Regional Park (Central Sicily, Italy)—Medicinal use of wild shrub and herbaceous plant species. Journal of Ethnopharmacology, 146: 90-112, 2012.

Louis, H., Das Naturlich Pflanzenkleid Anatoliens, Geographisch Gesehen Stuttgart, 1939.

Özturk, M., Altay V., Gucel S., Altundag E., Plant diversity of the drylands in Southeastern Anatolia-Turkey: Role in human health and food security. Ed.: Ansari A. & Gill S.S., Plant biodiversity-Monitoring, Assessment and Conservation, 83-124, 2016.

Öztürk, F., Dölarslan, M., & Ebru, G., Etnobotanik Ve Tarihsel Gelişimi. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, (2), 11-13, 2016.

Özçelik, H. B., & Orhan, İ. E., Picea orientalis (L.) Peterm.(Doğu Ladini). Türk Farmakope, 61, 2019.

Özer, H., Türkmen, N., Investigation of plants with ethnobotanical use in Gaziantep Province (Turkey). GSC Biological and Pharmaceutical Sciences, 07(02): 71-78, 2019.

Özhatay, N., Byfeld A., Atay S., Türkiye'nin önemli bitki alanları, İstanbul: WWF Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı), 2003.

Özuslu, E., Sof Dağı (Gaziantep) yöresindeki bazı bitkilerin etnobotanik özellikleri ve mahalli adları. Kırsal Çevre Yıllığı, 7, 2005.

Palabaş-Uzun, S., & Şimşir-Bozdağ, R. Ethnobotanical study on traded medicinal plants and herbal market analyses in Gaziantep/Turkey. Applied Ecology & Environmental Research, 20(5), 2022.

Polunin, O., Flowers of Europe. New York, Toronto: Oxford University Press, 1969.

Regel, C. Von., Türkiye' nin Flora ve Vejetasyonuna Genel Bir Bakış (Tercüme A. Baytop – R. Denizci) Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Monografileri serisi No: 1, İzmir, 1963.

Sadikoğlit, N., & Alpinar, K., An evaluation of Turkish ethnobotanical studies (1928-1997). Journal of Faculty of Pharmacy of Istanbul University, 37, 61-66, 2004.

Saya, Ö., Yapıcı, Ü., İ., & Hoşgören, H., Kurtalan (Siirt) ilçesinin etnobotanik özellikleri. Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, (12), 191-196, 2009.

Sõukand, R., Kalle R., Herbal landscape: the perception of landscape as a source of medicinal plants. Trames: A Journal of the Humanities and Social Sciences, 14(3): 207, 2010.

Simpson, EH., Measurement of diversity nature, 163, 688, 1949.

Şığva, HÖ., Seçmen Ö., Ethnobotanic survey of Işıklı (Çarpın), Dağdancık and Tokdemir in Gaziantep, Turkey. IUFS Journal of Biology, 68(1): 19-26, 2009.

Tel, A. Z., Furkan, M. K., & Satıl, F., Adıyaman ilinde el sanatlarında yararlanılan bitkiler üzerine etnobotanik bir araştırma, 2021.

Tubives. Turkish Plants Data Service, 2020. [Çevrimiçi].

Tichý, L., Holt J. Juice., program for management, analysis and classification of ecological data. Brno: Vegetation Science Group, Masaryk University, 2006.

Urhan, Y., Ege, M. A., Öztürk, B., & Elgin Cebe, G., Türkiye Gıda Bitkileri Veritabanı, 2016.

Vandebroek I., Balick MJ., Globalization and loss of plant knowledge: challenging the paradigm. PloS one, 7(5): e37643, 2012.

Vitalini, S., Tomè F., Fico G., Traditional uses of medicinal plants in Valvestino (Italy). Journal of Ethnopharmacology, 121(1): 106-116, 2009.

Yalçın, S., Akan, H. & Çakılcıoğlu, U., Suruç'ta (Şanlıurfa-Türkiye) bazı şifalı bitkilerin geleneksel kullanımları. Türk Doğa ve Fen Dergisi, 10(1), 236-244, 2021.

Yaltırık, F., Efe, A., Otsu Bitkiler Sistematiği Ders Kitabı, İkinci Baskı, İÜ Basımevi ve Film Merkezi, Üniversite Yayın No: 3940, Orman Fakültesi Yayın No: 10, İstanbul, 518 s. 1996.

Yapıcı, İÜ., Hoşgören H., Saya Ö., Kurtalan (Siirt) ilçesinin etnobotanik özellikleri. Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 12: 191-196, 2009.

Yener, ŞD., Akdeniz NS. Evaluation of the natural geophyte taxa of Sarıyer (Istanbul) and their use in urban landscape. Eurasian Journal of Forest Science, 8(1): 79-93, 2020.

Yeşil, Y., Çelik M., Yılmaz B., Wild edible plants in Yeşilli (Mardin-Turkey), a multicultural area. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 15(52): 1-19, 2019.

Yeşil, Y., İnal İ., traditional knowledge of wild edible plants in Hasankeyf (Batman Province, Turkey). Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 88(3): 1-22, 2019.

Zare, G., & Çankaya, İ., Etnobotanik çalışmalar ve Bitkisel-Tıbbi Ürünlere Genel Bakış. Türk Farmakope Dergisi, 6 (1), 2021.

Zednik, F., Türkiye Ormanları Bugüne Kadar Tatbik Edilen ve Gelecekte Tatbiki Tavsiye Edilen Silvikültürel Muameleler, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, No: 14, Ankara, 1963.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ISINMADA FOAM ROLLER KULLANIMININ AMATÖR FUTBOLCULARDA ESNEKLİK VE MAKSİMAL KUVVET ÜZERİNE ETKİSİ

**Doç. Dr. Yakup AKTAŞ**

Beden eğitimi ve Spor Yüksekokulu, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa, TÜRKİYE

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0147-9223

**E mail:** yakupaktas@harran.edu.tr

**Muhammed Emin BALCI**

Gençlik ve Spor İl Müdürlüğü, Şanlıurfa, TÜRKİYE

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6364-3896

**E mail:** muhammed.balci@gsb.gov.tr

**Özet:** Bu çalışmanın amacı, amatör futbolcularda ısınma sırasında farklı özellikteki foam roller kullanımının esneklik ve maksimal kuvvet parametreleri üzerindeki etkilerini incelemektir.

Çalışmaya, Süper Amatör Lig'de mücadele eden Şanlıurfa Büyükşehir Belediye spor futbol takımında aktif olarak yer alan 23 sağlıklı erkek futbolcu (yaş: 21,86 ± 4,67 yıl, boy: 178,52 ± 5,89 cm, kilo: 70,96 ± 9,54 kg) gönüllü olarak katıldı. Katılımcılara, müsabaka döneminde müsabakadan 48 saat dinlenme sonrasında üç farklı ısınma protokolü uygulandı. **1. Hafta:** 5 dakika koşu ve 10 dakika dinamik ısınma sonrası ölçümler alındı. **2. Hafta:** 5 dakika koşu, 10 dakika dinamik ısınma ve 8 dakika foam roller uygulaması sonrası ölçümler alındı. **3. Hafta:** 5 dakika koşu, 10 dakika dinamik ısınma ve 8 dakika titreşimli foam roller uygulaması sonrası ölçümler alındı. Futbolcuların esneklik (otur-eriş testi), dikey sıçrama, eklem hareket açıklığı (gonyometre), 30 m sürat ve çok tekrarlı maksimal kuvvet testleri yapıldı. Veriler, SPSS Statistics 26.0 programı ile analiz edildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiş ve normal dağılım gösteren veriler için Tekrarlayan Ölçümler ANOVA testi uygulandı. Anlamlı fark bulunan parametrelerde Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalar yapıldı. Anlamlılık düzeyi olarak $p<0,01$ ve $p<0,05$ olarak kabul edildi. Çalışmaya katılan futbolcuların ısınma sırasında foam roller kullanımının klasik ısınmaya göre bazı esneklik parametreleri üzerinde anlamlı etkiler yarattığı gözlemlendi. Foam roller kullanımının, klasik ısınmaya kıyasla futbolcuların otur-eriş testinde esneklik değerinde $p<0,01$ düzeyinde gonyometre ile sağ/sol diz esneklik değerlerinde ise $p<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edildi. Ancak, ısınmada foam roller kullanılmasının futbolcuların dikey sıçrama, 30 m sürat, sağ ve sol quadriceps ve hamstring maksimal kuvvetleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$). Sonuç olarak, ısınma sırasında foam roller kullanımının futbolcularda esneklik parametrelerine olumlu etkiler sağladığını ortaya koymuştur.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Anahtar Kelimeler:** Esneklik, Futbol, Foam Roller, Isınma, Maksimal Kuvvet

## 1. GİRİŞ

Futbol branşı diğer branşlarda olduğu gibi biyomotor yetilerin en üst seviyelerde kullanıldığı ve her bir özelliğin performansı etkilediği bilinmektedir. Antrenman ve müsabaka öncesi ısınmaların performansı olumlu ya da olumsuz etkilediği birçok çalışmada öne sürülmüştür. Egzersiz öncesi ısınma performans için gereklidir ve genellikle bir egzersiz seansı yapılmadan önce yapılır (Lee, C., ark., 2018).

Farklı tür branşlar da birçok ısınma çeşidi kullanılmakta olup bu yöntemlerden bir tanesi miyofasial gevşetme yöntemi (MGY) olarak bilinmektedir. Miyofasial gevşetme yöntemi egzersiz öncesi ısınma yöntemi olarak kullanılmakta olup egzersiz sonrası toparlanma ve terapi yöntemi olarak da kullanılmıştır (Renan, R., ark., 2011). Yapılan araştırmalar sonrasında miyofasial gevşetme yöntemi (MGY) ile ısınma seanslarının gerçekleştirilmesi sporcuların performans düzeylerinde daha fazla kazanımlar elde edilmesi amacıyla kullanıldığı bildirilmiştir (MacDonald, G. 2013). Miyofasial gevşetmenin birçok yöntemi bulunmaktadır, ancak son yıllarda en yaygın kullanılan yöntemlerden biri foam rollerdir. (Wilke, J., ark., 2020). Bu yöntem sayesinde sporcular kendi vücut ağırlıklarını kullanarak quadrisepsler, hamstringler, kalf kasları, gluteal kaslar, adduktorler ve trapeziuslar gibi büyük kas ve kas gruplarında belli bölgeler dahilinde kasların origo ve insertio noktalarına kadar belirli set ve süre boyunca kas üzerinde sarılı olan fasiaya baskı uygulamasını gerçekleştirir (Behm DG, Chaouachi A. A, 2011). Ayrıca foam roller ekonomik olması, kolaylığı ve zaman tasarrufu sağlaması nedeniyle popüler bir uygulama haline gelmiştir (Wiewelhove, T., 2019).

Foam roller yoluyla gerçekleştirildiği düşünülen kendiliğinden miyofasial salınım (SMR), eklem hareket açıklığı (ROM)'nı artırılmasına yönelik popüler bir araştırma konusu haline gelmiştir (Peacock, C. A., 2014). Ancak Behm ve diğerleri (2019), yakın zamanda "kendi kendine miyofasial salınım" teriminin foam rollerden bahsederken aslında yanıltıcı olduğunu öne sürdü. Behm ve diğerleri (2019) yakın tarihli bir incelemesinde foam rollerin kan akışını arttırdığını ve sertliği azalttığını ancak bunun aslında "kendi kendine miyofasyal salınım" mekanizmasından kaynaklanmadığını belirtmiştir. Foam roller, değişen yoğunluklardan oluşan silindirlerdir. Fasiada masaj benzeri bir etki yaratmak için vücut ağırlığı gibi uygulanan basınç veya kuvvetle birleştirir (Peacock, C. A., 2014). Fasia kasları çevreler ve hareket ettirildiğinde daha yumuşak hale gelir (Cheatham, S. W., ark., 2019). SMR olduğu düşünülen foam rollerin arterlerdeki dilatasyonu arttırdığı, sertliği azalttığı, yumuşak dokuyu onardığı, nitrojen dioksiti arttırdığı ve damar plastisitesini iyileştirdiği gösterilmiştir (Cheatham, S. W., ark., 2019). Foam rollerin ağrıyı azalttığına, kas aktivasyonunu ve Hamstring/Quardiceps oranlarını bozmadan ROM'u iyileştirdiğine, koordinasyonu iyileştirdiğine, eklemlerdeki stresi hafiflettiğine ve ağrı basınç eşiğini azalttığına inanılmaktadır (Cavanaugh, M. T., ark., 2017).

Genel olarak bu çalışmalar foam rollerin (FR) hem egzersiz öncesi hem de egzersiz sonrası performans ve iyileşme üzerinde olumlu etkilerini göstermiştir (Cheatham, S., ark., 2020). Ancak titreşimli foam roller (TFR)'e ve yararlarına bilimsel ilginin artmasına rağmen kanıtlar tartışmalıdır ve bu yöntem hakkında hala bir fikir birliği yoktur. Bununla birlikte,

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

önceki nörofizyolojik açıklamalar göz önüne alındığında, TFR'nin büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir (Parker, R., ark., 2020).

Birçok spor branşındaki antrenörler ve spor bilimcileri egzersiz öncesi ısınma faaliyeti olarak foam roller uygulamasını miyofasiyal gevşetme tekniği olarak kullanmaktadır. Literatürde egzersiz öncesi foam roller uygulamasının esneklik, eklem hareket açıklığı, sürat ve dikey sıçrama performansı üzerine etkisini araştıran birçok çalışma bulunmasına rağmen egzersiz öncesi ısınma faaliyeti olarak FR ve TFR uygulamasının esneklik, eklem hareket açıklığı, sürat, dikey sıçrama ve çok tekrarlı maksimal kuvvet performansının karşılaştırılması üzerine yapılan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışmanın amacı egzersiz öncesi FR ve TFR uygulaması ile klasik dinamik germe uygulamalarının sürat, çeviklik, dikey sıçrama, esneklik ve çok tekrarlı maksimal kuvvet performansı üzerine olan etkisinin araştırılmasıdır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### Araştırma Grubu

Bu çalışmaya Süper Amatör Lig'de mücadele eden Şanlıurfa Büyükşehir Belediyespor futbol takımında aktif olarak yer alan 23 sağlıklı erkek futbolcu (yaş: 21,86 ± 4,67 yıl, boy: 178,52 ±5,89 cm, kilo: 70,96 ± 9,54 kg) gönüllü olarak katıldı.

**Tablo 1.** Katılımcıların Yaş, Boy ve Kilo Ortalamaları

| Değişkenler (n:23) | X | Sd |
|---|---|---|
| Yaş (yıl) | 21,86 | 4,67 |
| Boy (cm) | 178,52 | 5,89 |
| Kilo (kg) | 70,96 | 9,54 |

### Çalışma Tasarımı

Çalışmaya katılan 23 futbolcuya müsabaka döneminde, müsabakadan 48 saat dinlenme sonrasında üç farklı ısınma protokolü uygulandı.

**1. hafta;** 5 dakika koşu 10 dinamik ısınma sonrası ölçümler alındı.

**2. hafta;** 5 dakika koşu 10 dakika dinamik ısınma + 8 dakika foam roller uygulaması sonrası ölçümler alındı.

**3. hafta** 5 dakika koşu 10 dakika dinamik ısınma + 8 dakika titreşimli foam roller (1. kademe) uygulaması sonrası ölçümler alındı.

### Foam Roller

Rolling yönteminin literatürdeki çalışmalarda en yaygın kullanılan zaman değerleri 30, 60 ve 120 saniye olarak bildirilmiştir. FR uygulama hızı ortalama 60-80 bpm tavsiye edilmektedir (Behm, D.G., 2020). Bir seansta birden fazla FR uygulaması yapılacaksa uygulamalar arasında 30 saniye dinlenme araları verilmesi gerekmektedir (Ferrauti, A., 2019).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Foam Roller Uygulaması**

Katılımcılar 5 dakika koşu ve 10 dakika dinamik ısınma sonrası kalf kasları, hamstringler, quadrisepsler ve gluteal kaslar olmak üzere her kas grubuna 2x30 sn olarak uygulandı.

**Veri toplama**: Futbolcuların 3 farklı ısınma protokolleri sonrasında esneklik (otur-eriş testi), dikey sıçrama, eklem hareket açıklığı (ganyometre), 30m sürat, çok tekrarlı maksimal kuvvet testleri yapıldı.

**Esneklik Ölçümleri:**

Katılımcıların esneklik ölçümleri otur-eriş testi ile alındı. Her ölçüm üç kez yapılmış olup en iyi değer alındı. Katılımcılar esneklik tahtasının dayanma bölümüne her iki ayağının tabanlarını yerleştirir. Dizlerini gergin tutar ve kalça ekleminden bükülerek her iki kolu ile nefesini vererek öne doğru uzanır. Esneklik tahtasının üzerinde duran cetveli parmaklarının ucu ile iterek en uzak noktaya kadar götürür.

**Eklem Hareket Açıklığı:**

Katılımcıların sağ ve sol diz fleksiyonu, kalça fleksiyonu ve ekstansiyonu Gonyometre ile ölçüldü.

Diz Fleksiyonu: Katılımcılar yüzüstü pozisyonda uzanıp, tek diz ekleminin ekstansiyondan fleksiyona getirilmesi istendi. Eksen konumu femur lateral epikondili, sabit kol femur boyunca büyük trokantere kadar, hareket kolu fibula boyunca takip etti.

Kalça Fleksiyonu: Katılımcılar sırtüstü pozisyonda uzanıp, tek bacağı dizler ekstansiyondan fleksiyona gelerek kalçanın fleksiyona getirilmesi istendi. Eksen konumu femoral büyük trokanter, sabit kol gövdeye paralel, hareket kolu lateral femoral kondil ile aynı hizada femurun uzunlamasına eksenine paralel boyunca takip etti.

Kalça Ekstansiyonu: Katılımcılar yüzüstü pozisyonda uzanıp, tek bacağı dizler ekstansiyondan çıkmayacak şekilde kalçanın ekstansiyona getirilmesi istendi. Eksen konumu femoral büyük trokanter, sabit kol gövdeye paralel, hareket kolu lateral femoral kondil ile aynı hizada femurun uzunlamasına eksenine paralel boyunca takip etti.

**Dikey Sıçrama:**

Katılımcıların, ayaklar omuz genişliğinde açık eller belde olacak şekilde dik bir pozisyonda bekler. Hızlı şekilde dizlerini bükerek aşağıya çöker ve hiç beklemeden yapabildiği en yüksek hızla, yukarıya doğru sıçrar. Her ölçüm üç kez yapılmış olup en iyi değer alındı.

**30 Metre Sürat Testi:**

Katılımcıların sürat testleri 30 metre mesafenin başlangıcında ve sonunda elektronik zamanlama sistemi fotosel yerleştirilerek ölçüldü. Her ölçüm üç kez yapılmış olup en iyi değer alındı.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Maksimal Kas Kuvveti Ölçümü:**

Sağ ve sol bacak quadriseps ve hamstring kas gruplarının maksimal kuvvetleri çok tekrarlı maksimal kuvvet ölçüm yöntemi kullanıldı. Sporcuların kuvvet ölçümleri için Leg Extension ve Leg Curl ekipmanları kullanıldı. Katılımcılar 0:2:0:2 temposuyla 30 BPM metronom yardımıyla tükenene kadar testi uyguladılar. Testler sağ ve sol bacak ayrı ayrı olacak şekilde uygulandı. Sporcuların tekrarlar esnasında kaldırabildikleri yük miktarı ve gerçekleştirdiği tekrar sayısı 1 maksimum tekrar eşitliklerinde kullanılarak sporcunun 1TM'si belirlendi. Sporcuların maksimal kuvvet özelliği aşağıdaki formül ile hesaplandı.

Brzycki yöntemi Maksimum kuvvet hesaplama formülü:

[100 x yük (kg) / (102.78 – 2.78 x Tekrar)]

**Veri Toplama Süreci**

Her katılımcı test öncesi ilgili ısınma protokolüne göre hazırlanmış, ardından ölçümler aynı gün içinde, sabit ortam koşullarında gerçekleştirilmiştir.

**Araştırma Etiği**

Çalışmaya katılan tüm sporcular araştırma hakkında bilgilendirilmiş ve gönüllü onam formunu imzalandı. Çalışma, Harran Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylandı (Karar No: 67, Tarih: 18.03.2024).

**İstatistiksel Analiz:**

Çalışmada alınan veriler SPSS Statistics 26.0 programı ile analiz edildi. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Normal dağılım gösteren değişkenler için Tekrarlayan Ölçümler ANOVA testi uygulandı. Anlamlı fark bulunan parametrelerde Bonferroni düzeltmeli ikili karşılaştırmalar yapıldı. Anlamlılık düzeyi $p<0,01$ ve $p<0,05$ olarak kabul edildi.

## 3. BULGULAR

**Tablo 2.** Üç farklı Isınma Protokolü Sonrası Esneklik ve Eklem Hareket Açıklığı Performans Değerlerinin Karşılaştırılması

| Değişkenler | Gruplar | X | Sd | F | P |
|---|---|---|---|---|---|
| **Esneklik** | **Klasik Isınma*** | 29,44 | 5,16 | 11,560 | **0,00**** |
| | **FR*** | 33,76 | 3,71 | | |
| | **TFR*** | 34,72 | 3,29 | | |
| **Sağ Diz** | **Klasik Isınma*** | 134,12 | 5,48 | 3,12 | **0,05*** |
| | FR | 136,36 | 4,08 | | |
| | **TFR*** | 137,16 | 3,59 | | |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Sol Diz** | **Klasik Isınma*** | 132,16 | 6,43 | 3,92 | **0,02*** |
| | FR | 134,44 | 4,77 | | |
| | **TFR*** | 136,16 | 3,57 | | |
| **Sağ Kalça** | Klasik Isınma | 124,12 | 6,72 | 2,59 | 0,08 |
| | FR | 126,52 | 6,10 | | |
| | TFR | 128,12 | 5,86 | | |
| **Sol Kalça** | Klasik Isınma | 122,28 | 8,80 | 2,11 | 0,12 |
| | FR | 125,04 | 8,17 | | |
| | TFR | 127,08 | 7,84 | | |

Isınmada FR ve TFR kullanımının klasik ısınmaya göre çalışmaya katılan futbolcularda otur eriş esneklik değerlerinin arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi ($p<0,01$). Isınmada TFR kullanımının klasik ısınmaya göre çalışmaya katılan futbolcuların ganyometre ile ölçülen sağ ve sol diz esneklik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi ($p<0,05$). Klasik ısınma FR ve TFR ısınma protokollerinin ganyometre ile ölçülen sağ ve sol kalça esneklik değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmedi ($p>0,05$).

**Tablo 3.** Üç farklı Isınma Protokolü Sonrası Dikey Sıçrama, 30M Sürat ve Çok Tekrarlı Maksimal Kuvvet Performans Değerlerinin Karşılaştırılması

| **Değişkenler** | **Gruplar** | **X** | **Sd** | **F** | **P** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Dikey Sıçrama** | Klasik Isınma | 52,9200 | 7,15 | 0,36 | 0,69 |
| | FR | 54,44 | 7,18 | | |
| | TFR | 54,44 | 7,33 | | |
| **30 m. Sürat** | Klasik Isınma | 4,18 | 0,16 | 0,42 | 0,65 |
| | FR | 4,15 | 0,15 | | |
| | TFR | 4,14 | 0,14 | | |
| **Sağ Quadriceps** | Klasik Isınma | 33,49 | 3,30 | 1,13 | 0,32 |
| | FR | 34,21 | 3,33 | | |
| | TFR | 34,90 | 3,31 | | |
| **Sol Quadriceps** | Klasik Isınma | 33,89 | 3,18 | 1,46 | 0,23 |
| | FR | 34,66 | 3,24 | | |
| | TFR | 35,46 | 3,31 | | |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Sağ Hamstring** | Klasik Isınma | 34,85 | 3,76 | 0,89 | 0,41 |
| | FR | 35,57 | 3,63 | | |
| | TFR | 36,26 | 3,81 | | |
| **Sol Hamstring** | Klasik Isınma | 33,71 | 7,45 | 1,31 | 0,27 |
| | FR | 35,49 | 4,19 | | |
| | TFR | 36,15 | 4,19 | | |

Futbolcuların klasik ısınma, FR ve TFR ısınma protokollerinin dikey sıçrama, 30 mt. sürat, sağ-sol quadriceps ve hamstring maksimal kuvvetleri arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlı ilişki tespit edilmedi ($p>0,05$).

## 4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın amacı egzersiz öncesi dinamik ısınmaya ek olarak farklı foam roller kullanımının esneklik, eklem hareket açıklığı, dikey sıçrama, sürat ve çok tekrarlı maksimal kuvvet üzerine olan etkisinin araştırılmasıdır. Literatürde dinamik ısınmaya ek olarak FR uygulamalarının performans üzerine etkisini araştıran birçok çalışma bulunmasına rağmen dinamik ısınmaya ek olarak TFR uygulamasının esneklik, eklem hareket açıklığı, dikey sıçrama, sürat ve çok tekrarlı maksimal kuvvet üzerine etkisini araştıran sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

MacDonald (2013), çalışmasında foam rollerin, özellikle diz bölgesinde eklem hareket açıklığı arttırmada etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymuştur. Bununla birlikte hamstringlere direkt olarak foam roller yönteminin uygulanması, performansta düşüşe neden olmaksızın otur-uzan test sonuçlarını olumlu yönde etkilediği ortaya konulmuştur (Sullivan, 2013). Farklı bir çalışmada egzersiz öncesi foam roller uygulamalarının eklem hareket genişliğini pozitif yönde etkilediği belirtilmektedir (Barnes, 1997; Curran, Fiore ve Crisco, 2008). Bushell (2015), kalça ekstansiyon ROM'u inceledikleri çalışmalarında, katılımcılara birer hafta arayla üç test yapılmış, 1. ve 2. testler arasında FR egzersizi uygulanmış, 2. ve 3. testler arasında herhangi bir FR egzersizi yapılmamıştır. 2. seansta kalça ekstansiyon ROM'unda önemli bir artış bulmuştur. Fakat 3. testte ROM başlangıç seviyesine dönmüştür (Webster, 2015). Bir başka çalışmada Jay (2014), hamstring kas bölgesine yönelik foam roller uygulaması sonrasında ROM'daki artışın 10 dakika kadar sürdüğünü ifade etmiştir. Mauntel (2014), sistematik incelemesinde, 20sn kadar yapılan foam rollerin, ROM'daki artışları desteklediğini fakat 1.5 ila 3 dakika arasında değişen daha uzun süreli müdahalelerin ROM üzerinde daha etkili olduğunu tespit etmiştir (Padua, 2014). Sullivan (2013), 5 saniyelik müdahalenin aksine 10 saniyelik foam roller uygulanmasının otur-uzan ROM'unda daha büyük artışlar olduğunu göstermiştir.

Egzersiz öncesi foam roller uygulamalarından sonra izokinetik dinamometre ile yapılan kuvvet ölçümlerini foam roller uygulamalarının negatif yönde etkilediği görülmektedir (Button, 2013). Ancak negatif etkilerin yanı sıra pozitif etkilerin olduğu araştırmalarda literatürde

mevcuttur. Dinamik ısınma ve foam roller uygulamaları sonrasında katılımcıların güç ve kuvvet üretimlerinin aynı olduğu ayrıca foam roller yönteminin eklem hareket genişliğine daha olumlu etki yarattığı ortaya koyulmuştur. (Behara ve Jacobson, 2017; Su, Chang, Wu, Guo, ve Chu, 2017). (Healey, 2014), foam roller yönteminin çeviklik, dikey sıçrama ve izometrik kuvvet gelişimi bakımından diğer ısınma protokollerine kıyasla herhangi bir üstünlüğünün olmadığını belirtmektedir Yapılan başka bir çalışmada foam roller yöntemi sonrasında sporcuların Hamstring/Quardiceps kas gruplarının kuvvet üretimlerinde herhangi bir düşüş yaratmadığı ve eklem hareket genişliğinin foam roller yöntemi sonrasında daha fazla artığından bahsedilmiştir.

Sonuç olarak; ısınmada foam roller kullanımının futbolcularda esneklik parametrelerine etkisinin olduğu tespit edilmiş olup, bununla birlikte foam roller kullanımının dikey sıçrama, maksimal kuvvet ve sürat gibi performans parametreleri üzerinde sayısal olarak artış sağlanmış fakat istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmedi. Esnekliğin artırılması, sakatlık riskini azaltabilir ve performansı artırmada önemli bir rol oynayabilir. Hem performansın hem esnekliğin önemli olduğu spor branşlarında ısınmaya ek olarak TFR uygulamalarının yapılması önerilmektedir.

## KAYNAKÇA

Barnes, M. F. (1997). The Basic Science of Myofascial Release: Morphologic Change in Connective Tissue. Journal Of Bodywork and Movement Therapies, 1(4), 231-238.

Beardsley, C., & Škarabot, J. (2015). Effects of Self-Myofascial Release: A Systematic Review. Journal Of Bodywork and Movement Therapies, 19(4), 747-758.,

Behara, B., & Jacobson, B. H. (2017). Acute Effects of Deep Tissue Foam Rolling and Dynamic Stretching on Muscular Strength, Power, and Flexibility İn Division I Linemen. The Journal of Strength & Conditioning Research, 31(4), 888-892.Behm, D.G,

Chaouachi, A.A (2011). Review of The Acute Effects of Static and Dynamic Stretching on Performance, Eur J Appl Physiol; 111: 2633-2651.

Behm, D. G., & Wilke, J. (2019). Do Self-Myofascial Release Devices Release Myofascia? Rolling Mechanisms: A Narrative Review. Sports Medicine, 49(8), 1173-1181.

Behm, D.G., Alizadeh, S., Anvar, S.H., Mahmoud, M.M.I., Ramsay, E., Hanlon, C., & Cheatham, S. (2020). Foam Rolling Prescription: A Clinical Commentary. The Journal of Strength & Conditioning Research, 34(11), 3301-3308.

Bushell, J. E., Dawson, S. M., & Webster, M. M. (2015). Clinical Relevance of Foam Rolling on Hip Extension Angle İn A Functional Lunge Position. The Journal of Strength & Conditioning Research, 29(9), 2397-2403.

Cavanaugh, M. T., Aboodarda, S. J., Hodgson, D. D., & Behm, D. G. (2017). Foam Rolling of Quadriceps Decreases Biceps Femoris Activation. The Journal of Strength & Conditioning Research, 31(8), 2238-2245.

Cheatham, S. W., Stull, K. R., & Kolber, M. J. (2019). Comparison of a Vibration Roller and a Nonvibration Roller İntervention on Knee Range of Motion and Pressure Pain Threshold: A Randomized Controlled Trial. Journal of Sport Rehabilitation, 28(1), 39-45.

Curran, P. F., Fiore, R. D., & Crisco, J. J. (2008). A Comparison of The Pressure Exerted on Soft Tissue By 2 Myofascial Rollers. Journal of Sport Rehabilitation, 17(4), 432-442.

Grabow, L., Young, J. D., Alcock, L. R., Quigley, P. J., Byrne, J. M., Granacher, U., ... & Behm, D. G. (2018). Higher Quadriceps Roller Massage Forces Do Not Amplify Range-Of-Motion İncreases Nor İmpair Strength and Jump Performance. The Journal of Strength & Conditioning Research, 32(11), 3059-3069.

Healey, K. C., Hatfield, D. L., Blanpied, P., Dorfman, L. R., & Riebe, D. (2014). The Effects of Myofascial Release With Foam Rolling on Performance. The Journal of Strength & Conditioning Research, 28(1), 61-68.

Hendricks, S., den Hollander, S., Lombard, W., & Parker, R. (2020). Effects of Foam Rolling on Performance and Recovery: A Systematic Review of The Literature to Guide Practitioners on The Use of Foam Rolling. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 24(2), 151-174.

Junker, D. H., & Stöggl, T. L. (2015). The Foam Roll as a Tool to İmprove Hamstring Flexibility. The Journal of Strength & Conditioning Research, 29(12), 3480-3485.

Lee, C. L., Chu, I. H., Lyu, B. J., Chang, W. D., & Chang, N. J. (2018). Comparison of Vibration Rolling, Nonvibration Rolling, and Static Stretching As a Warm-Up Exercise on Flexibility, Joint Proprioception, Muscle Strength, and Balance in Young Adults. Journal of Sports Sciences, 36(22), 2575-2582.

MacDonald, G. Z., Penney, M. D., Mullaley, M. E., Cuconato, A. L., Drake, C. D., Behm, D. G., & Button, D. C. (2013). An Acute Bout of Self-Myofascial Release İncreases Range of Motion Without a Subsequent Decrease in Muscle Activation or Force. The Journal of Strength & Conditioning Research, 27(3), 812-821.

Madoni, S. N., Costa, P. B., Coburn, J. W., & Galpin, A. J. (2018). Effects of Foam Rolling on Range of Motion, Peak Torque, Muscle Activation, and The Hamstrings-To-Quadriceps Strength Ratios. The Journal of Strength & Conditioning Research, 32(7), 1821-1830.

Mauntel, T. C., Clark, M. A., & Padua, D. A. (2014). Effectiveness of Myofascial Release Therapies on Physical Performance Measurements: A Systematic Review. Athletic Training & Sports Health Care, 6(4), 189-196.

Peacock, C. A., Krein, D. D., Silver, T. A., Sanders, G. J., & Von Carlowitz, K. P. A. (2014). An Acute Bout of Self-Myofascial Release in The Form of Foam Rolling İmproves Performance Testing. International Journal of Exercise Science, 7(3), 202.

Renan-Ordine R, Alburquerque-SendÍn F, Rodrigues De Souza DP, Cleland JA, Fernández-de-lasPeñas C. (2011). Effectiveness of Myofascial Trigger Point Manual Therapy Combined With A Self-Stretching Protocol For The Management of Plantar Heel Pain: A Randomized Controlled Trial, J Orthop Sport Phys,; 41: 43-50.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Su, H., Chang, N. J., Wu, W. L., Guo, L. Y., & Chu, I. H. (2017). Acute Effects of Foam Rolling, Static Stretching, and Dynamic Stretching During Warm-Ups on Muscular Flexibility and Strength in Young Adults. Journal of Sport Rehabilitation, 26(6), 469-477.

Sullivan, K. M., Silvey, D. B., Button, D. C., & Behm, D. G. (2013). Roller-Massager Application to The Hamstrings İncreases Sit-And-Reach Range of Motion Within Five to Ten Seconds Without Performance İmpairments. International Journal of Sports Physical Therapy, 8(3), 228.

Wiewelhove, T., Döweling, A., Schneider, C., Hottenrott, L., Meyer, T., Kellmann, M., ... & Ferrauti, A. (2019). A Meta-Analysis of The Effects of Foam Rolling on Performance and Recovery. Frontiers in Physiology, 10, 449926.

Wilke, J., Müller, A. L., Giesche, F., Power, G., Ahmedi, H., & Behm, D. G. (2020). Acute Effects of Foam Rolling on Range Of Motion İn Healthy Adults: A Systematic Review With Multilevel Meta-Analysis. Sports Medicine, 50, 387-402.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# İRTİFAYA VE KONUMA BAĞLI OLARAK UÇAKLARIN KARŞILAŞTIĞI ATMOSFERİK RADYASYON DOZLARININ BULUNMASI

**Ahmet Bahadır AKDENİZ**

Yıldız Teknik Üniversitesi, bahadir.akdeniz@std.yildiz.edu.tr - 0009-0003-4768-5369

**Dr. Öğr. Üyesi, Yaşar KARABUL**

Yıldız Teknik Üniversitesi karabul@yildiz.edu.tr - 0000-0002-0789-556X

## ÖZET

Modern yolcu uçakları, zaman içinde daha yüksek irtifalarda uçabilir hâle gelmiş ve bu durum; yakıt verimliliği, gürültü azaltımı ve hava trafik düzenlemesi açısından avantaj sağlamıştır. İrtifa yükseldikçe kozmik radyasyon maruziyeti artmakta, bu durum uçuş güvenliği ve personel sağlığı açısından kritik bir unsur hâline gelmektedir. Ancak radyasyon dozları; irtifa, konum, tarih ve güneş aktivitesine bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle her uçuş fiziksel ölçüm yapılması pratik bir yaklaşım değildir. Bu bağlamda, **CARI-7A, EPCARD** ve **EXPACS** gibi bilgisayar tabanlı simülasyon araçları, radyasyon maruziyetinin belirlenmesinde önemli bir çözüm sunmaktadır.

Bu çalışmada, yüksek irtifalarda radyasyon kaynaklı dozların hesaplanmasına yönelik kullanılan söz konusu yazılımların doğruluğu**, gerçek ölçüm verileriyle karşılaştırmalı olarak** değerlendirilmiştir. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda, hem CARI-7A hem de EXPACS yazılımları, tüm konfigürasyon ve alt modlarında **ilk 10 km'lik irtifa aralığında** görece yüksek hata oranları göstermiştir. Ancak 10 km üzerindeki irtifalar için yapılan ayrı değerlendirmelerde, CARI-7A yazılımının çeşitli alt konfigürasyonlarının hesaplanan doz değerleri açısından en gerçekçi sonuçları verdiği gözlemlenmiştir. *Ortam Doz Eşdeğeri (H(10))**'nin hesabında ise EXPACS yazılımı, hem dış referanslarla uyumu hem de genel hesaplama tutarlılığı açısından en güvenilir sonuçları sağlayan yapılandırma olarak öne çıkmıştır

**Anahtar Kelimeler :** CARI-7A, EXPACS, Simülasyon, Radyasyon Dozu, Atmosferik Radyasyon, Uçak, Sivil Havacılık

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. TEMEL HAVACILIK

Wright Kardeşler tarafından 17 Aralık 1903 tarihinde gerçekleştirilen ilk motorlu uçuştan günümüze kadar, havacılıkta ve özellikle sivil havacılık alanında büyük gelişmeler yaşanmıştır. Başlangıçta yalnızca birkaç saniye sürebilen uçuşlar, günümüzde kıtalar arası yolculukların temel taşı haline gelmiştir.

Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü'nün (ICAO) 2026–2050 Stratejik Planı ile Uluslararası Havaalanları Konseyi (ACI) ve ICAO'nun 28 Ocak 2025 tarihli ortak bildirisinde yer alan verilere göre; 1985 yılında 1 milyar olan yıllık hava yolu yolcu sayısı, 2004'te 2 milyar, 2019'da 4,6 milyar ve 2024 yılında ise 9,5 milyara ulaşmıştır. Bu veriler, hava yolu taşımacılığına olan ilginin yalnızca arttığını değil, aynı zamanda bu artışın hızlandığını göstermektedir. Yolcu sayısının ikiye katlanması için gereken süre 1985'ten 2004'e kadar 19 yılken, bu süre daha sonra yaklaşık 15 yıla, ardından ise COVID-19 pandemisine rağmen yaklaşık 5 yıla kadar düşmüştür. Aynı bildirideki projeksiyonlara göre, 2042 yılında bu sayının 19,5 milyara ulaşması beklenmektedir. [1] [2]

Bu eğilimler dikkate alındığında, havacılığın giderek daha yaygın tercih edilen bir ulaşım modu haline geldiği açıktır. Havacılığı diğer ulaşım yöntemlerinden ayıran en önemli özelliklerden biri, bir yolcu uçağının sunduğu hızdır. Bu hız, diğer ulaşım araçlarına göre birkaç kat, hatta bazı durumlarda onlarca kat daha fazladır.

Motor tasarımındaki teknik ve mühendislik sınırlarının dışında, hava araçlarının daha yüksek hızlara ulaşmasındaki en büyük engellerden biri yakıt verimliliğidir. Motor verimliliğinin sabit kaldığı varsayımı altında, hızın iki katına çıkması, birim zamanda tüketilen enerjinin yaklaşık dört katına çıkmasına neden olur. Buna karşılık, uçuş süresinin yarıya ineceği dikkate alındığında, toplam enerji ihtiyacı ve dolayısıyla yakıt tüketimi yaklaşık iki katına çıkar. Bu artış, temel fizik yasaları doğrultusunda gerçekleşmekte olup, motorun ya da uçağın kütlesi gibi diğer parametreler değişmediği sürece kaçınılmazdır.

Bu enerji artışına ek olarak, yüksek hıza bağlı olarak artan hava sürtünmesi ikincil bir yakıt tüketim artışına yol açmaktadır. Bu sürtünmeyi azaltmanın iki temel yolu; uçağın yüzey alanını küçültmek veya atmosferin daha ince olduğu yüksek irtifalarda uçmaktır. [3]

Kaldırma kuvveti formülü incelendiğinde, bir hava aracının yüzey alanını küçültmenin kaldırma kuvvetinde azalmaya yol açtığı görülmektedir. Bu durum, yeterli kaldırmayı sağlamak için daha yüksek hızlara veya daha alçak irtifalarda uçmaya ihtiyaç duyulmasına neden olur. Bu yeni gereklilikler, havalimanı tasarımlarından uçak motorlarının yeniden yapılandırılmasına kadar geniş kapsamlı değişiklikleri zorunlu kılar. Ayrıca, yüzey alanının azaltılması uçağın iç hacmini dolayısıyla yolcu ve kargo kapasitesini doğrudan etkilediğinden, bu yöntem uygulamada sınırlı bir çözüm sunar. [4]

Hava sürtünmesini azaltmanın diğer ve daha uygulanabilir bir yolu, daha yüksek irtifalarda uçmaktır. Boeing 737 serisinin B737-100 modelinden B737 MAX serisine kadar olan versiyonlarının maksimum uçuş irtifaları incelendiğinde, 30.000 feet seviyelerinden 40.000 feet seviyelerine kadar bir artış olduğu ve bu artışa paralel olarak hızın da arttığı görülmektedir. Tarihte kullanılan, ses hızını aşan yolcu uçakları olan Concorde ve Tupolev Tu-144

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

örneklerinde ise, maksimum uçuş irtifaları yaklaşık 60.000 feet olup bu değer, günümüz ticari yolcu uçaklarının yaklaşık bir buçuk katına yaklaşmaktadır. [5]

Ancak yüksek irtifalarda uçmanın bazı teknik olmayan kısıtları da mevcuttur. Bunların başında uçuş personelinin maruz kaldığı kozmik radyasyon gelmektedir. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM), normal koşullar altında bir hava yolu çalışanının maruz kalabileceği maksimum yıllık etkin doz sınırını 6 mSv olarak belirlemiştir. Aynı kurumun pilotlar için belirlediği yıllık uçuş süresi limiti 1000 saat olduğuna göre, bu durumda izin verilen ortalama doz maruziyeti saatte 6 µSv düzeyindedir. [6] [7]

Atmosferde irtifa yükseldikçe kozmik radyasyonun şiddetinin arttığı bilindiğinden, daha yüksek irtifalarda seyahat edecek hava araçları için maruz kalınacak radyasyon miktarının dikkatli biçimde hesaplanması büyük önem taşır. Bu doğrultuda; uçuş personeli ve yolcular açısından sağlık risklerinin değerlendirilmesi, gerekli önlemlerin (örneğin zırhlama, uçuş süresi kısıtlamaları vb.) alınması gereklidir. [8]

Uçaklara her uçuşta hassas dozimetreler yerleştirmek pratik bir yöntem olmadığından, uçuş sırasında maruz kalınan radyasyonun belirlenmesi için CARI-7A, EPCARD ve EXPACS gibi çeşitli hesaplama yazılımları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu programlar, uçuş rotası, tarih, irtifa ve güneş aktivitesi gibi birçok parametreyi dikkate alarak havacılık radyasyonuna yönelik doz tahmini yapmaktadır. [9]

## 2. RADYASYON DOZ BİRİMLERİ

Radyasyonun biyolojik ve biyolojik olmayan etkileri uzun süredir araştırma konusu olup bu alanda birçok çalışma gerçekleştirilmiş ve günümüzde de aktif şekilde yürütülmeye devam edilmektedir. Radyasyonun canlı dokular ve cansız maddeler üzerindeki etkilerini anlamak amacıyla "doz" kavramı geliştirilmiş ve bu doğrultuda geçmişten günümüze farklı doz hesaplama yöntemleri tanımlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında; ICRP 60, ICRP 103 ve ICRP 116 tarafından tanımlanan **Efektif Doz** yaklaşımları ile birlikte, **Eşdeğer Doz** ve ***Ortam Doz Eşdeğeri (H(10))**** gibi temel kavramlardan yararlanılmıştır.

### 2.1. Efektif Doz ve Eşdeğer Doz

Radyasyonun maddeyle etkileşimini değerlendirmede başlıca kullanılan yöntemlerden biri, radyasyonun enerjisidir. Ancak aynı enerjiye sahip farklı radyasyon türleri biyolojik açıdan farklı etkilere yol açabilir. Örneğin, 1 MeV enerjili bir gama kaynağı ile 1 MeV enerjili bir alfa kaynağı, enerji olarak eşdeğer olsalar da, canlı dokular üzerinde oldukça farklı biyolojik sonuçlara neden olabilir. Bu farklılıkların değerlendirilmesi amacıyla, **Efektif Doz** ve **Eşdeğer Doz** gibi kavramlar geliştirilmiştir. [9] [10] [11]

**Eşdeğer Doz** radyasyon türüne göre değişen biyolojik etkiyi dikkate almak amacıyla tanımlanmış bir kavramdır. Radyasyonun türüne göre belirlenen **ağırlık katsayısı (kalite faktörü)** ile soğurulan dozun çarpımıyla hesaplanır. [10]

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

$$H_T = D_T * Q$$

Burada $D_T$: soğurulan doz, Q: kalite faktörüdür. Eşdeğer dozun birimi **sievert (Sv)**'tir. [10] [9] [11] [12, 13]

**Efektif Doz (E)** ise, farklı organ ve dokuların radyasyona olan duyarlılıklarının farklı olması prensibine dayanır. Her organ için tanımlanan **doku ağırlık katsayıları ,** o organın eşdeğer dozu ile çarpılarak toplam etkili doz hesaplanır:

$$E = \sum_T w_T \, x \, H_T$$

Tüm vücudun eşit düzeyde ışınlandığı varsayımı altında, bu katsayıların toplamı 1'e eşit olur. [11]

Uçak ortamında maruz kalınan radyasyonun hesaplanmasında ise birçok belirsizlik söz konusudur. Uçağın modeli, yolcunun fiziksel özellikleri (boy, kilo vb.), oturma konumu, uçuş rotası, uçağın güneşe ve manyetik kutuplara göre yönelimi gibi değişkenler, vücut organlarının farklı şekillerde doz almasına neden olabilir. Bu durum, Efektif Doz'un hassas şekilde hesaplanmasını zorlaştırmaktadır.

Örneğin, cam kenarında oturan 2 metrelik bir yolcu ile 1,5 metrelik bir yolcu kıyaslandığında, boyu daha uzun olan yolcunun baş kısmı cam hizasına daha yakın veya daha dışta konumlanacaktır. Cam ve gövde malzemelerinin radyasyon geçirgenlikleri farklı olduğundan, dış kaynak sabit olsa bile iki yolcunun beyin dokusunun maruz kaldığı radyasyon eşit olmayacaktır. Buna koltuk düzeni, uçak gövde yapısı, zırhlama farklılıkları gibi birçok parametre eklendiğinde, **Eşdeğer Doz → Efektif Doz** dönüşümünün standart bir yaklaşımla belirlenmesi pratikte mümkün olmamaktadır.

Bu tür bireysel farkların detaylı şekilde modellenmesi pratikte zor olduğundan bu çalışmada radyasyonun uçağın her noktasına homojen yani izotropik olarak ulaştığı ve tüm organların eşit doz aldığı varsayımı kabul edilmiştir. Bu çerçevede, değerlendirmeler sırasında **Efektif Doz = Eşdeğer Doz** varsayımı yapılmış ve analizler bu sadeleştirilmiş model üzerinden gerçekleştirilmiştir.

### 2.1.1 ICRP 60 Efektif Doz

**ICRP 60**, Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu (International Commission on Radiological Protection – ICRP) tarafından Kasım 1990 tarihinde yayımlanmış olup, iyonlaştırıcı radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkilerine ilişkin bilimsel temellere dayalı rehber nitelikte bir belgedir. Bu doküman, radyasyondan korunma uygulamalarında uzun yıllar boyunca temel kaynak olarak kullanılmıştır. [11]

ICRP 60, Efektif Doz kavramını tanımlarken, farklı organ ve dokuların radyasyona duyarlılık düzeylerini göz önüne alarak her biri için belirli doku ağırlık katsayıları önermiştir. Ayrıca, radyasyonun türüne ve enerjisine bağlı olarak biyolojik etkinliğini yansıtmak amacıyla kullanılan kalite faktörleri (Q) de bu çalışmada detaylandırılmıştır. [11]

Aşağıda, ICRP 60 dokümanında yer alan:

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

- Organ ve doku ağırlık katsayıları ile
- Radyasyon türlerine göre tanımlanan kalite faktörleri

tablo halinde sunulmuştur.

**Çizelge 1 Radyasyon Türüne Bağlı Kalite Faktörleri**

| **Radyasyon Türü** | **Kalite Faktörü (Q)** |
|---|---|
| Tüm Foton ve Beta Parçacıkları | 1 |
| Protonlar (E > 2 MeV) | ~5 |
| Alfa parçacıkları | 20 |
| Ağır iyonlar | 20 |
| Fisyon ürünleri | 20 |
| Nötronlar (E < 10 keV) | 5 |
| Nötronlar (E = 10 kev - 100 keV) | 10 |
| Nötronlar (E = 100 keV– 2 MeV) | 20 |
| Nötronlar (E = 2 MeV – 20 MeV) | 10 |
| Nötronlar (E > 20 MeV) | 5 |

[11]

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Çizelge 2 Radyasyon Etki Noktasına Göre Ağırlık Katsayıları**

| **Organ/Doku** | **Ağırlık Katsayısı** |
|---|---|
| Gonadlar (Üreme Organları) | 0.20 |
| Kırmızı Kemik İliği | 0.12 |
| Kalın Bağırsak (Kolon) | 0.12 |
| Akciğer | 0.12 |
| Mide | 0.12 |
| Mesane | 0.05 |
| Karaciğer | 0.05 |
| Özofagus (Yemek Borusu) | 0.05 |
| Tiroid | 0.05 |
| Deri | 0.01 |
| Kemik Yüzeyi | 0.01 |
| Diğer Dokular (Toplam) | 0.05 |
| **Toplam** | 1.00 |

[11]

### 2.1.2 ICRP 103 Efektif Doz

**ICRP 103**, Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu (International Commission on Radiological Protection – ICRP) tarafından 2007 yılında yayımlanmış olup, iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalmanın insan sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendirme amacıyla hazırlanmış temel referans dokümanlardan biridir. Bu belge, radyasyondan korunma ilke ve uygulamalarında kullanılan doz değerlendirme yöntemlerine ilişkin kapsamlı bir çerçeve sunmakta ve özellikle Efektif Doz hesaplamalarına yönelik organ/doku ağırlık katsayıları ile radyasyon kaynaklarına bağlı kalite faktörlerini (Q) tanımlamaktadır. [12]

Aşağıda, ICRP 103'te tanımlanmış olan:

- Organ ve doku ağırlık katsayıları ile
- Radyasyon türlerine göre belirlenen kalite faktörleri

tablo halinde sunulmuştur.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Çizelge 3 Radyasyon Türüne Bağlı Kalite Faktörleri**

| **Radyasyon Türü** | **Kalite Faktörü (Q)** |
|---|---|
| Tüm Foton ve Beta Parçacıkları | 1 |
| Protonlar ve Yüklü Pionlar | 2 |
| Alfa Parçacıkları, Fisyon Ürünleri, Ağır İyonlar | 20 |
| Nötronlar | Nötron enerjisinin bir fonksiyonu olarak sürekli bir eğri |

[12]

**Çizelge 4 Radyasyon Etki Noktasına Göre Ağırlık Katsayıları**

| **Doku ve Organ** | $w_T$ | $\sum w_T$ |
|---|---|---|
| Kırmızı Kemik İliği, Kalın Bağırsak (Kolon), Akciğer, Mide, Göğüs ve Geri Kalan Dokular | 0.12 | 0.72 |
| Gonadlar (Üreme Organları) | 0.08 | 0.08 |
| Mesane, Özofagus (Yemek Borusu), Karaciğer ve Tiroid | 0.04 | 0.16 |
| Kemik Yüzeyi, Beyin, Tükürük Bezleri ve Deri | 0.01 | 0.04 |
| **Toplam** | - | 1.00 |

**[12]**

### 2.1.3 ICRP 116 Efektif Doz

**ICRP 116**, Uluslararası Radyasyondan Korunma Komisyonu (International Commission on Radiological Protection – ICRP) tarafından radyasyonun insan sağlığı üzerindeki etkilerine yönelik yayımlanmış kapsamlı bir kılavuzdur. 2016 yılında yayımlanan bu doküman, doz dönüşüm katsayıları ve radyasyon alanlarında çalışanlar için pratik hesaplama parametreleri açısından rehber niteliği taşımaktadır. [13]

ICRP 116, doz dönüşüm katsayılarını sunarken temel olarak **ICRP 103** raporunu referans alır. Bu bağlamda:

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

- Organ ve doku ağırlık katsayıları
- Kalite faktörleri (Q) ve
- Nötronlar için enerjiye bağlı Q değişimini gösteren grafikler

ICRP 103 ile birebir aynıdır. [13] [12]

Bu nedenle, ICRP 116 ile ilgili çalışmalarda kullanılan organ/doku katsayıları ve kalite faktörlerine ilişkin tablolar ile nötronlara ait enerjiye bağlı kalite faktörü grafikleri, önceki bölümlerde sunulan ICRP 103 değerleriyle aynılık taşıdığından bu belgede tekrar verilmemiştir.

### 2.2. Ortam Doz Eşdeğeri (H*(10))

Ortam Doz Eşdeğeri (H*(10)), ICRU ve ICRP tarafından tanımlanmış bir doz ölçüm büyüklüğüdür. Bu büyüklük, çapı 30 cm olan doku eşdeğeri bir küre içerisinde, ışınlanan yüzeye dik eksende ve 10 mm derinlikte ölçülen doz eşdeğeri değerini ifade eder. Birimi Joule / kg olup özel olarak Sievert (Sv) ile ifade edilir. [14]

## 3. RADYASYON DOZ HESAP PROGRAMLARI

Uçuş sırasında karşılaşılan radyasyonun hesaplanmasına yönelik olarak, bu çalışmada detaylı bir şekilde açıklanan iki yazılım dışında **EPCARD**, **ISWA**, **JISCARD**, **SIEVERT** ve benzeri çok sayıda program da incelenmiştir. Ancak bu uygulamalar, **açık kaynaklı olmamaları**, **konum, irtifa ve radyasyon kaynağına göre yeterli hassasiyetle çalışmamaları** gibi nedenlerle değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Bu tür programların her biriyle ilgili ayrıntılı açıklamalar yazım sınırlarını aşacağı için, bu çalışmanın devamında ayrıca açıklanmamıştır.

### 3.1 CARI-7A

CARI-7A, Amerika Birleşik Devletleri Federal Havacılık Dairesi'ne (FAA) bağlı Sivil Havacılık Tıp Enstitüsü (CAMI) tarafından geliştirilmiş bir radyasyon doz hesaplama programıdır. Bu yazılım, uçuş sırasında karşılaşılan kozmik radyasyonu, antropomorfik fantom (insan vücudunu temsil eden sayısal model) kullanarak modellemekte ve uçuş şartlarına göre doz değerlerini hesaplamaktadır. **[9]**

Program, kullanıcı arayüzü üzerinden iki havalimanı arasında belirlenen bir rotada meydana gelen radyasyon dozunu, farklı kozmik ışın modelleri ve doz türleri temelinde hesaplayabilmektedir. Ayrıca, CARI-7A yalnızca rotaya değil, belirli bir **konum, irtifa ve** tarih için yapılan simülasyonlarda da 37 farklı alt radyasyon bileşenine ait doz katkılarını ayrı ayrı görüntüleyebilmektedir. [14]

Programın ara yüzü büyük oranda CMD tabanlı olup grafiksel gösterimi bulunmamaktadır.

Bu çalışmada kullanılan **CARI-7A** programı, kullanıcıya farklı parametre kombinasyonları üzerinden doz hesabı yapma imkânı sunmaktadır. Hesaplama koşullarını belirtmek amacıyla,

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

her bir işlem dört karakterden oluşan özel bir kodlama sistemiyle ifade edilmiştir. Bu sistemde her karakter programın farklı bir seçeneğini temsil eder ve şu şekilde açıklanabilir:

Kodlamanın **ilk basamağı**, hesaplanan **doz türünü** belirtmektedir. Bu karakter:

- "2" ise hesaplamalar **ICRP 103'e göre Efektif Doz**,
- "3" ise **ICRP 60'a göre Efektif Doz**,
- "4" ise **Ortam Doz Eşdeğeri (H*(10))** esas alınarak yapılmıştır.

**İkinci karakter**, kullanılan **kozmik ışın modelini** tanımlar:

- "1" değeri, **ISO TS15390:2004-MSU-NYMMIK** modelinin kullanıldığını;
- "2" değeri, **Badhwar-O'Neill 2011** modelini;
- "3" değeri, **Badhwar-O'Neill 2014** modelini;
- "4" değeri ise **HP Modulated ISO** modelinin tercih edildiğini ifade eder.

**Üçüncü karakter** olarak yer alan **"N" veya "Y"** harfleri, parçacıkların nasıl ele alındığını gösterir.

- "N" harfi seçildiğinde, protondan demire kadar olan tüm iyonlar tekil olarak modellenir ve atmosferdeki etkileşimleri ayrı ayrı hesaplanır.
- "Y" harfi ise iyonların nükleonlarına ayrıldığı anlamına gelir. Bu durumda program, örneğin bir karbon-12 atomunu 6 proton ve 6 nötron olarak kabul eder ve bu bileşenlerin atmosferdeki etkisini ayrı ayrı değerlendirir.

Son karakter olan dördüncü basamak ise cutoff rigidity (manyetik koruma eşiği) hesaplama yöntemini belirler:

- "0" değeri, bu değerin irtifaya bağlı olarak sabit kabul edildiği ve parçacıkların izotropik (her yönden eşit) olarak geldiğinin varsayıldığı basit bir yaklaşımı temsil eder.
- "1" seçildiğinde, program ufku 900 farklı parçaya bölüp detaylı bir cutoff rigidity hesabı yapar. Bu işlemde enlem, boylam, yükseklik, tarih, zenit ve azimut açıları göz önünde bulundurulur.
- "2" seçeneği, parçacıkların izotropik olarak geldiğini varsaymakla birlikte, zenit açılarına bağlı olarak atmosferde farklı derinliklere ulaşabileceklerini de hesaba katar.
- "3" seçilirse, hem 1. hem de 2. seçeneklerin birlikte uygulandığı karma bir yöntem devreye girer.
- "4" ise ilk seçenek olan "0"a benzer şekilde cutoff rigidity'yi irtifaya göre belirler, ancak farklı bir algoritma kullanarak hesaplamayı yapar.

### 3.2. Expacs

EXPACS, Japon Atom Enerjisi Ajansı'nın alt ekipleri tarafından geliştirilen, irtifa, konum ve tarih gibi parametrelere bağlı olarak iyonlaştırıcı radyasyona maruz kalma dozunu

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

hesaplayabilen Excel tabanlı bir yazılımdır. Uygulama, Nikel iyonuna kadar olan çeşitli parçacık türlerini değerlendirerek, doz katkılarını enerji ve parçacık cinsine göre detaylandırma yeteneğine sahiptir.Programın Google Earth ile entegre çalışabilmesi ve parçacıkların tür, enerji ve bulunma frekansına göre grafiksel olarak gösterilebilmesi, öne çıkan özellikleri arasında yer almaktadır. Bu çalışma kapsamında, EXPACS yazılımı İdeal Atmosfer koşulları altında **Efektif Doz** ve ***Ortam Doz Eşdeğeri (H(10))**** hesaplamalarında kullanılmıştır. [15]

## 4. SONUÇLAR

Atmosferik radyasyon dozlarının değerlendirilmesinde, referans veri olarak NASA'nın Radyasyon Dozimetresi (RaD-X) projesi kapsamında elde edilen stratosferik radyasyon ölçüm verileri esas alınmıştır. Toplamda 18 saatin üzerinde süren bu uçuş, 25 Eylül 2015 tarihinde, 34°30' Kuzey enlemi ve 104°12' Batı boylamı koordinatlarında başlamış, 26 Eylül 2015 saat 14:59:39'da, 33°2'45" N ve 104°12'66" W koordinatlarında sonlanmıştır. [16]

Balon uçuşu boyunca gün, saat ve irtifa bazında ayrı ayrı ölçüm verileri paylaşılmadığı için, değerlendirmelerde başlangıç konumu ve tarihi esas alınarak, tüm gün için ortalama bir radyasyon değeri kullanılmıştır. Bu yöntemin oluşturabileceği olası hata payını değerlendirmek amacıyla, aynı şekilde bitiş koordinatları ve zamanına göre ikincil bir hesaplama yapılmış, elde edilen iki doz değeri karşılaştırılmış ve farkın %2'nin altında olduğu gözlemlenmiştir. [16]

Uçakların hâlihazırda uçtuğu ve gelecekte potansiyel olarak ulaşabileceği irtifalar dikkate alınarak, hesaplamalar 2,5 km ile 25,0 km aralığında, 2,5 km'lik artışlarla gerçekleştirilmiştir.

İlgili NASA makalesinde, doğruda doz eşdeğeri değeri yalnızca 24,6 km ve 36,6 km irtifaları için sunulmuştur. Bu nedenle, diğer irtifalara ait radyasyon verileri, makalede yer alan grafikten sayısal dijitalleştirme yöntemi ile elde edilmiştir. Bu yöntemin doğruluğunu test etmek amacıyla, grafikten çıkarılan 24,6 km'deki doz eşdeğeri değeri, makalede doğrudan verilen referans değerle karşılaştırılmış ve %6,12626 bulunmuştur. [16]

**Ortam Doz Eşdeğeri (H(10))*** için kullanılabilir bir grafik veya veri sunulmadığından ve 36,6 km'nin mevcut uçuş irtifalarının oldukça üzerinde olduğu değerlendirildiğinden, bu parametre için yalnızca 24,6 km irtifasına ait veri dikkate alınarak hesaplamalar yapılmıştır. [16]

### 4.1 CARI-7A

CARI-7A programı kullanılarak gerçekleştirilen radyasyon dozu hesaplamalarına ilişkin ölçüm sonuçları ve hata payı analizleri bu bölümde sunulmaktadır. Hesaplamalarda, yukarıda ayrıntılı biçimde açıklanan kodlama sistemi (örneğin: 2-1-N-1) esas alınmıştır.

Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara ait grafikler, yazım sınırlamaları nedeniyle bu bölümde yer almamaktadır. Ancak karşılaştırmaların daha anlaşılır olabilmesi adına analizler dört alt başlık altında sunulmuştur. Bu başlıklar, 3.1 numaralı bölümde açıklanan kodlama sistemindeki sıralamaya uygun biçimde belirlenmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Yapılan hata payı analizleri, iki farklı irtifa aralığı için ayrı ayrı değerlendirilmiştir:

- 2,5 km ile 25 km arası tüm ölçümler (Genel İrtifa Ölçümü),
- 10 km ile 25 km arası ikinci değerlendirme aralığı (Seyir/Uçuş İrtifası Ölçümü)

Bu iki aralık, özellikle düşük irtifalarda gözlenen sapmaların etkisini ayrı olarak ortaya koymak ve yüksek irtifalardaki model başarımını daha doğru yorumlayabilmek amacıyla seçilmiştir.

Karşılaştırmalı hata payı hesaplamalarında, öncelikle her bir ölçüm yöntemi için elde edilen tüm değerlerin mutlak hata değerleri hesaplanmış, ardından bu değerlerin toplamı ölçüm sayısına bölünerek ortalama mutlak hata elde edilmiştir. Hesaplanan bu değerler, karşılaştırma tablolarında ilgili konfigürasyonların bulunduğu satırlara eklenmiştir.

### 4.1.1 Doz Çeşitleri (2 vs 3 vs 4)

**Çizelge 5 2.5 km – 25.0 km**

| **ICRP 103 (2)** | **ICRP 60 (3)** | **Ortam Doz Eşdeğeri (4) (24.6 km)** |
|---|---|---|
| %62,50464 | %52,11542356 | %63,70280462 |

**Çizelge 6 10.0 km – 25.0 km**

| **ICRP 103 (2)** | **ICRP 60 (3)** | **Ortam Doz Eşdeğeri (4) (24,6 km)** |
|---|---|---|
| %56,43577 | %43,48663396 | %63,70280462 |

### 4.1.2 Kozmik Radyasyon Modelleri (1 vs 2 vs 3 vs 4)

**Çizelge 7 2.5 km – 25.0 km**

| **ISO TS15390:2004-MSU-NYMMIK (1)** | **Badhwar-O'Neill 2011 (2)** | **Badhwar-O'Neill 2014 (3)** | **HP Modulated ISO (4)** |
|---|---|---|---|
| %56,99363347 | %61,2065757533 | %61,59372884 | %58,3104393733 |

**Çizelge 8 10.0 km – 25.0 km**

| **ISO TS15390:2004-MSU-NYMMIK (1)** | **Badhwar-O'Neill 2011 (2)** | **Badhwar-O'Neill 2014 (3)** | **HP Modulated ISO (4)** |
|---|---|---|---|

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | | | |
|---|---|---|---|
| %51,521135267 | 56,7069100733 | %56,8969557333 | %53,18994094 |

### 4.1.3 Süper Pozisyon (N vs Y)

**Çizelge 9 2.5 km – 25.0 km**

| **N** | **Y** |
|---|---|
| %56,59001065 | %62,6875099917 |

**Çizelge 10 10.0 km – 25.0 km**

| **N** | **Y** |
|---|---|
| %51,4681095917 | %58,0301824667 |

### 4.1.4 Cutoff Rigidity (0 vs 1 vs 2 vs 3 vs 4)

**Çizelge 11 2.5 km – 25.0 km**

| **0** | **1** | **2** | **3** | **4** |
|---|---|---|---|---|
| %48,145291325 | %51,9902467792 | %71,8747360208 | %71,5550505333 | %50,4714706833 |

**Çizelge 12 10.0 km – 25.0 km**

| **0** | **1** | **2** | **3** | **4** |
|---|---|---|---|---|
| %37,48525475 | %47,2909786708 | %66,6623341042 | %66,3242030333 | %45,7470592542 |

### 4.2 Expacs

Expacs programı ile gerçekleştirilen radyasyon dozu hesaplamalarına ilişkin ölçüm ve hata payı analizleri aşağıda sunulmuştur. Çalışma kapsamında elde edilen sonuçlara ait grafikler, yazım sınırları nedeniyle bu kısımda yer almamaktadır

### 4.2.1 Efektif Doz

**Çizelge 13 İrtifa Aralıklarına Bağlı Hata Payları**

| **2.5 km – 25.0 km** | **10.0 km – 25.0 km** |
|---|---|

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | |
|---|---|
| %31,86824 | %28,24151 |

### 4.2.2 Ortam Doz Eşdeğeri

**Çizelge 14 İrtifa Aralıklarına Bağlı Hata Payları**

| **24.6 km** |
|---|
| %5,330393 |

## 5. GENEL DEĞERLENDİRME

CARI-7A uygulamasının alt konfigürasyonları ayrı ayrı değerlendirildiğinde, doz hesap yöntemleri arasında en düşük hata payını, diğerlerine kıyasla yaklaşık %10–11 daha düşük hata ile **ICRP 60 (3)** yöntemi vermiştir. **Ortam Doz Eşdeğeri** modülü ise açık ara en yüksek hata oranına sahiptir.

Kozmik radyasyon modelleri arasında anlamlı farklılıklar bulunmakla birlikte, **ISO TS15390:2004-MSU-NYMMIK (1)** modelinin diğer modellere göre daha düşük hata payları ürettiği gözlemlenmiştir.

Parçacık süperpozisyonu açısından yapılan değerlendirmelerde ise, parçacıkların nötron ve proton eşlenik toplamları olarak değil, **tekil iyonlar** şeklinde modellenmesinin hata payını azalttığı görülmüştür.

**Cutoff rigidity** hesaplama yöntemleri arasında, değerin yalnızca irtifaya bağlı olarak sabit kabul edildiği ve parçacıkların izotropik olarak geldiği **0 konfigürasyonu**, en düşük hata değerlerini üretmiştir.

Hata analizleri hem **2,5–25,0 km** (genel) hem de **10,0–25,0 km** (seyir irtifası) aralıkları için ayrı ayrı yapılmıştır. Her iki durumda da CARI-7A'nın seyir irtifası verilerini daha hassas hesapladığı belirlenmiştir. İrtifalar ayrı ayrı incelendiğinde, çoğu konfigürasyonda 5 km altındaki hata oranlarının %90'ı aştığı**,** 7,5 km ve sonrasında %50'nin altına düştüğü gözlenmiştir.

**CARI-7A**'nın farklı konfigürasyonları arasında seyir irtifası için en düşük hata oranları şunlardır: 3-1-N-4 (%26,32), 3-4-N-4 (%26,37), 3-1-Y-4 (%27,03), 3-4-Y-4 (%27,06), 3-1-N-1 (%27,62).

**Genel irtifa aralığında** ise en düşük hata veren konfigürasyonlar: 3-1-Y-4 (%35,61), 3-4-Y-4 (%35,64), 3-1-N-4 (%35,81), 3-4-N-4 (%35,85), 3-1-N-1 (%37,04). Her iki irtifa aralığında da sıralamalar farklılık gösterse de, öne çıkan konfigürasyonlar aynıdır.

**EXPACS** uygulamasında, **Ortam Doz Eşdeğeri** için hata oranı %5,33 gibi oldukça düşük bir seviyede kalmıştır. Aynı yazılımın **Efektif Doz hesaplama** modunda ise hata payı seyir irtifası için %28,24**,** genel irtifa için %31,87 olarak hesaplanmıştır.

Literatürde ve bu çalışmada ortaya konduğu üzere, **Ortam Doz Eşdeğerinin**, **Efektif Doz** ve **Doz Eşdeğeri** değerlerinden daha yüksek olması genel bir beklentidir. Bu durum, tüm

uygulamalarda gözlemlenmiş; ancak **CARI-7A**, bu noktada referans fiziksel verilerle uyum sağlayamayan tek program olarak öne çıkmıştır. .

### 5.1 Hata Kaynakları

Hesaplamalardaki toplam belirsizlik; hem programlara ait algoritmik sınırlamalardan hem de fiziksel verilerdeki ölçüm belirsizliklerinden kaynaklanmaktadır. Temel hata kaynakları şunlardır: **Fiziksel ölçüm belirsizlikleri** (örn. 24,6 km için %15 civarı), **Grafikten dijital veri elde etme sürecindeki hata** (~%6), **Doz Eşdeğerini Efektif Dozla eşitleme varsayımı , Programların kendi hesap yöntemlerinden doğan hatalar** (örneğin 3-4-Y-4 için %7,57), **Konum, irtifa, tarih ve saatin hassas belirlenememesi** (~%2). Bu hata bileşenlerinin kümülatif etkisi toplam doğruluğun %100'e ulaşmasını engellemektedir.

### 5.2 Genel Değerlendirme

CARI-7A ve EXPACS uygulamaları arasında veya CARI-7A'nın kendi alt konfigürasyonları arasında mutlak anlamda en ideal yapılandırma belirlemek mümkün olmamıştır. EXPACS, bazı yönleriyle daha iyi sonuçlar verse de, özellikle Efektif Doz hesaplamalarında üst ve alt irtifalardaki sapmalar ve Ortam Doz Eşdeğeri için kısıtlı referans veri bulunması, kullanımını sınırlamaktadır.

Bu çalışma kapsamında doğrudan incelenmemiş olmakla birlikte, CARI-7A uygulamasında süperpozisyon modunda "Y" seçeneğinin tercih edilmesi, yaklaşık 25 km irtifada fiziksel ölçümlerle belirgin düzeyde uyumsuzluk yaratmıştır. Bu sapmanın muhtemel nedeni, uygulama içerisinde 50.000–60.000 feet (yaklaşık 15–18 km) irtifasından sonra çok parçacıklı çekirdek (ağır iyon) radyasyonunun, diğer radyasyon türlerine kıyasla daha baskın hâle gelmesidir. Bu durum, nötron ve protonlara ayrıştırılarak yapılan süperpozisyon modelinin, özellikle yüksek enerjili ağır iyon bileşenlerini yeterince temsil edememesi ile açıklanabilir.

### 5.3 Sonuç

Fiziksel ölçümlerdeki ve simülasyon tabanlı yöntemlerdeki hata paylarının azaltılmasına yönelik yeni iyileştirme yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, uçuş altı irtifalar için mevcut simülasyon araçlarının uygun olmadığı, ancak seyir irtifalarında dikkatli kullanım koşuluyla CARI-7A'nın 3-1-N-4, 3-4-N-4 ve 3-1-N-1 konfigürasyonlarının**,** ayrıca EXPACS yazılımında Ortam Doz Eşdeğeri modülünün kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

### Kaynakça

[1] ICAO, «Strategic Plan 2026-2050,» 1 11 2024. [Çevrimiçi]. Available: https://www.icao.int/secretariat/SecretaryGeneral/Documents/ICAO-Strategic-Plan-2026-2050-V2.pdf . [Erişildi: 23 04 2025].

[2] T. V. o. t. W. A. (ACI), «The busiest airports in the world defy global uncertainty and hold top rankings,» 14 04 2025. [Çevrimiçi]. Available: https://aci.aero/2025/04/14/the-busiest-airports-in-the-world-defy-global-uncertainty-and-hold-top-rankings/#:~:text=Preliminary%20figures%20indicate%20that%20the,%2Dpandemic%20levels%20(2019).. [Erişildi: 23 04 2025].

[3] D. Ni, Traffic Flow Theory: Characteristics, Experimental Methods, and Numerical Techniques, Butterworth-Heinemann; 1st edition, 2015.

[4] C. H. Carol Hodanbosi, «Lift Formula,» NASA, 08 1996. [Çevrimiçi]. Available: https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/WindTunnel/Activities/lift_formula.html. [Erişildi: 23 04 2025].

[5] C. Brady, The Boeing 737 Technical Guide [Updated Version], 2023.

[6] S. H. G. M. (SGHM), «Uçakla Ticari Hava Taşıma İşletmeciliği Operasyon Usul ve Esasları Talimatı,» Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SGHM), 2014.

[7] S. H. G. M. (SGHM), «HAVA TAKSİ VE GENEL HAVACILIK İŞLETMELERİ İÇİN UÇUŞ VE GÖREV SÜRESİ SINIRLAMALARI İLE DİNLENME GEREKLİLİKLERİ TALİMATI (SHT – FTL_HG),» Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SGHM).

[8] P. D. M. Çetingüç, Bin Bir Öykü İle Havacılık ve Uzay Psikolojisi, 8 dü., Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 2021.

[9] F. A. A. (. C. A. M. Institute, «https://www.faa.gov/,» Federal Aviation Administration (FAA), 04 09 2024. [Çevrimiçi]. Available: https://www.faa.gov/data_research/research/med_humanfacs/aeromedical/radiobiology/cari7. [Erişildi: 23 04 2025].

[10] J. R. Lamarsh, Nükleer Mühendisliğe Giriş, 3 dü., Ankara: Palme Yayıncılık, 2015.

[11] I. C. O. R. P. (ICRP), «ICRP Publication 60 1990 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection,» INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP), Oxfordshire, 1990.

[12] I. C. O. R. P. (ICRP), «ICRP Publication 103 The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection,» INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP), 2007.

[13] I. C. O. R. P. (ICRP), «ICRP Publication 113 Education and Training in Radiological Protection for Diagnostic and Interventional Procedures,» INTERNATIONAL COMMISSION ON RADIOLOGICAL PROTECTION (ICRP), 2009.

[14] K. Copeland, «CARI-7 DOCUMENTATION: USER'S GUIDE,» Civil Aerospace Medical Institute FAA, Oklahoma City, 2021.

[15] R. G. f. R. T. A. N. S. a. E. C. S. o. N. S. R. J. A. E. Agency, «EXcel-based Program for calculating Atmospheric Cosmic-ray Spectrum (EXPACS),» Research Group for Radiation Transport Analysis Nuclear Science and Engineering Center Sector of Nuclear Science Research Japan Atomic Energy Agency, [Çevrimiçi]. Available: https://phits.jaea.go.jp/expacs/. [Erişildi: 23 04 2025].

[16] C. J. e. a. Mertens, «Cosmic radiation dose measurements,» *Space Weather*, cilt 14, no. 10, pp. 874-898, 2016.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ÇOK MAKİNALI GÜÇ SİSTEMLERİNDE GEÇİCİ KARARLIK DURUMLARINDA SGK-TCSC ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

**Dr. Öğr. Üyesi Enes KAYMAZ**
Düzce Üniversitesi
eneskaymaz@duzce.edu.tr - 0000-0002-4774-0773
**Prof. Dr. M. Kenan DÖŞOĞLU**
Düzce Üniversitesi
kenandosoglu@duzce.edu.tr-0000-0001-8804-7070
**Öğr. Gör. Muhammet DEMİRBAŞ**
Kastamonu Üniversitesi
muhammetdemirbas@kastamonu.edu.tr - 0000-0002-5223-1279

## ÖZET

Çok makinalı güç sistemlerinde geçici kararlılık durumlarının etkilerini azaltmak için senkron generatörlerde otomatik gerilim regülatörü kullanılmaktadır. Otomatik gerilim kontrolünün koordineli bir şekilde çalışmasının sağlanması için Sekonder Gerilim Kontrolü (SGK) ile birlikte kullanımı söz konusudur. Ancak bazı durumlarda SGK'nın etkisi nispeten az olabilmektedir. Bunun daha etkili hale getirilmesi için Tristör Kontrollü Seri Kompanzatör (TCSC) tercih edilmektedir. Bu çalışmada, çok makinalı güç sisteminde geçici kararlılık durumlarında sistemin kararlı hale gelmesi ve salınımların azaltılması için SGK-TCSC birlikte kullanılmıştır. Bu çalışma için Güç Sistemleri Analiz Programı (PSAT) kullanılmıştır. Uluslararası Elektrik-Elektronik Mühendisliği (IEEE) 14 baralı güç sisteminde benzetim çalışması analiz edilmiştir. Sistemde geçici kararlılık esnasında SGK'nın kullanıldığı durum ve SGK-TCSC'nin kullanıldığı durumlar ayrı ayrı detaylı olarak incelenmiştir. Senkron generatörlerde otomatik gerilim regülatöründe SGK'nın senkron generatör 2 ve senkron generatör 4 ile koordine edilmesi düşünülmüştür. Bu çalışmada, 2 ile 4 numaralı senkron generatör açısal hızları, 3 ve 8 numaralı bara gerilim profilleri, 2 ile 4 numaralı senkron generatör aktif güçleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar kararlılık ve salınımlar açısından yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlar neticesinde, SGK-TCSC'nin birlikte kullanımı ile sistemin daha kısa süre içerisinde kararlı hale geldiği görülmüştür. Bunun yanı sıra SGK-TCSC'nin birlikte kullanılması ile salınımların hızlı bir şekilde sönümlendiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** SGK, SGK-TCSC, geçici kararlılık, PSAT.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. GİRİŞ

Çok makinalı güç sistemlerinde geçici durum esnasında senkron generatörün belirli sınırlar içerisinde kararlılığın sağlanması için çeşitli denetleyici modelleri kullanılmaktadır. Bu denetleyici modellerinin en önemlilerinden birisi otomatik gerilim regülatörüdür. Otomatik gerilim regülatörünün geçici kararlılık durumlarında koordineli bir şekilde çalıştırılarak kararlılığın sağlanması için ise SGK kullanılmaktadır. Güç sistemlerinde SGK ile ilgili olarak literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Referans çalışmalarda güç sistemi bölümlendirme ve önerilen gerilim kontrolünün koordineli bir şekilde sağlanması için SGK modeli kullanılmaktadır. Çeşitli modellerin kullanılması ile sistem kararlılığının sağlanmasında SGK etkili olmaktadır [1,2]. Bunun yanı sıra SGK'de geçici kararlılık esnasında sistemin kararsızlık durumlarına karşı pilot bara seçiminin uygun bir şekilde yapılması gerekmektedir. Uygun pilot bara seçim kriterlerinin belirlenmesinde SGK etkin bir şekilde ilgili çalışmalarda tercih edilmektedir [3,4]. Güç sistemlerinde ani yük bozulmalarına karşı yük gerilim sapmasının en aza indirilmesi için uygulanabilir kontrol girdilerinin hesaplanması amacıyla yük bozulmalarının tahminlenmesi ve ölçülmesi için fazör ölçüm birimleri SGK ile birlikte kullanılmaktadır. Fazör ölçüm birimlerinin kullanılması ile sistemin dinamik davranışına karşı tedbirler alınarak sistem kararlılığının sağlanması ilgili çalışmalarda gösterilmiştir [5,6]. Son yıllarda kullanımı hızla artan yenilenebilir enerji kaynaklarının sisteme entegre edilmesi ile oluşan kararsızlık durumlarının ortadan kaldırılmasında SGK kullanılmaktadır. Hem arızalar hem de yenilenebilir enerji kaynakları tarafında oluşabilecek kararsızlık durumlarında SGK'nın etkili sonuçlar verdiği görülmektedir [7,8]. Çok makinalı güç sistemlerinde SGK'de kullanılan denetleyici parametrelerinin en uygun olarak belirlenmesi sistemin hızlı bir şekilde kararlı hale gelmesi ve geçici durumlar esnasında oluşan salınımların hızlı bir şekilde sönümlenmesi çok önemli durumlardan birisidir. Denetleyici parametre değerlerinin en uygun şekilde belirlenmesi için farklı yaklaşımlar ilgili çalışmalarda sunulmaktadır [9-11].

Güç sistemlerinde SGK'nin otomatik gerilim regülatörü ile kullanımının daha da etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi için Esnek AC İletim Sistemi (FACTS) elemanlarından TCSC ile koordineli bir şekilde kullanımının bu çalışmada detaylı bir şekilde ele alınması amaçlanmaktadır. Yapılan bu çalışmada, IEEE 14 baralı güç sisteminde geçici kararlılık etkilerini azaltmak için SGK ile TCSC birlikte kullanılmıştır. SGK ve SGK-TCSC kullanım durumları ayrı ayrı detaylıca incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar kapsamlı olarak değerlendirilmiştir.

## 2. SEKONDER GERİLİM KONTROLÜ (SGK)

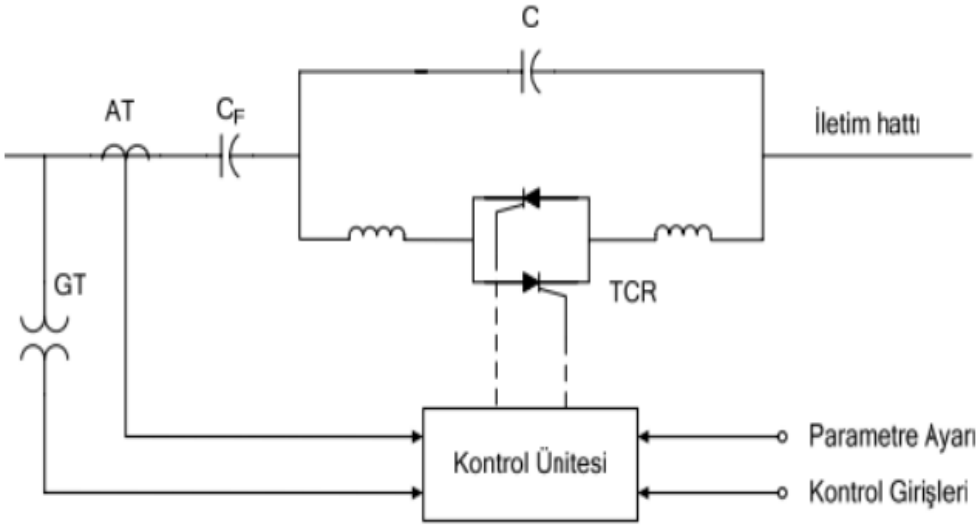
Sekonder Gerilim Kontrolünün (SGK) senkron generatörlerde kullanılmasındaki asıl amaç güç sistemlerinde meydana gelen geçici kararlılık durumlarında otomatik gerilim regülatörünün koordineli bir şekilde çalışmasını sağlayarak sistemin belirli sınırlar içerisinde kararlı hale gelmesini ve salınımların sönümlenmesini sağlamaktır. SGK, merkezi alan kontrolü ve küme kontrolünden meydana gelmektedir. Merkezi alan kontrolü bir senkron generatordeki otomatik gerilim regülatörüne bağlı iken, küme kontrolü de diğer bir senkron generatördeki otomatik gerilim regülatörüne bağlıdır [12]. Sekonder gerilim kontrolü aslında iki senkron generatörü koordine etmektedir. SGK'de önemli unsurlardan birisi de pilot bara seçimidir. Bu seçim,

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

literatürde farklı teknikler ile belirlenmektedir. Bu çalışmada pilot bara seçimi, yük akışı yapılarak bara gerilimi en düşük olan baraya göre tespit edilmiştir. Bu çalışmada, 14 numaralı yük barası pilot bara olarak belirlenmiştir. Senkron generatörlerde bu sistem için otomatik gerilim regülatörünün yanı sıra türbin yöneticisi modeli ve güç sistemi kararlı kılıcısı modeli de kullanılmıştır.

## 3. TRİSTÖR KONTROLLÜ SERİ KOMPANZATÖR (TCSC)

Esnek AC İletim Sistemi (FACTS) elemanlarından birisi olan TCSC, iletim hattına seri bağlanmaktadır. İletim hattına seri bağlanarak hattın empedans kontrolü gerçekleştirilmektedir. Bunun yanı sıra sistemde meydana gelebilecek gerilim düşümlerine karşı sistem kapasite sınırlarını arttırmak için de TCSC tercih edilmektedir. TCSC'nin devre yapısı Görsel 1'de yer almaktadır.




**Görsel 1. TCSC devre yapısı**

Görsel 1'de görüldüğü gibi TCSC seri endüktans, seri endüktansa paralel bağlı olan kondansatörler ve kontrol ünitesinden meydana gelmektedir. Empedans kontrolünde TCSC devresinde endüktans grupları tristör tetiklemeleri sayesinde devreye girmektedir. Buna bağlı olarak, TCSC'nin kapasitif reaktans ifadesi Denklem 1'de gösterilmiştir.

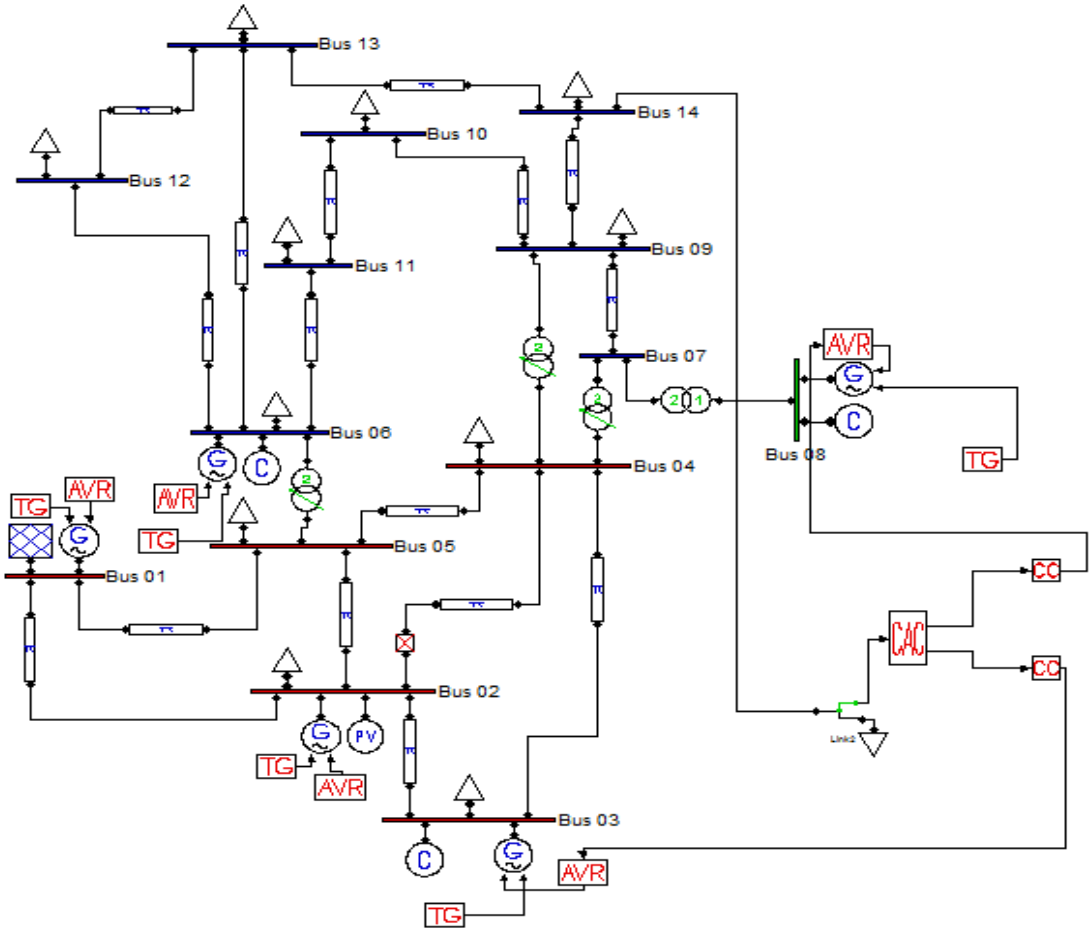
$$X_c = \frac{X_l X_c}{X_c[2(\pi-\alpha)+\sin 2\alpha]/\pi - X_l} \tag{1}$$

Burada, $X_c$ kapasitif reaktans, $X_l$ endüktif reaktans, $\alpha$ tristörlerin tetikleme açı değerleridir. TCSC'nin kontrolünde hatta ölçülen akım ve referans akım değeri farkları PI bir denetleyiciye girerek aslında hattın süseptans kontrolünü gerçekleştirmektedir. Denetleyici çıkışında hattın süseptans kontrolü sağlanmaktadır [13,14].

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 4. BENZETİM ÇALIŞMASI

Benzetim çalışması yapılan IEEE 14 baralı güç sistemi Görsel 2'de yer almaktadır.




**Görsel 2. IEEE 14 baralı güç sistemi**

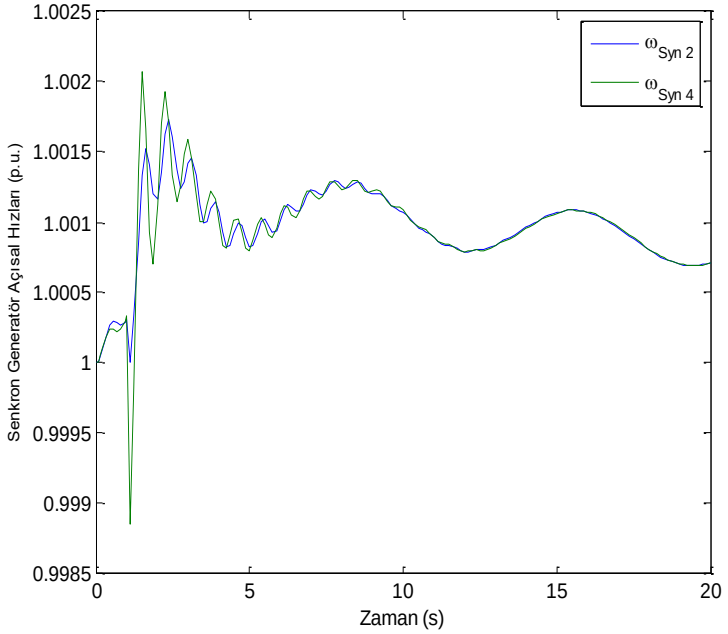
PSAT programı ile oluşturulan IEEE 14 baralı sistemde bara 1 salınım barası, 2,3,6 ve 8 numaralı baralar generatör barası, kalan diğer baralar ise yük barası olarak kullanılmaktadır [14]. Sistemde senkron generatörlerde türbin yöneticisi modelleri, güç sistemi kararlı kılıcısı modelleri ve otomatik gerilim regülatör modelleri kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra merkezi alan kontrolü ve küme kontrolünden oluşan SGK modelleri Görsel 2'de görüldüğü gibi bara 3 ve bara 8'de bulunan senkron generatörlere bağlanmıştır. Sistemdeki geçici kararlılık durumu 2 ile 4 numaralı baralar arasında bulunan kesicinin belli süre ile devre dışı kalıp tekrar devreye girmesi ile oluşturulmaktadır. İlk analizde sistemde yalnızca SGK'nın olduğu durumdaki analizler incelenirken, ikinci analizde 3 ile 4 numaralı iletim hattı arasına bağlanan TCSC ile SGK'nın birlikte kullanıldığı durumlar incelenmiştir. TCSC'nin gücü 100 MVA olarak seçilmiştir. Elde edilen sonuçlar detaylı bir şekilde yorumlanmıştır.

### 4.1. Benzetim Çalışması Sonuçları

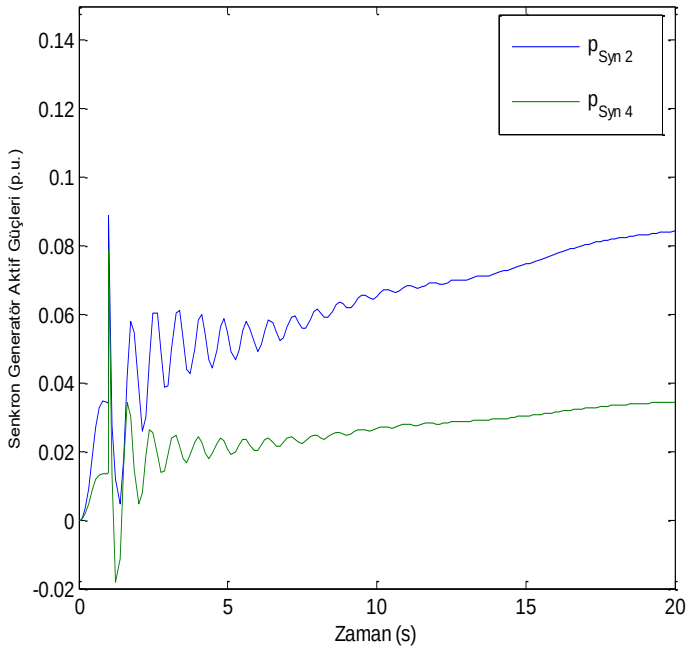
İki analiz kısmından oluşan benzetim çalışmasında 2 ile 4 numaralı senkron generatör açısal hızları, 3 ve 8 numaralı bara gerilim profilleri, 2 ile 4 numaralı senkron generatör aktif güçleri incelenmiştir. Sistemde sadece SGK'nin kullanıldığı durumda elde edilen sonuçlar Görsel 3 ile

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Görsel 5 arasında gösterilirken, sistemde SGK ve TCSC'nin birlikte kullanıldığı durumdaki sonuçlar Görsel 6 ve Görsel 8 arasında gösterilmiştir.

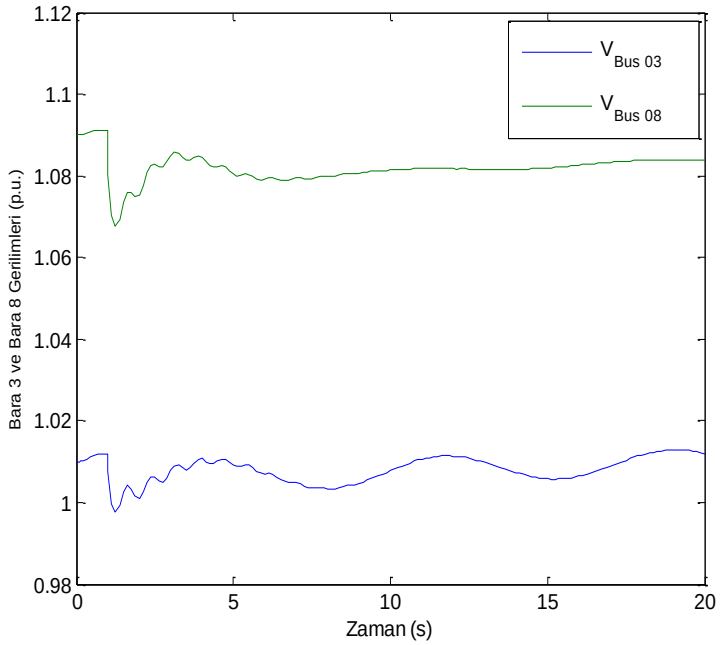



**Görsel 3. SGK ile senkron generatör açısal hızları**

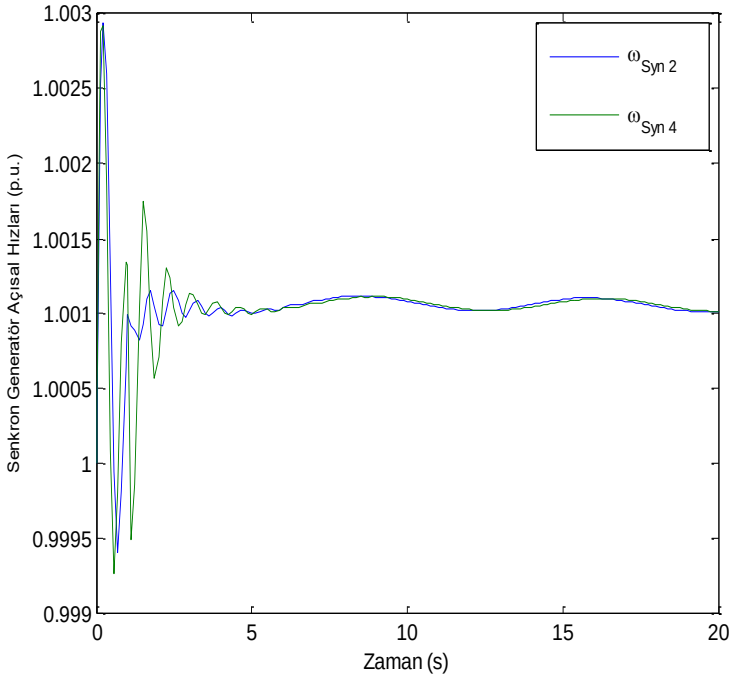



**Görsel 4. SGK ile senkron generatör aktif güçleri**

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

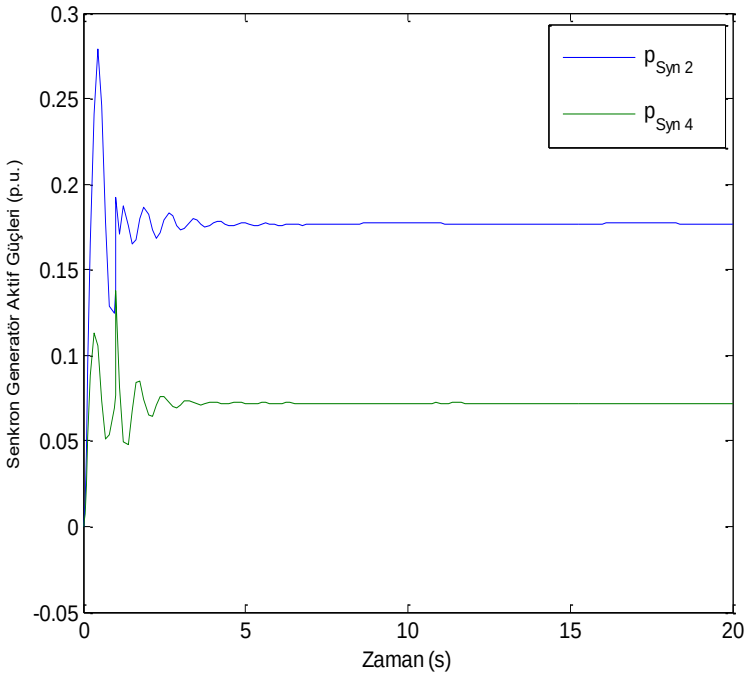



**Görsel 5. SGK ile senkron generatör bara gerilimleri**

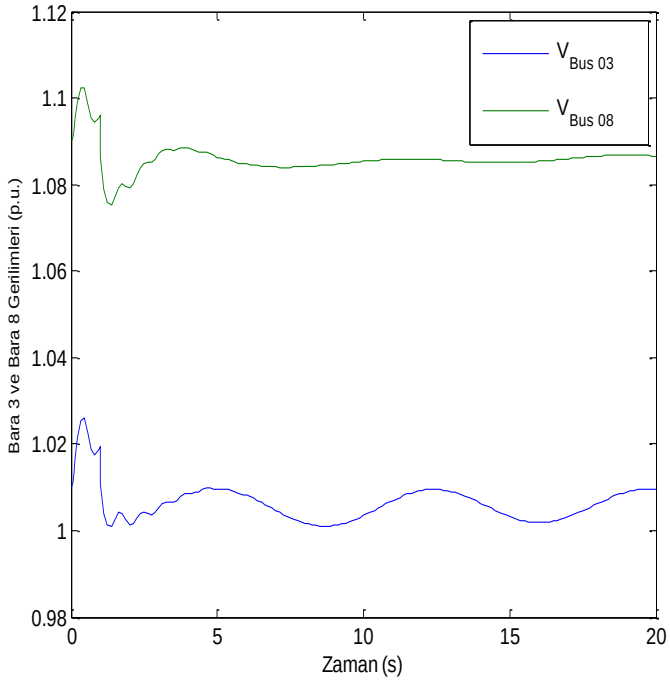



**Görsel 6. SGK-TCSC ile senkron generatör açısal hızları**

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




**Görsel 7. SGK-TCSC ile senkron generatör aktif güçleri**




**Görsel 8. SGK-TCSC ile senkron generatör bara gerilimleri**

Görsel 3 ile Görsel 5 arasında sistemde SGK kullanılmıştır. SGK kullanıldığında açısal hız, aktif güç ve bara gerilimlerinde salınımların devam ettiği görülmektedir. Sistemde sadece SGK kullanıldığı durumda sistemin kararlı hale gelmesinin biraz zaman aldığı görülmektedir. Görsel 6 ile Görsel 8 arasında ise sistemde SGK ve TCSC birlikte kullanılmıştır. 3 ile 4 numaralı iletim hattına 100 MVA gücünde TCSC bağlandığında ve SGK kullanıldığında sistemin daha kısa

süre içerisinde kararlı hale geldiği görülmektedir. SGK ve TCSC kullanıldığında açısal hız, aktif güç ve bara gerilimlerinde salınımların daha hızlı bir şekilde sönümlendiği görülmektedir. Sistemde sadece SGK kullanıldığı durumda sistem parametreleri içerisinde en çok etkilenen parametre senkron generatör 2'nin aktif gücü olurken, sistemden en az etkilenen parametre bara 8 gerilimi olmuştur. Sistemde SGK ve TCSC'nin birlikte kullanıldığı durumda sistem parametreleri içerisinde en çok etkilenen parametre bara 3 gerilimi olurken, sistemden en az etkilenen parametre senkron generatör 4'ün aktif gücü olmuştur.

## 5. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada çok makinalı güç sisteminde geçici kararlılık durumlarını incelemek için SGK ve TCSC'nin etkileri incelenmiştir. İki farklı analiz şeklinde yapılan çalışmada sadece SGK'nin kullanıldığı durum analizi ve SGK-TCSC'nin birlikte kullanıldığı durum analizleri detaylı bir şekilde yorumlanmıştır. Elde edilen parametreler olarak SGK'nın bağlı olduğu senkron generatörlerin açısal hızları, aktif güçleri ve bara gerilimleri ele alınmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, SGK-TCSC'nin birlikte kullanıldığı durumun sadece SGK'nin kullanıldığı duruma göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Sonuçlar sistemin kısa süre içerisinde kararlı hale gelmesi ve salınımların hızlıca sönümlenmesi açısından irdelenmiştir. Özellikle de her iki analizde aktif güç ve bara gerilimlerinin geçici durumlardan çok fazla etkilendiği tespit edilmiştir. Bu çalışma, farklı test sistemlerinde SGK'nin farklı FACTS cihazları ve yenilenebilir enerji kaynakları ile enerji depolama elemanları ile birlikte kullanılarak çeşitli analizlerin gerçekleştirilmesine zemin hazırlamaktadır.

## KAYNAKÇA

**1.** Abdalla, O. H., Fayek, H. H., Abdel Ghany, A. G. M. (2020). Secondary and tertiary voltage control of a multi-region power system, Electricity, 1(1), 37-59, 2020.

**2.** Fayek, H. H., Davis, K. R., Ghany, A. A., Abdalla, O. H. *Configuration of WAMS and pilot bus selection for secondary voltage control in the Egyptian grid.* In 2018 North American Power Symposium (NAPS) (pp. 1-6). IEEE, 2018.

**3.** Abou Daher, N., Mougharbel, I., Saad, M., & Kanaan, H. Y. *Pilot buses selection used in secondary voltage control*. In International Conference on Renewable Energies for Developing Countries, 69-74, IEEE, 2014.

**4.** Fayek, H. H., Davis, K. R., Ghany, A. A., Abdalla, O. H. *Configuration of WAMS and pilot bus selection for secondary voltage control in the Egyptian grid.* In 2018 North American Power Symposium (NAPS), 1-6. IEEE,2018.

**5.** Su, H. Y., Liu, C. W. An adaptive PMU-based secondary voltage control scheme. IEEE Transactions on Smart Grid, *4*(3), 1514-1522,2013.

**6.** Mohammadi-Ivatloo, B., & Hosseini, S. H. (2008, May). *Optimal PMU placement for power system observability considering secondary voltage control.* In 2008 Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering, 000365-000368 IEEE, 2008.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**7.** Abdalla, O. H., Fayek, H. H., Abdel Ghany, A. M. Secondary voltage control application in a smart grid with 100% renewables. Inventions, *5*(3), 37,2020.

**8.** Savaghebi, M., Jalilian, A., Vasquez, J. C., Guerrero, J. M. Secondary control for voltage quality enhancement in microgrids. IEEE Transactions on Smart Grid, *3*(4), 1893-1902, 2012.

**9.** Santos, M. V., De Souza, A. Z., Lopes, B. L., Marujo, D. Secondary voltage control system based on fuzzy logic. Electric Power Systems Research, *119*, 377-384, 2015.

**10.** Berizzi, A., Bovo, C., Merlo, M., Delfanti, M. A ga approach to compare orpf objective functions including secondary voltage regulation. Electric Power Systems Research, *84*(1), 187-194, 2012.

**11.** Jia, Z. W., Liu, J., Xie, X. M. *Study on secondary voltage control based on multi-agent particle swarm optimization algorithm.* In 2006 International Conference on Power System Technology, 1-5, IEEE, 2006.

**12.** Pillai, A. G., Thomas, P. C., Sreerenjini, K., Baby, S., Joseph, T., Srecdharan, S. *Transient stability analysis of wind integrated power systems with storage using central area controller.* In 2013 Annual International Conference on Emerging Research Areas and 2013 International Conference on Microelectronics, Communications and Renewable Energy, 1-5, IEEE, 2013.

**13.** Khederzadeh, M. *Application of TCSC to enhance power quality.* In 2007 42nd International Universities Power Engineering Conference, 607-612, IEEE, 2007.

**14.** Milano, F. An open source power system analysis toolbox. IEEE Transactions on Power systems, 20(3), 1199-1206, 2005.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ÇBAG TABANLI RÜZGAR ÇİFTLİĞİNDE ALT SENKRON REZONANS ETKİSİNİ AZALTMAK İÇİN ESK MODELİN ROTOR TARAFINDAKİ EVİRİCİ DEVRESİNDE GELİŞTİRİLMESİ

**Prof. Dr. M. Kenan DÖŞOĞLU**

Düzce Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği

kenandosoglu@duzce.edu.tr - 0000-0001-8804-7070

**Doç. Dr. Mustafa DURSUN**

Düzce Üniversitesi / Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği

mustafadursun@duzce.edu.tr - 0000-0001-9952-9358

## ÖZET

Şebekeye bağlı olarak çalışan Çift Beslemeli Asenkron Generatörü (ÇBAG) tabanlı Rüzgar Çiftliğinde seri kompanzasyon sonucunda Alt-Senkron Rezonans (SSR) meydana gelmektedir. SSR durumunda sistem parametrelerinde kararsızlık ve salınımların artması söz konusudur. SSR oluşturmuş olduğu olumsuz durumları azaltmak için bu çalışmada Rotor Tarafındaki Evirici (RTE) devresinde Ek Sönümleme Kontrolü (ESK) modelinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. ESK modelin analizlerin sabit rüzgar hızı ve farklı seri kompanzasyon oranları kullanılmıştır. Sabit rüzgar hızı ÇBAG'da 8 m/s olarak belirlenirken, sistemdeki farklı kompanzasyon oranları %30, %40 ve %50 olarak belirlenmiştir. 3 farklı analiz durumu MATLAB-SIMULINK'te detaylı olarak incelenmiştir.. Yapılan analizlerde ÇBAG aktif güç, ÇBAG reaktif güç, ÇBAG elektriksel moment ve ÇBAG DC bara gerilim parametreleri detaylı olarak incelenmiştir. Geleneksel modelin kullanılması ve RTE devresinde ESK modelin kullanılması ile karşılaştırmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmada sonucunda ESK modelin geliştirilmesi ile sistemin kısa süre içerisinde kararlı hale geldiği görülürken, oluşan salınımlarında kısa sürede sönümlendiği tespit edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** ÇBAG, SSR, RTE, ESK

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. GİRİŞ

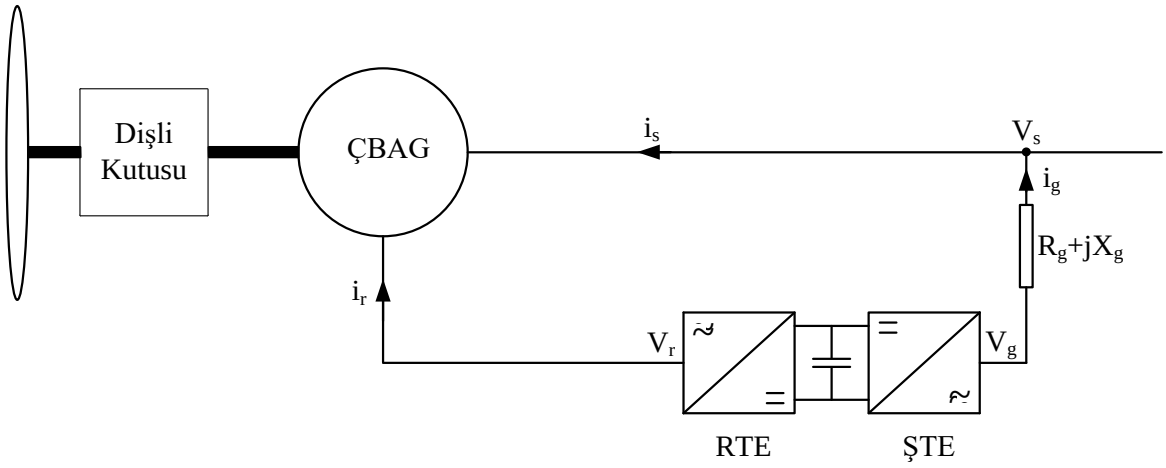
Fosil yakıt kaynaklarının azalması ve çevre kirliliği nedeniyle günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarına eğilim artmaktadır. Rüzgar enerjisi en hızlı büyüyen yenilenebilir enerji kaynaklarından birisidir. Şebekeye bağlı rüzgar çiftlikleri ile tüketim yerleri arasındaki uzun mesafe nedeniyle seri kompanzasyon maksimum transfer gücünü arttırmak, iletim hattı reaktansını azaltmak, iletim hattının gerilim düşümünü azaltmak ve sistem kararlılığını iyileştirmek için etkili ve ekonomik bir yol olarak görülmektedir. Ancak seri kompanzasyon SSR sorunlarını ortaya çıkarmaktadır [1]. Bunların çözümlenmesi için literatürde farklı çalışmalar yapılmaktadır. Şebeke bağlı ÇBAG tabanlı rüzgar çiftliğinde seri kompanzasyon sonucu ortaya çıkan SSR durumunu kontrol etmek için çeşitli empedans modelleri geliştirilmektedir. ÇBAG'da karmaşık vektör ve empedans tabanlı nyquist kararlılığı metodları geliştirilerek farklı rüzgar hızı ve farklı seri kompanzasyon oranlarında SSR olaylarında sistem kararlılığı ve salınımlar açısından etkili sonuçlar elde edilmiştir [2,3]. ÇBAG'da SSR durumunda sistem kararlılığının sağlanması için çeşitli doğrusal olmayan kontrol modelleri geliştirilmektedir. Doğrusal kuadratik düzenleyici modelleri ve kısmi geri bildirim doğrusallaştırma modellerinin ÇBAG'da geliştirilmesi ile SSR olayları ortaya çıkan büyük salınımlar hızlı bir şekilde sönümlenmektedir [4,5]. ÇBAG'da SSR durumunu tamamıyla kontrol edebilmek için bozunumları hızlıca takip edebilmek, önceden kestirebilmek ve sistemdeki istenen performansı hızlı bir şekilde sağlayabilmek için geri adımlama kontrolü ve kayan kip kontrol modelleri geliştirilmektedir. Bu modeller sayesinde sistem kararlılığı ve salınım sönümleme durumları hızlıca iyileşmektedir [6,7]. Şebekeye bağlı ÇBAG tabanlı rüzgar çiftliğinde seri kompanzasyon etkisi sonucu ortaya çıkan SSR'de sistem kontrolünü sağlamada sisteme harici olarak bağlanan Esnek AC İletim Sistemi (FACTS) cihazlarının kullanımıdır. FACTS cihazlarından özellikle Statik Senkron Kompanzatör (STATCOM), Statik Senkron Seri Kompanzatör (SSSC) ve Tristör Kontrollü Seri Kompanzatör (TCSC)'nin kullanımı ile sistemin hızlıca kararlılığının sağlandığı ve seri kompanzasyon sonucu ortaya çıkan salınımları hızlıca sönümlediği görülmektedir [8-10].

Literatür çalışmalarında görüldüğü gibi SSR olaylarında etkili çözümler sunulmaktadır. Yapılan çalışmalardan farlı olarak ÇBAG tabanlı rüzgar çiftliğinde SSR olaylarını kontrol etmek için kullanılacak yaklaşımlardan birisi de Ek Sönümleme Kontrolü (ESK) modelin geliştirilmesidir. Yapılan bu çalışmada RTE devresinde aktif güce bağlı olarak bir ESK modelinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Sabit rüzgar hızında ve farklı seri kompanzasyon oranlarında geliştirilen ESK modelinin kullanılmadığı ve kullanıldığı durumlar bazı parametreler üzerinde değerlendirilmiştir. ÇBAG'da bu parametreler aktif güç, reaktif güç, elektriksel moment ve DC bara gerilimleri olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde sistemde ESK modelin kullanılması ile etkili sonuçlar elde edilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 2. ÇBAG MODELLEMESİ VE SSR

ÇBAG genel olarak dişli kutusu, generatör, Şebeke Tarafındaki Evirici (ŞTE) ve Rotor Tarafındaki Evirici (RTE) bölümlerinde oluşmaktadır ÇBAG devre yapısı Görsel 1'de verilmiştir.




**Görsel 1. ÇBAG devre yapısı**

ÇBAG'ün stator devresi doğrudan şebekeye bağlanırken, rotor devresi ise güç elektroniği ekipmanları yardımıyla şebekeye bağlanmaktadır [11]. ÇBAG'de devre modellemesi d-q eksene göre yapılmaktadır. Sistemde d-q eksenin kullanılması hesapalama kolaylığı içindir. ÇBAG'da d-q eksen gerilim eşitlikleri Denklem 1 ile Denklem 4 arasında gösterilmiştir.

$$v_{ds} = R_s i_{ds} - w_s \psi_{qs} + \frac{d}{dt}\psi_{ds} \tag{1}$$

$$v_{qs} = R_s i_{qs} + w_s \psi_{ds} + \frac{d}{dt}\psi_{qs} \tag{2}$$

$$v_{dr} = R_r i_{dr} - (w_s - w_r)\psi_{qr} + \frac{d}{dt}\psi_{dr} \tag{3}$$

$$v_{qr} = R_r i_{qr} + (w_s - w_r)\psi_{dr} + \frac{d}{dt}\psi_{dr} \tag{4}$$

Burada; $v_{ds}$, $v_{dr}$, $v_{qs}$, $v_{qr}$, sırasıyla d-q stator-rotor gerilimleri, $i_{ds}$, $i_{dr}$, $i_{qs}$, $i_{qr}$, d-q sırasıyla stator-rotor akımları, $\psi_{ds}$, $\psi_{dr}$, $\psi_{qs}$, $\psi_{qr}$, d-q sırasıyla stator-rotor akıları, $w_s$ ve $w_r$ sırasıyla stator-rotor açısal hızları, , $R_s$ ve $R_r$, sırasıyla d-q stator-rotor dirençleridir [12].

Şebekeye bağlı ÇBAG tabanlı rüzgar çiftliğinde iletim hattına sabit seri kondansatör eklenmesi nedeniyle SSR olayı oluşmaktadır. SSR durumunda hat akımı iki frekans bileşeni içermektedir. Bunlar $f_n$ doğal frekans ve $f_e$ temel frekans değerlerleridir. Kompanzasyon seviyesine göre elde edilen doğal frekans eşitliği denklem 1'de gösterilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

$$f_n = f_e \times \sqrt{\frac{X_c}{X_{Toplam}}} \tag{1}$$

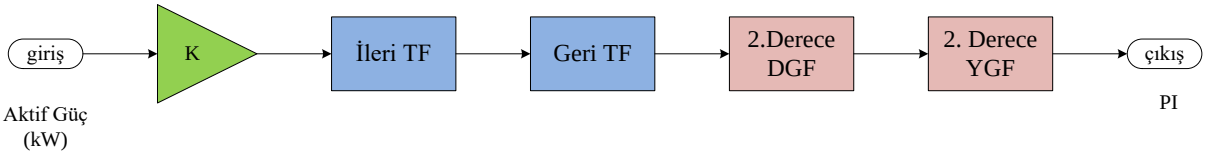
burada Xc iletim hattına yerleştirilen sabit seri kondansatör'ün seri kapasitif reaktansı ve $X_{Toplam}$, iletim hattının, transformatörün ve sistemin toplam endüktif reaktansının toplamıdır. Endüksiyon üretim etkisi temel olarak kayma (s) ile ilişkilidir. Kayma ifadesi denklem 2'de gösterilmiştir.

$$s_n = \frac{f_n - f_r}{f_n} \tag{2}$$

Burada, $f_r$ elektriksel frekans değeridir. İletim hattının kompanzasyon seviyesi ve rüzgar hızı, ÇBAG'daki endüksiyon üretim etkisi nedeniyle şebekeye bağlı rüzgar çiftliklerinin kararlılığını etkilemektedir. Normal çalışmada, rüzgar türbini nominal hızda dönüyorsa ve iletim hattı seri kompanze edilmişse, elektrik frekansı doğal frekanstan daha yüksek olacaktır. Böyle bir durumda, negatif işaretli kayma rotor direncini şebeke ve ÇBAG stator sargı direncinden daha yüksek yapabilecektir. Bu tür bir olayın ÇBAG tabanlı rüzgar çiftliğinde asenkron generatör etkisi ile SSR riskini ortaya çıkarmaktadır [13].

## 3. ESK MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Yapılan bu çalışmada ESK modelin ÇBAG'da geliştirilmesi RTE devresinde yapılmıştır. RTE devresinde geliştirilen ESK model Görsel 2'de verilmiştir.



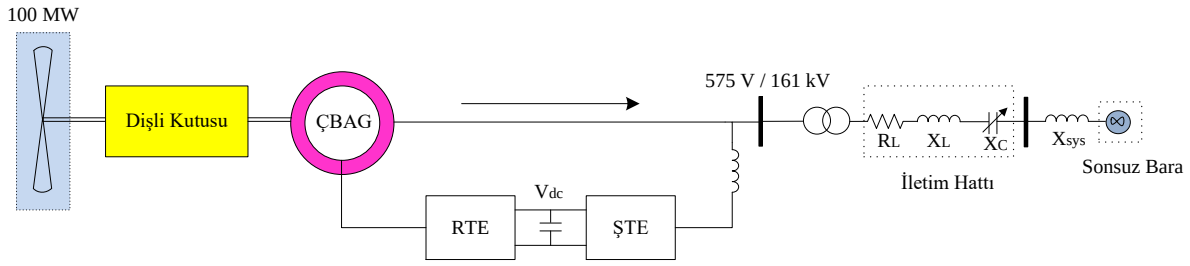

**Görsel 2. RTE devresinde geliştirilen ESK modeli**

RTE devresinde geliştirilen ESK modelde giriş aktif güç değerleridir. Aktif güç değeri bir K katsayısı ile çarpılarak ileri-geri transfer fonksiyonlarına girmektedir İleri-geri çıkışında iki tane filtre kullanılmıştır. Bu filtreler 2. derece düşük geçiren filtre (DGF) ve 2. derece yüksek geçiren filtre (YGF) kısımlarıdır. YGF çıkışı kısmı q eksen evirici rotor gerilimine girmektedir. Burada q eksen evirici rotor gerilimine bağlı olarak hesaplamalar kısmında kullanılmaktadır. Bu ESK modelinde d eksen evirici rotor geriliminde herhangi bir işlem yapılmamaktadır. ESK modelin geliştirilmesinde K katsayı 0.015, ileri transfer fonksiyonunda pay kısmı 0.0207, payda kısmı 0.031, geri transfer fonksiyonunda fonksiyonunda pay kısmı 0.0155, payda kısmı 0.0024, 2. derece DGF'de pay $(2\pi f_r)^2$, payda $(1+(2\pi f_r)+(2\pi f_r)^2)$, 2. derece YGF'de pay 1, payda, $(1+(2\times\pi\times 20+(2\times\pi\times 20)^2)$ değerini almıştır.

## 4. BENZETİM ÇALIŞMASI

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Bu çalışmada kullanılan sistem Görsel 3'de verilmiştir.



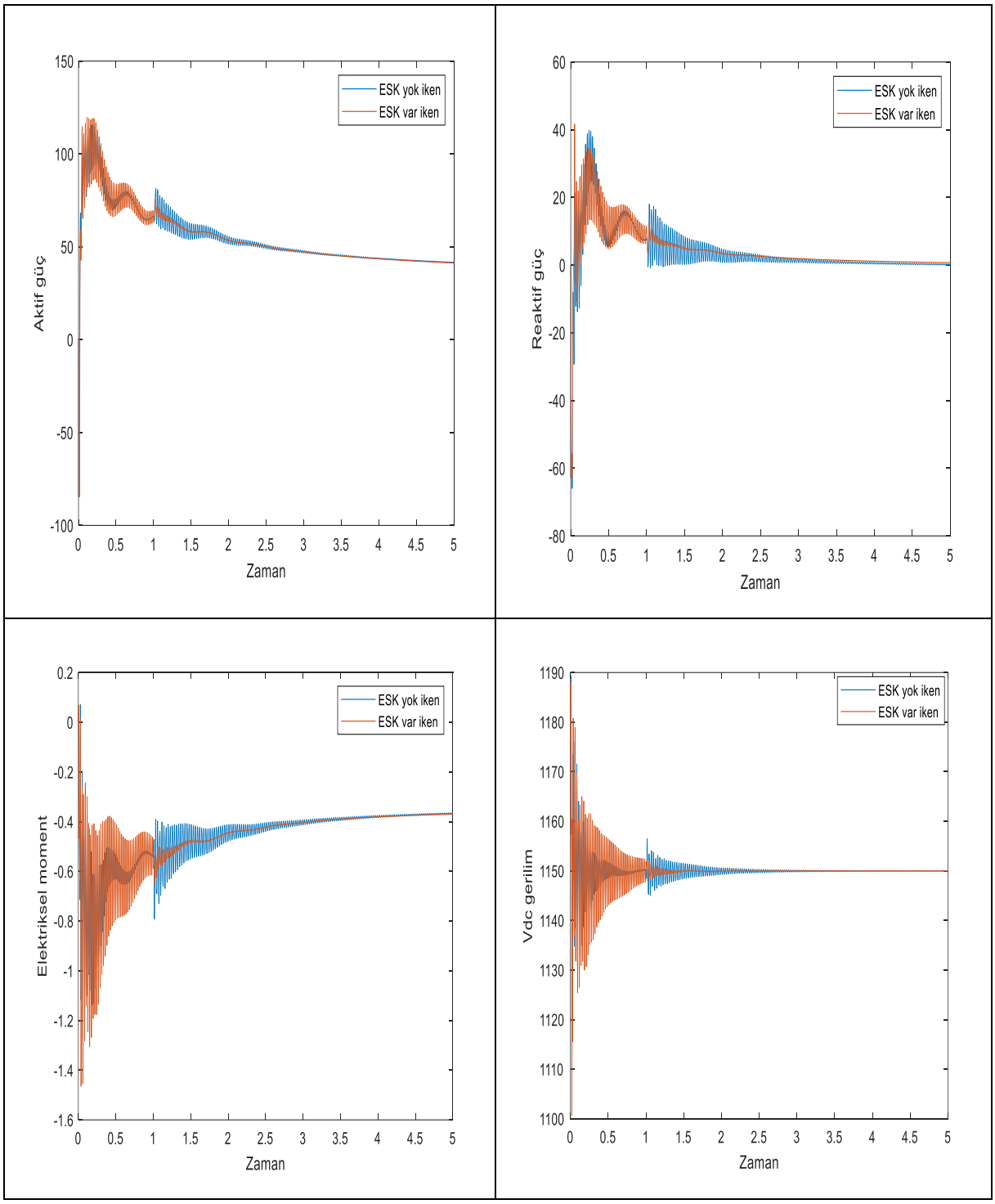

**Görsel 3. Kullanılan test sistem**

Kullanılan bu sistemde toplamda 66 adet rüzgar çiftliği kullanılmıştır. Rüzgar çiftliğinin gücü 100 MW'dır. ÇBAG çıkışındaki gerilimler 575 V'tur. ÇBAG çıkış gerilimi 161 kV mertebesine transformatör ile yükseltilmektedir. Bu transformatörün gücü 100 MVA ve bağlantıları sırasıyla üçgen-yıldız'dır. Sistemde seri kompanzasyon için kondansatör kullanılmaktadır. Sistemde seri kompanzasyon oranı %30, %40 ve %50 olarak belirlenmiştir. Seri kompanzasyonunda oluşmasında kesici kullanılmaktadır. Sistemde kondansatörün devreye girdiği anda 3 faz arızası oluşmaktadır. 3 faz arıza süresi 1 ile 1.1 saniyeler arasında belirlenmiştir. ÇBAG tabanlı rüzgar çiftliğinde rüzgar hızı sabit 8 m/s'dir. ÇBAG'daki aktif güç, reaktif güç, elektriksel moment ve DC bara gerilimleri sabit rüzgar hızında farklı seri kompanzasyon oranlarında analiz edilmiştir.

## 5. BENZETİM ÇALIŞMASI SONUÇLARI

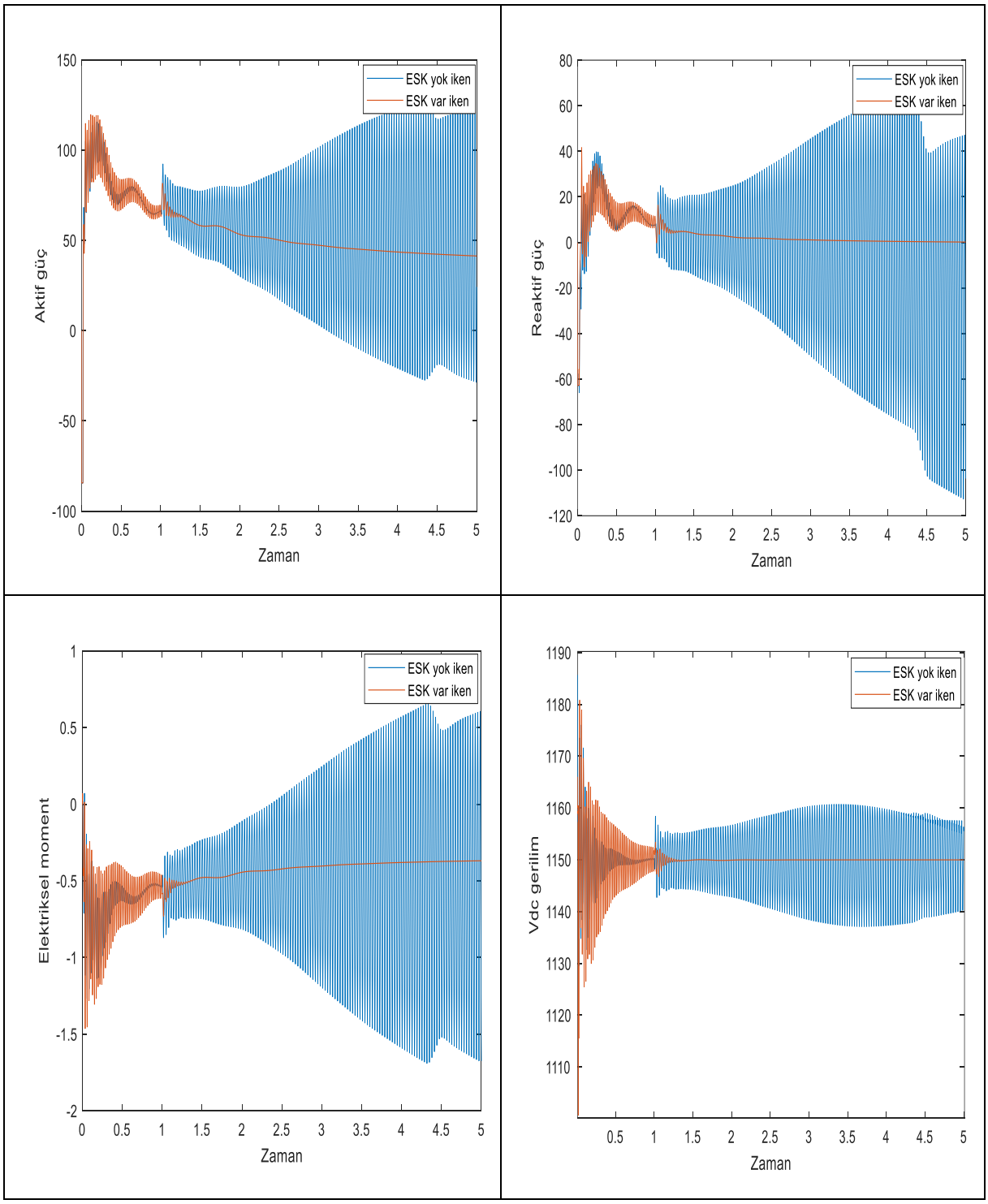
Bu çalışmada 3 farklı analiz gerçekleştirilmiştir. İlk analizde ÇBAG'da rüzgar hızının 8 m/s olduğu ve seri kompanzasyon oranının %30 olduğu durum incelenirken, ikinci analizde rüzgar hızının 8 m/s olduğu ve seri kompanzasyon oranının %40 olduğu durum incelenmiştir. Son analizde de rüzgar hızının 8 m/s olduğu ve seri kompanzasyon oranının %50 olduğu durum ele alınmıştır. 3 farklı analiz sonucunda ÇBAG aktif güç, ÇBAG reaktif güç, ÇBAG elektriksel moment ve ÇBAG DC bara gerilimlerindeki değişimleri elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar Görsel 4 ve Görsel 6 arasında verilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3



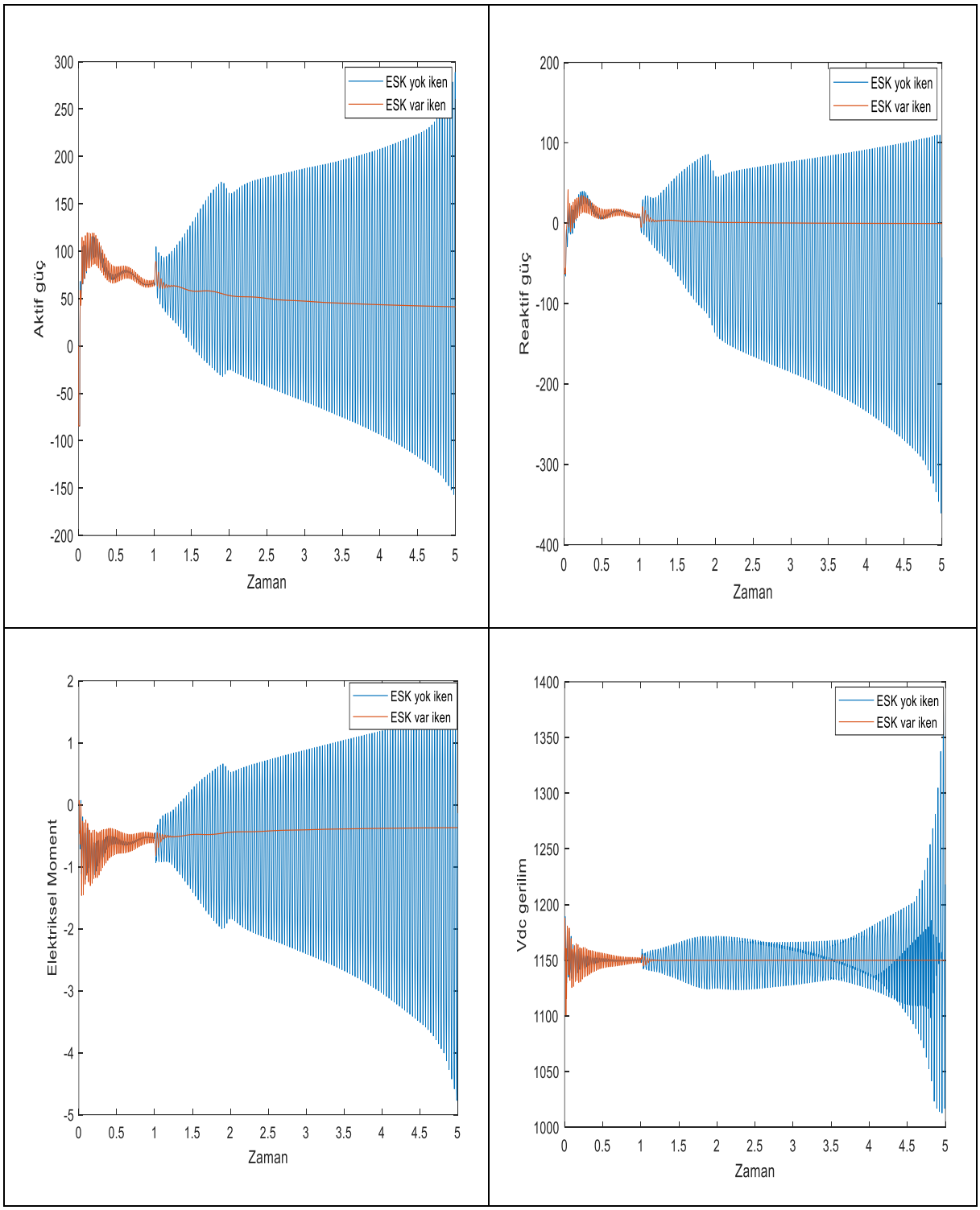

**Görsel 4. 8 m/s rüzgar hızı ve %30 seri kompanzasyondaki elde edilen sonuçlar**

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




**Görsel 5. 8 m/s rüzgar hızı ve %40 seri kompanzasyondaki elde edilen sonuçlar**

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




**Görsel 6. 8 m/s rüzgar hızı ve %50 seri kompanzasyondaki elde edilen sonuçlar**

Yapılan analizlerde sabit rüzgar hızı ve farklı seri kompanzasyon oranları dikkate alınmıştır. rüzgar hızının 8 m/s olduğu durumda ve seri kompanzasyon oranlarının % 30 olduğu durumda EKS modelin olmadığı durumda ÇBAG aktif güç, ÇBAG reaktif güç, ÇBAG elektriksel moment ve ÇBAG DC bara gerilimlerindeki değişimlerinde salınımların daha az olduğu görülmektedir. Rüzgar hızının 8 m/s olduğu durumda ve seri kompanzasyon oranlarının % 40

ve %50 olduğu durumda EKS modelin olmadığı durumda ÇBAG aktif güç, ÇBAG reaktif güç, ÇBAG elektriksel moment ve ÇBAG DC bara gerilimlerindeki değişimler salınımlarının sürekli arttığı görülmektedir. RTE devresinde ESK modelin geliştirilmesi ile tüm analizlerde sistem parametrelerindeki salınımların hızlı bir şekilde sönümlendiği görülmektedir. Rüzgar hızının 8 m/s olduğu ve seri kompanzasyon oranlarının %30, %40 ve %50 olduğu durumlarda RTE devresinde geliştirilen ESK model ile ÇBAG aktif güç, ÇBAG reaktif güç, ÇBAG elektriksel moment ve ÇBAG DC bara gerilimlerinin zamana bağlı olarak kısa sürede kararlı hale geldiği görülmektedir. RTE devresinde geliştirilen ESK modelin en etkili olduğu analiz ilk analiz olurken, RTE devresinde geliştirilen ESK modelin en az etkili olduğu analiz üçüncü analiz olmuştur.

## 6. SONUÇLAR

Yapılan bu çalışmada şebekeye bağlı ÇBAG tabanlı rüzge çiftliğinde seri kompanzasyon sonucu meydana gelen SSR olayları detaylı olarak ele alınmıştır. Bu çalışmada geleneksel olarak kullanılan model ile RTE devresinde geliştirilen ESK modelin karşılaştırmaları yapılmıştır. Sistemde rüzgar hızı 8 m/s olarak belirlenirken, farklı seri kompanzasyon oranları % 30, % 40 ve % 50 olarak seçilmiştir. Yapılan analizlerde geleneksel olarak kullanılan modellerde özellikle % 40 ve % 50 kompanzasyon oranlarında sistemdeki salınımların giderek arttığı görülürken, % 30 kompanzasyon oranında sistemdeki salınımların zamanla azaldığı görülmüştür. Her üç analizde de RTE devresinde geliştirilen ESK modelin etkili sonuçlar verdiği görülmüştür. ESK modelin kullanılması ile ÇBAG aktif güç, ÇBAG reaktif güç, ÇBAG elektriksel moment ve ÇBAG DC bara gerilimlerinde salınımların hızlıca sönümlendiği görülürken, sistemin kısa süre içerisinde kararlı bir hal aldığı görülmektedir. Yapılan bu çalışma ile ÇBAG tabanlı rüzgar çiftliğinde ESK modelin hem ŞTE hemde RTE devresinde geliştirilerek kullanılabilmesi ve her iki evirici devresinin eş zamanlı olarak SSR analizlerinde beraberce kullanılabilmesi zemin hazırlamaktadır.

## KAYNAKÇA

**1.** Abdeen, M., Li, H., Mohamed, M. A. E. H., Kamel, S., Khan, B., & Chai, Z. (2022). Sub-synchronous interaction damping controller for a series-compensated DFIG-based wind farm. *IET Renewable Power Generation, 16*(5), 933-944.

**2.** Zhang, X., Zhang, Y., Fang, R., & Xu, D. (2019). Impedance modeling and SSR analysis of DFIG using complex vector theory. *IEEE Access, 7*, 155860-155870.

**3.** Miao, Z. (2012). Impedance-model-based SSR analysis for type 3 wind generator and series-compensated network. *IEEE Transactions on Energy Conversion, 27*(4), 984-991.

**4.** Ghafouri, M., Karaagac, U., Karimi, H., Jensen, S., Mahseredjian, J., & Faried, S. O. (2017). An LQR controller for damping of subsynchronous interaction in DFIG-based wind farms. *IEEE Transactions on Power Systems, 32*(6), 4934-4942.

**5.** Chowdhury, M. A., & Shafiullah, G. M. (2017). SSR mitigation of series-compensated DFIG wind farms by a nonlinear damping controller using partial feedback linearization. *IEEE Transactions on Power Systems*, *33*(3), 2528-2538.

**6.** Roy, T. K., & Mahmud, M. A. (2021, October). Hybrid robust adaptive backstepping sliding mode controller design for mitigating SSR in series-compensated DFIG-based wind generation systems. In *2021 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting (IAS)* (pp. 1-6). IEEE.

**7.** Jewel, A. S., Roy, T. K., & Rani, T. (2021, December). Power reaching law based double-integral sliding mode controller for mitigating ssr problems in dfig based wind farms. In *2021 IEEE International Women in Engineering (WIE) Conference on Electrical and Computer Engineering (WIECON-ECE)* (pp. 133-136). IEEE.

**8.** M. S. EI-Moursi, B. Bak-Jensen, M. H. Abdel-Rahman, "Novel STATCOM controller for mitigating SSR and damping power system oscillations in a series compensated wind park," IEEE Trans. Power Electro., vol. 25, pp. 429-441, Feb. 2010.

**9.** Rohit, C., Darji, P., & Jariwala, H. (2022). Modelling and control of static synchronous series compensator interfaced with DFIG-based wind farm using PSO for SSR alleviation. *International Journal of Ambient Energy*, *43*(1), 6449-6462.

**10.** Abdeen, M., Emran, A., Moustafa, A., Kamal, D., Hassan, R., Hassan, E., ... & Jurado, F. (2021, October). Investigation on TCSC parameters and control structure for SSR damping in DFIG-based wind farm. In *2021 12th International Renewable Energy Congress (IREC)* (pp. 1-5). IEEE.

**11.** Bekiroglu, E., & Yazar, M. D. (2022). MPPT control of grid connected DFIG at variable wind speed. Energies, 15(9), 3146.

**12.** L. Fan, R. Kavasseri, Z. L. Miao, and C. Zhu, ‘‘Modeling of DFIG-based wind farms for SSR analysis,’’ IEEE Trans. Power Del., vol. 25, no. 4, pp. 2073–2082, Oct. 2010.

**13.** Rohit, C., Darji, P., & Jariwala, H. R. (2023). A preordainment approach for design of auxiliary damping controller and SSSC tuning to enhance SSR mode stability in DFIG based windfarm. *Smart Science*, *11*(3), 605-628.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# KURUMSAL KARBON AYAK İZİNİN HESAPLANMASI: BİR LİTERATÜR ÇALIŞMASI

**Dr. Öğretim Üyesi Celal ÖZKALE**
Kocaeli Üniversitesi-Endüstri Mühendisliği
cozkale@kocaeli.edu.tr/0000-0003-0115-0505
**Merve ALATÜRK**
Kocaeli Üniversitesi- Endüstri Mühendisliği
235104010@kocaeli.edu.tr/0000-0002-1094-1977

## Özet

Karbon ayak izi, kurum/kuruluşların gerçekleştirdikleri tüm faaliyetler sonucunda doğrudan ve dolaylı olarak atmosferde oluşturdukları toplam sera gazıdır. Günümüz dünyasında yaşanan iklim değişiklikleri, biyoçeşitlilik kaybı, su kaynaklarının azalması gibi birçok sosyal, ekonomik ve çevresel açıdan olumsuz etkiler, karbon ayak izinin artması sonucunda meydana gelmektedir. Karbon ayak izinin tespiti, kurum/kuruluşların çevresindeki etkileri değerlendirebilmek, karbon salınımlarını azaltabilmek için planlamalar yapmak ve sürdürülebilir hedeflerini gerçekleştirmesi noktasında önemli bir adım oluşturmaktadır. Faaliyetler sonucunda meydana gelen emisyon kaynaklarının hangi proseslerde üretildiğinin kurumsal açıdan görünür olmasını sağlayarak, bu noktada tedbirler alınmasını kolaylaştırmaktadır. Dahası, kurumlar arası ve sektörler arası kıyaslamalara olanak veren bu tespit, kurum/kuruluşların zincirin hangi aşamasında olduğunu görmeleri için de yol gösterici olmaktadır. Sonuç olarak, kurumsal karbon ayak izinin hesaplanması, işletmelere ekonomik anlamda fayda sağlamakla beraber iklim değişikliklerini azaltma noktasında kurum/kuruluşların rakipleri arasındaki avantajını da ön plana çıkarmaktadır. Bu çalışmada, küresel iklim değişikliği ile ilgili terimler üzerinde durularak Türkiye'deki sera gazlarına dair emisyon istatistikleri yer almaktadır. Aynı zamanda, bu konudaki literatür çalışmalarına değinilerek hesaplama yöntemlerinden bahsedilmiştir. Bu yöntemler, uluslararası olarak kabul edilen Sera Gazı Protokolü (GHG) ve ISO 14064-1:2018 Standardıdır. Dahası, hesaplama noktasında hangi veri tabanlarının kullanıldığı açıklanarak literatürde tercih edilen yöntemlere dair baskınlık analizi yapılmıştır. Veri tabanları arasındaki ilişkiler ulusal ve uluslararası olarak ayrılabileceği gibi çalışmanın sektör bazlı da yapılabileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Karbon Ayak İzi, İklim Değişiklikleri; Sera Gazı Protokolü, ISO 14064-1:2018 Standardı.

# THE CALCULATION OF THE CORPORATE CARBON FOOTPRINT: A REVIEW OF THE LITERATURE

## Abstract

The corporate carbon footprint is the total greenhouse gases created directly or indirectly in the atmosphere as a result of all activities carried out by institutions/organizations. In today's world, many social, economic and behavioral negative effects such as climate change, loss of biodiversity, deterioration of the water structure and the growth of the carbon footprint, the evaluation of growth effects, making plans to reduce greenhouse emission and achieving sustainable goals of sustainability are important steps. The emergence of the corporate view of how the emission formation resulting from the activities of the institution is produced and facilitated the taking of measures. This method continues to be a guide for seeing which stage of growth chain. Besides, the interruption of the corporate carbon footprint, the economic benefits of the enterprises, as well as the isolation of air conditioning and the competitive advantage are highlighted. In this study, the terms related to global climate change are emphasized and emission statistics of greenhouse gases in Turkey are presented. At the same time, the calculation methods are mentioned by referring to the literature studies on this subject. These methods are the internationally recognized Greenhouse Gas Protocol (GHG) and ISO 14064-1:2018

Standard. Furthermore, it is explained which databases are used for the calculation. The relationships between databases can be divided into national and international, as well as a sector-based studies.

**Keywords:** Carbon Footprint, Climate Change, Greenhouse Gas Protocol, ISO14064-1:2018 Standard.

## 1. Giriş

Bireylerin uzun süreli temel ihtiyaçlarının karşılanması noktasında doğal kaynakların uzun süreli yöntemlerle kontrol edilmesi gerekmektedir. İklim değişikliği, küresel ısınma ve sera etkisinin sebep olduğu olumsuz durumların kontrol altına alınabilmesi için farklı sektörlere birbirinden bağımsız ortak görevler düşmektedir (Çolak ve Türkmen 2023). Farklı sanayi kollarında faaliyet gösteren birçok kurum/kuruluş, karbon salınımı sorununu üretim ya da hizmet prosesleri ile beraber iş süreçlerine entegre ederek göz önüne almaya başlamışlardır. Örneğin, dünyanın en büyük yatırımlarının gerçekleştiği otomotiv sektöründe yer alan otomobil üreticileri, cam, plastik ve metal gibi birçok malzemenin satın alımını gerçekleştirdiği tedarik zinciri ağına sahiptir. Her sektörde olduğu gibi otomotiv sektörü de mal/hizmet alımını sağladığı tedarikçilerinden büyük oranda etkilenmektedir. Bu sebeple de kendi faaliyetlerini izlemek zorunda oldukları gibi tedarikçilerinin emisyon salınımlarını ve düzenlemelerini de kontrol altında tutmak zorundadır. Dahası, dolaylı olarak karbon salınımlarından sorumlu olmaktadırlar. Sanayi döneminin başlangıcı ve sonrası iklim koşullarında değişikliklerin meydana gelmesine sebep olmuş ve insan aktivitelerinin de sebep olduğu bir dönemin başlamasına yol açmıştır. Böylelikle, küresel ısınmaya doğrudan etki eden sera gazlarının önemini vurgulamak noktasında araştırmacılar, farklı sektörlerde ve farklı iş kollarında karbon salınımlarını tespit etme sürecine girişmişlerdir (Güğül ve Kılınç 2022).

Kurum/kuruluşların faaliyetleri sonucunda oluşturdukları karbon ayak izi, ürünün; hammadde temini, nakliye, üretim ve süreçleri, tüketim, yeniden kullanım, geri dönüşüm ve satışı gibi basamaklardaki tüm girdileri ve çıktıları yani ürün yaşam döngüsü boyunca değerlendirmeyi içermesi, uygulanabilecek gelişimler için önemli bir paya sahiptir. Tedarik zinciri süresince sebep oldukları karbon salınımlarının envanterini çıkarmak noktasında etkinlik alanlarına bağlı olarak hangi emisyon kaynaklarını dahil etmesi ve bunları nasıl hesaplaması gerektiğini, karbon salınım kaynağının tam olarak ne olduğunu, dolaylı tedarik zinciri faaliyetlerinin listesini ve liste içeriğinde bulunan verilerin kurum bünyesinde tutulması ve takip edilmesi doğru hesaplamalar yapılabilmesi için önem arz etmektedir. Kurum/kuruluşlar genellikle direkt ve endirekt emisyon yaratacak faaliyetlerini hem zorunlu hem de gönüllü envanter çalışmaları ile raporlamaktadırlar (Çolak ve Türkmen 2023).

İklim değişikliğinin yol açabileceği felaketler hakkında farkındalık seviyesi arttıkça, bu sorunun çözülmesine yönelik küresel çapta da önemli adımlar atılmıştır. Özellikle de son yirmi yılda, 1997 Kyoto Protokolü ve 2015 Paris Anlaşması gibi uluslararası anlaşmalarla, dünya çapında iklim politikalarına ilişkin belirleyici sonuçlar ortaya çıkmış ve buna bağlı olarak önlemler alınmaya başlanmıştır. Bu gelişmelerden öncesinde ise 1972'de Stockholm, 1992'de Rio de Janeiro ve 2022'de Johannesburg'da yapılan zirveler, iklim değişikliğinin küresel etkilerini tanıyarak ele alınmasına olanak sağlamıştır (Alagöz vd. 2022).

1997 yılında kabul edilen Kyoto Protokolü, gelişmiş ülkelerin 1990 yılı seviyelerine kıyasla sera gazı salınımlarını %5,2 oranında azaltmalarını öngörmüştür. Protokolün ana hedefi, 2008-2012 yılları arasındaki dönemde, altı sera gazının emisyonlarının ortalama değerlerini düşürmektir. 2019 yılında, Kyoto Protokolü'nün ikinci taahhüt dönemi olan Doha değişikliğiyle, sera gazı emisyonlarının 2020 yılına kadar 1990 seviyelerine göre %18 oranında azaltılması kararlaştırılmıştır. Bu çerçevede, protokole taraf ülkeler müzakereler sonucunda, sera gazı emisyonlarını azaltma noktasında farklı

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

oranlarda taahhütlerde bulunmuşlardır. Kyoto Protokolü, 16 Şubat 2005 tarihinde resmi olarak yürürlüğe girmiş olup, şu an itibariyle 191 ülke ve Avrupa Birliği protokole taraf olmuştur (Yalılı vd. 2021).

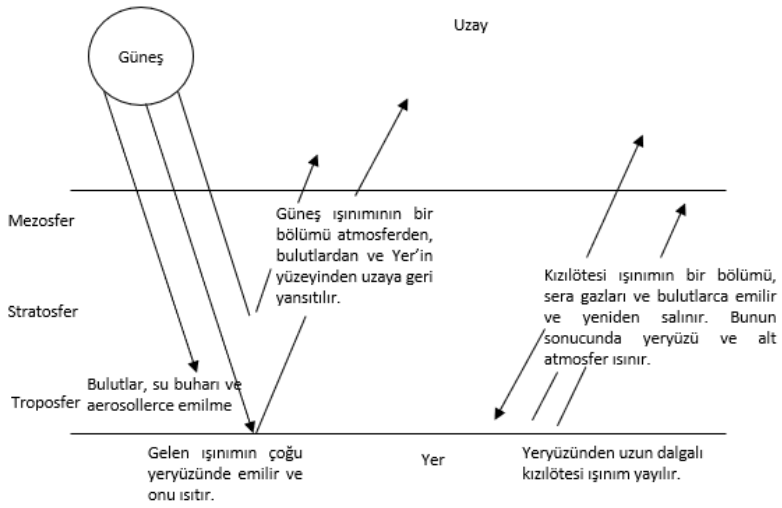
1990-2012 yılları arasında Türkiye'de karbondioksit seviyelerinde kaydedilen artışlar, Kyoto Protokolü'nün belirlediği hedeflerden uzaklaşıldığını göstermektedir. Bu dönemde, özellikle yakıt tüketiminin artması nedeniyle karbondioksit emisyonlarında %100'lük bir yükselme yaşanmıştır (Kılıç ve Önler 2022).

İklim değişikliğiyle mücadelede bir diğer önemli bir adım olan Paris Anlaşması, 2015 yılında Paris'te gerçekleştirilen Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS) 21. Taraflar Konferansında kabul edilmiştir. Anlaşmanın geçerli olması için küresel sera gazı emisyonlarının %55'ini temsil eden en az 55 ülkenin onayı olan bu şart, 5 Ekim 2016'da sağlanarak 4 Kasım 2016 tarihinde anlaşma yürürlüğe girmiştir. Temel amacı ise sanayileşme öncesi döneme göre sıcaklık artışını 2°C'nin altında tutmak ve mümkünse bu artışı 1,5°C ile sınırlamak için küresel çapta ortak bir çaba sarf etmektir (Demirci 2024). Türkiye Büyük Millet Meclisi, Paris Anlaşmasının onaylanmasının uygun bulunduğuna dair kanunu 7 Ekim 2021 tarihinde, 31621 sayılı Resmî Gazetede yayımlayarak yürürlüğe koymuştur. Ardından 26. Taraflar Konferansında Türkiye, 2023 yılına kadar net sıfır emisyon hedefini uluslararası kamuoyuna açıklamıştır. Türkiye'nin 2015 yılında sunduğu niyet edilen Ulusal Katkı Beyanı, yapılan güncellemelerle 2030 yılına kadar karbon salınımlarını %41 oranında azaltmayı hedefleyen bir plana dönüştürülmüş ve bu yeni hedef, 27. Taraflar Konferansında uluslararası topluma duyurulmuştur (Alagöz vd. 2022).

### 1.1.Küresel Isınma

Atmosferdeki gazlar, insanların solunumunu sağlamakla birlikte, dünyaya ulaşan güneş ışınlarının düşük enerjili ve uzun dalga boylu kısmını emerek gezegenin aşırı soğumasını engellemektedir. Bu gazlar, sera etkisi oluşturarak gezegenin ısısını tutar. Eğer bu etki olmasaydı, güneşten gelen ısı gece boyunca hızla kaybolur, bu da geceleri dünya yüzeyinin aşırı soğumasına yol açar ve gündüzle gece arasındaki sıcaklık farkı çok daha büyük olurdu. Görsel 1'de sera etkisini gösteren bir çizim bulunmaktadır. Sera etkisini oluşturan başlıca gazlar arasında karbondioksit ($CO_2$), metan ($CH_4$), azot oksitleri ($NO_X$), kloroflorokarbonlar (HFC) ve su buharı ($H_2O$) bulunmaktadır. Bu gazların atmosferdeki yoğunluğunun artması, genellikle fosil yakıtların tam yanmaması veya aşırı yanması gibi verimsiz kullanım alışkanlıkları sonucu gerçekleşmektedir. Gazların atmosferdeki oranı arttıkça, atmosferin ısıyı tutma kapasitesi de yükselmektedir. Bu durum ise dünya yüzeyindeki sıcaklıkların yükselmesine ve dolayısıyla küresel ısınmanın artmasına sebep olmaktadır (Yakut 2022).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




Görsel 1. Sera Etkisi

### 1.2.Sera Gazları

Dünya, gelen güneş ışınlarından daha çok yeryüzünden geri yansıyan ışınlarla ısınmaktadır. Bu yansıyan ışınlar, özellikle karbondioksit, metan ve su buharı gibi atmosferdeki gazlar tarafından emilmektedir bu da gezegenin ısınmasına yol açmaktadır. Bu gazların ışınları tutma işlemine "sera etkisi" denmektedir. Atmosferde sera gazlarının yoğunluğunun artması, küresel sıcaklıkların yükselmesine neden olmaktadır. Günümüzde, karbondioksit ve diğer sera gazlarının seviyelerindeki artış, doğal sera etkisini güçlendirerek tehlikeli sonuçlara yol açmaktadır. Binlerce yıl boyunca karbon dengesi sabit kalırken modern insan faaliyetleri, fosil yakıtların kullanımı, ormanların tahribi ve aşırı tarım gibi aktiviteler, atmosfere büyük miktarlarda sera gazı salınmasına yol açmaktadır (Yılmaz 2024).

Karbon ayak izi hesaplamalarında 2006 Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) rehberine göre doğrudan sera gazları arasında $CO_2$, $CH_4$, $N_2O$ ve F-Gazları yer almaktadır. Dolaylı sera gazları ise azot oksitler (NOX), metan dışı uçucu organik bileşikler (NMVOC), karbonmonoksit (CO) ve kükürt dioksit ($SO_2$) gibi bileşiklerden oluşmaktadır (Tosun ve Dede 2024).

Kurum/kuruluşların enerji kullanımı, su tüketimi ve ulaşım vb. faaliyetleri sonucunda doğrudan ya da dolaylı olarak atmosfere saldıkları sera gazlarının miktarını, karbondioksit eşdeğeri (CO2e) cinsinden belirlemek, karbon ayak izinin hesaplanması anlamına gelmektedir. Kyoto Protokolündeki sera gazlarına dair temel bilgiler Çizelge 1'de sunulmuştur. Bu çizelgede, karbondioksit eşdeğerleri, atmosferdeki ömürlerine dair bilgiler yer almaktadır. CO2 eşdeğeri ifadesi, herhangi bir sera gazının yayma gücünün karbondioksitinkiyle karşılaştırılması için birim, karbondioksit eşdeğeri belirli bir sera gazının kütlesinin küresel ısınma potansiyeli ile çarpımı kullanılarak hesaplanmaktadır (ISO 14064-1:2018 Standardı, 2025).

$CO_2$ birimi kullanılarak tüm sera gazları ortak bir ölçü biriminde toplanmış böylece emisyon değeri hesaplamalarının karşılaştırılması ve anlaşılması daha kolay hale getirilmiştir. Çizelge 1'e göre $SF_6$ en tehlikeli sera gazı olarak belirlenirken, $CO_2$ en az tehlike içeren gaz olarak gözükmektedir. Ancak miktar açısından değerlendirildiğinde $CO_2$'nin emisyon seviyesi diğer sera gazlarına oranla çok daha yüksek olduğu için sıralamanın tam tersi bir durum söz konusu olmaktadır (Yalılı vd.2021).

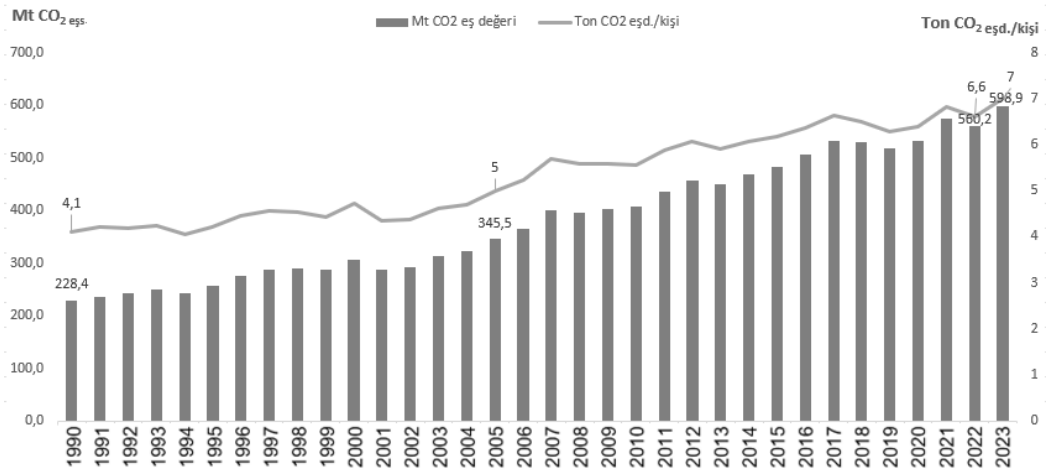
ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Çizelge 1. Kyoto Protokolü'nde baz alınan Sera Gazları

| Sembol | İsim | $CO_2$ eşdeğeri | Atmosferdeki Ömrü (Yıl) |
|---|---|---|---|
| $CO_2$ | Karbondioksit | 1 | 100-300 |
| $CH_4$ | Metan | 28 | 12.4 |
| $N_2O$ | Nitröz oksit | 265 | 121 |
| HFCs | Hidroflorokarbonlar | 23500 | 3200 |
| PFCs | Perflorokarbonlar | <1-12400 | 13.4 |
| $SF_6$ | Sülfürheksaflorit | 2-11100 | 2600-50000 |

### 1.3.Sera Gazı Emisyon İstatistikleri

2023 yılı sera gazı envanteri verilerine göre, Türkiye'deki toplam sera gazı emisyonu, bir önceki yıl olan 2022'ye göre %6,9 artarak 598,9 milyon $tCO_2e$ olarak hesaplanmıştır. Kişi başına düşen toplam sera gazı emisyonu ise, 1990 yılında 4,1 $tCO_2e$ iken 2022'de 6,6 $tCO_2e$, 2023'te ise 7,0 $tCO_2e$'ye yükselmiştir (TÜİK, 2025). İlgili istatistiki veriler Görsel 2'de yer almaktadır.




Görsel 2. Türkiye'de Yıllara göre Sera Gazı Emisyon Miktarları ve Kişi Başına Düşen Sera Gazı Emisyonları

Türkiye'deki sektörler bazında yapılan emisyon analizlerine göre 2023 yılında toplam sera gazı emisyonlarının en büyük payı enerji sektörüne aittir. Yapılan değerlendirmelere göre enerji kaynaklı emisyonlar, Türkiye'deki toplam sera gazı emisyonlarının %73,8'ini oluştururken, ikinci sırada %12 ile tarım sektörü, üçüncü sırada ise %11,8 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanım sektörü yer almaktadır. Atık sektörü ise %2,3'lük bir pay ile son sırada yer almıştır.

Enerji sektörüne ait emisyonlar, 2023 yılında 1990 yılına kıyasla %208,8, 2022 yılına göre ise %10,3 oranında artarak 442,2 milyon tCO2e ulaşmıştır. Tarım sektöründeki emisyonlar ise, 1990 yılına göre %38,4 artmış, 2022 yılına kıyasla yalnızca %0,3 artarak 71,8 milyon tCO2e olarak hesaplanmıştır. Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı emisyonları, 1990 yılına kıyasla %207,2 oranında artış gösterirken, 2022 yılına göre %1,4'lük bir azalma ile 70,9 milyon tCO2e olarak hesaplanmıştır. Son olarak atık sektöründeki emisyonlar 1990 yılına göre %36,4 artmış ancak 2022 yılına göre %12,2 azalarak 14,1 milyon tCO2e olarak tespit edilmiştir. Türkiye'de sektörlere göre sera gazı emisyon miktarları Çizelge 2'de, sektörlere göre emisyon yüzdeleri ise Görsel 3'tedir.

Türkiye'nin karbon salınımlarından en büyük payı enerji kaynaklı emisyonlardır. Toplam CO2 emisyonlarının 2023 yılında %31,4 kadarı çevrim ve enerji alt kategorisinden kaynaklı olmak üzere %87,4 kadarı enerji sektöründen, %12,3 kadarı endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektöründen, %0,3 kadarı ise tarım ve atık

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

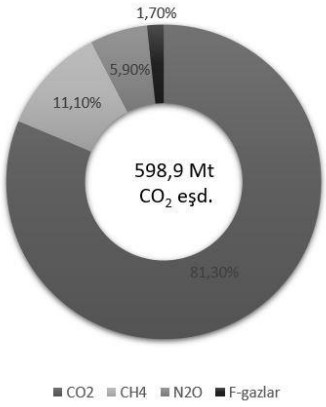
sektöründen kaynaklanmıştır. Toplam CH4 emisyonlarının 2023 yılında %55,4 kadarı enterik fermantasyon kaynaklı olmak üzere %63,7 kadarı tarım sektöründen, %18,4 kadarı enerji sektöründen, %17,9 kadarı atık sektöründen kaynaklanmıştır. Toplam N2O emisyonlarının 2023 yılında %66,4 kadarı tarımsal topraklar kaynaklı olmak üzere %78,4 kadarı tarım sektöründen, %12,1 kadarı enerji sektöründen, %6,0 kadarı atık sektöründen ve %3,5 kadarı ise endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı sektöründen kaynaklanmıştır. Türkiye'de sera gazları emisyon miktarları Çizelge 3'te, sera gazları emisyon yüzdeleri ise Görsel 4'te yer almaktadır (TÜİK, 2025).

Çizelge 2. Türkiye'de Sektörlere Göre Sera Gazları Emisyon Miktarları

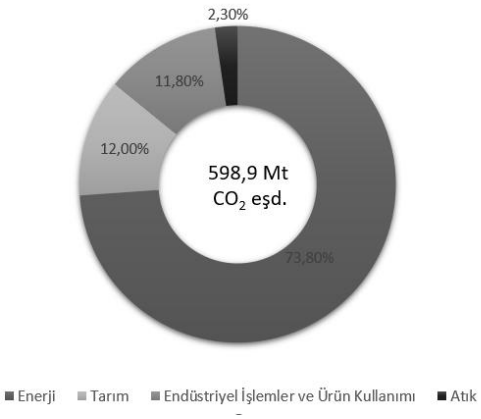
| | **1990** | **1995** | **2000** | **2005** | **2010** | **2015** | **2020** | **2021** | **2022** | **2023** | **1990-2023 değişim %** | **2022-2023 değişim %** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Toplam emisyon** | **228,4** | **257,0** | **307,0** | **345,5** | **406,4** | **481,5** | **532,1** | **574,1** | **560,2** | **598,9** | **162,2** | **6,9** |
| **Enerji** | 143,2 | 170,0 | 219,8 | 247,7 | 290,9 | 344,3 | 369,8 | 406,8 | 400,7 | 442,2 | 208,8 | 10,3 |
| **Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı** | 23,1 | 25,9 | 26,6 | 34,7 | 49,7 | 60,3 | 68,9 | 76,5 | 71,9 | 70,9 | 207,2 | -1,4 |
| **Tarım** | 51,8 | 49,0 | 46,0 | 46,3 | 47,7 | 59,2 | 76,4 | 75,4 | 71,5 | 71,8 | 38,4 | 0,3 |
| **Atık** | 10,3 | 12,1 | 14,5 | 16,9 | 18,1 | 17,7 | 17,0 | 15,4 | 16,0 | 14,1 | 36,4 | -12,2 |

Çizelge 3. Türkiye'de Sera Gazları Emisyon Miktarları

| | **1990** | **1995** | **2000** | **2005** | **2010** | **2015** | **2020** | **2021** | **2022** | **2023** | **1990-2023 değişim %** | **2020-2023 değişim %** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Toplam emisyon** | **228,4** | **257,0** | **307,0** | **345,5** | **406,4** | **481,5** | **532,1** | **574,1** | **560,2** | **598,9** | **162,2** | **6,9** |
| **$CO_2$** | 154,6 | 184,7 | 232,9 | 267,7 | 318,7 | 387,7 | 416,3 | 457,4 | 443,6 | 486,9 | 215,0 | 9,8 |
| **$CH_4$** | 51,3 | 50,8 | 51,5 | 53,3 | 60,1 | 60,5 | 73,5 | 73,9 | 71,9 | 66,6 | 29,9 | -7,4 |
| **$N_2O$** | 22,2 | 21,2 | 22,0 | 23,1 | 24,4 | 28,6 | 36,1 | 35,9 | 34,3 | 35,5 | 59,9 | 3,5 |
| **F-gazlar** | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 1,4 | 3,2 | 4,6 | 6,2 | 6,9 | 10,4 | 9,9 | 2234,2 | -4,7 |




Görsel 3. Türkiye'de Sektörlere göre Sera Gazları Emisyon Yüzdeleri




Görsel 4. Türkiye'de Sera Gazları Emisyon yüzdeleri

## 2. Literatürde Yer Alan Karbon Ayak İzi Çalışmaları

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Karbon ayak izi üzerine yapılan çeşitli çalışmalara dair bilgiler Çizelge 4'te sunulmaktadır. Bu çizelgede yer alan bilgiler arasında ilgili çalışmanın hangi yazarlar tarafından yazıldığı, çalışmanın ait olduğu yıl bilgisi, çalışmanın literatürde yer alan ismi, uygulandığı sektör ve çalışmada kullanılmış olan karbon ayak izi hesaplama metodolojisidir.

Toplamda 20 çalışma ele alınmıştır. Bu 20 çalışmayı yıl bazında kırılımlı olarak inceleyecek olursak, 2 tanesi 2018 yılına, 2 tanesi 2019 yılına, 2 tanesi 2020 yılına, 2 tanesi 2021 yılına, 5 tanesi 2022 yılına, 4 tanesi 2023 yılına ve 3 tanesi 2024 yılına aittir. Çalışma sektörleri ise 6 tanesi eğitim sektörüne, 6 tanesi ulaşım sektörüne, 2 tanesi tekstil sektörüne, 1 tanesi maden sektörüne, 1 tanesi coğrafya sektörüne, 1 tanesi enerji sektörüne, 1 tanesi kamu sektörüne ve 1 tanesi kimya sektörüne aittir.

Akabinde ise ilgili çalışmalara dair kısa özetler verilmiştir. Bu özet kısımlarında ise çalışmanın sonucunda ulaşılan veriler ve literatüre katkısı anlatılmıştır. Son aşamada ise literatürde incelenen 20 çalışmada kullanılan hesaplama metodolojileri üzerinden baskınlık analizi yapılmıştır ve sonuçları üzerine tartışılmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Çizelge 4. Literatürde Yer Alan Karbon Ayak İzi Çalışmaları ve Uygulanan Metodolojiler

| **Yazarlar** | **Yıl** | **Çalışma** | **Çalışma İsmi** | **Sektör** | **Yöntem** |
|---|---|---|---|---|---|
| S. Güller ve A. Balcı | 2018 | Araştırma Makalesi | Muğla Atıksu Arıtma Tesisi Karbon Ayak İzinin Değerlendirilmesi | Kamu | IPCC Tier-1 ve DEFRA Metodolojisi |
| K.Kumaş, A.Akyüz, M.Zaman ve A. Güngör | 2018 | Araştırma Makalesi | Sürdürülebilir Bir Çevre için Karbon Ayak İzi Tespiti: MAKÜ Bucak Sağlık Yüksekokulu Örneği | Eğitim | DEFRA Annex |
| M. E. Argun, R. Ergüç, Y. Sarı | 2019 | Araştırma Makalesi | Konya / Selçuklu İlçesi Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi | Ulaşım | IPCC Tier 2 ve DEFRA Metodolojisi |
| Ö. B. Gökçek, A. Bozdağ, H. Demirbağ | 2019 | Araştırma Makalesi | Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi Örneğinde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi | Eğitim | Anket çalışması ve Konumsal analiz |
| Y. Bıyık, G. Civelekoğlu | 2020 | Araştırma Makalesi | Isparta İlinde Karayolu Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması | Ulaşım | IPCC Tier1 ve Tier 2 metodolojileri |
| N. Roukounakis, E. Valkouma, E. Giama, E. Gerasopoulos | 2020 | Araştırma Makalesi | The development of a carbon footprint model for the calculation of GHG emissions from highways: the case of Egnatia Odos in Greece | Ulaşım | Tremove |
| M. Y. Kılıç, T. Dönmez, S. Adalı | 2021 | Araştırma Makalesi | Karayolu ulaşımında yakıt tüketimine bağlı karbon ayak izi değişimi: Çanakkale örneği | Ulaşım | IPCC Tier1 ve Tier 2 metodolojileri |
| S. Coşkun ve N. A. Doğan | 2021 | Araştırma Makalesi | Tekstil Endüstrisinde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi | Tekstil | IPCC Tier 1 metodolojisi |
| İ. Alagöz, E. Coşkun, S. Babaoğlu, R. Kaykaç ve A. Cidacı | 2022 | Araştırma Makalesi | EÜAŞ Merkez Kampüs 2021 Yılı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması | Enerji | IPCC ve DEFRA Metodolojileri |
| E. Kılıç ve E. Önler | 2022 | Araştırma Makalesi | Tekirdağ İli Çorlu İlçesinde Toplu Taşıma Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması Üzerine Bir Araştırma | Ulaşım | IPCC Tier 1 metodolojisi |
| G.N.Güğül ve N.Kılınç | 2022 | Araştırma Makalesi | Uzaktan Eğitim ile Örgün Eğitimin Karbon Ayak İzine Etkilerinin Karşılaştırılması | Eğitim | IPCC Tier1 metodolojisi |
| İ. Kırbaş, T. Kocakulak | 2022 | Araştırma Makalesi | Burdur İli Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi | Coğrafya | DEFRA Metodolojisi |
| A. K. Seyhan, M. Çerçi | 2022 | Araştırma Makalesi | IPCC Tier 1 ve DEFRA Metotları ile Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi: Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi'nin Yakıt ve Elektrik Tüketimi Örneği | Eğitim | IPCC ve DEFRA Metodolojileri |
| A. P. Bulut | 2023 | Araştırma Makalesi | Sivas ilinde Karayolundan Kaynaklanan Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi | Ulaşım | IPCC Tier1 ve Tier 2 metodolojileri |
| M. Z. Büyükcam ve F. Bedük | 2023 | Araştırma Makalesi | Konya Gençlik Merkezi Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi | Eğitim | IPCC Tier1 ve Tier 2 metodolojileri |
| G. Coşgun | 2023 | Yüksek Lisans Tezi | Tekstil Sektöründe Karbon Ayak İzi Hesaplaması ve Analizi | Tekstil | IPCC ve DEFRA Metodolojileri |
| G. Çolak, B. A. Türkmen | 2023 | Araştırma Makalesi | Kurumsal Karbon Ayak İzi Analizi: Bir Kimya Fabrikası için Örnek Hesaplama | Kimya | IPCC Tier-1, Tier-2 ve DEFRA Metodolojileri |
| M. Çakmak Arı, S. Başakçılardan Kabakçı | 2024 | Araştırma Makalesi | Bir Organize Sanayi Bölgesinde Sera Gazı Envanteri Hazırlanması ve | Sanayi | IPCC Tier 1 metodolojisi |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Emisyon Azaltım Projelerinin Belirlenmesi | | |
| G. Tosun ve Ö.Tunç Dede | 2024 | Araştırma Makalesi | Karbon Ayak İzi Hesaplamalarında Enerji Tüketiminin Örnek Bir Çalışma ile İncelenmesi | Eğitim | IPCC Tier 1 metodolojisi |
| S. Sandallar | 2024 | Yüksek Lisans Tezi | Madencilik Sektöründe Karbon Ayak İzi Hesaplamaları ve Türkiye'deki Uygulamaları | Maden | IPCC Tier 1 metodolojisi |

### 2.1. Literatür Taraması Baskınlık Analizi

Çizelge 4'te yer alan 20 çalışma, çalışmada kullanılan hesaplama metodolojileri açısından kıyaslanmıştır ve ilgili kıyaslama, Çizelge 5'de ve Çizelge 6'da yer almaktadır.

Çizelge 5. Karşılaştırma Matrisi

| | DEFRA | IPCC Tier-1 | IPCC Tier-2 | IPCC Tier-3 | NGA 2014 |
|---|---|---|---|---|---|
| DEFRA | | 2 | | | |
| IPCC Tier-1 | 1 | | | | 1 |
| IPCC Tier-2 | | 5 | | | |
| IPCC Tier-3 | | 5 | 5 | | |
| NGA 2014 | | | | | |

Çizelge 6. Üstünlük Matrisi

| | DEFRA | IPCC Tier-1 | IPCC Tier-2 | IPCC Tier-3 | NGA 2014 |
|---|---|---|---|---|---|
| DEFRA | | | | | |
| IPCC Tier-1 | X | | X | X | |
| IPCC Tier-2 | | | | X | |
| IPCC Tier-3 | | | | | |
| NGA 2014 | | X | | | |

Çizelge 5'de çalışmalarda hangi yöntemin hangi yöntemden daha üstün olduğuna dair bilgilerin analizi yer almaktadır. İlk olarak DEFRA metodolojisinin, IPCC Tier-1 metodolojisinden üstün bulunduğu çalışma sayısı 2 iken, IPCC Tier-1 metodolojisinin DEFRA metodolojisinden üstün olduğu çalışma sayısı 1 olarak tespit edilmiştir. Böylelikle üstünlük matrisinde DEFRA, IPCC Tier-1'e baskın gelmektedir. Bu sonuç, DEFRA' nın ulusal emisyon faktörlerini içermesi ve yapılan çalışmaların da ulusal bazda olması olarak açıklanmaktadır. IPCC Tier-1 metodolojisinin, DEFRA metodolojisine göre 1 çalışmada üstün bulunmasının sebebini ise ilgili yöntemin içerdiği emisyon faktörlerinin uluslararası ölçekte daha geçerli olması ve bu anlamdaki kıyaslamalara olanak sağlaması şeklinde açıklanmaktadır.

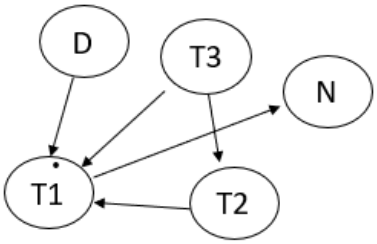
Dahası, IPCC Tier-3 metodolojisinin Tier-2 ve Tier-1 metodolojisinden üstün olduğu 5 çalışma tespit edilmiş böylelikle Tier-3 metodolojisi, Tier-2 ve Tier-1'e göre baskındır diyebiliriz. IPCC Tier-3 metodolojisinin, detaylı verileri barındırıyor olması ve daha güvenilir sonuçlar vermesi bu baskınlık analizinin sonucu olarak yorumlanabilir.

Son aşamada ise IPCC Tier-1 metodolojisinin NGA 2014 metodolojilerinden üstün kabul edildiği 1 çalışma olduğu tespit edilmiştir. Böylelikle IPCC Tier-1 daha baskındır diyebiliriz. Bu sonucu ise IPCC' nin daha geniş veri kaynaklarını içeriyor olması olarak yorumlanabilir.

Çizelge 6'da yer alan X işareti sütunda bulunan metodolojinin satırdaki metodolojiden üstün olduğu anlamına gelmektedir. Ok gösteriminde ok baskın olandan zayıfa doğru gitmektedir. Görsel 5'te ok gösterimi yapılmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

(D: DEFRA, T1: IPCC Tier-1, T2: IPCC Tier-2, T3: IPCC Tier-3, N: NGA 2014.)




Görsel 5. Ok Gösterimi

## 3. Karbon Ayak İzinin Hesaplanması

Karbon ayak izi, kurum/kuruluşların sera gazı emisyonlarının miktarını ölçen bir kavramdır. Genellikle ton $CO_2$ eşdeğerleri ($tCO_2e$) olarak ifade edilir. Karbon ayak izi, bir kişinin veya bir organizasyonun çevresel etkisini değerlendirmek ve azaltma çabalarını yönlendirmek için önemli bir araçtır. Böylelikle karbon ayak izinin tespit eden kurum/kuruluşlar enerji verimliliğini artırma yönünde adımlar atma, yenilenebilir enerji kullanımına yönelme, karbon salınımlarını azaltma ve karbon emisyonlarını telafi etme gibi çeşitli stratejileri geliştirme ve uygulama sürecine de dahil olabilir (Sayın 2024).

Kurum/kuruluşlarda karbon ayak izi hesaplama formülü, SG Protokolüne göre Kapsam 1 emisyonları, Kapsam 2 emisyonları ve Kapsam 3 emisyonları olmak üzere üç farklı içerikle raporlanırken, ISO 14064-1 standardına göre Kategori 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 olarak 6 içerikle beraber raporlanmaktadır. Hesaplaması için en yaygın uygulama ise belgelenmiş emisyon faktörlerinin (EF) kullanılarak, bunlar: IPCC, DEFRA, EPA, Ecoinvent ve ülkelerin sahip oldukları ulusal emisyon faktörleri aracılığıyla yapılan hesaplamalardır. IPCC kılavuzunda belirtilen "Tier-1 Metodu" formülü kullanılarak gerçekleştirilir. Denklem 1'de gösterilen hesaplama yöntemi "Karbon Ayak İzi" değerini hesaplamada kullanılmaktadır.

$$CF = AD * EF \qquad (1)$$

Denklem 1'de yer alan karbon ayak izi (CF) ifadesi, SG Protokolüne göre 3 kapsamdan, ISO 14064-1:2018 standardına göre ise tüm kategorilerden gelen karbon salınımları sebebiyle kurum/kuruluştan atmosfere yayılan emisyonların $CO_2e$ cinsinden değerini, faaliyet verisi (AD) ifadesi, prosese ilişkin ham veriyi ve emisyon faktörü (EF) ifadesi ise bir kirleticinin hacim, kütle, zaman vb. birim değeri için ortalama emisyon miktarını temsil etmektedir (Argun vd. 2019).

İşletmelerde karbon ayak izi hesaplama sıralaması şu şekildedir, veri toplama aşamasında öncelikle işletmenin faaliyetleriyle ilgili veriler toplanmalıdır. Bu veriler, enerji tüketimi, atık üretimi, ulaşım maliyetleri vb. etkenlerle ilgili olmalıdır. Emisyon katsayılarının tespitinde, işletmenin faaliyetleri sonucunda atmosfere salınan $CO_2$ eşdeğer gazların miktarını hesaplamak için emisyon katsayılarına ihtiyaç vardır. Hesaplama aşamasında ise toplanan veriler ve emisyon katsayıları kullanılarak karbon ayak izi tespit edilir.

### 3.1.Sera Gazı Protokolü (GHG Protokolü)

SG Protokolü, Avrupa Birliği Komisyonu tarafından kabul görmüş sera gazı emisyonlarının hesaplanması ve raporlanması için yol gösterici olan bir protokoldür. Kurum/kuruluşların sera

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

gazı emisyonlarının ölçülmesi, raporlanması ve azaltma stratejileri kapsamında iyileştirme önerilerinin sunulması noktasında kurum/kuruluşlara rehberlik sağlamaktadır. SG Protokolü üç farklı kapsam altında sınıflandırarak Kapsam1, Kapsam 2 ve Kapsam 3 olarak adlandırılmaktadır (Yılmaz 2024).

Kapsam 1, kuruluş sınırları içindeki ve kuruluşun sahip olduğu veya kontrol ettiği sera gazı emisyonlarından ve yutaklardan meydana gelmektedir. Kuruluş bağlamında kontrol edilebilir emisyonlar olarak görülmektedir. Bu aralığa dahil edilen emisyonları şu şekilde sıralayabiliriz, yakıt tüketimleri, şirket araçlarının yakıt tüketimi, soğuk gazlar, yangın koruma ve kaçak emisyonlar, forklift kullanımı Kapsam 1 emisyonları olarak değerlendirilmektedir. Kapsam 2, kuruluşun tedarik zinciri etkisiyle oluşan faaliyetlerinde meydana gelen emisyonlarını kapsamaktadır. Kuruluş bağlamında kontrol edilebilir emisyonlar olarak görülmektedir. Kapsam 2 sonucu oluşan ve bu aralığa dahil edilen emisyonları şu şekilde sıralayabiliriz, elektrik tüketimi ve buhar tüketimi. Kapsam 3, tedarik zinciri faaliyetleri ve kurum sonrası aktiviteler sonucunda ortaya çıkan emisyonlarını ele almaktadır. Kapsam 3 dahilinde oluşan karbon salınımları, kuruluş bağlamında kontrol edilemeyen emisyonlar olarak görülmektedir. Bu aralığa dahil edilen emisyonları şu şekilde sıralayabiliriz, nakliye, atık yönetimi, iş seyahatleri, kiralık araçlar ve otel konaklamaları (Çolak ve Türkmen 2023).

### 3.2.ISO 14064-1:2018 Standardı

ISO 14064, sera gazı emisyonlarının ölçülmesi, raporlanması ve doğrulanması ile ilgili uluslararası bir standarttır. Bu standart, üç ana bölüme ayrılmaktadır: ISO 14064-1, ISO 14064-2, ve ISO 14064-3 (ISO 14064-1:2018 Standardı, 2025) ISO 14064 standardına göre faaliyet yürüten şirketler, yalnızca uluslararası alanda kabul edilen bir standartta hareket etmekle kalmaz, aynı zamanda ülkesel yasal zorunluluklarını da yerine getirmiş olurlar (Kahraman 2024).

#### 3.2.1. Sera Gazı Envanter Kategorileri

Sera gazı envanter kategorileri, organizasyon düzeyinde şu kategorilerde toplanmaktadır, doğrudan SG emisyonları ve uzaklaştırmaları, ithal edilen enerjiden kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonları, ulaşımdan kaynaklı dolaylı sera gazı emisyonu, kuruluş tarafından kullanılan ürünlerden kaynaklanan SG emisyonları, kuruluşa ait ürünlerin kullanımıyla bağlantılı dolaylı SG emisyonları ve diğer dolaylı sera gazı emisyonlarıdır. Kurum/kuruluş, $CO_2$, $CH_4$, $N_2O$, $NF_3$, $SF_6$ ve diğer uygun sera gazı grupları (HFC'ler, PFC'ler, vb.) için doğrudan ve dolaylı sera gazı emisyonlarını $tCO_2e$ olarak tespit etmelidir. Aynı zamanda sera gazı uzaklaştırmalarını da $tCO_2e$ cinsinden ölçmelidir (Coşgun 2023).

#### 3.2.2. Kategori 1: Doğrudan Sera Gazı Emisyonları

Doğrudan sera gazı emisyonları ve uzaklaştırmaları, kuruluşun sınırları içindeki ve kontrol ettiği sera gazı emisyonlarından veya yutaklardan meydana gelmektedir. Bu kaynaklar sabit veya mobil olabilir. Motorlu taşıtlar, kamyonlar, gemiler, uçaklar, lokomotif, forkliftler gibi nakliye ekipmanlarında yanan yakıt sonucu mobil yanma kaynaklı doğrudan emisyonlardır. Doğrudan proses emisyonları ve endüstriyel proseslerden kaynaklanan emisyonlar, doğrudan emisyonlar arasında yer alır. Antropojenik sistemler de burada değerlendirilir.

#### 3.2.3. Kategori 2: Enerji Dolaylı Sera Gazı Emisyonları

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Enerji kaynaklı dolaylı sera gazı emisyonları, bir kuruluşun dışarıdan temin ettiği elektrik, ısı veya buharın üretimi sırasında ortaya çıkan karbon salınımlarını ifade etmektedir.

#### 3.2.4. Kategori 3: Ulaşımdan Kaynaklı Dolaylı Sera Gazı Emisyonları

Sera gazı emisyonları, kuruluş sınırlarının dışında bulunan kaynaklardan oluşmaktadır. Bu kaynaklar hareketlidir ve çoğunlukla nakliye ekipmanında yanan yakıt kaynaklarıdır. Kategori-3 aynı zamanda şu ilişkili emisyonları da içermektedir. Soğutma gazı sızıntıları, yakıt üretimi ve yakıt nakliyesi / dağıtımından kaynaklanan emisyonlar, ulaşım ekipmanının yapımı, ürünlerin müşteriye nakliyesi esnasındaki emisyonlar vb.

#### 3.2.5. Kategori 4: Bir Kuruluş Tarafından Kullanılan Ürünlerden Kaynaklanan Dolaylı Sera Gazı Emisyonları

Kuruluş tarafından satın alınan mallardan kaynaklanan dolaylı sera gazı emisyonlarıdır. Sera gazı emisyonları, kurumsal sınırların dışında bulunan kaynaklardan meydana gelmektedir.

#### 3.2.6. Kategori 5: Kuruluşun Ürettiği Ürünlerin Kullanımıyla İlişkili Dolaylı Sera Gazı Emisyonları

Kurum/kuruluşlar tarafından üretimi yapılan ürünlerin satışının yapılması ile ilgili süreç başlamaktadır. Kategori 5 hesaplamalarında makul değerler kullanılmaktadır. Çünkü ürün el değiştirdiği için yaşam döngüsü hakkında net bilgiye sahip olunamayabilir. Ürünlerin yaşam sonundaki bertarafı ve geri dönüşüm prosesleri bu kategori aracılığıyla hesaplanmaktadır.

#### 3.2.7. Kategori 6: Diğer Kaynaklar Dolaylı Sera Gazı Emisyonları

Bu kategorinin amacı, diğer kategoriler aracılığıyla hesaplamayan kuruma özgü karbon salınımlarını hesaplamaktır (Coşgun 2023).

SG Protokolü ve ISO 14064-1:2018 Standardı arasındaki farklar Çizelge 7'de gösterilmektedir.

Çizelge 7. Sera Gazı Protokolü ve ISO 14064-1Standardı Arasındaki Farklar

| SERA GAZI PROTOKOLÜ VE ISO 14064 ARASINDAKİ FARKLAR | | |
|---|---|---|
| **KRİTER** | **SG Protokolü** | **ISO 14064-1:2018** |
| **Esneklik** | Daha esnektir, sektörel olarak uyarlanabilir. | Daha katıdır, belirli kuralları içermektedir. |
| **Kullanım Amacı** | Şirket içi emisyon yönetimi ve raporlama yapmak amacıyla kullanılmaktadır. | Sertifikasyon, doğrulama ve resmi raporlama yapmak amacıyla kullanılmaktadır. |
| **Uluslararası Kabul** | İş dünyası ve hükümetler arasında yaygındır. | Uluslararası resmi standarttır ve sertifikasyon için uygundur. |
| **Standart Yapısı** | Esnektir, geniş kapsamlıdır. | 14064-1,14064-2,14064-3 olarak bölünmüştür. |
| **Sertifikasyon Odağı** | Gönüllü raporlama ve yönetim esastır. | Sertifikasyon ve doğrulama süreçleri içermektedir. |

### 3.3.Karbon Ayak İzi Hesaplamasında Kullanılan Veri Tabanları

#### 3.3.1. IPCC, Uluslararası Veri Tabanı

Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC), Birleşmiş Milletler (BM) ve Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) tarafından, 1988 yılında kurulan bir kuruluştur. Amaçları, iklim değişikliğini anlamak, politikaya yön vermek ve raporlar hazırlamaktır. IPCC' de yer alan Tier-

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

2 yaklaşımı Tier-1'e göre, Tier-3 yaklaşımı ise Tier-2 yaklaşımına göre daha detaylı veriler içermekle beraber çalışmadaki bulgular üzerinden hareketle gerekli hesaplamalar yapılabilmektedir (IPCC, 2025).

#### 3.3.2. DEFRA, UK

İngiltere Çevre, Gıda ve Kırsal İşler Bakanlığı (DEFRA), Birleşik Krallık'ta çevre, gıda ve kırsal alanlardan sorumlu hükümet departmanıdır. DEFRA' nın veri tabanları, çevre, tarım, gıda güvenliği ve kırsal kalkınma gibi alanlarda geniş bir veri seti sunar. Bu veriler, kamu politikalarını şekillendirmeye, bilimsel araştırmalara, çevresel yönetim ve izlemeye yardımcı olmak amacıyla kullanılmaktadır. DEFRA, sera gazı salınımları hakkında detaylı veriler sunar. Bu veriler, Birleşik Krallık'ın iklim değişikliğiyle mücadele çabalarına yardımcı olmaktadır (DEFRA, 2025).

#### 3.3.3. EPA, USA

Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA), çevreyi korumak amacıyla çeşitli veri tabanları ve araçlar sağlamaktadır. Karbon ayak izi ile ilgili olarak EPA'nın sunduğu veri tabanları ve araçlar, özellikle sera gazı emisyonları ve çevresel etkilerin izlenmesine yönelik bilgileri içermektedir. Daha çok satın alma yani kategori 4 için kullanışlıdır ve dolar cinsinden emisyon faktörleri ile beraber hesaplamalar yapılmaktadır (EPA, 2025).

#### 3.3.4. ECOINVENT

Ecoinvent, çevresel etki değerlendirmesi için sağladığı kapsamlı ve kaliteli veri setleriyle, hayat döngüsü değerlendirmesi yapan araştırmacılara yardımcı olur. Bu veri tabanı, ürünlerin veya hizmetlerin tüm yaşam döngüsü boyunca (ham madde çıkarımı, üretim, taşıma, kullanım ve atık yönetimi) meydana gelen çevresel etkilerini hesaplamak için kullanılır. Diğer veri tabanlarına göre detaylı olmakla beraber lisanslı bir veri tabanıdır.

Karbon ayak izinin hesaplanması sürecinde, emisyon faktör değerlerinin seçiminin yapıldığı veri tabanları arasındaki benzerlikler ve farklar Çizelge 8'de gösterilmektedir. Veri tabanları, çalışmalarda entegre olarak kullanılabilir. Örneğin, doğalgaz emisyon faktörü IPCC veri tabanından seçilirken, ulaşıma ait emisyon faktörü DEFRA veri tabanı aracılığıyla tercih edilebilir.

Çizelge 8. Karbon Ayak İzi Hesaplamalarında Kullanılan Veri Tabanları Arasındaki Farklar ve Benzerlikler

| Veri Tabanı | IPCC | DEFRA | EPA | Ecoinvent |
|---|---|---|---|---|
| **Amaç** | Küresel iklim değişikliği ile mücadele için bilimsel veriler sunmak ve politika önerileri sağlamak. | Çevresel etkiyi azaltmak için karbon ayak izi hesaplama verileri sağlamak. | Çevresel düzenlemeler yapmak ve karbon emisyonlarını izlemek. | Yaşam döngüsü analizine dayalı çevresel etki hesaplamaları yapmak. |
| **Coğrafi Kapsam** | Küresel (Tüm dünya için genel veriler sağlar). | İngiltere ve Birleşik Krallık'a odaklanır. | ABD ve bazı küresel veriler. | Küresel (Genel olarak dünya çapında birçok ülkenin verilerini içerir). |
| **Veri Türü** | Küresel karbon emisyon faktörleri, enerji, sanayi ve | Karbon salınım faktörleri, enerji tüketimi, ulaştırma | Karbon emisyon faktörleri, enerji ve | Yaşam döngüsü verileri, enerji tüketimi, emisyonlar, su |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ulaşım sektörleri için genel veriler. | ve atık yönetimi verileri. | ulaşım sektörleri için detaylı veriler. | kullanımı gibi çevresel etkiler. |
| **Veri Güncellemeleri** | Periyodik olarak güncellenir (genellikle 5-7 yılda bir). | Yılda bir güncellenir. | Yılda bir güncellenir, | Yılda birkaç kez güncellenir, sürekli olarak genişleyen veri tabanıdır. |
| **Detay Düzeyi** | Genel emisyon faktörleri ve global ortalamalar; yerel verilere genellikle yer verilmez. | İngiltere'ye özel detaylı veriler ve emisyon faktörlerine yer verilir. | ABD'ye özel detaylı veriler; global ve yerel veriler içerir. | Detaylı yaşam döngüsü verileri, ürünlerin çevresel etkileri hakkında çok sayıda veri içerir. |
| **Erişim** | Ücretsiz, internet üzerinden erişilebilir. | Ücretsiz, internet üzerinden erişilebilir. | Ücretsiz, internet üzerinden erişilebilir. | Ücretli erişim gerektirir (Lisans veya üyelik gereksinimleri olabilir). |
| **Hesaplama Yöntemi** | Emisyon faktörleri kullanılarak hesaplama yapılır. | Benzer şekilde, emisyon faktörleri kullanılarak hesaplama yapılır. | Emisyon faktörleri kullanılarak hesaplama yapılır. | Yaşam döngüsü analizi (LCA) kullanılarak, ürünlerin tüm çevresel etkileri hesaplanır. |

## 4. Sonuçlar ve Tartışma

Bu çalışma, kurumların faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını hesaplamanın çeşitli yöntemlerini incelemektedir. Bu süreçte kullanılan uluslararası standartlar ve protokoller, özellikle Sera Gazı Protokolü ve ISO 14064-1:2018 gibi yöntemlerin değerlendirilmesini ele almaktadır. Ayrıca, bu süreçte kullanılan veri tabanları ve hesaplama yöntemlerinin sektörel bazda nasıl farklılıklar gösterdiği tartışılmakta ve literatürde yer alan mevcut çalışmalarla bu hesaplamaların etkinliğine dair bir çıkarım yapılmaktadır. Dahası, Türkiye'deki sera gazı emisyonlarına dair TÜİK'in 2023 verileri de yer almakta olup, bu veriler Türkiye'nin sera gazı salınımlarındaki sektörel dağılımı ve emisyon trendlerini gözler önüne sermektedir. Kurumsal karbon ayak izinin hesaplanması, şirketler için sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada ve çevresel etkileri azaltmada önemli bir adım olarak vurgulanmaktadır.

2023 yılı itibari ile Türkiye'nin toplam sera gazı emisyon salınımları 598,9 Mton $CO_2$ olarak hesaplanmıştır. Türkiye, Paris İklim Anlaşması'na taraf olup, 2053 yılına kadar net sıfır emisyon hedefi belirleyerek karbon salınımlarını azaltmaya yönelik adımlar atmaktadır. Ancak, Türkiye'nin en yüksek emisyon değerlerinin enerji sektörü kaynaklı oluştuğuna değinecek olursak, yüksek fosil yakıt bağımlılığı ve hızla büyüyen enerji talebi, bu hedeflere ulaşmayı zorlaştıran önemli engellerdir. Karbon ayak izinin azaltılması, iklim değişikliğiyle mücadele ve çevreyi koruma açısından kritik öneme sahiptir. Türkiye gibi ülkeler için, Yeşil Mutabakata uyum sağlamak hem çevresel sorumluluğu artırmak hem de Avrupa Birliği ile ticaret ilişkilerinde rekabet avantajı elde etmek için kritik bir fırsat sunmaktadır.

Yapılan literatür araştırması sonucunda en fazla karbon ayak izi hesaplaması alanında çalışmaya tabi olan sektörün, ulaşım sektörü olduğu görülmüştür. Fosil yakıt kullanımının artması sonucu sera gazı emisyonlarında hızlı bir artış olduğu, bu kapsamda özellikle karayolu ulaşımından kaynaklanan karbon salınımlarının artış gösterdiği tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç, karayolu ulaşımının Türkiye'de ulaşım sektörünün merkezi konumunda olması ve küresel ısınmanın önemli sebeplerinden birisinin de şehir içi ulaşımı olması tespitiyle uyuşmaktadır (Güğül ve Kılınç 2022).

Türkiye'nin 10. Kalkınma Planında şu ibare geçmektedir, ulaşım sektörünün karbon emisyonlarının tespitinde karayolu ulaşımının büyük bir payının olduğu, bu durumun çevresel problemlere sebebiyet verdiği ve ulaştırma sektörü temelli karbon salınımlarının enerji sektöründe %22 oranında paya sahip olduğunu, diğer taraftan ulusal bazdaki emisyon değerinin ise %15'lik bir kısmını oluşturduğu tespit edilmiştir (Kılıç ve Önler 2022).

Literatürdeki çalışmaları ulaşım sektöründen sonra ise sırasıyla: eğitim, enerji, üretim, kimya, tekstil, tarım, coğrafya alanında yapılan çalışmalar takip etmektedir.

Aynı zamanda, literatürde kullanılan metodolojilere dair baskınlık analizine yer verilerek, hangi yöntemin hangi yöntemden üstün olduğuna dair çıkarımlarda bulunulmuştur. DEFRA' nın, IPCC' den ve IPCC Tier-3'ün Tier-2 ve Tier-1'den, IPCC Tier-2'nin ise Tier-1'den üstün olduğu yapılan analizlerle tespit edilmiştir.

Çalışmada, emisyon hesaplamalarında kullanılan veri tabanları arasındaki (IPCC, DEFRA, EPA ve Ecoinvent) benzerlik ve farklılıklardan da bahsedilmiştir. Bu farklılıklara değinecek olursak, DEFRA ve EPA, yerel emisyon faktörleri sunduğundan dolayı ulusal veriler isteyen kurumlar için daha uygundur. IPCC ve Ecoinvent ise global hesaplamalar için tercih edilmektedir. Ayrıca, Ecoinvent, yaşam döngüsü değerlendirmeleri için geniş bir veri kümesi sunarken, EPA ve DEFRA daha sık güncellenen ve açık erişimli veri tabanlarıdır.

## 5. Kaynakça

Alagöz, D., Coşkun, E., Babaoğlu, S., Kaykaç, R., & Cidacı, A. (2022). EÜAŞ Merkez Kampüs 2021 Yılı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması. Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik, **23**, 161-166.

Argun, M., Ergüç, R., & Sarı, Y. (2019). Konya / Selçuklu İlçesi Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi, **7**, 287-297. doi:https://doi.org/10.15317/Scitech.2019.199

Büyükcam, M., & Bedük, F. (2023). Konya Gençlik Merkezi Karbon Ayak İzi. Niğde Ömer HalisDemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, **12**, 1101-1108. doi:http://doi.org/10.28948/ngumuh.1243783

Civelekoğlu, G., & Bıyık, Y. (2020). Isparta İlinde Karayolu Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması. Bilge International Journal of Science and Technology Research, **4**, 78-87.

Coşgun, G. (2023). Tekstil Sektöründe Karbon Ayak İzi Hesaplaması ve Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, 77.

Coşkun, S., & Doğan, N. (2021). Tekstil Endüstrisinde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, **25**, 28-35. doi:http://doi.org/10.19113/sdufenbed.670336

Çakmak Arı, M., & Başakçılardan Kabakcı, S. (2024). Bir Organize Sanayi Bölgesinde Sera Gazı Envanteri Hazırlanması ve Emisyon Azaltım Projelerinin Belirlenmesi. Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, **10**, 465-477. doi:http:/doi.org/10.21324/dacd.1410541

Çolak, G., & Türkmen, B. (2023). Kurumsal Karbon Ayak İzi Analizi: Bir Kimya Fabrikası İçin Örnek Hesaplama. Artvin Çoruh Üniversitesi Doğal Afetler Uygulama ve Araştırma Merkezi Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, **9**, 191-201. doi:https://doi.org/10.21324/dacd.1120858

Demirci, M. O. (2024). Metal Sektöründe Karbon Ayak İzi ve Su Ayak İzi Hesaplaması. Yüksek Lisans Tezi,Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Konya, 76.

Gökçek, Ö., Bozdağ, A., & Demirbağ, H. (2019). Niğde Ömer HalisDemir Üniversitesi Örneğinde Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. Ömer HalisDemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, **8,** 721-730. doi:http://doi.org/10.28948/ngumuh.514438

Güğül, G., & Kılınç, N. (2022). Uzaktan Eğitim ile Örgün Eğitimin Karbon Ayak İzine Etkilerinin Karşılaştırılması. Journal of Advanced Research in Natural and Applied Sciences, **8**, 124-131. doi:https://doi.org/10.28979/jarnas.944816

Güller, S., & Balcı, A. (2018). Muğla Atıksu Arıtma Tesisi Karbon Ayak İzinin Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, **22**, 547-555. doi:http://doi.org/10.19113/sdufbed.11001

ISO 14064-1:2018 Standardı. (2025). Türk Standartları Enstitüsü ISO 14064 Standardı.

Kahraman, K. (2024). Karbon Ayak İzi Hesaplaması: Çimento Fabrika Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 100.

Kılıç, E., & Önler, E. (2022). Tekirdağ İli Çorlu İlçesinde Toplu Taşıma Kaynaklı Karbon Ayak İzinin Hesaplanması Üzerine Bir Araştırma. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 67-72. doi:http://doi.org/10.61590/ejosat.1109748

Kırbaş, İ., & Kocakulak, T. (2022). Burdur İli Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, **24**, 317-328. doi:https://doi.org/10.21205/deufmd.2022247028

Kumaş, K., Akyüz, A., Zaman, M., & Güngör, A. (2019). Sürdürülebilir Bir Çevre için Karbon Ayak İzi Tespiti:MAKÜ Bucak Sağlık Yüksekokulu Örneği. El-Cezeri Fen ve Mühendislik Dergisi, **6**, 108-117. doi:http://doi.org/10.31202/ecjse.459478

Kurnuç Seyhan, A., & Çerçi, M. (2022). IPCC Tier 1 ve DEFRA Metotları ile Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi: Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi'nin Yakıt ve Elektrik Tüketimi Örneği. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, **26**. doi:http://doi.org/10.19113/sdufenbed.1061021

Polat Bulut, A. (2023). Sivas İlinde Karayolundan Kaynaklanan Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, **26**, 166-176. doi:https://doi.org/10.17780/ksujes.1191091

Sayın, S. (2024). Bir Entegre Katı Atık Depolama Tesisinde Karbon Ayak İzi Hesaplaması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 55.

Semiz, G., Torun, E., Shahbazı, A., & Yurtseven, E. (2024). İklim Adaleti Çerçevesinde Bazı Ülkelerin Karbon Emisyonlarının Karşılaştırmalı Analizi. Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, **29**, 835-845. doi:https://doi.org/10.37908/mkutbd.1491458

Tosun, G., & Tunç Dede, Ö. (2024). Karbon Ayak İzi Hesaplamalarında Enerji Tüketiminin Örnek Bir Çalışma ile İncelenmesi. Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, **14**, 932-943. doi:hhtp://doi.org/10.31466/kfbd.1458712

Yakut, S. (2022). Ankara, İstanbul ve İzmir İllerine Ait Karbon Ayak İzi Hesaplaması ve Monte Carlo Simülasyonu İle Belirsizlik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, 227.

Yalılı, M., Dönmez, T., & Adalı, S. (2021). Karayolu Ulaşımında Yakıt Tüketimine Bağlı Karbon Ayak İzi Değişimi: Çanakkale Örneği. GÜFBED, **11**, 943-955. doi:http://doi.org/10.17714/gumusfenbil.848016

Yılmaz, Y. (2024). Hükümetler Arası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Yöntemiyle Endüstriyel İşletmelerde Karbon Ayak İzi Hesaplama. Yüksek Lisans Tezi,Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,Kocaeli, 52.

**İnternet kaynakları**

1- https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/ (03.04.2025)
2- https://ghgprotocol.org/Third-Party-Databases/Defra (03.04.2025)
3- https://www.epa.gov/ (03.04.2025)
4- TÜİK Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2023-53974 (03.04.2025)

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# PREDICTING AC POWER PRODUCTION IN SOLAR PLANTS USING CATBOOST AND LIGHTGBM: A COMPARATIVE ANALYSIS

**Öğr. Gör. Dr. Hasan UZEL**
Yozgat Bozok University Akdağmadeni Vocational School
hasan.uzel@bozok.edu.tr - 0000-0002-8238-2588

**Dr. Öğr. Üyesi Yıldırım ÖZÜPAK**
Dicle University Silvan Vocational School
yildirim.ozupak@dicle.edu.tr - 0000-0001-8461-8702

**Öğr. Gör. Dr. Feyyaz ALPSALAZ**
Yozgat Bozok University Akdağmadeni Vocational School
feyyaz.alpsalaz@bozok.edu.tr - 0000-0002-7695-6426

**Dr. Öğr. Üyesi Emrah ASLAN**
Mardin Artuklu University Faculty of Engineering and Architecture
emrahaslan@artuklu.edu.tr - 0000-0002-0181-3658

## ABSTRACT

Accurate prediction of AC power production in solar plants is crucial for efficient energy management and grid stability. This study compares the performance of two advanced gradient boosting models, CatBoost and LightGBM, in forecasting AC power production using meteorological and temporal features. A publicly available solar plant dataset, comprising 8760 hourly observations, is utilized, including features such as daily yield, total yield, ambient temperature, module temperature, irradiation, and DC power. The dataset is preprocessed by extracting temporal attributes (e.g., hour, day, month) and scaling numerical features. Both models are trained on 80% of the data and evaluated on the remaining 20% using Mean Squared Error (MSE), Root Mean Square Error (RMSE), and $R^2$ metrics. Results show that LightGBM outperforms CatBoost, achieving an $R^2$ of 0.9984, MSE of 2.41, and RMSE of 1.55, compared to CatBoost's $R^2$ of 0.9923, MSE of 4.09, and RMSE of 2.02. Feature importance analysis

reveals that irradiation is a key predictor of AC power production. This study provides practical insights for improving solar energy forecasting and optimizing renewable energy systems.

**Keywords :** Solar power forecasting, AC power production, CatBoost, LightGBM, machine learning.

## 1. INTRODUCTION

Solar energy plays a pivotal role in the global transition to renewable energy systems, offering a sustainable solution to meet rising energy demands. Accurate forecasting of AC power production in solar plants is essential for optimizing energy management, ensuring grid stability, and minimizing operational costs [1], [2]. Machine learning techniques, particularly gradient boosting algorithms, have gained prominence in solar energy forecasting due to their ability to model complex, non-linear relationships in meteorological and temporal data [3], [4]. While traditional gradient boosting methods have shown promise, advanced models like CatBoost and LightGBM offer enhanced capabilities, such as efficient handling of categorical features and improved computational efficiency [5], [6]. However, their comparative performance in predicting AC power production remains underexplored. This study addresses this gap by evaluating CatBoost and LightGBM in forecasting AC power production using a comprehensive dataset from a solar plant, which includes features like irradiation, ambient temperature, and DC power. The primary objective is to compare the predictive accuracy of these models and identify key factors influencing AC power production. This work contributes to the literature by providing a detailed performance comparison, highlighting the role of meteorological features, and offering practical insights for enhancing solar energy forecasting in real-world applications.

## 2. METHODOLOGY

### 2.1. Data Description

The dataset used in this study is sourced from a solar power plant and is publicly available on Kaggle [7]. It comprises two merged datasets: generation data and weather sensor data, containing 8760 hourly observations collected between May 15, 2020, and June 17, 2020. The generation data includes features such as DC power (DC_POWER), AC power (AC_POWER), daily yield (DAILY_YIELD), total yield (TOTAL_YIELD), and a unique identifier for each inverter (SOURCE_KEY). The weather sensor data provides meteorological features, including ambient temperature (AMBIENT_TEMPERATURE), module temperature (MODULE_TEMPERATURE), and irradiation (IRRADIATION). The target variable for prediction is AC_POWER, representing the AC power output of the solar plant. To capture temporal dynamics, additional features are engineered, such as hour of the day (HOURS), minutes (MINUTES), total minutes passed (TOTAL MINUTES PASS), day (DAY), month (MONTH), and week (WEEK). After preprocessing, the dataset includes 8760 rows and 12 columns, providing a comprehensive representation of meteorological and temporal factors influencing AC power production.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

### 2.2. Data Preprocessing

Several preprocessing steps are applied to prepare the dataset for modeling. The DATE_TIME column is parsed to extract temporal features, including HOURS, MINUTES, DAY, MONTH, and WEEK, using the pandas library. The SOURCE_KEY categorical variable, representing unique inverters, is encoded into numerical format using LabelEncoder to ensure compatibility with gradient boosting models. Numerical features, such as DAILY_YIELD, TOTAL_YIELD, AMBIENT_TEMPERATURE, MODULE_TEMPERATURE, IRRADIATION, and DC_POWER, are retained as predictive features, while AC_POWER is set as the target variable. No missing values are detected in the dataset, ensuring data integrity. The dataset is split into training and testing sets with an 80-20 ratio, using a random seed of 21 for reproducibility. This split ensures that the models are evaluated on unseen data, providing a realistic assessment of their predictive performance in real-world solar power forecasting scenarios.

### 2.3. Models

Two advanced gradient boosting models are employed in this study: CatBoost and LightGBM, both of which are well-suited for regression tasks involving complex, non-linear relationships. CatBoost, developed by Yandex, is designed to handle categorical features efficiently and mitigate overfitting through techniques like ordered boosting [5]. LightGBM, developed by Microsoft, is optimized for high performance and scalability, using histogram-based learning and leaf-wise tree growth to achieve faster training and better accuracy [8]. Both models are configured with default hyperparameters, except for the random seed, which is set to 21 for reproducibility. The models are trained on the training set (80% of the data) and evaluated on the test set (20% of the data) to assess their predictive accuracy.

### 2.4. Evaluation Metrics

Model performance is assessed using three metrics: $R^2$ score, Mean Squared Error (MSE), and Root Mean Square Error (RMSE). The $R^2$ score measures the proportion of variance in the target variable (AC_POWER) explained by the model, with values closer to 1 indicating a better fit. MSE quantifies the average squared difference between predicted and actual values, while RMSE, the square root of MSE, provides an interpretable measure of prediction error in the same units as the target variable. These metrics are chosen to provide a comprehensive evaluation of the models' predictive capabilities, balancing explanatory power and error magnitude, which are critical for solar power forecasting applications.

## 3. RESULTS AND DİSCUSSİON

### 3.1. Model Performance

The performance of CatBoost and LightGBM models in predicting AC power production is evaluated using $R^2$, MSE, and RMSE metrics, as summarized in Table I. LightGBM outperforms CatBoost, achieving an $R^2$ of 0.9984, MSE of 2.41, and RMSE of 1.55, compared to CatBoost's $R^2$ of 0.9923, MSE of 4.09, and RMSE of 2.02. The higher $R^2$ score of LightGBM indicates that it explains approximately 99.84% of the variance in AC power production, compared to 99.23% for CatBoost. Additionally, LightGBM's lower MSE and RMSE values reflect its ability to produce more accurate predictions with smaller errors, which is critical for reliable solar power forecasting. These results highlight LightGBM's superior predictive capability in this context.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Table 1. Model Performance Comparison**

| Model | $R^2$ | MSE | RMSE |
|---|---|---|---|
| CatBoost | 0.9923 | 4.09 | 2.02 |
| LightGBM | 0.9984 | 2.41 | 1.55 |

3.2. . Data Analysis

The dataset exhibits significant temporal and meteorological variability, which is critical for understanding the patterns influencing AC power production. The distribution of key features is analyzed to assess their characteristics. The histogram of DC_POWER (Image 1) shows a right-skewed distribution, with most values clustered near zero and a long tail extending to 14000 kW, reflecting the diurnal nature of solar power production where power generation peaks during daylight hours and drops to zero at night. Similarly, DAILY_YIELD (Image 2) exhibits a right-skewed distribution, with values ranging from 0 to 8000 kWh, indicating variability in daily energy output influenced by weather conditions and solar availability. The IRRADIATION distribution (Image 3) also shows a right-skewed pattern, with most values between 0 and 0.2 W/m² and a smaller proportion reaching up to 1.2 W/m², highlighting the variability in solar radiation intensity over the observation period.

Time series analysis further reveals the temporal patterns in the dataset. The time series plot of DC_POWER (Image 4) from May 15, 2020, to June 17, 2020, shows daily peaks corresponding to midday hours, with values reaching up to 14000 kW on days with high solar radiation. A noticeable dip is observed around June 5, 2020, likely due to reduced irradiation or cloud cover. The DAILY_YIELD time series (Image 5) exhibits a cyclical pattern, with daily values accumulating throughout the day and resetting at midnight, peaking at around 6000 kWh on days with high production. The IRRADIATION time series (Image 6) mirrors the DC_POWER pattern, with daily peaks reaching up to 1.2 W/m², confirming the strong relationship between solar radiation and power generation. A scatter plot of DC_POWER versus DAILY_YIELD (Image 7), color-coded by IRRADIATION, demonstrates a clear correlation: higher DC_POWER values correspond to higher DAILY_YIELD, particularly when IRRADIATION exceeds 0.75 W/m². These patterns validate the inclusion of meteorological features like IRRADIATION and temporal features like HOURS in the predictive models, as they capture the cyclical and environmental factors driving AC power production.

The efficiency of power conversion from DC to AC is also analyzed. The time series plot of AC/DC conversion efficiency (Image 8) shows an average efficiency of 9.685%, with occasional spikes up to 10.1%, indicating variability in the conversion process possibly due to inverter performance or environmental factors. This efficiency metric provides additional context for understanding the relationship between DC_POWER and AC_POWER, the target variable in this study.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

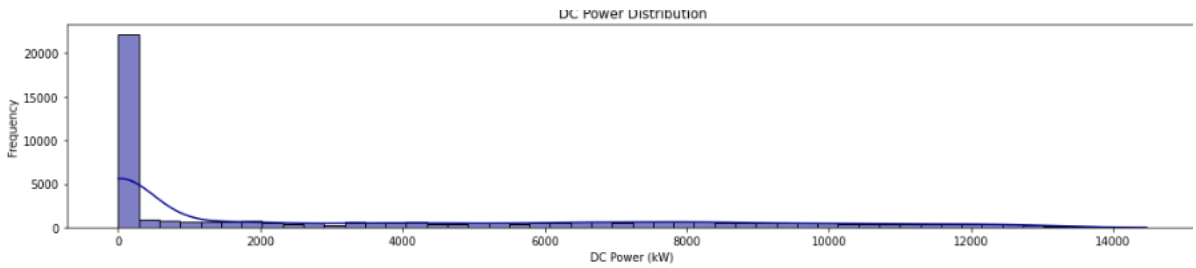



**Image 1. Distribution of DC_POWER.**

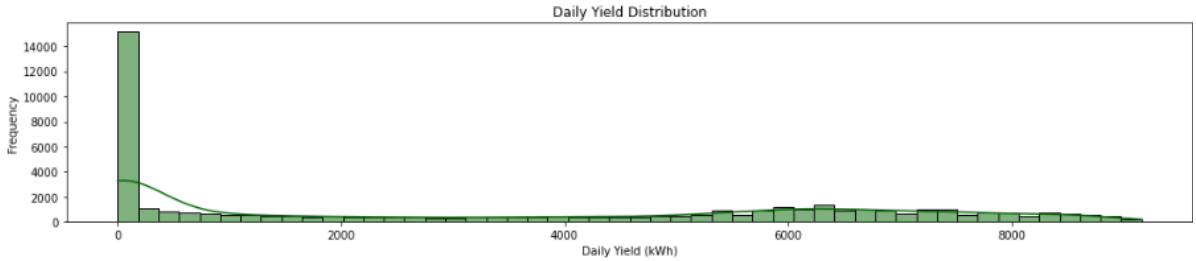



**Image 2. Distribution of DAILY_YIELD, exhibiting variability in daily energy output.**

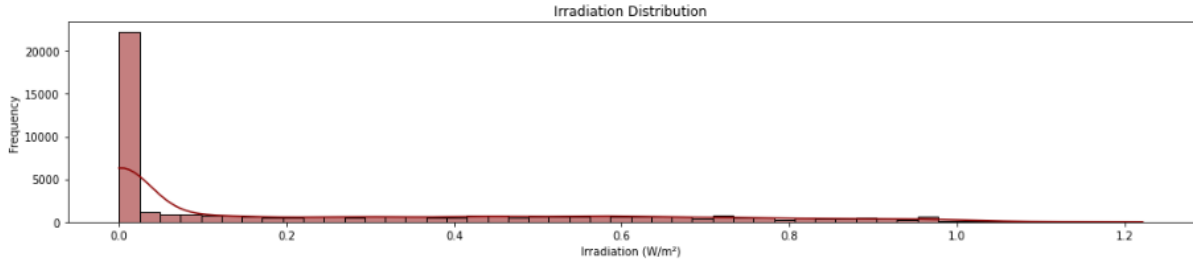



**Image 3. Distribution of IRRADIATION, highlighting variability in solar radiation intensity.**

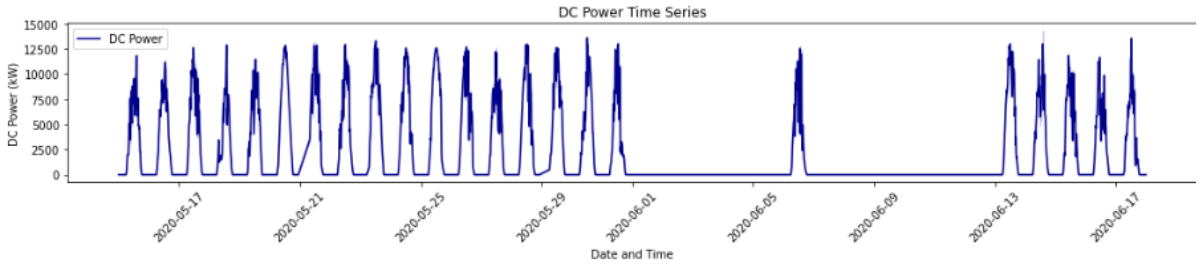



**Image 4. Time series plot of DC POWER from May 15, 2020, to June 17, 2020, showing daily peaks.**

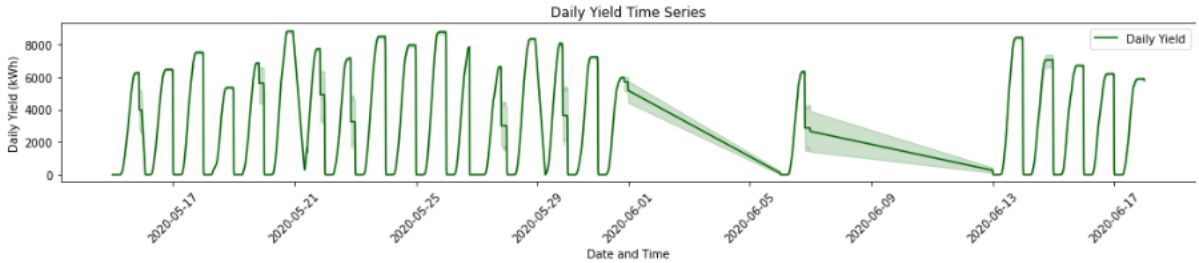



**Image 5. Time series plot of DAILY_YIELD, displaying cyclical patterns in daily energy accumulation.**

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

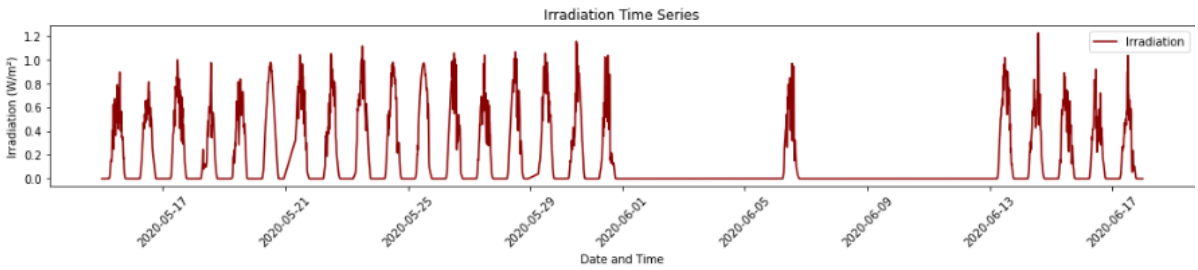



**Image 6. Time series plot of IRRADIATION.**

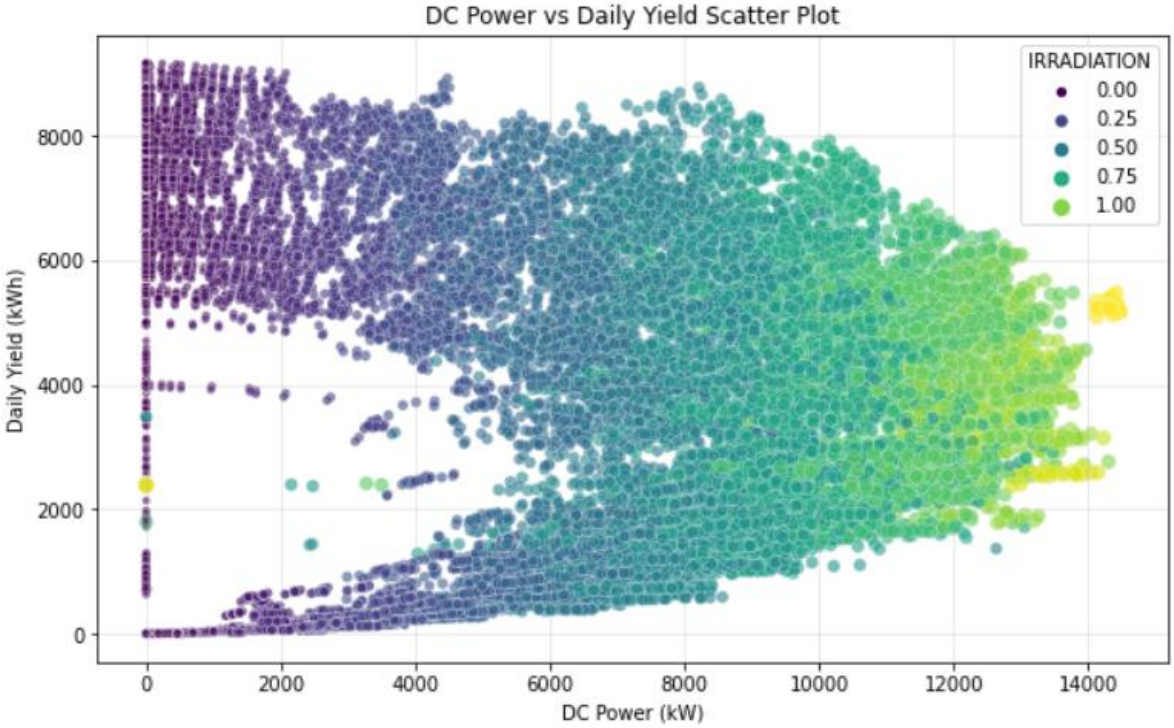



**Image 7. Scatter plot of DC_POWER versus DAILY_YIELD.**

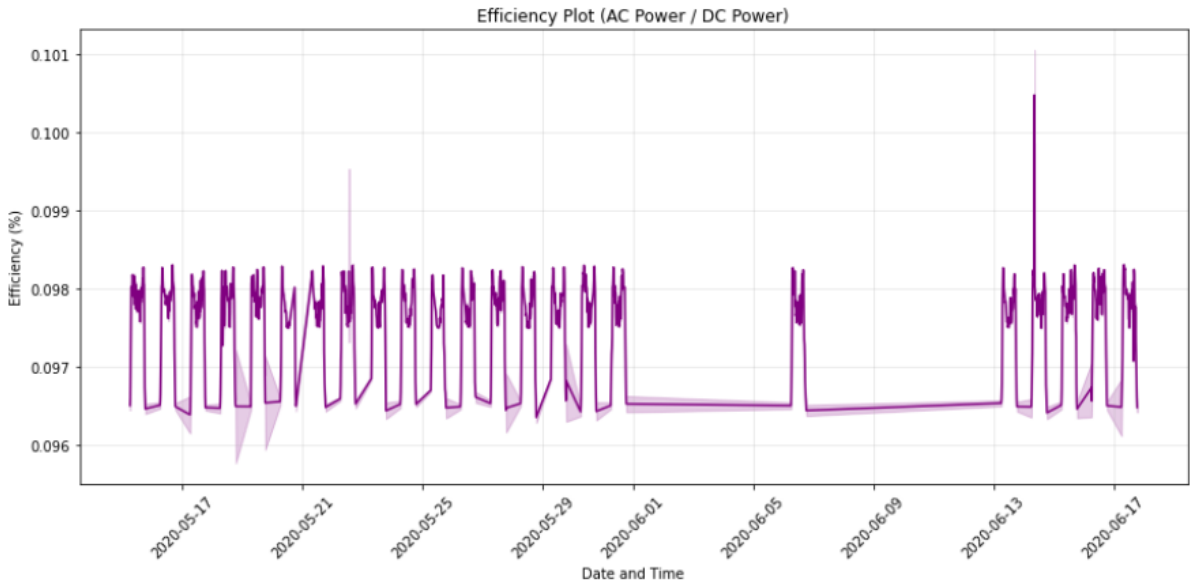



**Image 8. Time series plot of AC/DC conversion efficiency.**

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

### 3.3. Model Comparison

To further analyze the predictive capabilities of CatBoost and LightGBM, scatter plots of actual versus predicted AC power values are generated. For CatBoost (Image 9), the points cluster closely around the perfect prediction line (y=x), indicating strong predictive performance consistent with its $R^2$ of 0.9923. However, slight deviations are observed at higher values (1200-1400 range), suggesting minor inaccuracies in predicting peak AC power production. In contrast, LightGBM (Image 11) exhibits an even tighter alignment with the perfect prediction line, aligning with its superior $R^2$ of 0.9984 and lower RMSE of 1.55. The residual plots further confirm these findings. For CatBoost (Image cookies10), residuals are symmetrically distributed around zero, with most errors falling between -20 and +20, though some outliers exceed 40, indicating occasional larger prediction errors. LightGBM's residual plot (Image 12) shows a narrower error range (-10 to +10), with fewer outliers, reinforcing its higher accuracy and consistency. Feature importance analysis provides additional insights into the models' behavior. For CatBoost (Image 13), DC_POWER is the most important feature, followed by IRRADIATION, highlighting their dominant role in predicting AC power production. Other features, such as MODULE_TEMPERATURE and AMBIENT_TEMPERATURE, have a smaller but non-negligible impact. Similarly, LightGBM (Image 14) identifies DC_POWER as the most critical feature, followed by IRRADIATION, but assigns relatively higher importance to TOTAL_YIELD and DAILY_YIELD compared to CatBoost, suggesting differences in how the models prioritize features. These results underscore the physical relationship between DC power, irradiation, and AC power production, validating the feature selection process.

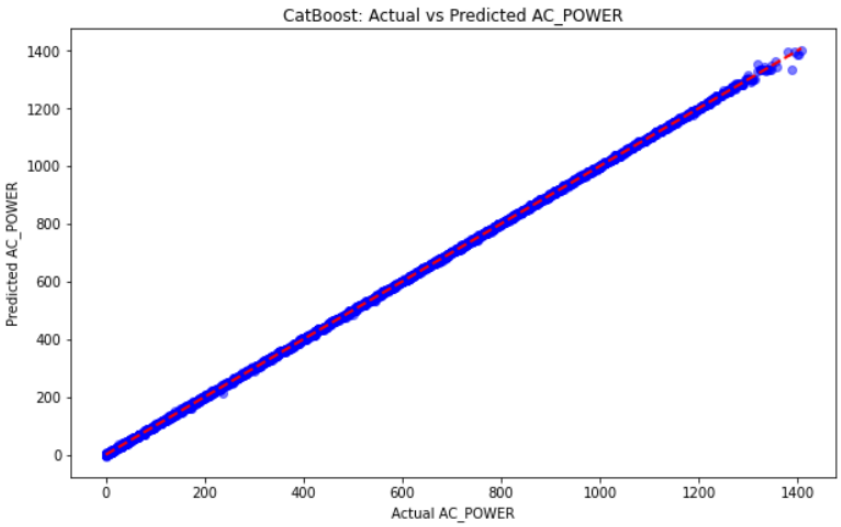



**Image 9. Actual vs. predicted AC power for CatBoost.**

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

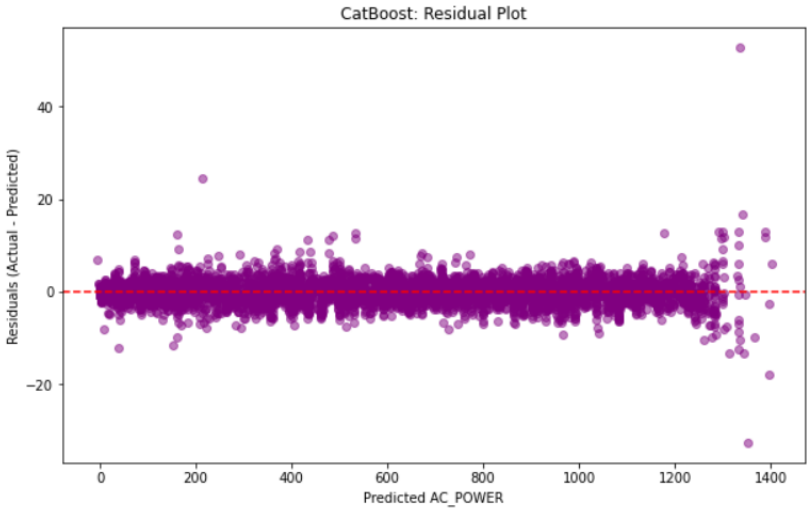



**Image 10. Residual plot for CatBoost, displaying the distribution of prediction errors.**

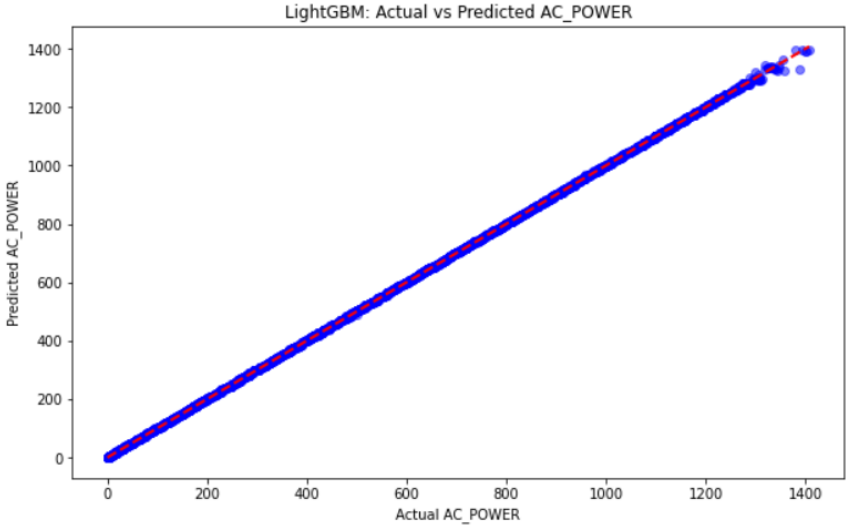



**Image 11. Actual vs. predicted AC power for LightGBM.**

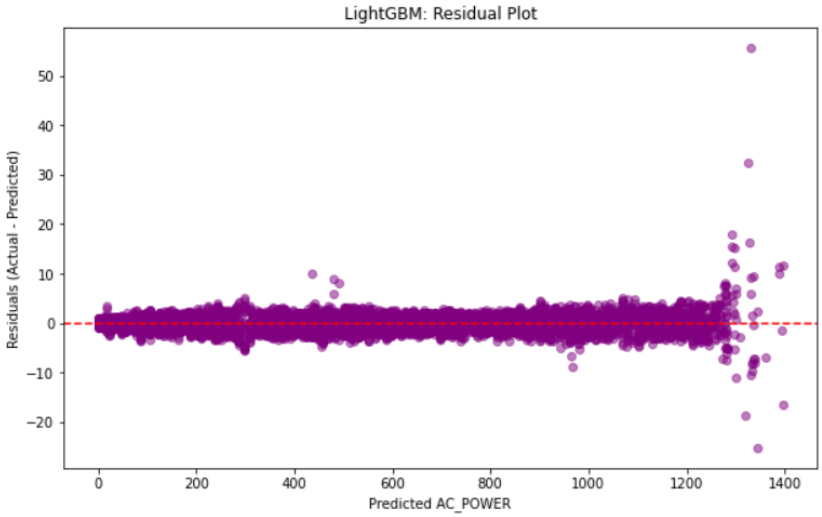



**Image 12. Residual plot for LightGBM, displaying the distribution of prediction errors.**

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

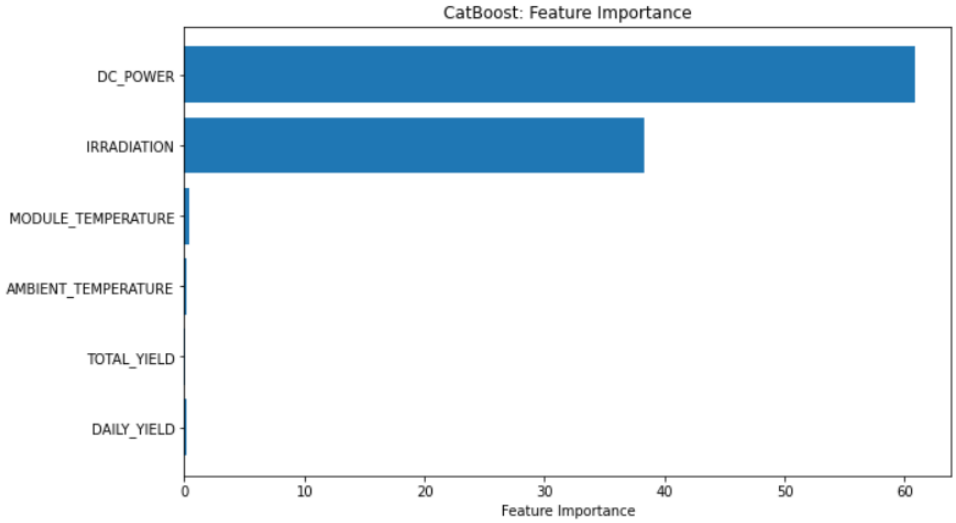



**Image 13. Feature importance for CatBoost, highlighting the dominance of DC power and irradiation.**

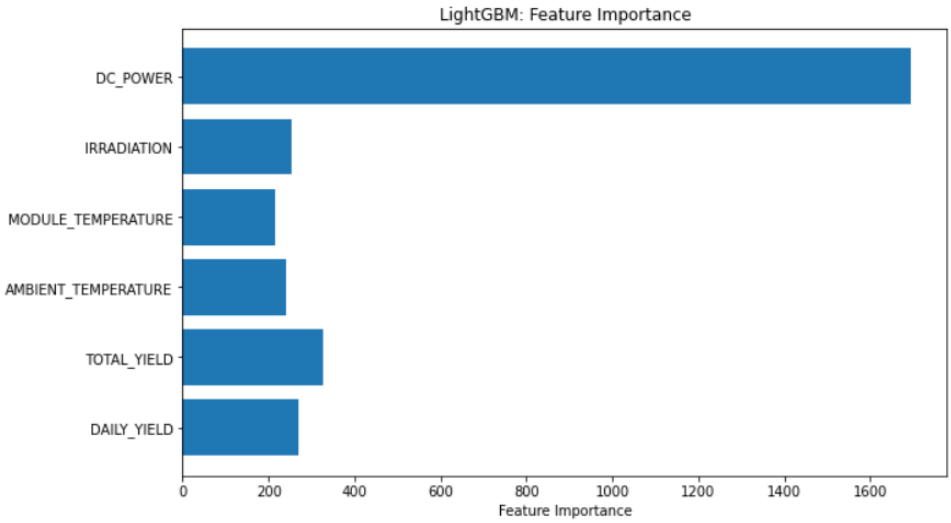



**Image 14. Feature importance for LightGBM, emphasizing the critical role of DC power and irradiation.**

### 3.4. Discussion

The results demonstrate that LightGBM outperforms CatBoost in predicting AC power production, as evidenced by its higher $R^2$ (0.9984 vs. 0.9923), lower MSE (2.41 vs. 4.09), and lower RMSE (1.55 vs. 2.02). This advantage can be attributed to LightGBM's optimized architecture, which leverages histogram-based learning and leaf-wise tree growth to achieve higher accuracy and efficiency [8]. The scatter and residual plots (Figs. 9-12) further confirm LightGBM's superior performance, showing tighter alignment with actual values and smaller prediction errors. Feature importance analysis (Figs. 13 and 14) highlights the critical role of DC_POWER and IRRADIATION in both models, consistent with the physical principles of photovoltaic systems, where DC power directly influences AC power output, and irradiation is a primary driver of energy generation [9], [10]. The relatively higher importance of TOTAL_YIELD and DAILY_YIELD in LightGBM suggests that it may better capture

cumulative production trends, contributing to its improved performance. These findings align with prior studies on solar power forecasting, which emphasize the importance of meteorological features like irradiation and temperature [1], [2]. The time series analysis (Figs. 4-6) and scatter plot (Image 7) further validate the strong relationship between IRRADIATION, DC_POWER, and AC_POWER, supporting the feature selection process. The AC/DC conversion efficiency of 9.685% (Image 8) indicates potential for improving inverter performance, as higher efficiencies could enhance overall energy output. Practically, LightGBM's enhanced accuracy can improve energy management by providing more reliable AC power predictions, reducing uncertainties in grid operations. Future work could explore hybrid models combining gradient boosting with deep learning techniques, such as LSTM, to capture both temporal dependencies and non-linear relationships, potentially further improving forecasting accuracy.

## 4. CONCLUSION

This study compared the performance of CatBoost and LightGBM in predicting AC power production in a solar plant using meteorological and temporal features. Results show that LightGBM outperforms CatBoost, achieving an $R^2$ of 0.9984, MSE of 2.41, and RMSE of 1.55, compared to CatBoost's $R^2$ of 0.9923, MSE of 4.09, and RMSE of 2.02. Feature importance analysis reveals that DC_POWER and IRRADIATION are the most critical predictors, underscoring their role in photovoltaic energy conversion. The superior performance of LightGBM highlights its potential for real-world solar power forecasting applications, enabling more accurate predictions and improved energy management. Future research could investigate the integration of additional features, such as cloud cover or wind speed, and explore hybrid models to further enhance forecasting accuracy, contributing to the advancement of renewable energy systems.

## REFERENCES

**1.** Alcañiz, A., Grzebyk, D., Ziar, H. and Isabella, O., Trends and Gaps in Photovoltaic Power Forecasting with Machine Learning, Energy Reports, December, 9, 447-471, 2023..

**2.** Kothona, D., Panapakidis, I. P. and Christoforidis, G. C., Day-ahead Photovoltaic Power Prediction Based on a Hybrid Gradient Descent and Metaheuristic Optimizer, Sustainable Energy Technologies and Assessments, June, 57, 103309, 2023.

**3.** Salari, A., Shalalfeh, L., Shami, A. and Sattar, A., Solar Power Output Prediction Using Advanced Machine Learning Techniques, Ain Shams Engineering Journal, August, 15, 8, 102796, 2024.

**4.** Krishnan, N., Ravi Kumar, K. and S. A. R., Solar Radiation Forecasting Using Gradient Boosting Based Ensemble Learning Model for Various Climatic Zones, Sustainable Energy, Grids and Networks, June, 38, 101312, 2024.

**5.** Prokhorenkova, L., Gusev, G., Vorobev, A., Dorogush, A. V. and Gulin, A., CatBoost: Unbiased Boosting with Categorical Features, Advances in Neural Information Processing Systems, 6638-6648, Montreal, Canada, 2018.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**6.** Sobue, Y., Morita, H. and Okuda, T., Short-term Solar Power Forecasting Using an Adaptive Ensemble of Gradient Boosting Machines, Energies, March, 17, 5, 1128, 2024.

**7.** Solar Power Generation Data, Kaggle, 2020. https://www.kaggle.com/datasets/anikannal/solar-power-generation-data (Accessed: 03.05.2025).

**8.** Ke, G. and others, LightGBM: A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree, Advances in Neural Information Processing Systems, 3146-3154, Long Beach, CA, USA, 2017.

**9.** Mondal, R., Roy, S. K. and Giri, C., Solar Power Forecasting Using Domain Knowledge, Energy, September, 302, 131709, 2024.

**10.** Alzahrani, J. S., Ahmad, M. W., Appiah, D., Kremers, J. and Nikolaidis, A. I., Data-driven Probabilistic Modelling of Solar Photovoltaic Output Using Multi-source Feature Extraction and Deep Learning, Energy and AI, April, 16, 100339, 2024.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# COMPARING CATBOOST AND GRADIENT BOOSTING FOR SOLAR POWER PRODUCTION FORECASTING: A MACHINE LEARNING APPROACH

**Öğr. Gör. Dr. Hasan UZEL**
Yozgat Bozok University Akdağmadeni Vocational School
hasan.uzel@bozok.edu.tr - 0000-0002-8238-2588

**Dr. Öğr. Üyesi Yıldırım ÖZÜPAK**
Dicle University Silvan Vocational School
yildirim.ozupak@dicle.edu.tr - 0000-0001-8461-8702

**Öğr. Gör. Dr. Feyyaz ALPSALAZ**
Yozgat Bozok University Akdağmadeni Vocational School
feyyaz.alpsalaz@bozok.edu.tr - 0000-0002-7695-6426

**Dr. Öğr. Üyesi Emrah ASLAN**
Mardin Artuklu University Faculty of Engineering and Architecture
emrahaslan@artuklu.edu.tr - 0000-0002-0181-3658

## ABSTRACT

Solar energy forecasting is crucial for efficient energy management and grid stability. This study compares the performance of two gradient boosting algorithms, CatBoost and Gradient Boosting, in predicting solar power production using meteorological and temporal features. A solar power plant dataset with 8760 hourly observations was utilized, containing features such as wind speed, radiation, air temperature, and lagged production values. The dataset was preprocessed by scaling features and adding temporal attributes such as hour, day, and season. Both models were trained with 50 iterations and evaluated using Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), and $R^2$ metrics. Results show that CatBoost achieved an $R^2$ of 0.8993, RMSE of 0.0586, and MAE of 0.0235, outperforming Gradient Boosting, which yielded an $R^2$ of 0.8894, RMSE of 0.0614, and MAE of 0.0232. The study highlights the effectiveness of CatBoost in solar energy forecasting and provides insights into feature

importance, with radiation showing a high correlation (0.89) with system production. Future work could explore additional features, such as cloud cover, to further enhance forecasting accuracy.

**Keywords :** Solar power forecasting, machine learning, CatBoost, Gradient Boosting, time series analysis.

## 1. INTRODUCTION

Solar energy has emerged as a vital renewable energy source, contributing significantly to global efforts toward sustainable energy systems. Accurate forecasting of solar power production is essential for optimizing energy management, ensuring grid stability, and reducing operational costs [2], [5], [9]. Machine learning techniques, particularly gradient boosting algorithms, have shown promise in modeling the complex relationships inherent in solar energy data due to their ability to handle non linear patterns and diverse feature sets [3], [6]. However, the comparative performance of advanced gradient boosting methods, such as CatBoost and Gradient Boosting, remains underexplored in the context of solar power forecasting, especially with respect to their ability to leverage temporal and meteorological features effectively. This study addresses this gap by evaluating the effectiveness of CatBoost and Gradient Boosting in predicting solar power production using a comprehensive dataset with meteorological and temporal features. The primary objective is to compare their performance and identify key factors influencing solar energy production, with a particular emphasis on CatBoost's superior predictive accuracy. This work contributes to the literature in three key ways: first, it provides a detailed performance comparison of CatBoost and Gradient Boosting, demonstrating CatBoost's superior accuracy ($R^2$ of 0.8993 vs. 0.8894); second, it highlights the critical role of meteorological features, such as radiation (with a 0.89 correlation to production), in improving forecasting models; and third, it offers practical insights for energy management by identifying a more effective algorithm for real-world solar power forecasting applications. The results pave the way for more robust forecasting models in renewable energy systems.

## 2. METHODOLOGY

### 2.1. Data Description

The dataset used in this study was sourced from a solar power plant and is publicly available on Kaggle [1]. It contains 8760 hourly observations, representing a full year of data, collected between January 2017 and January 2018. The dataset includes seven primary meteorological features: wind speed (m/s), sunshine (hours), air pressure (hPa), radiation ($W/m^2$), air temperature (°C), relative humidity (%), and system production (kWh), the target variable. These features were selected due to their influence on solar power generation, as meteorological conditions significantly impact photovoltaic system efficiency [8], [12]. To capture temporal dynamics, additional features were engineered, including hour, day, month, season, and lagged production values (Lag_1, Lag_2, Lag_3) for the previous three time steps. After preprocessing, the dataset consisted of 8760 rows and 8 columns, covering meteorological and temporal factors influencing solar power production.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

### 2.2. Data Preprocessing

Several preprocessing steps were applied to prepare the dataset for modeling, ensuring compatibility with gradient boosting algorithms. The time column (Date-Hour(NMT)) was converted to a datetime format using the pandas library to extract temporal features like hour, day, month, and season. The season feature was determined based on the month (e.g., December to February as winter) and one hot encoded to convert categorical values into numerical representations. To capture temporal dependencies, lagged production values (Lag_1, Lag_2, Lag_3) were added, representing system production at the previous three time steps, a common approach in time series analysis [11]. Numerical features, including wind speed, sunshine, air pressure, radiation, air temperature, relative humidity, and system production, were scaled using MinMaxScaler to normalize their ranges between 0 and 1, ensuring balanced influence on the models. Duplicate columns were removed to avoid redundancy. The distribution of numerical features was analyzed using histograms (Image 1), showing that sunshine and radiation are skewed toward lower values, typical for a solar power dataset with daily and seasonal cycles. Boxplots (Image 3) further reveal outliers in features like sunshine and radiation, justifying normalization. A correlation matrix (Image 2) highlights a strong correlation (0.89) between radiation and system production, and high correlations (0.89-1.00) between lagged production values and the target, emphasizing the role of meteorological and temporal features.

### 2.3. Models

Two gradient boosting models were employed: CatBoost and Gradient Boosting, both suited for regression tasks with complex relationships. Gradient Boosting builds an ensemble of decision trees sequentially, correcting errors of prior trees by minimizing a loss function [2]. Implemented via Scikit-learn, it served as a baseline due to its widespread use in regression tasks [2]. CatBoost, developed by Yandex, enhances traditional gradient boosting with features like efficient handling of categorical variables (e.g., season) and reduced overfitting [3]. It was chosen to leverage the dataset's temporal and categorical features, potentially outperforming traditional methods in solar power forecasting, where temporal and meteorological factors are critical. Both models were configured with 50 iterations, a learning rate of 0.1, and a maximum depth of 6, balancing complexity and efficiency. Hyperparameters were optimized through preliminary experiments to avoid overfitting. Early stopping was applied with a patience of 10 iterations, monitoring validation loss (RMSE). The dataset was split into training and testing sets (80-20 ratio, random seed 42) to evaluate performance on unseen data.

### 2.4. Data Preprocessing

Model performance was assessed using Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), and $R^2$ score. MAE measures the average absolute difference between predicted and actual values, RMSE emphasizes larger errors by calculating the square root of squared differences, and $R^2$ indicates the proportion of variance explained by the model, with higher values reflecting a better fit. These metrics were chosen to balance accuracy and explanatory power in solar power forecasting, where both small deviations and larger errors can impact energy planning and grid operations.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

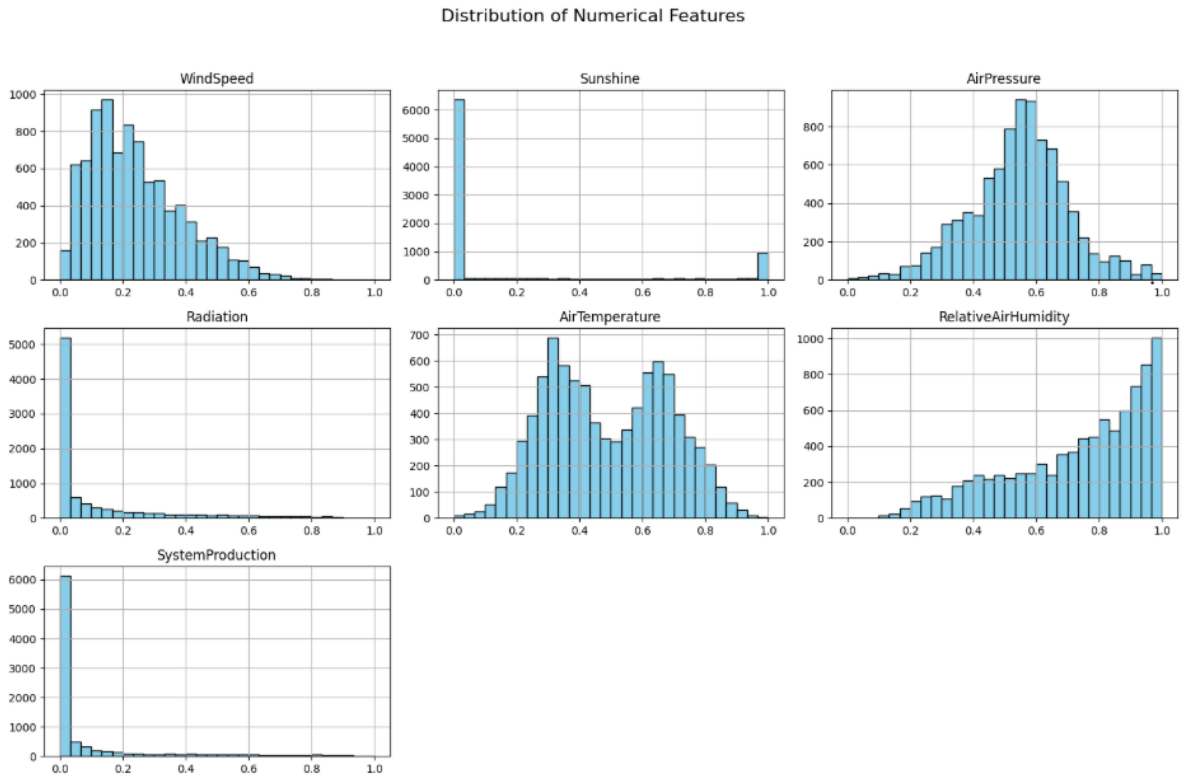
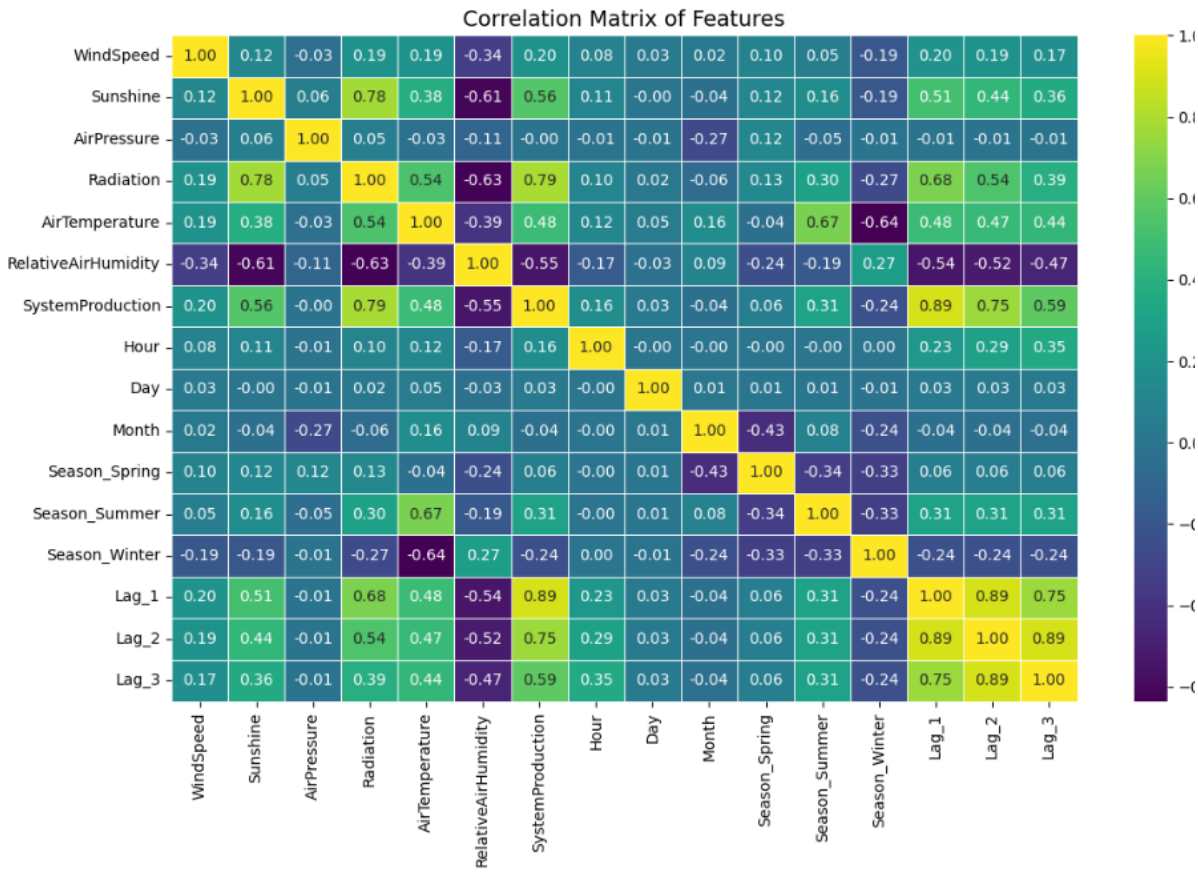



**Image 1. Distribution of numerical features, showing histograms of wind speed, sunshine, air pressure, radiation, air temperature, relative humidity, and system production.**



ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Image 2. Correlation matrix of features, with a notable correlation of 0.89 between radiation and system production.**

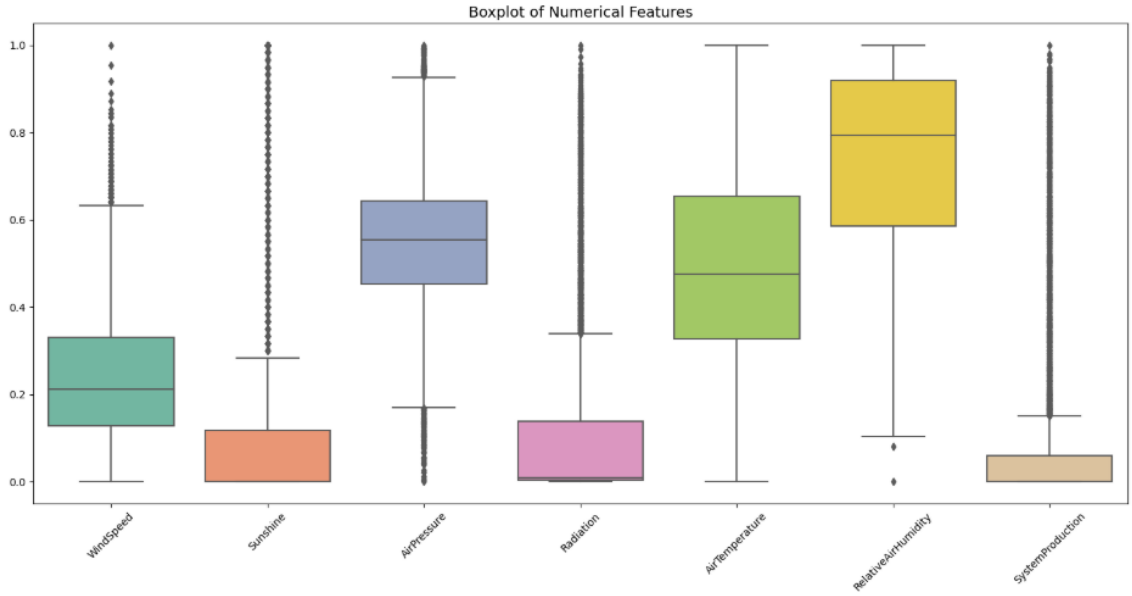



**Image 3. Boxplot of numerical features, highlighting variability and outliers in wind speed, sunshine, air pressure, radiation, air temperature, relative humidity, and system production.**

## 3. RESULTS AND DİSCUSSİON

### 3.1. Data Preprocessing

The dataset exhibits significant variability in its features, as evidenced by the boxplots and histograms presented in the methodology section (see Figs. 1 and 3). To further understand the temporal behavior of solar power production, a time series plot of system production was generated, as shown in Image 4. The plot, covering hourly observations from January 2017 to January 2018, reveals clear seasonal and daily patterns. Higher production values are observed during summer months (e.g., June to August), while lower production occurs in winter months (e.g., December to February), reflecting the impact of solar radiation and daylight hours on energy generation. Additionally, daily fluctuations are evident, with production peaking during midday hours and dropping to near zero at night. These patterns validate the inclusion of temporal features (e.g., hour, day, season) and lagged production values in the dataset, as they capture the autoregressive and cyclical nature of solar power production, which is critical for accurate forecasting.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

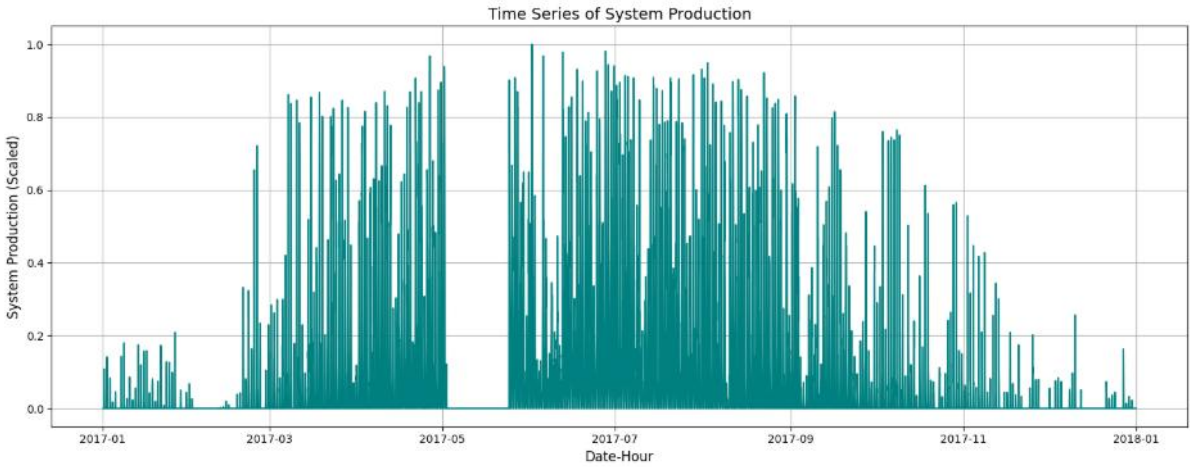



**Image 4. Time series plot of system production from January 2017 to January 2018.**

3.2. Model Performance

The performance of the two gradient boosting models, CatBoost and Gradient Boosting, was evaluated using MAE, RMSE, and $R^2$ metrics, as summarized in Table 1. CatBoost achieved an MAE of 0.0235, an RMSE of 0.0586, and an $R^2$ of 0.8993, outperforming Gradient Boosting, which recorded an MAE of 0.0232, an RMSE of 0.0614, and an $R^2$ of 0.8894. The higher $R^2$ value of CatBoost indicates a better fit to the data, explaining approximately 89.93% of the variance in system production, compared to 88.94% for Gradient Boosting. Additionally, CatBoost's lower RMSE reflects its ability to minimize larger prediction errors, which is crucial for reliable solar power forecasting. Although the MAE values are close, CatBoost's overall performance across all metrics demonstrates its superior predictive accuracy in this context.

**Table 1. Model Performance Comparison**

| Model | MAE | RMSE | $R^2$ |
|---|---|---|---|
| CatBoost | 0.0235 | 0.0586 | 0.8993 |
| Gradient Boosting | 0.0232 | 0.0614 | 0.8894 |

3.3. Model Comparison

To further analyze the models' predictive capabilities, scatter plots of actual versus predicted values were generated for both CatBoost (Image 5) and Gradient Boosting (Image 6). In both plots, the points cluster closely around the perfect prediction line (y=x), indicating strong predictive performance. However, CatBoost's predictions exhibit a slightly tighter alignment with the actual values, consistent with its higher $R^2$ value. The training and validation loss curves (RMSE) for CatBoost (Image 7) and Gradient Boosting (Image 8) show that both models converge effectively, with minimal overfitting. CatBoost's validation RMSE stabilizes at 0.0586, compared to 0.0614 for Gradient Boosting, reinforcing its superior accuracy. Similarly, the $R^2$ curves for CatBoost (Image 9) and Gradient Boosting (Image 10) illustrate their training and validation performance over iterations. CatBoost achieves a validation $R^2$ of 0.8993, slightly higher than Gradient Boosting's 0.8894, and maintains a smaller gap between training and validation $R^2$, indicating better generalization.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

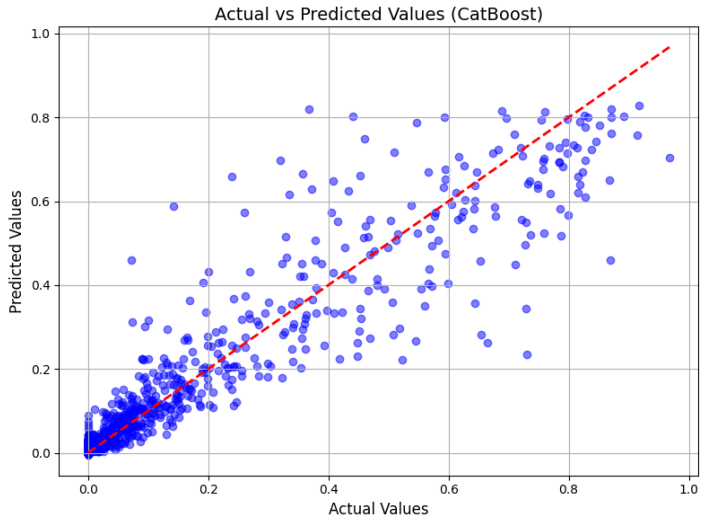



**Image 5. Actual vs. predicted values for CatBoost.**

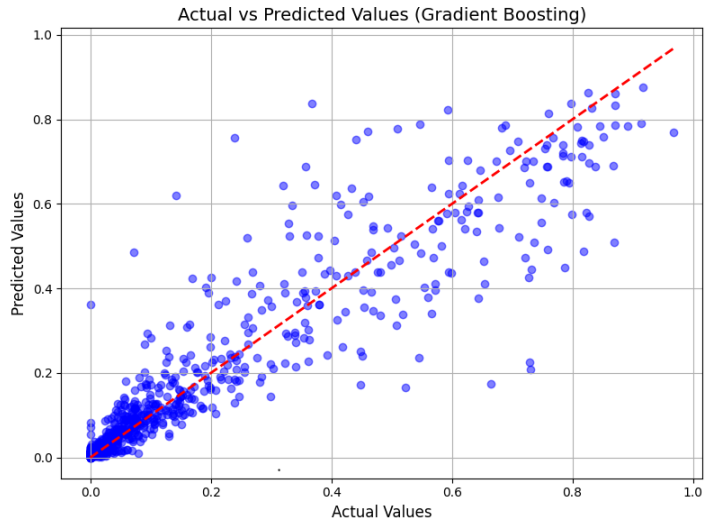



**Image 6. Actual vs. predicted values for Gradient Boosting.**

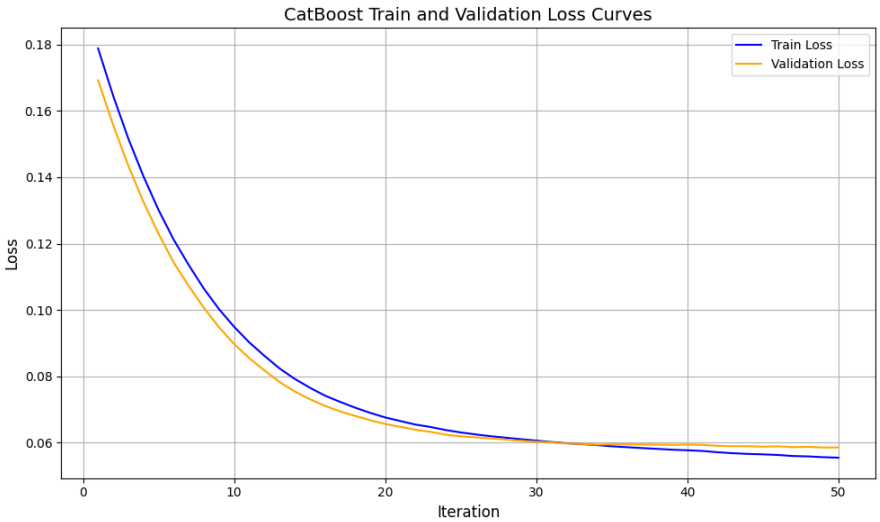



**Image 7. CatBoost train and validation loss curves (RMSE).**

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

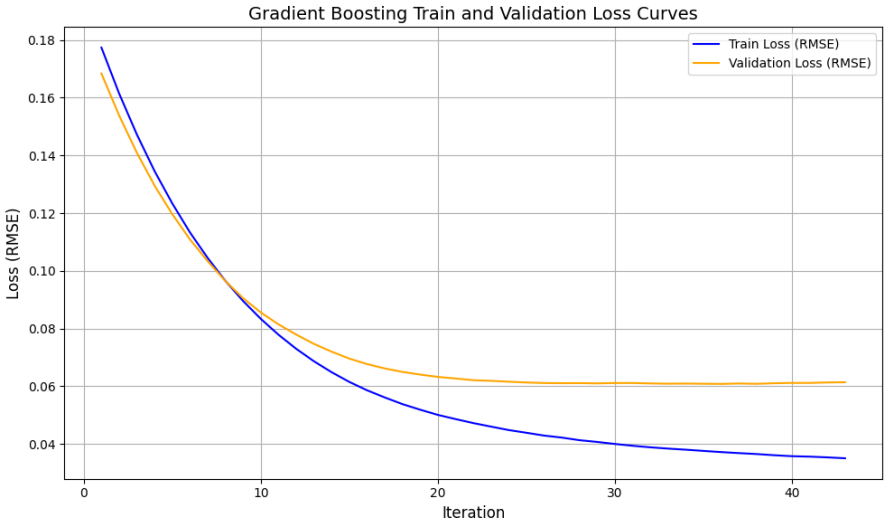



**Image 8. Gradient Boosting train and validation loss curves (RMSE).**

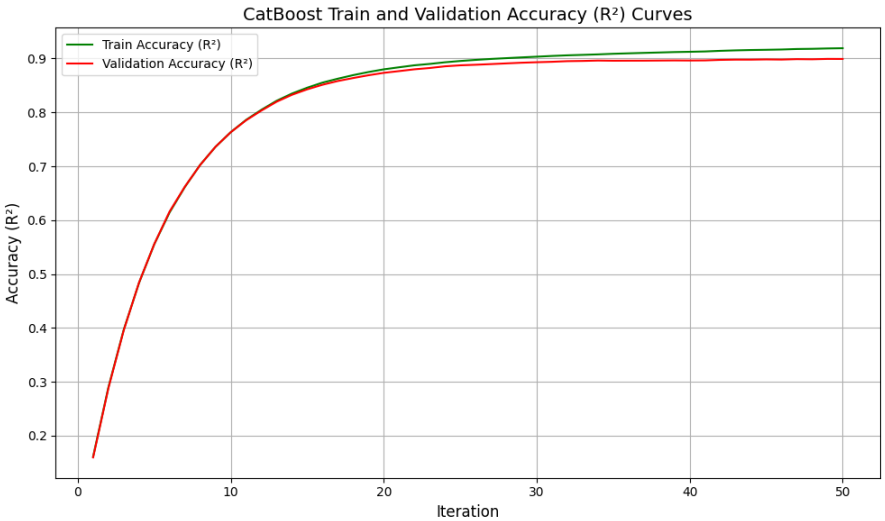



**Image 9. CatBoost train and validation accuracy (R²) curves.**

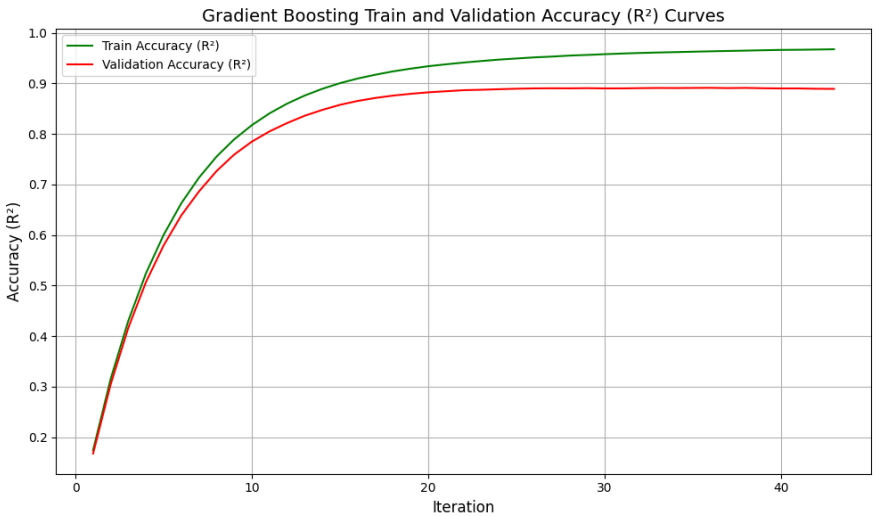



**Image 10. Gradient Boosting train and validation accuracy (R²) curves.**

## 3.4. Discussion

The results demonstrate that CatBoost outperforms Gradient Boosting in solar power production forecasting, as evidenced by its superior $R^2$ (0.8993 vs. 0.8894) and lower RMSE (0.0586 vs. 0.0614). This advantage can be attributed to CatBoost's ability to efficiently handle categorical features (e.g., season) and its robust gradient boosting framework, which mitigates overfitting through techniques like ordered boosting [4]. Compared to other ensemble methods like Random Forests [10], gradient boosting methods such as CatBoost provide better handling of temporal and meteorological data, as seen in this study. The strong correlation between radiation and system production (0.89), as shown in Image 2, underscores the importance of meteorological features in forecasting models, consistent with prior studies [8], [12]. The inclusion of lagged production values further enhances predictive accuracy by capturing temporal dependencies, aligning with the cyclical patterns observed in the time series plot (Image 4). These findings contribute to the literature by providing a detailed comparison of advanced gradient boosting methods in solar energy forecasting, highlighting CatBoost as a more effective algorithm for this task. Practically, the improved accuracy of CatBoost can enhance energy management by enabling more reliable predictions, reducing operational uncertainties in grid planning. Future work could explore additional features, such as cloud cover, or incorporate hybrid models to further improve forecasting performance.

## 4. CONCLUSION

This study compared the performance of CatBoost and Gradient Boosting in solar power production forecasting using meteorological and temporal features. Results demonstrate that CatBoost outperforms Gradient Boosting, achieving a higher $R^2$ of 0.8993 and a lower RMSE of 0.0586, compared to 0.8894 and 0.0614, respectively. These findings highlight CatBoost's superior predictive accuracy, attributed to its efficient handling of categorical features and robust gradient boosting framework. The strong correlation between radiation and system production (0.89) underscores the critical role of meteorological features, while temporal features and lagged production values effectively capture the cyclical patterns in solar energy generation. This work provides a valuable comparison of advanced gradient boosting methods, offering practical insights for energy management by enabling more reliable solar power predictions. Future research could explore additional features, such as cloud cover, or integrate hybrid models to further enhance forecasting accuracy, contributing to improved renewable energy systems.

## REFERENCES

**1.** Solar Power Generation Data, Kaggle, 2020. https://www.kaggle.com/datasets/anikannal/solar-power-generation-data (Accessed: 03.05.2025)

**2.** Ahmed, A. B., Hossain, M. A. and Hossain, S. M. G., A Review of Machine Learning Techniques for Solar Energy Prediction, Renewable and Sustainable Energy Reviews, July, 145, 111-125, 2021.

**3.** Pedregosa, F. and others, Scikit-learn: Machine Learning in Python, Journal of Machine Learning Research, October, 12, 2825-2830, 2011.

**4.** Dorogush, A. V., Ershov, V. and Gulin, A., CatBoost: Gradient Boosting with Categorical Features Support, arXiv preprint arXiv:1810.11363, 2018. http://arxiv.org/abs/1810.11363 (Accessed: 03.05.2025)

**5.** Wang, Y., Gan, D. and Sun, M., Statistical and Machine Learning Methods for Solar Power Forecasting: A Review, Energy Reports, November, 8, 1213-1223, 2022.

**6.** Sobri, S., Koohi-Kamali, S. and Rahim, N. A., Solar Photovoltaic Generation Forecasting Methods Using Time Series Analysis: A Review, Renewable and Sustainable Energy Reviews, October, 93, 181-197, 2018.

**7.** Zhang, X., Li, Y. and Lu, S., Gradient Boosting Machine for Renewable Energy Forecasting: A Case Study on Solar Power, Applied Energy, June, 291, 116-127, 2021.

**8.** Abuella, M. and Chowdhury, B., Solar Power Forecasting Using Meteorological Data and Machine Learning Techniques, International Journal of Renewable Energy Research, September, 9, 3, 1345-1353, 2019.

**9.** Antonanzas, J., Osorio, N., Escobar, R., Urraca, R., Martinez-de-Pison, F. J. and Antonanzas-Torres, F., Review of Photovoltaic Power Forecasting, Solar Energy, October, 136, 78-111, 2016.

**10.** Breiman, L., Random Forests, Machine Learning, October, 45, 5-32, 2001.

**11.** Montgomery, D. C., Peck, E. A. and Vining, G. G., Introduction to Linear Regression Analysis, Wiley/Hoboken, NJ, USA, 2012.

**12.** Mellit, A., Massi Pavan, A. and Lughi, V., Short-term Forecasting of Power Production in a Large-scale Photovoltaic Plant, Solar Energy, July, 105, 401-413, 2014.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİNİN ŞEHİR İÇİ DENİZ ULAŞIMINDA KULLANIMI : İSTANBUL ÖRNEĞİ

**Aydan KARAKUŞ**
Yıldız Teknik Üniversitesi
aydan.karakus@std.yildiz.edu.tr, +90 538 064 49 66, https://orcid.org/0009-0009-1176-773X

**Arş.Gör.Dr. Onur ŞAHİN**
Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi
sahino@yildiz.edu.tr, +90 532 262 10 46, https://orcid.org/0000-0002-4574-927X

## ÖZET

Günümüz kentlerinde artan nüfus ve yoğunlaşan trafik, ulaşım sistemlerinin daha verimli, sürdürülebilir ve entegre bir yapıya kavuşturulmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu bağlamda, Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS), ulaşım modlarının etkinliğini artırmak ve kullanıcı odaklı hizmetler geliştirmek açısından kritik bir rol oynamaktadır. İstanbul gibi hem kara hem de deniz ulaşımına sahip çok modlu bir metropolde, şehir içi deniz ulaşımının potansiyeli yüksek olmasına rağmen, bu modun sistem içindeki payı istenilen düzeyde değildir. Bu bildiride, AUS teknolojilerinin şehir içi deniz ulaşımı özelinde kullanım alanları incelenmekte; özellikle yolcu bilgilendirme sistemleri, dinamik sefer planlama, mobil uygulama entegrasyonları, akıllı iskele sistemleri ve veri tabanlı karar destek mekanizmaları ele alınmaktadır. İstanbul örneği üzerinden mevcut uygulamalar analiz edilmekte ve bu sistemlerin operasyonel verimlilik, yolcu memnuniyeti ve hizmet kalitesi üzerindeki etkileri değerlendirilmektedir. Ayrıca, AUS tabanlı çözümlerin şehir içi deniz ulaşımının diğer modlarla entegrasyonu üzerindeki katkıları tartışılmakta ve politika yapıcılar ile yerel yönetimler için öneriler sunulmaktadır. Çalışma, İstanbul'da deniz ulaşımının yeniden yapılandırılması sürecinde akıllı teknolojilerin stratejik önemine dikkat çekmektedir.

**Anahtar Kelimeler**: Akıllı Ulaşım Sistemleri, Deniz Ulaşımı, İstanbul, Ulaşımda Dijitalleşme, Entegrasyon

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. GİRİŞ

Kentleşme sürecindeki hızlanma, büyük şehirlerde ulaşım sistemlerinin verimliliği ve sürdürülebilirliği konusunu gündeme getirmiştir. Artan nüfus, trafik yoğunluğu ve çevresel etkiler, ulaşımın yalnızca fiziksel altyapı değil aynı zamanda dijital çözümlerle desteklenmesini zorunlu kılmıştır. Bu noktada, Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS), farklı ulaşım modlarının etkin biçimde yönetilmesini sağlayarak kentsel hareketliliğin kalitesini artırmıştır. İstanbul gibi çok modlu ulaşım altyapısına sahip bir metropolde, şehir içi deniz ulaşımı önemli bir potansiyel sunmasına rağmen, bu potansiyelin yeterince değerlendirilemediği görülmüştür. Bu çalışmada, AUS teknolojilerinin İstanbul'daki şehir içi deniz ulaşımına entegrasyonu incelenmiş ve mevcut uygulamaların etkileri değerlendirilmiştir.

## 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

### 2.1 Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS)

Akıllı Ulaşım Sistemleri, bilgi ve iletişim teknolojilerinin ulaşım altyapısına entegre edilerek trafik akışının yönetilmesini ve yolcu deneyiminin iyileştirilmesini sağlayan sistemlerdir. Bu sistemler; sensörler, GPS teknolojileri, veri işleme yazılımları ve iletişim ağları aracılığıyla çalışmakta; sürdürülebilir ve güvenli bir ulaşım ortamı yaratmaktadır (Çetin & Yıldırım, 2020).

### 2.2 Şehir İçi Deniz Ulaşımı

Şehir içi deniz ulaşımı, özellikle kıyı kentlerinde alternatif toplu taşıma imkânı sunan, çevre dostu ve yüksek kapasiteli bir ulaşım modudur. İstanbul'da Boğaz ve Marmara kıyılarındaki iskeleler arasında yürütülen bu ulaşım biçimi, kara ve raylı sistemlerle entegre edildiğinde kentsel hareketliliğe katkı sağlayabilecek niteliktedir (Erdem, 2020).

### 2.3 Ulaşımda Dijitalleşme ve Entegrasyon

Ulaşımda dijitalleşme, veriye dayalı karar destek sistemleri ile entegre edilmiş ulaşım modlarını kapsamaktadır. AUS teknolojilerinin çok modlu ulaşım sistemlerinde entegrasyonu, zaman uyumu, ortak ücretlendirme ve transfer kolaylığı gibi unsurları mümkün kılarak kullanıcı memnuniyetini artırmaktadır (Yılmaz & Demir, 2019).

## 3. LİTERATÜR TARAMASI

Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS), ulaşım altyapılarının dijital dönüşümünü sağlayarak trafik yönetimi, toplu taşıma performansı ve yolcu deneyimi üzerinde doğrudan etkili olmaktadır. Çetin ve Yıldırım (2020), AUS'un sürdürülebilir ulaşım politikaları ile uyumlu olduğunu ve özellikle kent içi trafik yoğunluğunun azaltılmasında etkili olduğunu vurgulamıştır. Yılmaz ve Demir (2019) ise AUS uygulamalarının toplu taşıma performansı üzerindeki etkilerini incelemiş, gerçek zamanlı veri kullanımının sefer planlama ve yolcu bilgilendirme sistemlerinde verimliliği artırdığını ortaya koymuştur.
Deniz ulaşımı özelinde yapılan çalışmalarda, AUS teknolojilerinin bu modda henüz yaygınlaşmadığı ancak entegrasyon ile verimliliğin artırılabileceği görüşü öne çıkmaktadır. Kılıç ve Tunç (2022), İzmir'deki uygulamaları temel alarak deniz ulaşımında AUS sistemlerinin entegrasyonunun yolcu memnuniyetine önemli katkılar sağladığını belirtmişlerdir. Bu

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

çalışmalardan elde edilen sonuçlar, İstanbul gibi deniz ulaşım potansiyeli yüksek kentlerde AUS tabanlı sistemlerin uygulanabilirliğini güçlendirmektedir.

İstanbul Ulaşım Ana Planı (İBB, 2022), deniz ulaşımının mevcut kapasitesinin altında kullanıldığını ve kara-deniz-raylı sistem entegrasyonunun artırılması gerektiğini ortaya koymuştur. Ayrıca TÜİK (2023) verilerine göre, İstanbul'da deniz ulaşımının şehir içi toplam yolculuklar içindeki payı %3'ün altında kalmıştır. Bu oran, potansiyelin değerlendirilmediğini ve AUS tabanlı dijital çözümlerle bu modun cazibesinin artırılabileceğini göstermektedir.

## 4. YÖNTEM

Bu çalışmada, İstanbul'daki şehir içi deniz ulaşımına entegre edilen Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) uygulamaları betimsel analiz yöntemiyle incelenmiştir. Betimsel analiz; mevcut durumun sistematik şekilde ele alınarak belirli temalar çerçevesinde yorumlanmasını sağlayan nitel bir yaklaşımdır. Bu bağlamda, İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin resmi raporları, TÜİK verileri ve ilgili akademik literatür temel alınarak değerlendirmeler yapılmıştır.

Analiz sürecinde AUS uygulamaları üç ana eksen üzerinden değerlendirilmiştir: (1) yolcu bilgilendirme ve dijital yönlendirme sistemleri, (2) mobil uygulamalar ve biletleme çözümleri, (3) iskele altyapılarında dijital dönüşüm. Bu başlıklar altında, uygulamaların mevcut durumları, kullanıcı deneyimine etkileri ve operasyonel performansları analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, sistemlerin güçlü ve zayıf yönleri ortaya konmuştur.

## 5. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan analizler sonucunda, İstanbul'da şehir içi deniz ulaşımına entegre edilmiş Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS) uygulamalarının sınırlı sayıda olduğu; ancak bu uygulamaların operasyonel işleyiş, yolcu deneyimi ve hizmet kalitesi üzerinde olumlu etkiler yarattığı belirlenmiştir. Özellikle akıllı iskele sistemleri, dijital bilgilendirme panoları, mobil biletleme ve dinamik sefer bilgilendirme teknolojileri, Şehir Hatları A.Ş. bünyesinde belirli iskelelerde aktif olarak uygulanmıştır.

Örneğin, Kadıköy İskelesi'nde mobil biletleme sistemleri, gerçek zamanlı sefer bilgilendirme ekranları ve entegre turnike geçiş sistemleri kullanıma sunulmuştur. Üsküdar İskelesi, çevreci LED yönlendirmeler, engelli erişim sensörleri ve akıllı bilgilendirme panolarıyla donatılmıştır. Beşiktaş İskelesi'nde yolcu yoğunluğunu takip eden kamera destekli sistemlerle birlikte dinamik yönlendirme teknolojileri devreye alınmıştır. Eminönü İskelesi'nde ise, sefer bilgileri sesli ve görsel sistemlerle sunulmakta; ayrıca bazı hatlarda kara-deniz aktarmaları için zaman uyumlu deneme sistemleri test edilmiştir.

Bu sistemler sayesinde yolcuların sefer saatlerine erişimi kolaylaşmış, bekleme süreleri kısalmış ve kullanıcı memnuniyeti artmıştır. Ancak, söz konusu teknolojilerin tüm iskele ve hatlara yaygınlaştırılamadığı, dijital altyapı eksiklikleri ve modlar arası entegrasyon yetersizliklerinin uygulamaların verimliliğini sınırladığı tespit edilmiştir. Özellikle kara-deniz-raylı sistem entegrasyonu kapsamında AUS uygulamaları yeterince bütünleşik bir yapıya kavuşamamıştır. İstanbul Ulaşım Ana Planı (2022), bu eksikliklerin giderilmesinin önemini

vurgulamıştır. Kılıç ve Tunç (2022), İzmir örneği üzerinden yapılan çalışmalarla dijital entegrasyonun yolcu memnuniyetine doğrudan etki ettiğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda, İstanbul'da şehir içi deniz ulaşımının dönüşüm sürecinde stratejik planlama, altyapı yatırımları ve bütünleşik ulaşım vizyonunun geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Akıllı Ulaşım Sistemlerinin İstanbul'daki şehir içi deniz ulaşımına entegrasyonu incelenmiş ve mevcut uygulamaların operasyonel, teknolojik ve kullanıcı temelli yönleri değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, AUS uygulamalarının şehir içi deniz ulaşımında olumlu katkılar sunduğunu; ancak bu katkının sürdürülebilir ve yaygın bir etkiye dönüşmesi için çeşitli eksikliklerin giderilmesi gerektiğini göstermiştir.

İstanbul'daki akıllı iskele sistemleri ve mobil uygulama entegrasyonları yolcu deneyimini iyileştirmiş; fakat kara ve raylı sistemlerle olan entegrasyon yetersiz kalmıştır. Buna bağlı olarak, aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

- Akıllı iskele sistemlerinin tüm deniz hatlarında yaygınlaştırılması,
- Ortak mobil uygulamalar ve ödeme sistemleri ile dijital entegrasyonun artırılması,
- Karasal, raylı ve deniz ulaşım modları arasında zaman ve mekâna dayalı entegrasyonun güçlendirilmesi,
- Kullanıcı geri bildirimlerinin sistem tasarımına entegre edilerek yolcu odaklı çözümlerin yaygınlaştırılması.

Sonuç olarak, İstanbul'da şehir içi deniz ulaşımının geleceği, AUS teknolojilerinin stratejik biçimde planlanması ve entegre bir ulaşım vizyonunun geliştirilmesiyle doğrudan ilişkilidir.

## 7. KAYNAKÇA

Çetin, M., & Yıldırım, S. (2020). Akıllı ulaşım sistemleri ve sürdürülebilir ulaşım. İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 11(2), 233–242.

Erdem, T. (2020). Çok modlu ulaşım sistemlerinde entegrasyon modelleri ve Türkiye uygulamaları. Ulaştırma ve Lojistik Dergisi, 6(1), 19–31.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2022). İstanbul Ulaşım Ana Planı (İUAP). Ulaşım Daire Başkanlığı Yayını.

Kılıç, A., & Tunç, E. (2022). Deniz ulaşımında akıllı sistemlerin entegrasyonu: İzmir örneği üzerinden değerlendirme. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 28(3), 354–368.

TÜİK. (2023). Ulaşım ve trafik istatistikleri 2023. Türkiye İstatistik Kurumu. https://www.tuik.gov.tr

Yılmaz, E., & Demir, S. (2019). Akıllı ulaşım sistemlerinin toplu taşıma performansına etkisi.

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 7(3), 456–469.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# İSTANBUL ÖZELİNDE YENİ AÇILACAK TOPLU TAŞIMA HATLARI İÇİN KARAR MODELİ: AHP TABANLI BİR YAKLAŞIM

**Aydan KARAKUŞ**
Yıldız Teknik Üniversitesi
aydan.karakus@std.yildiz.edu.tr, +90 538 064 49 66, https://orcid.org/0009-0009-1176-773X

**Arş.Gör.Dr. Onur ŞAHİN**
Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi
sahino@yildiz.edu.tr, +90 532 262 10 46, https://orcid.org/0000-0002-4574-927X

## ÖZET

İstanbul gibi mega kentlerde artan nüfus, kentleşme hızı ve bireysel ulaşım talepleri, mevcut toplu taşıma altyapısının yeterliliğini zorlamakta ve yeni ulaşım hatlarının planlanmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çalışma, İstanbul özelinde otobüs ve minibüs gibi karayolu temelli toplu taşıma hatlarının hangi bölgelerde, hangi kriterlere göre açılması gerektiğine yönelik sistematik bir karar modeli tasarlamayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden biri olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) temel alınmıştır. AHP, karmaşık karar problemlerini hiyerarşik bir yapıya dönüştürerek, karar alternatiflerini karşılaştırmalı olarak değerlendirmeye imkân tanıyan bir yöntemdir. Ulaşım planlamasında hem nicel hem de nitel verilerin birlikte analizine olanak sağlaması nedeniyle tercih edilmiştir. Bu bağlamda; nüfus yoğunluğu, mevcut hatlara erişim, yolculuk talebi, bölgesel gelişim potansiyeli, maliyet ve çevresel etkiler gibi kriterlerin ağırlıklandırılması hedeflenmektedir. Karar sürecinin veriye dayalı biçimde desteklenmesi amacıyla İstanbul Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı, İETT istatistikleri ve TÜİK gibi kurumlardan elde edilen sosyoekonomik ve mekânsal veriler doğrultusunda Esenyurt ilçesi örnek bölge olarak belirlenmiştir. Bölgenin yüksek nüfus yoğunluğu, kentleşme dinamiği ve toplu taşıma erişimindeki yetersizlikler seçimi gerekçelendirilmiştir. Geliştirilecek bu modelin, ihtiyaç odaklı ve sürdürülebilir ulaşım yatırımlarının belirlenmesinde karar vericilere sistematik ve objektif katkılar sunacağı öngörülmektedir.

**Anahtar Kelimeler**: Ulaşım Planlaması, Karar Destek Sistemleri, AHP, Toplu Taşıma, İstanbul, Hat Optimizasyonu, Erişilebilirlik

## 1. GİRİŞ

Mega kentlerin hızlı kentleşme süreçleri, nüfus artışı ve bireysel ulaşım talebindeki yükseliş, mevcut toplu taşıma altyapılarını zorlamakta ve yeni ulaşım hatlarının oluşturulmasını zorunlu hale getirmiştir. İstanbul özelinde değerlendirildiğinde, kent içi ulaşım sistemlerinin yalnızca fiziksel kapasiteyle değil, aynı zamanda entegrasyon, erişilebilirlik ve sürdürülebilirlik boyutlarıyla da yeniden ele alınması gerektiği anlaşılmıştır. Özellikle Esenyurt gibi hızlı büyüyen ve hizmet sunumunda eksikliklerin hissedildiği ilçelerde, ulaşım planlamasının veri temelli, sistematik ve çok kriterli karar destek modelleri ile yönlendirilmesi önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, yeni açılacak karayolu tabanlı toplu taşıma hatlarının belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) kullanılarak karar verme sürecinin sayısallaştırılması ve nesnelleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda geliştirilen model, nüfus yoğunluğu, mevcut hatlara erişim, yolculuk talebi, bölgesel gelişim potansiyeli, maliyet ve çevresel etkiler gibi kriterleri dikkate alarak, çok ölçütlü bir değerlendirme sunmuştur. Uygulama bölgesi olarak seçilen Esenyurt, barındırdığı demografik ve mekânsal özellikler nedeniyle modelin gerçekçi bir senaryo üzerinde test edilmesine olanak tanımıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Kentsel ulaşım planlaması, sadece ulaşım hatlarının fiziksel düzenlenmesini değil; aynı zamanda ekonomik verimlilik, sosyal kapsayıcılık ve çevresel sürdürülebilirlik hedeflerini de içeren çok boyutlu bir karar sürecidir. Bu sürecin bilimsel olarak yönetilebilmesi için karar vericilerin hem nicel hem de nitel kriterleri göz önünde bulundurabileceği yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri, farklı senaryoları çok yönlü değerlendirme imkânı sunarak özellikle büyükşehirlerdeki ulaşım kararlarında yaygın şekilde kullanılmaktadır (Hamurcu & Eren, 2018).

Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), bu yöntemlerin en öne çıkanlarındandır. Thomas Saaty tarafından geliştirilen bu yöntem, karar problemini hiyerarşik bir yapıya dönüştürür, kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılmasına olanak tanır ve bu sayede karar vericilerin önceliklerini sayısal biçimde ifade edebilmesine yardımcı olur (Özarpa, Kınacı & Avcı, 2021).

Uygulama örnekleri incelendiğinde, AHP'nin kent içi ulaşım projelerinde farklı aşamalarda kullanıldığı görülmektedir. Örneğin Ankara'da yapılan bir çalışmada, monoray sistemi için en uygun hat tipi belirlenmiş ve bu süreçte AHP ile elde edilen kriter ağırlıkları PROMETHEE yöntemiyle desteklenmiştir. Yazarlar, "alternatif hat tipleri arasında en uygun seçeneği belirlemek için AHP ve PROMETHEE birlikte uygulanmıştır" ifadesiyle yöntemin entegrasyonunu vurgular (Taş et al., 2017, s. 67).

Benzer biçimde, Hamurcu ve Eren (2018), kent içi ulaşım projelerinin değerlendirilmesinde bulanık AHP ve VIKOR yöntemlerini birleştirerek belirsizlik içeren kriterlerin etkisini azaltmayı hedeflemiştir.

İstanbul özelinde ise AHP, ulaşım kararlarının nesnelleştirilmesinde ve veri temelli yönetişimde önemli rol oynamaktadır. Tarhan ve Ercoşkun (2023), İstanbul'daki Park Et Devam Et (P+D) sisteminin sürdürülebilir kent içi ulaşım üzerinde pozitif etkilerini değerlendirirken, bu tür karar

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

destek sistemlerinin entegrasyon ve verimlilik sağladığını ortaya koymuştur.
Öte yandan, AHP sadece güzergâh belirleme ya da mod seçimi gibi konularla sınırlı kalmamaktadır. Tekin, Ceylan ve Köfteci (2022), "özel toplu taşıma işletmeleri için geliştirilen performansa dayalı ödeme modelinde, belirlenen performans kriterlerinin ağırlıkları AHP yöntemiyle hesaplanmıştır" (s. 12914).

Son olarak, Ayataç (2017) kentsel ulaşım planlamasının yalnızca teknik bir faaliyet değil, aynı zamanda "sosyo-mekânsal bütünlük içinde, erişilebilirlik ve yaşam kalitesini artırmayı hedefleyen uzun vadeli bir yönetişim aracı" olduğunu vurgulamaktadır (s. 32).

Sonuç olarak, AHP ve benzeri çok kriterli karar verme yöntemleri, İstanbul gibi kompleks ulaşım sistemine sahip metropollerde veri temelli, objektif ve sürdürülebilir çözümler üretilmesi için hem teorik hem de uygulamalı düzeyde güçlü bir çerçeve sunmaktadır.

## 1. YÖNTEM

Bu çalışmada, İstanbul'un toplu taşıma sistemine yönelik yeni hat planlamaları için çok kriterli bir karar destek modeli geliştirilmiştir. Modelin temelini, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) oluşturmuştur. AHP, karar sürecini hiyerarşik bir yapıya dönüştürerek, karar vericilere ikili karşılaştırmalar yoluyla kriterler arasında öncelik sıralaması yapma olanağı sağlamıştır (Saaty, 1980). Model üç ana aşamadan oluşmuştur:

(i) kriterlerin belirlenmesi,
(ii) ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması,
(iii) kriter ağırlıklarının hesaplanması ve tutarlılık oranının kontrol edilmesi.

Literatür taraması sonucunda ve yerel ulaşım dinamikleri dikkate alınarak toplam altı temel kriter belirlenmiştir: nüfus yoğunluğu, mevcut hatlara erişim, yolculuk talebi, bölgesel gelişim potansiyeli, maliyet ve çevresel etkiler. Bu kriterler, benzer çalışmalardaki uygulamalara dayalı olarak seçilmiştir (Özarpa et al., 2021; Hamurcu & Eren, 2018).

Modelin uygulanabilirliğini test etmek amacıyla İstanbul'un Esenyurt ilçesi örnek bölge olarak seçilmiştir. Bu bölge, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı verilerine göre yüksek nüfus yoğunluğu, hızlı kentleşme süreci ve toplu taşıma erişimindeki yetersizlikleri ile öne çıkmaktadır. Ayrıca, TÜİK verileri de Esenyurt'un demografik ve ekonomik yapısının İstanbul ortalamalarının üzerinde bir mobilite talebi yarattığını göstermiştir.

Uygulama örnekleri incelendiğinde, AHP'nin kent içi ulaşım projelerinde farklı aşamalarda kullanıldığı görülmektedir. Örneğin Ankara'da yapılan bir çalışmada, monoray sistemi için en uygun hat tipi belirlenmiş ve bu süreçte AHP ile elde edilen kriter ağırlıkları PROMETHEE yöntemiyle desteklenmiştir. Yazarlar, "alternatif hat tipleri arasında en uygun seçeneği belirlemek için AHP ve PROMETHEE birlikte uygulanmıştır" ifadesiyle yöntemin entegrasyonunu vurgular (Taş et al., 2017, s. 67).
Benzer biçimde, Hamurcu ve Eren (2018), kent içi ulaşım projelerinin değerlendirilmesinde bulanık AHP ve VIKOR yöntemlerini birleştirerek belirsizlik içeren kriterlerin etkisini azaltmayı hedeflemiştir.

İstanbul özelinde ise AHP, ulaşım kararlarının nesnelleştirilmesinde ve veri temelli yönetişimde önemli rol oynamaktadır. Tarhan ve Ercoşkun (2023), İstanbul'daki Park Et Devam Et (P+D)

sisteminin sürdürülebilir kent içi ulaşım üzerinde pozitif etkilerini değerlendirirken, bu tür karar destek sistemlerinin entegrasyon ve verimlilik sağladığını ortaya koymuştur.

Öte yandan, AHP sadece güzergâh belirleme ya da mod seçimi gibi konularla sınırlı kalmamaktadır. Tekin, Ceylan ve Köfteci (2022), "özel toplu taşıma işletmeleri için geliştirilen performansa dayalı ödeme modelinde, belirlenen performans kriterlerinin ağırlıkları AHP yöntemiyle hesaplanmıştır" (s. 12914).

Son olarak, Ayataç (2017) kentsel ulaşım planlamasının yalnızca teknik bir faaliyet değil, aynı zamanda "sosyo-mekânsal bütünlük içinde, erişilebilirlik ve yaşam kalitesini artırmayı hedefleyen uzun vadeli bir yönetişim aracı" olduğunu vurgulamaktadır (s. 32).

Sonuç olarak, AHP ve benzeri çok kriterli karar verme yöntemleri, İstanbul gibi kompleks ulaşım sistemine sahip metropollerde veri temelli, objektif ve sürdürülebilir çözümler üretilmesi için hem teorik hem de uygulamalı düzeyde güçlü bir çerçeve sunmaktadır.

## 2. YÖNTEM

Bu çalışmada, İstanbul'un toplu taşıma sistemine yönelik yeni hat planlamaları için çok kriterli bir karar destek modeli geliştirilmiştir. Modelin temelini, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) oluşturmuştur. AHP, karar sürecini hiyerarşik bir yapıya dönüştürerek, karar vericilere ikili karşılaştırmalar yoluyla kriterler arasında öncelik sıralaması yapma olanağı sağlamıştır (Saaty, 1980).

Model üç ana aşamadan oluşmuştur:
(i) kriterlerin belirlenmesi,
(ii) ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması,
(iii) kriter ağırlıklarının hesaplanması ve tutarlılık oranının kontrol edilmesi.

Literatür taraması sonucunda ve yerel ulaşım dinamikleri dikkate alınarak toplam altı temel kriter belirlenmiştir: nüfus yoğunluğu, mevcut hatlara erişim, yolculuk talebi, bölgesel gelişim potansiyeli, maliyet ve çevresel etkiler. Bu kriterler, benzer çalışmalardaki uygulamalara dayalı olarak seçilmiştir (Özarpa et al., 2021; Hamurcu & Eren, 2018).

Modelin uygulanabilirliğini test etmek amacıyla İstanbul'un Esenyurt ilçesi örnek bölge olarak seçilmiştir. Bu bölge, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Açık Veri Portalı verilerine göre yüksek nüfus yoğunluğu, hızlı kentleşme süreci ve toplu taşıma erişimindeki yetersizlikleri ile öne çıkmaktadır. Ayrıca, TÜİK verileri de Esenyurt'un demografik ve ekonomik yapısının İstanbul ortalamalarının üzerinde bir mobilite talebi yarattığını göstermiştir.

Modelin verileri, İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) Açık Veri Portalı, İETT İstatistikleri ve TÜİK'ten temin edilmiştir. AHP sürecinde karar verici olarak ulaşım planlama alanında uzman 5 kişi görevlendirilmiş, bu uzmanlardan alınan ikili karşılaştırma verileri ile 6x6'lık bir karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur.

Kriter ağırlıkları, AHP yöntemine göre hesaplanmış ve tutarlılık oranı %10'un altında olacak şekilde düzenlenmiştir. Bu işlem sonucunda her kriterin karar sürecine etkisi sayısal olarak belirlenmiştir. Örneğin, nüfus yoğunluğu kriterinin ağırlığı %34,5; mevcut hatlara erişimin

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

%22,1 olarak hesaplanmıştır.

## 3. BULGULAR VE DEĞERLENDİRME

Esenyurt ilçesi özelinde geliştirilen karar modeli, çok kriterli karar verme süreciyle belirlenen altı temel kriterin ikili karşılaştırmalarına dayalı olarak uygulanmıştır. AHP yöntemi aracılığıyla elde edilen kriter ağırlıkları aşağıda özetlenmiştir:

- Nüfus Yoğunluğu: %34.5
- Mevcut Hatlara Erişim: %22.1
- Yolculuk Talebi: %15.6
- Bölgesel Gelişim Potansiyeli: %11.8
- Maliyet: %9.3
- Çevresel Etkiler: %6.7

Bu ağırlıklar, karar vericilerin kentsel ulaşım planlamasında en çok önem verdikleri faktörün demografik yoğunluk olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen sonuçlar, literatürde benzer çalışmalarla da örtüşmektedir. Örneğin, Özarpa ve arkadaşları (2021), "şehir içi ulaşım kararlarında güvenlik ve kurulum maliyetinin ardından kapasitenin öncelikli kriter olarak belirlendiğini" ifade etmiştir. Bu bulgu, nüfus yoğunluğunun taşıma kapasitesi ile doğrudan ilişkili olması açısından çalışmamızla tutarlılık göstermektedir.

Ayrıca modelde yer alan "mevcut hatlara erişim" kriteri, İstanbul gibi büyükşehirlerde ağ bütünlüğü ve modlar arası geçişler açısından önemli bir rol oynamaktadır. Tarhan ve Ercoşkun'un (2023) "Park Et Devam Et sistemlerinin entegre ulaşım içinde erişilebilirlik düzeyini artırarak özel araç kullanımını azalttığını" vurguladığı bulgu, bu çalışmada erişim kriterine verilen önemi desteklemektedir.

Çalışmada ayrıca alternatif hat bölgeleri tanımlanarak, bu bölgeler AHP skorlarına göre sıralanmıştır. Esenyurt'un kuzeydoğu kesiminde yer alan yoğun konut alanlarının, düşük toplu taşıma erişimi nedeniyle en öncelikli yatırım bölgesi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgu, Ayataç'ın (2017) "kentsel ulaşımda erişilebilirliğin mekânsal eşitsizlikleri gidermede temel unsur olduğunu" belirttiği görüşüyle de örtüşmektedir.

Modelin sonuçlarına göre, önerilen hatların mevcut ağlarla entegrasyon potansiyeli ve yüksek talep yaratma kabiliyeti, karar vericilerin öncelik sırasına doğrudan etki etmiştir. Ayrıca çevresel etkiler ve maliyet gibi kriterlerin ağırlığı düşük olsa da, nihai değerlendirmede alternatiflerin bütüncül şekilde analiz edilmesini mümkün kılmıştır.

Elde edilen bulgular, geliştirilen karar modelinin hem yapısal doğruluğunu hem de kent ölçeğinde uygulanabilirliğini ortaya koymuştur. Böylece, ulaşım yatırımlarının sadece siyasi yönelimlerle değil; veriye dayalı ve sistematik bir yaklaşımla belirlenmesi mümkün hale gelmiştir.

## 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, İstanbul özelinde yeni açılacak karayolu tabanlı toplu taşıma hatlarının

belirlenmesi sürecine sistematik katkı sunmak amacıyla Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) temelli çok kriterli bir karar destek modeli geliştirilmiştir. Uygulama alanı olarak seçilen Esenyurt ilçesinde, yüksek nüfus yoğunluğu ve yetersiz toplu taşıma altyapısı nedeniyle öncelikli yatırım bölgeleri tanımlanmıştır.

Model aracılığıyla nüfus yoğunluğu, mevcut hatlara erişim, yolculuk talebi, bölgesel gelişim potansiyeli, maliyet ve çevresel etkiler gibi faktörler karşılaştırılmış; kriter ağırlıkları belirlenmiş ve karar alternatifleri bu ağırlıklar doğrultusunda değerlendirilmiştir. Sonuçlar, nüfus yoğunluğunun ve mevcut ağlarla olan bağlantının karar sürecinde en belirleyici faktörler olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, İstanbul'un mevcut ulaşım sisteminde entegrasyonun ve kapasite planlamasının merkezi rol oynadığını göstermektedir.

Modelin sunduğu çıktıların karar vericiler için stratejik planlama aracı olarak kullanılabilir olduğu görülmüştür. Ulaşım yatırımlarının sadece fiziksel altyapı odaklı değil, aynı zamanda sosyal, çevresel ve ekonomik etkiler dikkate alınarak planlanması gerekliliği bir kez daha vurgulanmıştır.

Ayrıca, bu çalışmanın yöntemi sadece İstanbul değil, Türkiye'nin diğer büyükşehirlerinde de benzer ölçekli uygulamalar için uyarlanabilir niteliktedir. Kentlerin ulaşım yatırımlarında sürdürülebilirlik, erişilebilirlik ve etkinlik ilkelerini somut verilerle desteklemesi, kaynakların rasyonel kullanımını mümkün kılacaktır.

## 5. KAYNAKÇA

Ayataç, H. (2017). Kentsel ulaşım planlaması ve İstanbul. İstanbul Teknik Üniversitesi Yayını. https://www.researchgate.net/publication/317949918_KENTSEL_ULASIM_PLANLAMASI_VE_ISTANBUL

Hamurcu, M., & Eren, T. (2018). Kent içi ulaşım için bulanık AHP tabanlı VIKOR yöntemi ile proje seçimi. Engineering Sciences (NWSAENS), 13(3), 201–216. https://doi.org/10.12739/NWSA.2018.13.3.1A0413

Özarpa, C., Kınacı, B. F., & Avcı, İ. (2021). Kent içi akıllı ulaşımda karma çok kriterli karar verme yöntemi ile yeni hat kurulumunun belirlenmesi. Kent Akademisi, 14(4), 997–1009. https://doi.org/10.35674/kent.977741

Taş, M., Özlemiş, Ş. N., Hamurcu, M., & Eren, T. (2017). Ankara'da AHP ve PROMETHEE yaklaşımıyla monoray hat tipinin belirlenmesi. Journal of Economics, Business and Political Researches, 3(1), 65–89. https://dergipark.org.tr/en/pub/jebpir/issue/31806/348687

Tarhan, A. K., & Ercoşkun, Ö. Y. (2023). İstanbul Park Et Devam Et sisteminin sürdürülebilir ve entegre ulaşıma etkisi. Journal of Intelligent Transportation Systems and Applications, 4(2), 446–465. https://doi.org/10.51513/jitsa.1069890

Tekin, S., Ceylan, H., & Köfteci, S. (2022). Kentiçi toplu taşıma sistemlerinde performansa dayalı ödeme modelinin geliştirilmesi. Teknik Dergi, 33, 12913–12944. https://doi.org/10.18400/tekderg.955920

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ÇEŞİTLİ SANAYİ ALANLARINDA KULLANILAN ARAP ZAMKININ ÜVEZ, ADİ DİŞBUDAK VE ANADOLU KESTANESİ AHŞAP TÜRLERİNDE UYGULANMASI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

**Doç. Dr. Göksel ULAY[1], Prof. Dr. Hüseyin PEKER[2] ve Doç. Dr. Ümit AYATA[3]**

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, Mobilya Dekorasyon Programı, Van, Türkiye,
g.ulay@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4080-8816
[2]Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye
peker100@artvin.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7771-6993
[3*]Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye
Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com, ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

## Özet

Bu çalışmada, üvez (*Sorbus aucuparia* L.), adi dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.) ve Anadolu Kestanesi (*Castanea Sativa* Mill.) gibi farklı ağaç türlerinde Arap zamkı uygulamasının renk değişimi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Çalışma, Arap zamkının bu ahşap türlerinin yüzeylerine olan etkilerini değerlendirerek, farklı uygulama koşullarında renk parametrelerindeki değişimleri belirlemeyi amaçlamaktadır. Yapılan testler sonucunda, Arap zamkı uygulaması, ahşap yüzeylerinde önemli renk değişikliklerine yol açmıştır. Uygulama öncesi ve sonrası renk parametreleri (*L*, a*, b*, C* ve h**) ölçülerek, her bir ağaç türü için ortalama değişimler ve homojenlik grupları belirlenmiştir. Kestane ahşabında Arap zamkı uygulaması sonrası renk değişimi en belirgin şekilde görülürken, dişbudak ve üvez türlerinde de benzer renk değişiklikleri gözlemlenmiştir. $\Delta E^*$ değerleri Kestane odunu için 12.42, üvez odunu için 2.49 ve adi dişbudak için 6.14 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlar, Arap zamkının, farklı ağaç türleri üzerinde renk değişimlerini etkileyebilen potansiyel bir yüzey işlemi olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler**: Arap zamkı, renk, kestane, üvez, dişbudak.

# A Study on the Application of Gum Arabic on Rowanberry, Ash, and Anatolian Chestnut Wood Species Used in Various Industrial Fields

## Abstract

In this study, the effect of applying gum Arabic on color change in various wood species, including rowanberry (*Sorbus aucuparia* L.), ash (*Fraxinus excelsior* L.), and Anatolian chestnut (*Castanea Sativa* Mill.), has been investigated. The study aims to evaluate the impact of gum Arabic on the surfaces of these wood species and determine the changes in color parameters under different application conditions. The tests conducted revealed that the application of gum Arabic led to significant color changes on the wood surfaces. Color parameters (*L*, a*, b*, C**, and *h**) were measured before and after application, and average changes and homogeneity groups were established for each wood species. The most noticeable color change was observed in chestnut wood, while similar color changes were also noted in ash and rowanberry species. The $\Delta E^*$ values were obtained as 12.42 for chestnut wood, 2.49

for rowanberry wood, and 6.14 for common ash. These results demonstrate that gum Arabic is a potential surface treatment that can influence color changes in different wood species.

**Keywords**: Gum Arabic, color, chestnut, rowanberry, ash.

## 1. Giriş

Ahşap, binlerce yıldır insanlar tarafından kullanılan güzel ve kolay işlenebilen doğal bir malzemedir. Ancak, nem, aşırı sıcaklık değişimleri, ultraviyole ışınları ve biyolojik bozunmaya neden olan etkenler gibi yıpratıcı çevresel faktörlerden korunması gerekmektedir. Bu nedenle, ahşap yüzey için koruyucu ve dekoratif kaplamaların elde edilmesi görevi; görünümünün iyileştirilmesi, hava koşullarına ve biyolojik bozulmaya karşı korunması ve hizmet ömrünün uzatılması açısından önemli ve güncel bir konu olarak kabul edilmektedir. Ahşabın korunması, öncelikli olarak ahşap ile çevre havası arasındaki nem alışverişinin önlenmesine dayanmaktadır. Hava nemli olduğunda, nemin ahşap tarafından emilmesi ve bunun sonucunda şişme meydana gelmesi söz konusudur. Hava kuru olduğunda ise nemin ahşap tarafından salınması ve bununla birlikte büzülmenin gerçekleşmesi beklenmektedir. Çoğu malzemenin, hava nemindeki değişimlere bağlı olarak genleştiği ve büzüldüğü bilinmektedir. Ancak ahşapta bu değişim yalnızca tek bir yönde, yani liflerin çapraz yönünde gözlemlenmektedir. Lifler doğrultusunda ise sadece çok küçük oranlarda büzülme ve genleşme görülmektedir (Tsvetkova ve ark., 2019).

Doğal zamkların yaygın özellikleri, su içinde viskoz dispersiyonlar ve/veya jeller oluşturma özellikleriyle tanımlanmaktadır. Bu nedenle, jel oluşumu, yani bu hidrojeliler, gumların veya hidrokolloidlerin bir sonraki ürünü olarak, polisakarit birimlerinin birleşmesi veya çapraz bağlanmasıyla meydana gelen bir fenomendir. Bu süreç, suyu hapseden veya sabitleyen, akmaya karşı dirençli sert bir yapıya sahip üç boyutlu bir ağ oluşturmaktır (Ahmad ve ark., 2019).

Arap zamkı, geniş sanayi kullanım alanlarına sahip olup, özellikle gıda endüstrisinde (örneğin, meşrubat şurupları, jelibon şekerler gibi) stabilizatör, kalınlaştırıcı ajan ve emülgatör olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca, tekstil, seramik, litografi, kozmetik ve ilaç endüstrilerinde de kullanılmaktadır (Verbeken ve ark., 2003; Ali ve ark., 2009). Arap zamkı, *A. senegal* ve *A. seyal* gibi yakından ilişkili türlerin gövde ve dallarından elde edilen doğal bir salgıdır (JECFA, 1999; Hammad ve Mohammed, 2018). *Acacia* cinsine ait 1000'den fazla tür bulunmakla birlikte, ticari amaçlar için önemli olan yalnızca iki tür vardır: *Acacia senegal* ve *Acacia seyal* (Abuarra ve ark., 2014; Musa ve ark., 2018).

*Acacia senegal* ağacından üretilen zamk, aynı zamanda Arap zamkı olarak da bilinmektedir. 5000 yıldan fazla bir süredir ticari olarak kullanılan en eski ve en iyi bilinen zamk salgısıdır. Antik çağlarda, Mısır'da Arap zamkının mineral pigment bağlayıcı olarak boya yapımında ve mumyalama işlemlerinde kullanıldığı bildirilmiştir (Whistler ve BeMiller, 1993; Prasad ve ark., 2022).

Arap zamkı kalitesi, koku, renk, nem ve kül içeriği, viskozite, pH, özgül dönüşüm, tanenler ve çeşitli metallerin konsantrasyonu gibi parametreler temel alınarak değerlendirilmektedir. Genellikle bulunan mineraller Ca, K, Na, P olup, az miktarda Pb, Cu, Co, Zn, Ni, Cd, Cr ve Mn'de bulunabilmektedir. Arap zamkının kalitesi uluslararası standartlara uygun olduğu takdirde ancak ihracat yapılmaktadır. Bu nedenle, bileşenlerin oranları kalite düzenlemesi açısından önemli bir parametredir (Patel ve Goyal, 2015).

Arap zamkı, geleneksel tıpta ve çeşitli hastalıkların tedavisinde yıllardır kullanılmaktadır. Mısırlılar, Arap zamkı ağrı kesici bir baz olarak ve yapıştırıcı olarak kullanmışlardır. Orta Doğu'da Arap hekimleri, Arap zamkını çok çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanmışlardır. Günümüzde Arap zamkı, özellikle işlenmiş gıda ürünlerine vücut ve doku kazandırmak

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

amacıyla gıda hazırlama endüstrisinde ve farmasötik endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır (Ahmed, 2018).
Bu araştırmada, üvez, dişbudak ve kestane gibi çeşitli ağaç türlerine Arap zamkı uygulamanın, ahşap yüzeylerinde meydana gelen renk değişikliklerine etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmanın yapılmasının amacı, farklı ağaç türleri üzerinde Arap zamkı uygulamasının renk değişimlerine olan etkilerini incelemektir. Arap zamkı, çeşitli sanayi alanlarında kullanılan doğal bir bileşen olup, ahşap yüzeylerinde renk ve görünüm değişiklikleri sağlamak amacıyla kullanılabilir. Ahşap türleri, farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip oldukları için, aynı işlem altında farklı renk değişimleri gösterebilirler. Bu çalışmanın, Arap zamkının çeşitli ağaç türleri üzerindeki etkilerini daha iyi anlamamıza ve ahşap yüzeylerinin dekoratif özelliklerini iyileştirmeye yönelik potansiyelini ortaya koymaya katkı sağlaması beklenmektedir. Ayrıca, bu tür yüzey işlemlerinin dayanıklılık ve estetik açıdan nasıl fayda sağlayabileceğini incelemek, endüstriyel kullanımlar için yeni perspektifler sunabilir.

## 2. Materyal ve Metot

Bu çalışmada, üvez (*Sorbus aucuparia* L.), adi dişbudak (*Fraxinus excelsior* L.) ve Anadolu kestanesi (*Castanea Sativa* Mill.) odunları kullanılmıştır. Odun örnekleri 100 mm x 100 mm x 20 mm boyutlarında hazırlanmıştır. Örnekler üzerinde iklimlendirme işlemleri gerçekleştirilmiştir (ISO 554, 1976).
Bir cam kap içerisine 20 gram öğütülmüş Arap zamkı ve 100 ml saf su eklenmiş, bu karışım 20 dakika boyunca kaynatılmıştır. Ardından, karışım bir tülbent bezle süzülmüştür. Ahşap örneklerin yüzeyleri, titreşimli bir zımpara makinesiyle farklı zımpara grupları (80, 120 ve 150) kullanılarak zımparalanmıştır. Hazırlanan çözelti, fırça yardımıyla ahşap yüzeylerine tek kat olarak uygulanmıştır. Uygulama öncesi ve sonrası yüzeylerdeki renk değişimleri, CS-10 cihazı kullanılarak ölçülmüş ve ASTM D 2244-3, (2007) standardına göre değerlendirilmiştir. $\Delta C^*$, kroma kısmı veya doygunluk farkını, $\Delta H^*$ ise ton farkını veya gölge değişimini ifade etmektedir (Lange, 1999). Aşağıdaki formüller ile toplam renk farkları hesaplanmıştır.

$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$
$$\Delta a^* = (a^*_{\text{çözelti uygulanmış}} - a^*_{\text{çözelti uygulanmamış}}) \quad (2)$$
$$\Delta L^* = (L^*_{\text{çözelti uygulanmış}} - L^*_{\text{çözelti uygulanmamış}}) \quad (3)$$
$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (4)$$
$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (5)$$
$$\Delta C^* = (C^*_{\text{çözelti uygulanmış}} - C^*_{\text{çözelti uygulanmamış}}) \quad (6)$$
$$h^o = \arctan (b^*/a^*) \quad (7)$$
$$\Delta b^* = (b^*_{\text{çözelti uygulanmış}} - b^*_{\text{çözelti uygulanmamış}}) \quad (8)$$

$\Delta L^*$, $\Delta a^*$, $\Delta b^*$ ve $\Delta C^*$ için bilgiler (Lange, 1999) Çizelge 1'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. $\Delta L^*$, $\Delta a^*$, $\Delta b^*$ ve $\Delta C^*$ için önemli bilgiler (Lange, 1999)

| Parametre | Pozitif durumda | Negatif durumda |
|---|---|---|
| $\Delta b^*$ | Referansa göre daha sarı | Referansa göre daha mavi |
| $\Delta a^*$ | Referansa göre daha kırmızı | Referansa göre daha yeşil |
| $\Delta C^*$ | Referansa göre, daha net ve daha parlak | Mat, referansa göre daha bulanık |
| $\Delta L^*$ | Referansa göre daha açık | Referansa göre daha koyu |

Çizelge 2'de Jirouš ve Ljuljka, (1999)'ya göre renk değişim aralığı sunulmuştur.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Çizelge 2. Jirouš ve Ljuljka, (1999)'ya göre renk değişim aralığı

| ΔE* aralığı | Renk değişim tahmini | ΔE* aralığı | Renk değişim tahmini |
|---|---|---|---|
| < 0.20 | Anlaşılamaz | 3.00 - 6.00 | Çok belirgin |
| 0.20 - 0.50 | Çok hafif | 6.00 - 12.00 | Yoğun |
| 0.50 - 1.50 | Hafif | > 12.00 | Çok yoğun |
| 1.50 - 3.00 | Belirgin | | |

Bir istatistik programı ile en düşük ve en yüksek ölçümlere ait veriler, varyans analizleri, ortalamalar, standart sapma, % değişim oranları ve homojenlik grupları hesaplanmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Bütün renk parametreleri için ağaç türü (A), uygulama (B) ve etkileşim (AB) anlamlı olarak tespit edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Renk parametrelerine ait varyans analizi sonuçları

| Test | Varyans Kaynağı | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Ortalama Kare | F Değeri | p≤0.05 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| L* | Ağaç Türü (A) | 2 | 1179.441 | 589.721 | 1402.401 | 0.000* |
| | Uygulama (B) | 1 | 440.407 | 440.407 | 1047.322 | 0.000* |
| | Etkileşim (AB) | 2 | 244.864 | 122.432 | 291.152 | 0.000* |
| | Hata | 54 | 22.707 | 0.421 | | |
| | Toplam | 60 | 260566.601 | | | |
| | Düzeltilmiş Toplam | 59 | 1888.525 | | | |
| a* | Ağaç Türü (A) | 2 | 1.118 | 0.559 | 6.158 | 0.004* |
| | Uygulama (B) | 1 | 107.010 | 107.010 | 1179.287 | 0.000* |
| | Etkileşim (AB) | 2 | 16.474 | 8.237 | 90.772 | 0.000* |
| | Hata | 54 | 4.900 | 0.091 | | |
| | Toplam | 60 | 3833.587 | | | |
| | Düzeltilmiş Toplam | 59 | 129.640 | | | |
| b* | Ağaç Türü (A) | 2 | 216.485 | 108.242 | 605.980 | 0.000* |
| | Uygulama (B) | 1 | 114.904 | 114.904 | 643.275 | 0.000* |
| | Etkileşim (AB) | 2 | 57.175 | 28.587 | 160.043 | 0.000* |
| | Hata | 54 | 9.646 | 0.179 | | |
| | Toplam | 60 | 29027.773 | | | |
| | Düzeltilmiş Toplam | 59 | 399.027 | | | |
| C* | Ağaç Türü (A) | 2 | 190.608 | 95.304 | 556.526 | 0.000* |
| | Uygulama (B) | 1 | 181.220 | 181.220 | 1058.229 | 0.000* |
| | Etkileşim (AB) | 2 | 69.381 | 34.690 | 202.573 | 0.000* |
| | Hata | 54 | 9.247 | 0.171 | | |
| | Toplam | 60 | 32923.945 | | | |
| | Düzeltilmiş Toplam | 59 | 451.123 | | | |
| h° | Ağaç Türü (A) | 2 | 203.115 | 101.558 | 250.274 | 0.000* |
| | Uygulama (B) | 1 | 223.699 | 223.699 | 551.275 | 0.000* |
| | Etkileşim (AB) | 2 | 16.907 | 8.454 | 20.833 | 0.000* |
| | Hata | 54 | 21.912 | 0.406 | | |
| | Toplam | 60 | 296593.404 | | | |
| | Düzeltilmiş Toplam | 59 | 467.173 | | | |
| *: Anlamlı | | | | | | |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Arap zamkı uygulaması ile ahşap malzemeler üzerinde elde edilen toplam renk farklılıklarına ait sonuçları Çizelge 4'de sunulmaktadır. Bütün ağaç türleri için Δ*L** değerleri negatif (referansa göre daha koyu) olarak elde bulunmuştur. Buan ek olarak, yine bütün odun türlerinde Δ*a** ve Δ*C** değerleri (sırası ile referansa göre daha kırmızı ve referansa göre, daha net ve daha parlak) pozitif olarak tespit edilmiştir. Δ*E** değerleri Kestane odunu için 12.42, üvez odunu için 2.49 ve adi dişbudak için 6.14 olarak elde edilmiştir. Δ*H** değerleri kestane odunu için 2.56, üvez odunu için 1.33 ve adi dişbudak için 1.04 olarak belirlenmiştir. Δ*b** değerleri ise kestane ve dişbudak odunları için pozitif (referansa göre daha sarı) olarak elde edilirken, üvez odunu için negatif (referansa göre daha mavi) olarak ebulunmuştur. Renk değiştirme kriterleri (Jirouš ve Ljuljka, 1999) açısından incelendiğinde Anadolu kestanesi odunu için "çok yoğun (> 12.00)", adi dişbudak odunu için "yoğun (6.00 - 12.00)" ve üvez odunu için "belirgin (1.50 - 3.00)" şeklinde bir sonuç olarak tespit edildikleri görülmektedir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçları

| Ağaç Türü | Δ*L** | Δ*a** | Δ*b** | Δ*C** | Δ*H** | Δ*E** | Renk değiştirme kriterleri (Jirouš ve Ljuljka, 1999) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kestane | -11.07 | 3.79 | 4.17 | 5.02 | 2.56 | 12.42 | Çok yoğun (> 12.00) |
| Adi dişbudak | -3.42 | 2.97 | 4.14 | 4.99 | 1.04 | 6.14 | Yoğun (6.00 - 12.00) |
| Üvez | -2.05 | 1.41 | -0.01 | 0.47 | 1.33 | 2.49 | Belirgin (1.50 - 3.00) |

*L** parametresine ait ölçüm sonuçları Çizelge 5'de gösterilmiştir. *L** parametresi sonuçlarına göre, Arap zamkı uygulaması öncesinde kestane odununda ortalama 65.66 olan değer, uygulama sonrasında 54.59'a düşmüştür. Bu durum, kestane odununda %16.86 oranında bir kayıp ile yüzeyin belirgin şekilde koyulaştığını göstermiştir. Üvez odununda, uygulama öncesi 66.87 olan ortalama *L** değeri, uygulama sonrasında 65.07'ye gerilemiş ve %2.69 oranında oldukça sınırlı bir düşüş kaydedilmiştir. Adi dişbudak odununda ise uygulama öncesi 72.68 olan *L** ortalaması, Arap zamkı uygulaması sonrasında 69.27'ye düşmüş ve %4.69 oranında bir azalma meydana gelmiştir. Tüm bu sonuçlar doğrultusunda, Arap zamkı uygulamasının çalışılan ahşap türlerinde *L** parametresini azaltarak yüzeylerde türlere bağlı olarak değişen oranlarda koyulaşmaya sebep olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. *L** parametresine ait ölçüm sonuçları

| Ağaç Türü | Arap Zamkı Uygulaması | Ortalama | Değişim (%) | Mini-mum | Maksi-mum | Homojenlik Grubu | Varyasyon Katsayısı | Standart Sapma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kestane | Yok | 65.66 | ↓16.86 | 64.85 | 66.18 | D | 0.89 | 0.58 |
| | Var | 54.59 | | 53.48 | 56.30 | F** | 1.51 | 0.82 |
| Üvez | Yok | 66.87 | ↓ 2.69 | 66.38 | 67.72 | C | 0.65 | 0.44 |
| | Var | 65.07 | | 64.04 | 67.24 | E | 1.31 | 0.85 |
| Adi Dişbudak | Yok | 72.68 | ↓4.69 | 71.96 | 73.20 | A* | 0.57 | 0.42 |
| | Var | 69.27 | | 68.63 | 70.39 | B | 0.87 | 0.60 |
| *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç | | | | | | | | |

*a** parametresine ait ölçüm sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir. Ağaç türlerine göre *a** parametresinde Arap zamkı uygulamasının etkileri incelendiğinde, kestane odununda uygulama sonrası belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Uygulama öncesi 5.87 olan ortalama *a** değeri, 9.66'ya yükselerek %64.57 oranında bir artış göstermiştir. Üvez odununda ise, uygulama öncesi 7.09 olan *a** değeri, 8.35'e çıkmış ve %17.77 oranında bir artış kaydedilmiştir. Adi dişbudak odununda da benzer şekilde, uygulama öncesi 6.54 olan *a** değeri, 9.51'e yükselmiş ve %45.41 oranında bir artış olmuştur. Sonuç olarak, Arap zamkı uygulaması tüm ağaç türlerinde *a**

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

parametresini arttırmış olup, özellikle kestane odununda kırmızılık oranı belirgin şekilde yükselmiştir (Çizelge 6).

Çizelge 6. *a** parametresine ait ölçüm sonuçları

| Ağaç Türü | Uygulama | Ortalama | Değişim (%) | Mini-mum | Maksi-mum | Homojenlik Grubu | Varyasyon Katsayısı | Standart Sapma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kestane | Yok | 5.87 | ↑64.57 | 5.40 | 6.12 | E** | 3.68 | 0.22 |
| | Var | 9.66 | | 9.32 | 9.95 | A* | 1.78 | 0.17 |
| Üvez | Yok | 7.09 | ↑17.77 | 6.88 | 7.28 | C | 2.14 | 0.15 |
| | Var | 8.35 | | 6.98 | 8.87 | B | 6.45 | 0.54 |
| Adi Dişbudak | Yok | 6.54 | ↑45.41 | 6.43 | 6.78 | D | 1.54 | 0.10 |
| | Var | 9.51 | | 9.00 | 9.85 | A | 3.57 | 0.34 |
| *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç | | | | | | | | |

*b** parametresine ait ölçüm sonuçları Çizelge 7'de sunulmuştur. Kestane odununda uygulama öncesi 22.29 olan ortalama *b** değeri, 26.46'ya çıkarak %18.71 oranında bir artış göstermiştir. Üvez odununda ise çok küçük bir artış kaydedilmiştir; uygulama öncesi 21.35 olan *b** değeri, 21.36'ya yükselmiş ve sadece %0.05'lik bir değişim olmuştur. Adi dişbudak odununda, uygulama sonrası *b** değeri 17.73'ten 21.87'ye çıkarak %23.35 oranında önemli bir artış göstermiştir. Sonuç olarak, Arap zamkı uygulaması, kestane ve dişbudak türlerinde sarılık tonlarını arttırırken, üvez türünde neredeyse hiçbir değişiklik meydana getirmemiştir (Çizelge 7).

Çizelge 7. *b** parametresine ait ölçüm sonuçları

| Ağaç Türü | Uygulama | Ortalama | Değişim (%) | Mini-mum | Maksi-mum | Homojenlik Grubu | Varyasyon Katsayısı | Standart Sapma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kestane | Yok | 22.29 | ↑18.71 | 21.22 | 22.89 | B | 2.03 | 0.45 |
| | Var | 26.46 | | 25.86 | 27.69 | A* | 2.14 | 0.57 |
| Üvez | Yok | 21.35 | ↑0.05 | 21.00 | 21.55 | D | 0.81 | 0.17 |
| | Var | 21.36 | | 20.98 | 21.69 | D | 1.02 | 0.22 |
| Adi Dişbudak | Yok | 17.73 | ↑23.35 | 17.51 | 18.44 | E** | 1.46 | 0.26 |
| | Var | 21.87 | | 20.60 | 22.49 | C | 2.89 | 0.63 |
| *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç | | | | | | | | |

*C** parametresine ait ölçüm sonuçları Çizelge 8'de gösterilmiştir. Kestane odununda uygulama öncesi 23.15 olan ortalama *C** değeri, 28.17'ye çıkarak %21.68 oranında önemli bir artış göstermiştir. Üvez odununda ise, uygulama öncesi 22.50 olan *C** değeri, 22.93'e yükselmiş ve sadece %1.91 oranında sınırlı bir artış kaydedilmiştir. Adi dişbudak odununda, uygulama sonrası *C** değeri 18.90'dan 23.89'a çıkarak %26.40 oranında belirgin bir artış göstermiştir. Sonuç olarak, Arap zamkı uygulaması kestane ve dişbudak türlerinde renk doygunluğunu önemli ölçüde artırırken, üvez türünde bu artış oldukça sınırlı olmuştur (Çizelge 8).

Çizelge 8. *C** parametresine ait ölçüm sonuçları

| Ağaç Türü | Uygulama | Ortalama | Değişim (%) | Mini-mum | Maksi-mum | Homojenlik Grubu | Varyasyon Katsayısı | Standart Sapma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kestane | Yok | 23.15 | ↑21.68 | 22.83 | 23.63 | C | 1.14 | 0.26 |
| | Var | 28.17 | | 27.49 | 29.31 | A* | 1.98 | 0.56 |
| Üvez | Yok | 22.50 | ↑1.91 | 22.10 | 22.72 | D | 0.86 | 0.19 |
| | Var | 22.93 | | 22.45 | 23.42 | C | 1.29 | 0.29 |
| Adi Dişbudak | Yok | 18.90 | ↑26.40 | 18.67 | 19.64 | E** | 1.42 | 0.27 |
| | Var | 23.89 | | 22.72 | 24.55 | B | 2.79 | 0.67 |
| *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç | | | | | | | | |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

$h^o$ parametresine ait ölçüm sonuçları Çizelge 8'de verilmiştir. $h^o$ parametresi açısından, Arap zamkı uygulamasının etkileri değerlendirildiğinde, kestane odununda belirgin bir renk tonu değişimi gözlemlenmiştir. Uygulama öncesi 75.31 olan ortalama $h^o$ değeri, 69.94'e düşerek %7.13 oranında bir azalma göstermiştir. Üvez odununda, uygulama öncesi 71.66 olan $h^o$ değeri, 68.65'e gerileyerek %4.20 oranında bir azalma kaydedilmiştir. Adi dişbudak odununda ise, uygulama öncesi 69.74 olan $h^o$ değeri, 66.51'e düşerek %4.63 oranında bir azalma göstermiştir. Sonuç olarak, Arap zamkı uygulaması tüm ağaç türlerinde renk tonu açılarını düşürmüş, ancak kestane türünde bu değişim en belirgin şekilde gözlemlenmiştir (Çizelge 9).

Çizelge 9. $h^o$ parametresine ait ölçüm sonuçları

| Ağaç Türü | Uygulama | Ortalama | Değişim (%) | Mini-mum | Maksi-mum | Homojenlik Grubu | Varyasyon Katsayısı | Standart Sapma |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kestane | Yok | 75.31 | ↓7.13 | 74.54 | 76.38 | A* | 0.69 | 0.52 |
| | Var | 69.94 | | 69.51 | 70.87 | C | 0.57 | 0.40 |
| Üvez | Yok | 71.66 | ↓4.20 | 71.30 | 72.23 | B | 0.41 | 0.29 |
| | Var | 68.65 | | 67.32 | 71.95 | D | 1.84 | 1.27 |
| Adi Dişbudak | Yok | 69.74 | ↓4.63 | 69.51 | 70.01 | C | 0.24 | 0.17 |
| | Var | 66.51 | | 66.19 | 67.30 | E** | 0.51 | 0.34 |
| *: En yüksek sonuç, **: En düşük sonuç | | | | | | | | |

Literatürde yapılan çeşitli Arap zamkı çalışmalarında da ahşap malzemelere uygulanması ile renk parametrelerinde değişiklikler elde edildikleri rapor edilmiştir (Peker ve ark., 2025;a;b; Ulay ve Ayata, 2025).

## 4. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmanın kapsamını genişletmek ve daha kapsamlı sonuçlar elde etmek için bazı önerilerde bulunulabilir. İlk olarak, yaşlandırma testleri uygulamak, ahşap yüzeylerinin zamanla çevresel faktörlere nasıl tepki verdiğini anlamak adına oldukça faydalı olacaktır. Ahşap malzemenin dış ortam koşullarında (UV ışığı, nem, sıcaklık değişimleri) uzun süre maruz kalması, renk değişimleri, mekanik bozulmalar ve yüzeydeki çatlamalar gibi değişiklikleri gözlemlemek için doğal yaşlanma testleri yapılabilir. Ayrıca, bu süreci hızlandırmak amacıyla yapay yaşlanma testleri de yapılabilir; burada belirli bir süre boyunca kontrollü koşullarda (yüksek UV ışığı, sıcaklık ve nem) testler gerçekleştirilebilir. Böylece, Arap zamkı gibi koruyucu kaplamaların, uzun süreli dış koşullara karşı dayanıklılığı hızlı bir şekilde değerlendirilebilir.
Bunun yanı sıra, ıslaklık testleri de oldukça önemlidir. Bu testler, ahşap yüzeylerinin suyu ne kadar iyi kabul ettiğini ölçer ve koruyucu kaplamaların etkinliğini değerlendirmeye yardımcı olur. Özellikle, Arap zamkı gibi uygulamalar sonrası yüzeyin suya karşı nasıl tepki verdiği, yüzeyin su itici özelliklerinin artırılıp artırılmadığını görmek için kontakt açısı ölçümü ve ıslaklık süresi gibi parametreler incelenebilir. Bu ölçümler, ahşabın dış ortam koşullarına dayanıklılığını ve uygulamanın uzun süreli etkinliğini anlamak adına önemli veriler sunacaktır.

## Kaynaklar

Abuarra, A., Hashim, R., Bauk, S., Kandaiya, S., and Tousi, E.T., (2014). Fabrication and characterization of gum Arabic bonded *Rhizophora* spp. Particleboards, Mater Des 60: 108-115. DOI: 10.1016/j.matdes.2014.03.032.

Ahmad, S., Ahmad, M., Manzoor, K., Purwar, R., and Ikram, S., (2019). A review on latest innovations in natural gums based hydrogels: Preparations & applications, International Journal of Biological Macromolecules, 136: 870-890. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2019.06.113.

Ahmed, A.A., (2018). Health benefits of gum arabic and medical use, In Gum Arabic (pp. 183-210). Academic Press.

Ali, B.H., Ziada, A., and Blunden, G., (2009). Biological effects of gum arabic: a review of some recent research, Food and chemical Toxicology, 47(1): 1-8. DOI: 10.1016/j.fct.2008.07.001.

ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.

Bemiller, J.N., Whistler, R.L., Barkalow, D.G., and Chen, C.C., (1993). Aloe, chia, flaxseed, okra, psyllium seed, quince seed, and tamarind gums, In Industrial gums (pp. 227-256). Academic Press.

Hammad, Z.M., and Mohammed, M.H., (2018). Management practices of gum arabic–producing trees. In Gum Arabic (pp. 13-21). Academic Press.

ISO 554, (1976). Standard atmospheres for conditioning and/or testing, International Standardization Organization, Geneva, Switzerland.

JECFA, (1999). (FAO/WHO) Expert Committee on Food Additives, Compendium of Food Additive Specifications. Appendum 7, Joint JECFA 53rd session June 1-10, Rome.

Jirouš, R.V., and Ljuljka, B., (1999). Boja drva i njezine promjene prilikom izlaganja atmosferskim utjecajima, Drvna Industrija, 50(1): 31-39.

Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.

Musa, H.H., Ahmed, A.A., and Musa, T.H., (2018). Chemistry, biological, and pharmacological properties of gum Arabic, Bioactive Molecules in Food, 1-18.

Patel, S., and Goyal, A., (2015). Applications of natural polymer gum arabic: a review. International Journal of Food Properties, 18(5): 986-998. DOI: 10.1080/10942912.2013.809541.

Peker, H., Çamlıbel, O., Ulay, G., and Ayata, Ü., (2025). Application of gum Arabic to heat-treated sessile oak (*Quercus petraea*) wood, Forests of Russia and Economy in them 92 (1): 183-190. DOI: 10.51318/FRET.2025.92.1.020.

Peker, H., Ulay, G., ve Ayata, Ü., (2025). Kızılçam öz ve diri odunlarına arap zamkı uygulaması: renk parametrelerinin karşılaştırmalı analizi, Mekansal Çalışmalar Dergisi, 2(1): 23-29.

Prasad, N., Thombare, N., Sharma, S.C., and Kumar, S., (2022). Gum arabic - a versatile natural gum: A review on production, processing, properties and applications, Industrial Crops and Products, 187: 115304. DOI: 10.1016/j.indcrop.2022.115304.

Tsvetkova, I.N., Krasil'Nikova, L.N., Khoroshavina, Y.V., Galushko, A.S., Frantsuzova Yu, V., Kychkin, A.K., and Shilova, O.A., (2019). Sol-gel preparation of protective and decorative coatings on wood, Journal of Sol-Gel Science and Technology, 92: 474-483. DOI: 10.1007/s10971-019-04996-3.

Ulay, G., ve Ayata, Ü., (2025). Hint zamkının renk değiştirme amaçlı Malta eriği, santos, sapelli ve maun odunlarına uygulanması, Gece Kitaplığı, Orman Endüstri Mühendisliği Alanında Araştırmalar ve Değerlendirmeler, Editörler: Prof. Dr. Nihat Sami ÇETİN, Prof. Dr. Nilgül ÇETİN, Doç. Dr. Mustafa Batuhan KURT, Birinci Basım Mart 2025, Ankara, 27-38. ISBN: 978-625-388-233-4.

Verbeken, D., Dierckx, S., and Dewettinck, K., (2003). Exudate gums: occurrence, production, and applications, Applied Microbiology and Biotechnology, 63: 10-21. DOI: 10.1007/s00253-003-1354-z.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# DAĞ KARAAĞACI (*ULMUS GLABRA* HUDSON) ODUNUNA UYGULANAN FARKLI KATLARDAKİ BALMUMU UYGULAMASININ RENK, PARLAKLIK VE BEYAZLIK İNDEKSİ ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

**Doç. Dr. Göksel ULAY[1], Prof. Dr. Hüseyin PEKER[2] ve Doç. Dr. Ümit AYATA[3]**

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Van Meslek Yüksekokulu, Malzeme ve Malzeme İşleme Teknolojisi Bölümü, Mobilya Dekorasyon Programı, Van, Türkiye,
g.ulay@yyu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4080-8816
[2]Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Artvin, Türkiye
peker100@artvin.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7771-6993
[3*]Bayburt Üniversitesi, Sanat ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık ve Çevre Tasarımı Bölümü, Bayburt, Türkiye
Sorumlu yazar: umitayata@yandex.com, ORCID ID: 0000-0002-6787-7822

## Özet

Bu çalışmada, dağ karaağacı (*Ulmus glabra* Hudson) odununa farklı katlar halinde balmumu uygulamasının, odunun renk, parlaklık ve beyazlık indeksleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Balmumu uygulamasının, odunun yüzey özelliklerini önemli ölçüde değiştirdiği gözlemlenmiştir. Renk parametrelerinden $L^*$ değeri, uygulama kat sayısı arttıkça azalmış ve bu da yüzeyin koyulaştığını göstermiştir. Diğer renk parametreleri olan $a^*$ ve $b^*$ ise artış göstermiştir; $a^*$ değeri %43.10, $b^*$ değeri ise %20.93 oranında yükselmiştir. Parlaklık ölçümlerinde, balmumu uygulamaları özellikle 60° ve 85° açılarıyla yapılan ölçümlerde belirgin artışlar sağlamıştır. Beyazlık indeksleri ise her iki yön (⊥ ve ‖) için de azalma göstermiştir. Elde edilen sonuçlar, balmumu uygulamasının, dağ karaağacı odununun yüzeyinde renk doygunluğu, parlaklık ve beyazlık üzerinde belirgin değişikliklere yol açtığını ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Dağ karaağacı, *Ulmus glabra*, balmumu uygulaması, renk parametreleri, parlaklık, beyazlık indeksi, kat sayısı,

# The Effect of Wax Application in Different Coating Layers on the Color, Glossiness, and Whiteness Index Properties of Elm European (*Ulmus glabra* Hudson) Wood

## Abstract

This study investigates the effects of applying different layers of wax on the color, glossiness, and whiteness index of European elm (*Ulmus glabra* Hudson) wood. It was observed that the wax application significantly altered the surface properties of the wood. Among the color parameters, the $L^*$ value decreased as the number of application layers increased, indicating that the surface became darker. The other color parameters, $a^*$ and $b^*$, increased; the $a^*$ value increased by 43.10%, and the $b^*$ value increased by 20.93%. Glossiness measurements showed significant increases, particularly at 60° and 85° angles. The whiteness index decreased for both directions (⊥ and ‖). The results indicate that the wax application leads to significant changes in color saturation, glossiness, and whiteness on the surface of European elm wood.

**Keywords:** European elm, *Ulmus glabra*, wax application, color parameters, glossiness, whiteness index, number of layers

## 1. Giriş

Ahşap, estetik ve fiziksel özellikleri nedeniyle yüzyıllardır toplum tarafından kullanılan bir üründür. Ahşap serttir, ancak sıcaklık, nem ve mekanik yöntemlerle şekillendirilebilmektedir. Darbeye dayanıklıdır ve ağırlıkla karşılaştırıldığında iyi bir dayanıklılık oranına sahiptir (Овсянников, 2017; Литвинов ve Овсянников, 2019).

Ahşap mum yağı, esas olarak doğal reçineler, hayvansal yağ mumu ve doğal bitkisel yağlardan oluşan yeni bir tür çevre dostu kaplamadır. Tamamen doğal bileşenlerin bir birleşimi olup, üretim ve kullanım süreci boyunca çevre dostudur ve ahşap üzerine uygulandığında belirli film oluşturma ve nüfuz etme özelliklerine sahiptir (Tong ve ark., 2019; Piao ve ark., 2022; Wang ve ark., 2024). Ahşap yağlar, balmumları ve parafin gibi su itici maddelerle emprenye edilebilmektedir. Bu, ahşap hücre duvarlarının kendilerinin değiştirilmediği bir süreç olsa da, tanımına bağlı olarak ahşap modifikasyonu olarak da kabul edilmektedir (Homann ve Jorissen, 2004; Hill, 2006; Scheiding, 2015; Brischke, 2019). Balmumu bazlı kaplamalar, çevre dostuluğu ve ekonomikliği açısından modern gereksinimleri karşılamaktadır. Balmumu ile elastik ve nefes alabilen bir kaplama oluşturulmakta; böylece ahşap çevresel etkilere karşı korunmakta, doğal güzelliği ve esnekliği korunmaktadır. Doğada, birçok bitki yaprağının ince bir balmumu tabakasıyla mikrokristaller, lameller vb. biçiminde kaplandığı gözlemlenmektedir (Tsvetkova ve ark., 2019). Bitkisel balmumunun, birçok önemli işlevi yerine getirdiği bilinmektedir. Kuru koşullarda, yüzeyin nefes alabilirliği korunarak su kaybına karşı koruma sağlanmaktadır. Zararlı ultraviyole ışınlar süzülmekte, yaprak ise bakteri ve mantarlardan korunmaktadır. Yaprak yüzeyinin mikroskobik pürüzlülüğü sayesinde uçucu kimyasallar ve kirleticiler yüzeye tutunamamakta; bunun yerine, kendi kendini temizleme süreci sırasında yapraktan yıkanarak uzaklaştırılmaktadır. Bu iyi bilinen doğa olayı, "lotus etkisi" olarak adlandırılmaktadır (Schulz ve Frommer, 2004; Tsvetkova ve ark., 2019).

Bu çalışmada, dağ karaağacı (*Ulmus glabra* Hudson) odununa değişik katlarda balmumu uygulamasının odunun renk, parlaklık ve beyazlık indeksleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu çalışma, dağ karaağacı odununa farklı katlarda balmumu uygulamasının yüzey özellikleri üzerinde ne gibi etkiler yaratabileceğini anlamak için yapılmıştır. Ahşap yüzeylerinin estetik ve fonksiyonel özellikleri, özellikle renk, parlaklık ve beyazlık indeksleri, mobilya ve inşaat endüstrisi gibi birçok alanda büyük öneme sahiptir. Balmumu uygulaması, ahşap yüzeylerinin korunmasında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir ve bu tür uygulamaların ahşabın optik özellikleri üzerindeki etkileri daha iyi anlaşılmalıdır.

Bu ağaç hakkında kısaca bilgi vermek gerekirse; *Ulmus glabra* Hudson, Avrupa kıtasındaki birçok ülkede dağılım göstermektedir (Tutin, 1993) ve Batı Asya'ya kadar yayılmaktadır. Kuzeydoğu Avrupa ve Akdeniz bölgesine doğru daha nadir görülmektedir (Collin ve ark., 2000). Tohumlar ayrıca yeşil olarak da hasat edilebilmektedir (McMillan-Browse, 1985). İyi drenajlı olduğu sürece en azından orta kalitedeki herhangi bir toprakta kolaylıkla yetiştirilebilmektedir (Chittendon, 1956). Nemli ancak suya doymamış derin veya ağır bir toprağı tercih etmektedir ve toprak belirgin şekilde asitli ise gelişmez. Orta derecede gölgeye dayanıklıdır. Rüzgâra çok dayanıklı ve denizde maruz kalmaya toleranslıdır (Beckett ve Beckett, 1979). Odununun fırın kurusu yoğunluğu ve hacimsel daralma değeri sırasıyla 656, 575 kg/m$^3$ ve %12.39 olarak belirlenmiştir (Kiaei ve Samariha, 2011).

## 2. Materyal ve Metot

Dağ karaağacı (*Ulmusglabra*- Hudson) ahşabı 100 x 100 x 15 mm ölçülerinde temin edildikten sonra TS ISO 13061-1, (2021) standardına göre hazır hale getirilmiştir. Bu çalışmada,

görünümü macun formunda olan, nötr renkte ve karakteristik kokuya sahip, suda çözünmeyip dağılabilen, %30 oranında kuru artık içeren ve pH değeri 7.6 olan doğal ve sentetik balmumlarının karışımı bir yağ kullanılmıştır. Bu çalışmada, doğal ve sentetik balmumu içeren yağ bazlı karışım, ahşap yüzeylere fırça ile sırasıyla birinci, ikinci ve üçüncü katlar halinde uygulanarak tatbik edilmiştir. Beyazlık indeksi (*WI**) değerleri (ASTM E313-15e1, 2015), parlaklık değerleri (ISO 2813, 1994) ve renk parametreleri (ASTM D 2244-3, 2007) ölçülmüştür. Aşağıdaki formüllerle toplam renk farklılıkları elde edilmiştir.

$$C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{0.5} \quad (1)$$
$$h^o = \arctan (b^*/a^*) \quad (2)$$
$$\Delta C^* = (C^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - C^*_{\text{referans}}) \quad (3)$$
$$\Delta a^* = (a^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - a^*_{\text{referans}}) \quad (4)$$
$$\Delta L^* = (L^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - L^*_{\text{referans}}) \quad (5)$$
$$\Delta b^* = (b^*_{\text{işlem görmüş deney örneği}} - b^*_{\text{referans}}) \quad (6)$$
$$\Delta H^* = [(\Delta E^*)^2 - (\Delta L^*)^2 - (\Delta C^*)^2]^{0.5} \quad (7)$$
$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{0.5} \quad (8)$$

Literatürde $\Delta C^*$: kroma kısmı veya doygunluk farkı ve $\Delta H^*$: ton bölümü veya gölge farkı olarak tanımlanmıştır, ayrıca diğer parametrelere ait tanımlamalarda Çizelge 1'de sunulmuştur (Lange, 1999).

Çizelge 1. $\Delta L^*$, $\Delta a^*$, $\Delta b^*$ ve $\Delta C^*$ değerlerine ait tanımlamalar (Lange, 1999)

| Parametre | Pozitif durumda | Negatif durumda |
|---|---|---|
| $\Delta L^*$ | Referanstan daha açık | Referanstan daha koyu |
| $\Delta a^*$ | Referanstan daha kırmızı | Referanstan daha yeşil |
| $\Delta b^*$ | Referanstan daha sarı | Referanstan daha mavi |
| $\Delta C^*$ | Referanstan daha net, daha parlak | Mat, referanstan daha bulanık |

$\Delta E^*$ için kriterler (DIN 5033, 1979) Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. $\Delta E^*$ için kriterler (DIN 5033, 1979)

| Toplam renk farkı ($\Delta E^*$) | Görsel fark | Toplam renk farkı ($\Delta E^*$) | Görsel fark |
|---|---|---|---|
| <0.2 | Algılanamaz | 3.0 ila 6.0 | Çok belirgin |
| 0.2 ila 0.5 | Çok zayıf | 6.0 ila 12.0 | Güçlü |
| 0.5 ila 1.5 | Zayıf | > 12.0 | Çok güçlü |
| 1.5 ila 3.0 | Belirgin | | |

Bir istatistik programı ile maksimum ve minimum değerleri, homojenlik grupları, standart sapmaları, ortalama değerleri, varyans analizleri ve yüzde (%) değişim oranları hesaplanmıştır.

## 3. Bulgular ve Tartışma

Varyans analizi sonuçları Çizelge 3'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre, bütün testler için uygulanan kat sayısı faktörünün anlamlı olarak elde edildiği görülmüştür (Çizelge 3).

Çizelge 3. Varyans analizi sonuçları

| Test | Kareler Toplamı | Serbestlik Derecesi | Ortalama Kare | F Değeri | $\alpha \leq 0.05$ (*: Anlamlı) |
|---|---|---|---|---|---|
| Işıklılık ($L^*$) | 371.244 | 3 | 123.748 | 785.112 | 0.000* |
| Kırmızı ($a^*$) renk tonu | 84.916 | 3 | 28.305 | 196.913 | 0.000* |
| Sarı ($b^*$) renk tonu | 98.253 | 3 | 32.751 | 397.735 | 0.000* |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Kroma (*C**) | 158.372 | 3 | 52.791 | 403.824 | 0.000* |
| Ton (*h*°) açısı | 115.556 | 3 | 38.519 | 70.576 | 0.000* |
| ⊥20°'de parlaklık | 0.971 | 3 | 0.324 | 132.409 | 0.000* |
| ⊥60°'de parlaklık | 49.099 | 3 | 16.366 | 892.709 | 0.000* |
| ⊥85°'de parlaklık | 168.036 | 3 | 56.012 | 1115.283 | 0.000* |
| ‖20°'de parlaklık | 0.632 | 3 | 0.211 | 41.217 | 0.000* |
| ‖60°'de parlaklık | 45.739 | 3 | 15.246 | 455.490 | 0.000* |
| ‖85°'de parlaklık | 490.888 | 3 | 163.629 | 669.697 | 0.000* |
| Beyazlık indeksi (⊥) | 414.011 | 3 | 138.004 | 3772.308 | 0.000* |
| Beyazlık indeksi (‖) | 402.507 | 3 | 134.169 | 4052.084 | 0.000* |

Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 4'de gösterilmiştir. Yapılan ölçümler sonucunda, balmumu uygulamasının dağ karaağacı odununun yüzey renk parametrelerinde belirgin değişikliklere yol açtığı görülmüştür. *L** değeri, kontrol grubunda 61.29 iken, balmumu uygulamasının ardından azalarak 1 katta 55.55, 2 katta 54.09 ve 3 katta 53.68'e düşmüş; bu da yüzeyin koyulaştığını ve toplamda %12.42 oranında bir azalma meydana geldiğini göstermektedir. *a** değeri balmumu uygulaması ile anlamlı şekilde artmış; kontrol grubundaki 8.40 değerinden 1 katta 11.32'ye (%34.76 artış), 2 katta 11.81'e (%40.60 artış) ve 3 katta 12.02'ye (%43.10 artış) yükselmiştir. Benzer şekilde, *b** değeri kontrol örneklerinde 19.16 iken, 3 kat uygulama sonucunda 23.17'ye çıkarak %20.93 oranında artmıştır. Renk canlılığını ifade eden *C** değeri de artış göstermiş, 1. kat uygulamada %15.18, 2. katta %22.07 ve 3. katta %24.17 oranında yükselmiştir. Ancak *h*° değerinde ise balmumu uygulamalarıyla birlikte azalma gözlenmiş; kontrol grubundaki 66.33'lük değer, 3 kat uygulamada 62.59'a inerek yaklaşık %5.64'lük bir azalma göstermiştir (Çizelge 4). Literatürde yapılan çalışmalarda, balmumu uygulamalarıyla ahşap malzeme üzerinde farklı renk parametrelerinin elde edildiği rapor edilmiştir (Ayata ve Çamlıbel, 2024; Peker ve ark., 2024a;b; Peker ve Ayata, 2024; Ulay ve Ayata, 2024).

Çizelge 4. Renk parametrelerine ait ölçüm sonuçları

| Test | Balmumu Uygulaması | Ortalama | Değişim (%) | *HG* | Standart Sapma | Minimum | Maksimum | Varyasyon Katsayısı |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *L** | Kontrol | 61.29 | - | A* | 0.52 | 60.58 | 62.08 | 0.85 |
| | 1 kat | 55.55 | ↓9.37 | B | 0.09 | 55.44 | 55.68 | 0.16 |
| | 2 kat | 54.09 | ↓11.75 | C | 0.35 | 53.68 | 54.70 | 0.64 |
| | 3 kat | 53.68 | ↓12.42 | D** | 0.48 | 53.07 | 54.57 | 0.89 |
| *a** | Kontrol | 8.40 | - | C** | 0.36 | 7.74 | 8.88 | 4.23 |
| | 1 kat | 11.32 | ↑34.76 | B | 0.25 | 10.82 | 11.60 | 2.25 |
| | 2 kat | 11.81 | ↑40.60 | A | 0.37 | 10.99 | 12.21 | 3.13 |
| | 3 kat | 12.02 | ↑43.10 | A* | 0.50 | 11.02 | 12.79 | 4.14 |
| *b** | Kontrol | 19.16 | - | D** | 0.31 | 18.55 | 19.64 | 1.61 |
| | 1 kat | 21.40 | ↑11.69 | C | 0.28 | 20.96 | 21.92 | 1.32 |
| | 2 kat | 22.77 | ↑18.84 | B | 0.30 | 22.19 | 23.18 | 1.34 |
| | 3 kat | 23.17 | ↑20.93 | A* | 0.25 | 22.88 | 23.67 | 1.07 |
| *C** | Kontrol | 21.02 | - | D** | 0.39 | 20.10 | 21.55 | 1.87 |
| | 1 kat | 24.21 | ↑15.18 | C | 0.34 | 23.67 | 24.74 | 1.39 |
| | 2 kat | 25.66 | ↑22.07 | B | 0.39 | 24.77 | 26.11 | 1.52 |
| | 3 kat | 26.10 | ↑24.17 | A* | 0.32 | 25.40 | 26.47 | 1.23 |
| *h*° | Kontrol | 66.33 | - | A* | 0.78 | 65.20 | 67.50 | 1.18 |
| | 1 kat | 62.12 | ↓6.35 | B** | 0.43 | 61.56 | 63.00 | 0.69 |
| | 2 kat | 62.58 | ↓5.65 | B | 0.62 | 61.59 | 63.65 | 0.99 |
| | 3 kat | 62.59 | ↓5.64 | B | 1.00 | 61.03 | 64.27 | 1.60 |
| Ölçüm sayısı: 10, *HG*: Homojenlik Grubu, *: En yüksek değer, **: En düşük değer | | | | | | | | |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Beyazlık indeksi (*WI**) değerlerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir. Dağ karaağacı odununa uygulanan balmumu, yüzey beyazlığı üzerinde belirgin bir azalmaya neden olmuştur. Lif yönüne dik (*WI**⊥) ölçümlerde, kontrol grubunda 19.22 olan beyazlık indeksi, 1 kat balmumu uygulamasında 13.71'e (%28.67 azalma), 2 katta 11.52'ye (%40.06 azalma) ve 3 katta 11.18'e (%41.83 azalma) düşmüştür. Benzer şekilde, lif yönüne paralel (*WI**‖) ölçümlerde de beyazlık değerlerinde dikkate değer azalmalar gözlenmiştir. Kontrol örneklerinde 16.12 olan değer, 1 kat uygulamada 10.06'ya (%37.59 azalma), 2 katta 8.22'ye (%49.01 azalma) ve 3 katta 8.62'ye (%46.53 azalma) gerilemiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Beyazlık indeksi (*WI**) değerlerine ait ölçüm sonuçları

| Test | Balmumu Uygulaması | Ortalama | Değişim (%) | *HG* | Standart Sapma | Minimum | Maksimum | Varyasyon Katsayısı |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *WI**⊥ | Kontrol | 19.22 | - | A* | 0.23 | 19.00 | 19.60 | 1.22 |
| | 1 kat | 13.71 | ↓28.67 | B | 0.19 | 13.50 | 13.90 | 1.35 |
| | 2 kat | 11.52 | ↓40.06 | C | 0.12 | 11.40 | 11.80 | 1.07 |
| | 3 kat | 11.18 | ↓41.83 | D** | 0.20 | 11.00 | 11.50 | 1.83 |
| *WI**‖ | Kontrol | 16.12 | - | A* | 0.18 | 15.80 | 16.30 | 1.13 |
| | 1 kat | 10.06 | ↓37.59 | B | 0.16 | 9.80 | 10.20 | 1.57 |
| | 2 kat | 8.22 | ↓49.01 | D** | 0.08 | 8.10 | 8.30 | 0.96 |
| | 3 kat | 8.62 | ↓46.53 | C | 0.26 | 8.40 | 9.10 | 3.04 |
| Ölçüm sayısı: 10, *HG*: Homojenlik Grubu, *: En yüksek değer, **: En düşük değer | | | | | | | | |

Parlaklık değerlerine ait ölçüm sonuçları Çizelge 6'da sunulmuştur. Dağ karaağacı odununa uygulanan balmumu, yüzey parlaklığında ölçüm açısına ve ölçüm yönüne bağlı olarak belirgin değişikliklere neden olmuştur. Parlaklık değerleri, genel olarak artış göstermiş ve bu artış, özellikle 60° ve 85° açılarında oldukça yüksek seviyelere ulaşmıştır. Lif yönüne dik (⊥) ölçümlerde 20° açısında kontrol örneği 0.20 birim iken, 2 kat balmumu uygulamasında bu değer 0.52'ye yükselerek %160 oranında artış göstermiştir. 60° açıda ise parlaklık kontrol örneğinde 1.52 iken, 2 kat uygulamada 4.34'e çıkarak %185.53'lük bir artış kaydedilmiştir. Özellikle 85° açıda, 2 kat balmumu uygulaması ile parlaklık değeri 0.28'den 5.62'ye çıkarak %1907.14 gibi çok yüksek bir artış oranına ulaşmıştır. Lif yönüne paralel (‖) ölçümlerde de benzer eğilimler gözlenmiştir. Örneğin, 85° açıda kontrol örneği 0.80 iken, 2 kat uygulamada 9.58'e yükselerek %1097.50 artış göstermiştir. 60° açıda ise kontrol değeri 1.86'dan, 2 kat uygulamada 4.44'e çıkarak %138.71'lik bir artışla sonuçlanmıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Parlaklık değerlerine ait ölçüm sonuçları

| Test | Balmumu Uygulaması | Ortalama | Değişim (%) | *HG* | Standart Sapma | Minimum | Maksimum | Varyasyon Katsayısı |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ⊥20° | Kontrol | 0.20 | - | B | 0.00 | 0.20 | 0.20 | 0.00 |
| | 1 kat | 0.18 | ↓10.00 | B** | 0.04 | 0.10 | 0.20 | 23.42 |
| | 2 kat | 0.52 | ↑160.00 | A* | 0.08 | 0.40 | 0.60 | 15.17 |
| | 3 kat | 0.48 | ↑140.00 | A | 0.04 | 0.40 | 0.50 | 8.78 |
| ⊥60° | Kontrol | 1.52 | - | D** | 0.15 | 1.30 | 1.70 | 9.71 |
| | 1 kat | 2.02 | ↑32.89 | C | 0.04 | 2.00 | 2.10 | 2.09 |
| | 2 kat | 4.34 | ↑185.53 | A* | 0.16 | 4.10 | 4.50 | 3.64 |
| | 3 kat | 3.34 | ↑119.74 | B | 0.16 | 3.10 | 3.50 | 4.72 |
| ⊥85° | Kontrol | 0.28 | - | D** | 0.13 | 0.10 | 0.40 | 47.02 |
| | 1 kat | 1.00 | ↑257.14 | C | 0.16 | 0.80 | 1.20 | 15.63 |
| | 2 kat | 5.62 | ↑1907.14 | A* | 0.29 | 5.20 | 6.00 | 5.09 |
| | 3 kat | 2.18 | ↑678.57 | B | 0.28 | 1.70 | 2.40 | 12.76 |
| ‖20° | Kontrol | 0.30 | - | C | 0.00 | 0.30 | 0.30 | 0.00 |
| | 1 kat | 0.20 | ↓33.33 | D** | 0.00 | 0.20 | 0.20 | 0.00 |
| | 2 kat | 0.40 | ↑33.33 | B | 0.09 | 0.30 | 0.50 | 23.57 |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 kat | 0.54 | ↑80.00 | A* | 0.11 | 0.40 | 0.70 | 19.91 |
| ‖60° | Kontrol | 1.86 | - | D** | 0.13 | 1.70 | 2.00 | 6.80 |
| | 1 kat | 2.07 | ↑11.29 | C | 0.05 | 2.00 | 2.10 | 2.33 |
| | 2 kat | 4.44 | ↑138.71 | A | 0.30 | 4.00 | 4.80 | 6.81 |
| | 3 kat | 3.58 | ↑92.47 | B | 0.15 | 3.40 | 3.80 | 4.33 |
| ‖85° | Kontrol | 0.80 | - | D** | 0.00 | 0.80 | 0.80 | 0.00 |
| | 1 kat | 1.58 | ↑97.50 | C | 0.27 | 1.20 | 1.80 | 16.82 |
| | 2 kat | 9.58 | ↑1097.50 | A* | 0.92 | 8.40 | 10.70 | 9.58 |
| | 3 kat | 5.56 | ↑595.00 | B | 0.25 | 5.20 | 5.90 | 4.58 |
| Ölçüm sayısı: 10, *HG*: Homojenlik Grubu, *: En yüksek değer, **: En düşük değer | | | | | | | | |

Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar Çizelge 7'de sunulmuştur. Δ*E** değerleri 1 kat balmumu ile 6.82, 2 kat balmumu ile 8.75 ve 3 kat balmumu ile 9.33 olarak hesaplanmıştır. Δ*H** değerleri ise 1 kat balmumu ile 1.83, 2 kat balmumu ile 1.79 ve 3 kat balmumu ile 1.81 olarak bulunmuştur. Bütün balmumu uygulamaları ile Δ*L** değerleri negatif (referanstan daha koyu), Δ*a** değerleri pozitif (referanstan daha kırmızı), Δ*b** değerleri pozitif (referanstan daha sarı) ve Δ*C** değerleri pozitif (referanstan daha net, daha parlak) olarak elde edilmiştir. Renk değiştirme kriterleri (DIN 5033, 1979) açısından sonuçlara bakıldığında bütün balmumu uygulamaları ile "güçlü (6.0 ila 12.0)" kriterinin elde edildiği görülmüştür (Çizelge 7).

Çizelge 7. Toplam renk farklılıklarına ait sonuçlar

| Uygulaması Sonrası | Δ*L** | Δ*a** | Δ*b** | Δ*C** | Δ*H** | Δ*E** | Renk değiştirme kriterleri (DIN 5033, 1979) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 kat balmumu | -5.74 | 2.92 | 2.24 | 3.19 | 1.83 | 6.82 | Güçlü (6.0 ila 12.0) |
| 2 kat balmumu | -7.20 | 3.41 | 3.61 | 4.64 | 1.79 | 8.75 | |
| 3 kat balmumu | -7.61 | 3.61 | 4.01 | 5.08 | 1.81 | 9.33 | |

## 4. Sonuçlar ve Öneriler

Balmumu uygulamaları, dağ karaağacı odununun renk, parlaklık ve beyazlık indeksleri üzerinde belirgin değişiklikler yaratmıştır. Uygulama kat sayısı arttıkça, odunun *L** değeri düşerken, *a** ve *b** değerleri artmıştır. Beyazlık indeksinde ise azalma gözlemlenmiş, özellikle üç kat balmumu uygulamasında bu azalma daha belirgin olmuştur.
Dağ karaağacı odununda balmumu uygulamalarının estetik özellikler üzerindeki etkileri, ahşap yüzeylerin korunması ve dekoratif amaçlarla kullanımında dikkate alınmalıdır. Gelecekteki çalışmalarda, farklı balmumu türleri ve uygulama yöntemlerinin karşılaştırılması önerilmektedir. Ayrıca, daha uzun vadeli dayanıklılık testleri yapılarak, balmumu uygulamalarının uzun süreli etkileri incelenebilir.

## Kaynaklar

ASTM D 2244-3, (2007). Standard practice for calculation or color tolerances and color, differences from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken. PA.
ASTM E313-15e1, (2015). Standard practice for calculating yellowness and whiteness indices from instrumentally measured color coordinates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
Ayata, Ü., and Çamlıbel, O., (2024). Effects of wax application on color, glossiness, and whiteness index values of American black cherry (*Prunus serotina*) wood, Les/Wood, 73(1): 81-90. DOI: 10.26614/les-wood.2024.v73n01a07.
Beckett, G., and Beckett, K., (1979). Planting Native Trees and Shrubs. Jarrold

Brischke, C., (2019). Timber. Long-term performance and durability of masonry structures, 129-168. DOI: 10.1016/b978-0-08-102110-1.00005-4.
Chittendon, F., (1956). RHS Dictionary of Plants plus Supplement, Oxford University Press.
Collin, E., Bilger, I., Eriksson, G., and Turok, J., (2000). The conservation of Elm Genetic Resources in Europe. En: Dunn, P. (ed.), The Elms. Breeding, Conservation and Disease Management, 281-293. Kluwer Academic Publishers.
DIN 5033, (1979). Deutsche Normen. Farbmessung. Normenausschuß Farbe (FNF) im DIN Deutsches Institutfür Normunge V. Beuth, Berlin März.
Hill, C.A., (2006). Wood Modification e Chemical, Thermal and Other Processes. John Wiley & Sons, Chichester, UK.
Homan, W.J., and Jorissen, A.J., (2004). Wood modification developments. Heron 49, 360e369.
Kiaei, M., and Samariha, A., (2011). Wood density and shrinkage of *Ulmus glabra* in northwestern of Iran, American-Eurasian Journal of Agriculture and Environment Science, 11(2): 57-260.
Lange, D.R., (1999). Fundamentals of Colourimetry - Application Report No. 10e. DR Lange: New York, NY, USA.
McMillan-Browse, P., (1985). Hardy Woody Plants from Seed. Grower Books. ISBN: 0-901361-21-6.
Peker, H., Bilginer, E.H., Ayata, Ü., Çamlıbel, O., ve Gürleyen, L., (2024a). Zeytin (*Olea europaea* L.) ahşabında bazı yüzey özellikleri üzerine balmumum uygulamasının etkileri, Journal of Marine and Engineering Technology, 4(1): 1-10. DOI: 10.58771/joinmet.1406915.
Peker, H., Ulay, G., and Ayata, Ü., (2024b). A study on the application of wax on linden (*Tilia tomentosa* Moench.) wood, Wood Research Journal, 15(2): 49-54. DOI: 10.51850/wrj.2024.15.2.49-54.
Peker, H., ve Ayata, Ü., (2024). Merbau [*Intsia bijuga* (Colebr.) O. Kuntze] ahşabı ve balmumu uygulaması arasındaki bazı yüzey özelliklerinin araştırılması, Technological Applied Sciences, 19(4): 34-41. DOI: 10.12739/NWSA.2024.19.4.2A0199.
Piao, X., Zhao, Z., Guo, H., Wang, Z., and Jin, C., (2022). Improved properties of bamboo by thermal treatment with wood wax oil, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 643: 128807. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2022.128807.
Scheiding, W., (2015). Modifizierung und Hydrophobierung. In: Scheiding, W., Grabes, P., Haustein, T., Haustein, V., Nieke, N., Urban, H., Weiß, B. (Eds.), Holzschutz. Fachbuchverlag Leipzig/Carl Hanser, Munich, 239e145.
Schulz, B., and Frommer, W.B., (2004). A plant ABC transporter takes the lotus seat. Science, 306(5696): 622-625. DOI: 10.1126/science.1105227.
Tong, R., Zhang, L., Yang, X., Liu, J., Zhou, P., and Li, J., (2019). Emission characteristics and probabilistic health risk of volatile organic compounds from solvents in wooden furniture manufacturing, Journal of Cleaner Production, 208: 1096-1108. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.10.195.
TS ISO 13061-1, (2021). Odunun fiziksel ve mekanik özellikleri - Kusursuz küçük ahşap numunelerin deney yöntemleri - Bölüm 1: Fiziksel ve mekanik deneyler için nem muhtevasının belirlenmesi, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
Tsvetkova, I.N., Krasil'Nikova, L.N., Khoroshavina, Y.V., Galushko, A.S., Frantsuzova Yu, V., Kychkin, A.K., and Shilova, O.A., (2019). Sol-gel preparation of protective and decorative coatings on wood, Journal of Sol-Gel Science and Technology, 92: 474-483. DOI: 10.1007/s10971-019-04996-3.
Tutin, T., (1993). Ulmus. In: Tutin & al. (eds.), Flora Europaea I: 76, 2.ª ed. Cambridge University Press.

Ulay, G., ve Ayata, Ü., (2024). Malta eriği (*Eriobotrya japonica* L.) ahşabına balmumu uygulanması, Ege 12. Uluslararası Uygulamalı Bilimler Kongresi, 26-30 Aralık 2024, İzmir, 1251-1257.

Wang, X., Shen, J., Chen, Y., and Li, L., (2024). A wood wax oil-based nanocomposite coating with excellent durability, ultraviolet and water resistance for wood finishing, Progress in Organic Coatings, 190: 108408. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2024.108408.

Литвинов, В.В., and Овсянников, С.И., (2019). Лазерная Обработка Деревянных Поверхностей. In Природоподобные технологии строительных композитов для защиты среды обитания человека (pp. 29-33).

Овсянников С.И., (2017). Деревянное домостроение за рубежом и в России. In Наука и инновации в строительстве (pp. 309-315).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# INNOVATIVE APPROACHES TO MINIMISING THERMAL BRIDGING IN GLAZED AREAS

**Erdem CUCE**
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkiye, erdem.cuce@erdogan.edu.tr
ORCID: 0000-0003-0150-4705
**Pinar Mert CUCE**
Department of Architecture, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkiye, pinar.mertcuce@erdogan.edu.tr
ORCID: 0000-0002-6522-7092
**Emre ALVUR**
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkiye, emre.alvur@erdogan.edu.tr
ORCID: 0000-0002-4771-5025

## ABSTRACT

Thermal bridging at window-wall junctions remains a critical challenge for building energy efficiency, leading to increased heat loss and energy consumption. As energy regulations become more stringent, minimising these losses is essential for sustainable building design. This study presents a critical review of recent advancements in thermal bridging mitigation strategies for glazed areas, focusing on glazing technologies, high-performance frame materials, and optimised installation techniques. A systematic analysis of the literature highlights the potential of thin-film photovoltaic glazing, vacuum glazing with U-values as low as 0.2 W/(m$^2$K), and aerogel-filled cavities, which can reduce thermal permeability by 45%. Additionally, phase change materials and low-e coated multilayer systems contribute to insulation improvements, while high-performance frame materials such as fibreglass and composites, combined with thermal break systems, lower linear thermal transmittance by up to 80%. This review critically evaluates the effectiveness of these solutions, comparing their performance, limitations, and applicability in different climatic conditions. The findings indicate that an integrated approach combining these technologies can significantly enhance building envelope efficiency, providing insights for future research and regulatory frameworks in sustainable construction.

**Keywords:** Thermal bridging, glazing technologies, energy efficiency, window-wall junctions

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. Introduction

To meet the growing demand for energy-efficient buildings, contemporary architectural practices increasingly prioritise tightly sealed and thoroughly insulated structures. Despite these advances, energy loss caused by thermal bridges remains a persistent and significant challenge that undermines the performance of building envelopes. These localised weak points in the insulation layer occur where materials with varying thermal properties intersect, creating continuous paths for heat transfer that bypass the primary insulation system. A particularly vulnerable location is the interface between windows and walls, where different construction materials and techniques converge, making it difficult to maintain uninterrupted thermal protection. Thermal bridges at window-wall junctions form due to the discontinuity of the insulation layer and the presence of materials with high thermal conductivity, such as metals or dense mineral components. Even in buildings with high-performance glazing, the overall energy performance may be compromised by ineffective junction detailing. Studies suggest that up to 40% of heat loss through windows can be attributed to these connection points. This substantial proportion highlights the fact that optimising glazing alone is insufficient unless the framing and installation strategies are also addressed holistically [1,2].

Figure 1 illustrates critical interfaces in building envelopes, such as wall-to-wall, window-to-wall, or door-to-wall connections, where thermal bridges commonly occur. These junctions are particularly problematic because they remain exposed to uninterrupted heat flow, even when the broader surface is well insulated. From the frame-to-glass transitions to windowsills and door thresholds, every detail plays a role in either preserving or compromising thermal continuity. As shown, even minimal gaps or poorly executed joints may result in heat escape that contributes to increased energy demand and occupant discomfort.

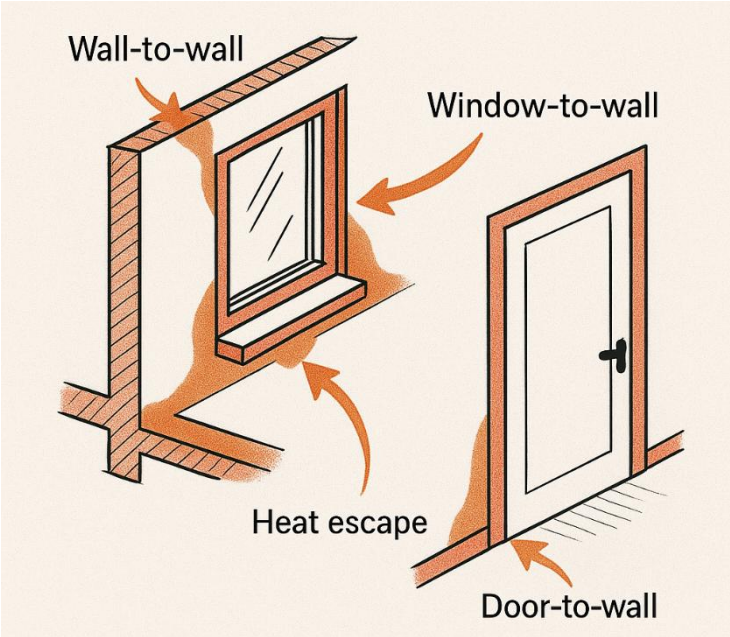



**Figure 1. Thermal bridges at building interfaces.**

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

The effectiveness of insulation around window openings not only depends on material properties but also hinges on workmanship quality during installation. Poor alignment, insufficient sealing, and improper fitting of frames can all lead to significant reductions in thermal resistance, despite the use of advanced insulating components [3]. This underlines the need to focus not just on the selection of high-performance materials but also on construction accuracy and quality assurance at critical interfaces. When these aspects are overlooked, even a building with thick insulation and double-glazed units may suffer from heat losses through narrow linear or point bridges, diminishing the expected energy savings [4]. Moreover, thermal bridging is not just an energy efficiency concern—it has implications for the durability and health of interior environments. These bridges often lead to cold surface areas that increase the likelihood of condensation, creating favourable conditions for mould development and structural deterioration. In winter months, occupants may notice unpleasant odours or visible damp spots around windows, revealing the presence of poorly insulated contact zones. The impact extends beyond comfort to long-term building performance and indoor air quality [5].

Addressing these issues requires an integrated design approach, where glazing, framing, and surrounding wall elements are considered as a continuous system rather than isolated parts. For instance, research indicates that enhancing the insulating capacity of both glass and frame materials leads to significantly reduced heat transmission. Aluminium frames incorporating a polyurethane thermal break between interior and exterior profiles have shown promising results in limiting conductive losses across window boundaries [6]. Likewise, embedded insulating strips and carefully designed seals at junctions provide an effective barrier against linear heat flow, contributing to an improved thermal envelope. As energy regulations become increasingly stringent, building professionals are expected to deliver envelope solutions that perform not only in laboratory settings but also under real-world construction conditions. This expectation has driven innovation in glazing technologies, including the use of phase change materials, aerogel-filled cavities, and vacuum glazing units that reach thermal transmittance values as low as 0.5 W/(m$^2$K). However, traditional window frames and installation systems often remain the weakest link, with thermal transmittance values typically exceeding 1.0 W/(m$^2$K), especially in conventional double- or single-layered assemblies [7]. This mismatch between glass and frame performance demonstrates the need for system-wide improvements.

European standards such as EN ISO 14683 provide classification and numerical estimation for common thermal bridges, including examples of linear and point bridges based on two-dimensional thermal models. Nevertheless, real-world scenarios often involve complex geometries and materials that exceed the simplifications found in standardised catalogues [8]. Especially at window-wall interfaces, unaccounted point thermal bridges can introduce substantial errors in energy simulations and performance calculations. These gaps stress the importance of project-specific evaluations, where material choice, geometry, and local climate conditions are all taken into account. Another factor that complicates thermal performance is the need for water drainage and structural robustness at the window perimeter. Metal sills and brackets, while functional, tend to act as thermal conductors if not properly insulated. This makes the base of the window a particularly vulnerable zone in terms of thermal continuity.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Thermally broken sills, insulated covers, and clever mounting solutions are being introduced as mitigation strategies, aiming to maintain both energy performance and construction durability.

In conclusion, the thermal performance of windows depends not only on the properties of the glazing but also on the comprehensive integration of frames, joints, and adjacent insulation layers. Improper handling of these transitions leads to pronounced heat losses, undermining efforts to design low-energy buildings. A successful mitigation strategy must therefore incorporate both advanced materials and precise installation methods. As this study will explore, bridging the gap between theoretical performance and real-world application is essential to reduce thermal bridging and ensure the long-term sustainability of the built environment.

## 2. Literature Review

Thermal bridging in window systems represents a critical concern in contemporary building design. This phenomenon arises at junctions where materials of differing thermal conductivity meet, especially at window-wall interfaces. It significantly undermines the overall energy performance of buildings by creating unintended heat loss pathways. The literature highlights various mitigation strategies that revolve around glazing technologies, frame materials and installation methods. This review integrates findings from ten key studies to provide a coherent overview of current knowledge.

Qin et al. [9] introduce a novel window-wall junction design that enhances the thermal performance of historic buildings without compromising their architectural integrity. Their analysis demonstrates a 42.4 per cent reduction in surface heat flow and a shorter condensation formation time compared with conventional junction structures. Vorlickova et al. [10] employ a conductive rod and heating resistance wire to elevate local surface temperatures in double-glazed wooden windows, thereby preventing condensation and mould formation. Their results indicate that a 5 W/m heating element combined with a conductive rod produces a more uniform temperature distribution, reducing cold spots at critical junctions. Smusz et al. [11] carry out numerical and experimental characterisation of PVC window frames reinforced with metal stiffening profiles, achieving a 10 per cent reduction in thermal conductivity through cavity insulation. They report that linear thermal transmittance coefficients diminish by up to 9.7 per cent at the windowsill, 1.2 per cent at the jamb and 3.6 per cent at the lintel. Adamus and Pomada [12] assess the impact of external wall material on window-to-wall thermal bridges using thermal and moisture analyses, finding that correct installation of insulation reduces annual heating demand by an average of 10 percent. Yan et al. [13] explore vacuum insulation panels in various internal geometries, revealing that circular cavities exhibit the lowest effective thermal conductivity and minimal bridging effects. The on-site study by Choi et al. [14] uses infrared thermography and simulation models to evaluate window-wall junction performance, observing temperature differences of more than 20 °C near thermal bridges. A modelling study on wooden frame position determines that placing windows at between 7 and 11 per cent of the wall thickness minimises heat loss [15]. An experimental comparison of wooden, aluminium and PVC frames with insulation barriers demonstrates surface temperature improvements from 4.1 °C to 15.1°C when wooden frames use an insulation barrier [16]. Shao et al. [17] model the

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

thermal bridging effects of light steel frame walls using finite element methods, showing that insulation applied externally to steel members reduces heat loss by up to 41.6 per cent. A standards-based analysis examines the effect of fasteners on thermal transmittance, recommending minimum mounting distances of 100 mm to reduce bridging effects [18].

Collectively, these studies demonstrate that both material choice and installation quality profoundly affect thermal bridging. Novel junction designs and advanced insulating materials offer clear pathways to enhanced energy performance. The integration of heating elements within frame cavities emerges as an effective, if energy-intensive, strategy for condensation control. Conversely, passive measures such as optimising frame geometry and advanced cavity insulation deliver sustainable reductions in heat flow. Reinforcing PVC frames with metal profiles and filling cavities with insulants reveals the value of hybrid material solutions. Such hybrid approaches leverage the structural benefits of metal while counteracting its high conductivity with insulation. In historic retrofits, however, maintaining architectural integrity remains a paramount concern, requiring bespoke junction systems. Vacuum insulation panels hold significant promise for new constructions, especially in circular geometries that minimise bridging paths. These panels can be seamlessly incorporated beneath windowsills or behind frames to target critical heat loss zones. Thermographic evaluations highlight the variability introduced by on-site conditions and workmanship. Consequently, standardised installation protocols and rigorous quality control are essential to realise laboratory gains in situ. Precise positioning within the wall assembly, sometimes within a narrow percentage range of wall depth, can reduce bridging effects without additional materials. This insight underscores the importance of early-stage design decisions in minimising thermal transmittance. Experimental comparisons of frame materials reveal marked differences in thermal resistance and moisture behaviour. Wooden frames, when coupled with insulation barriers, consistently outperform aluminium in surface temperature metrics. Light steel frame structures, though strong, require external insulation to achieve comparable energy performance. Fastener placement and connection details further influence local transmittance, emphasising the value of spacer design. A holistic approach that considers glazing, framing, junction design and installation processes is therefore imperative. Designers should select frame materials not only for their structural attributes but also for their thermal interaction with glazing. Similarly, junction designs must balance condensation prevention, structural support and thermal continuity. Future research might focus on low-cost, scalable insulation materials and improved modelling techniques to support real-world applications. Such advances will be critical in meeting net-zero building targets and improving occupant comfort across varied climates.

## 3. Mitigation Strategies

Thermal bridges in windows, zones of higher thermal conductance at frame/glass and wall/window junctions, can greatly undermine envelope performance. Research indicates that optimising window placement and insulation can reduce annual heating demand by roughly 10% [11]. Similarly, window-edge thermal bridges can account for about 2–8% of a home's total heat loss [19]. In practice, this means that careful design of window location, frame materials, and interface insulation is essential to minimise these losses.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Conventional glazing systems clearly illustrate the problem. A simple 6 mm single glass pane has a very high U-value (≈5.70 W/(m$^2$K)), reflecting large heat losses. Converting to a double-glazed unit with a 12 mm air gap lowers the U-value to about 2.80 W/(m$^2$K) and increasing the cavity to 15 mm can reduce it further to ~1.40 W/(m$^2$K). Filling the gap with argon (a heavier gas) improves performance to roughly 1.20 W/(m$^2$K). More advanced designs improve insulation still more: for example, an uncoated triple-glazed unit with a 16 mm argon gap yields about 0.79 W/(m$^2$K), while aerogel-filled glazing can achieve ~0.65 W/(m$^2$K) (monolithic aerogel) or ~0.44 W/(m$^2$K) (granular composite) [20]. These figures show how high-performance materials in glazing can far exceed the thermal resistance of standard windows.

Figure 2 compares U-values for traditional and advanced glazing systems. As seen, the simplest single-glazed window has the highest U-value (~5.70 W/(m$^2$K)), whereas a vacuum-insulated glazing unit (with multiple low-emissivity coatings and spacer pillars) can achieve a U-value as low as ~0.20 W/(m$^2$K). In other words, replacing a common double-glazed system (~2.80 W/(m$^2$K)) with this state-of-the-art vacuum glazing cuts heat transfer by roughly 92.9%. This dramatic reduction demonstrates that advanced window technologies can almost eliminate the thermal bridging effect at the glazing itself [1].

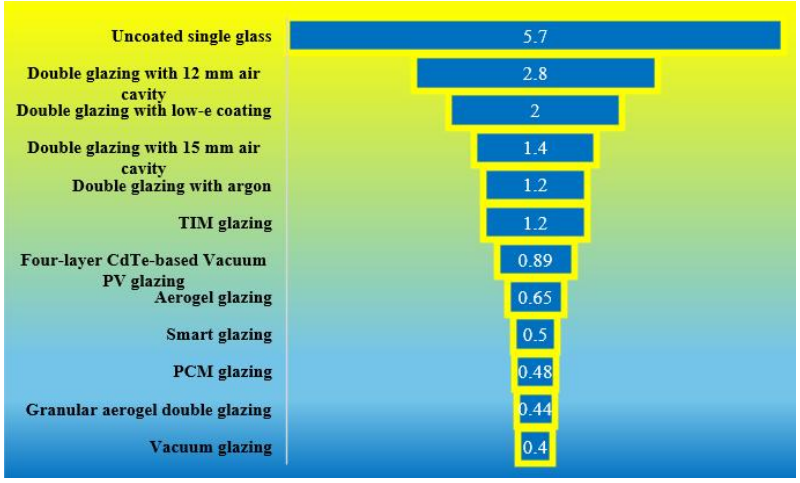



**Figure 2. U-Value Analysis of Conventional vs. Modern Glazing Systems [1].**

Beyond traditional glass, hybrid glazing solutions offer dual benefits. For instance, vacuum–PV glazing integrates thin-film photovoltaic layers into an evacuated gap. One study [21] modelled and tested a four-layer cadmium telluride (CdTe) vacuum PV window: it achieved a U-value of about 0.89 W/(m$^2$K) while also generating electricity. In practice, this system reduced heat gain by up to 64% during cooling seasons in a cold climate. Such multifunctional windows thus cut heat transfer and contribute power to the building. Likewise, applying low-emissivity (low-e) coatings to glazing further lowers U-values by reflecting infrared radiation – they allow visible light in but reject heat, giving a significant performance boost with minimal impact on daylight.

Transparent insulation materials (TIMs) are another promising approach. These combine strong insulation with light transmission by inserting translucent layers (e.g. aerogel-filled panels,

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

plastic honeycombs, or structured polymers) between glass panes. Since the 1960s, TIM glazings have been used to scatter incoming daylight while providing excellent thermal resistance. In practice, a TIM window will admit and diffuse light (improving comfort and reducing glare) while greatly reducing heat transfer compared to plain glass. The main trade-offs are cost and complexity: for example, incorporating aerogel or intricate structures can raise expense and may reduce optical clarity, so careful design and manufacturing are required.

Phase-change materials (PCMs) provide a different strategy. PCMs melt or solidify at room-comfortable temperatures, absorbing or releasing latent heat and thus buffering temperature swings. In one real-building experiment [22], office windows with embedded PCM were tested in a hot sunny climate. Over a full year, these PCM windows significantly reduced transmitted solar gain during melting periods and cut HVAC energy use by about 22–45% compared to identical conventional double-glazed windows. Laboratory tests [23] have shown that adding a PCM layer (using paraffin wax, for instance) to a double-glazed unit can reduce peak interior temperatures by around 8–10 °C and yield a modest (~3.8%) reduction in overall heating/cooling energy. These results underline PCM glazing's potential, though issues like long-term stability and material encapsulation remain challenges for practical use.

Aside from glazing, the window frame itself must be addressed. Thermal breaks can be introduced into frames by using insulating inserts (for example, polyurethane or foam strips between metal sections) to interrupt heat flow. Designing frames with slimmer cross-sections also reduces the conductive area. When frame improvements are combined with advanced glazing – for example, pairing a vacuum-glass unit with a well-insulated frame or integrating PCM panels into a high-performance frame – the combined effect on reducing heat loss is maximised. In short, no single feature alone eliminates thermal bridging; the best results come from synergistic combinations of frame insulation, coatings, and glazing technology.

Finally, window measures work best as part of a holistic retrofit strategy. For example, adding vegetated façades or roof gardens can further lower building loads by shading and insulating exterior surfaces [24]. Such green elements complement advanced windows, amplifying energy savings and building comfort. In summary, the coordinated use of advanced glazing systems, high-performance frames, and auxiliary measures is essential to minimise thermal bridging. As energy standards become more stringent, applying these window-level solutions will be critical for achieving sustainable, energy-efficient building envelopes.

## 4. Conclusion

Mitigating thermal bridging in window systems remains a central challenge in achieving low-energy and sustainable building performance. As demonstrated throughout this study, significant thermal losses occur not only through the glazing itself but also at the junctions between window frames and walls—zones that frequently suffer from inadequate insulation, flawed installation practices or suboptimal material combinations. Addressing these weak points is therefore essential for improving overall envelope efficiency and reducing operational energy demands.

A wide range of advanced technologies now offer promising pathways to minimise such heat transfer. Among these, vacuum glazing with U-values as low as 0.20 W/($m^2$K) has shown the most substantial gains, outperforming traditional double glazing by nearly 93% in terms of thermal resistance [20,25]. Vacuum PV glazing extends these benefits by incorporating solar energy generation without compromising insulation, contributing to both passive and active energy savings [21]. Likewise, phase change material (PCM) glazing demonstrates notable potential for reducing indoor temperature fluctuations and HVAC reliance, especially in climates with pronounced diurnal shifts [22,23]. Meanwhile, thin-film coatings and transparent insulation materials enhance glazing performance without compromising daylight access, making them well-suited to retrofits and new constructions alike [26,27].

Nevertheless, the effectiveness of these glazing systems is tightly coupled with frame design and installation quality. Thermal breaks, high-insulation composite frames, and narrow-profile designs all contribute to the reduction of heat flow through window structures [11]. In addition, correct frame placement relative to wall thickness and the use of proper sealing methods have been shown to decrease linear thermal transmittance by up to 80% [18]. These strategies, when applied collectively, present a comprehensive approach to achieving near-zero energy window systems.

Importantly, no single intervention alone is sufficient. Only by integrating high-performance glazing, optimised frame materials, intelligent coatings, and precise installation can the industry deliver durable reductions in heat loss. Moreover, aligning window system innovations with broader façade enhancements, such as vegetated façades or dynamic shading, further amplifies these gains [24].

As building regulations continue to evolve in response to global sustainability goals, these technologies and methods will become increasingly indispensable. Future research should prioritise cost-effective, scalable solutions and real-world performance validation to support widespread adoption. Through a detailed understanding of thermal bridging phenomena and their mitigation, this study contributes to the growing body of knowledge aimed at decarbonising the built environment and meeting the ambitious energy performance targets set for 2030 and beyond.

**References**

[1] Alvur, E., Cuce, P. M., Cuce, E., Bouabidi, A., & Soudagar, M. E. M. (2024). Thermal Bridging in Windows: A Critical Review on Mitigation Strategies for Enhanced Building Energy Efficiency. Sustainable and Clean Buildings, 176-193.

[2] Pérez-Carramiñana, C., de la Morena-Marqués, A., González-Avilés, Á. B., Castilla, N., & Galiano-Garrigós, A. (2024). Influence of balcony thermal bridges on energy efficiency of dwellings in a warm semi-arid dry Mediterranean climate. Buildings, 14(3), 703.

[3] Cuce, E., Cuce, P. M., Wood, C., Gillott, M., & Riffat, S. (2024). Experimental investigation of internal aerogel insulation towards low/zero carbon buildings: A comprehensive thermal analysis for a UK building. Sustainable and Clean Buildings, 1-22.

[4] Hallik, J., Gustavson, H., & Kalamees, T. (2019). Air leakage of joints filled with polyurethane foam. Buildings, 9(7), 172.

[5] Fokaides, P. A., Apanaviciene, R., Černeckiene, J., Jurelionis, A., Klumbyte, E., Kriauciunaite-Neklejonoviene, V., ... & Ždankus, T. (2020). Research challenges and advancements in the field of sustainable energy technologies in the built environment. Sustainability, 12(20), 8417.

[6] Alhawari, A., & Mukhopadhyaya, P. (2018). Thermal bridges in building envelopes–An overview of impacts and solutions. International Review of Applied Sciences and Engineering, 9(1), 31-40.

[7] Dumitrescu, L., Baran, I., & Pescaru, R. A. (2017). The influence of thermal bridges in the process of buildings thermal rehabilitation. Procedia Engineering, 181, 682-689.

[8] Tabet Aoul, K. A., Hagi, R., Abdelghani, R., Syam, M., & Akhozheya, B. (2021). Building envelope thermal defects in existing and under-construction housing in the UAE; infrared thermography diagnosis and qualitative impacts analysis. Sustainability, 13(4), 2230.

[9] Qin, X., Liu, H., Zhang, X., Jiang, N., Yang, L., & Jin, X. (2024). Thermal analysis of the window-wall interface for renovation of historical buildings. Energy and Buildings, 310, 114108.

[10] Vorlickova, P., Kalousek, M., & Soulova, E. (2024). Increase the internal surface temperature to eliminate surface condensation on the window. In E3S Web of Conferences (Vol. 550, p. 01032). EDP Sciences.

[11] Smusz, R., Bałon, P., Kiełbasa, B., Rejman, E., Bembenek, M., & Kowalski, Ł. (2023). Experimental and numerical characterization of thermal bridges in windows. Advances in Science and Technology. Research Journal, 17(1).

[12] Adamus, J., & Pomada, M. (2023). Analysis of the influence of external wall material type on the thermal bridge at the window-to-wall interface. Materials, 16(19), 6585.

[13] Yan, X., Kan, A., Chen, Z., Hei, Y., Chen, H., & Wu, W. (2023). A promising approach of caved vacuum insulation panel and investigation on its thermal bridge effect. International Communications in Heat and Mass Transfer, 148, 107086.

[14] Choi, J. S., Kim, C., Jang, H., & Kim, E. J. (2023). In-situ evaluation of window-wall joint performance using numerical models and thermal images. Case Studies in Thermal Engineering, 45, 102988.

[15] Nôta, R. (2022). Analysis of the thermal bridge of wood window installation position. Acta Facultatis Xylologiae Zvolen res Publica Slovaca, 64(2), 49-56.

[16] Moumtzakis, A., Zoras, S., Evagelopoulos, V., & Dimoudi, A. (2022). Experimental Investigation of Thermal Bridges and Heat Transfer through Window Frame Elements at Achieving Energy Saving. Energies, 15(14), 5055.

[17] Milovanović, B., Bagarić, M., Gaši, M., & Vezilić Strmo, N. (2022). Case study in modular lightweight steel frame construction: thermal bridges and energy performance assessment. Applied Sciences, 12(20), 10551.

[18] Terentjevas, J., Šadauskaitė, M., Šadauskienė, J., Ramanauskas, J., Buska, A., & Fokaides, P. A. (2021). Numerical investigation of buildings point thermal bridges observed on window-thermal insulation interface. Case Studies in Construction Materials, 15, e00768.

[19] Ibrahim, M., Biwole, P. H., Wurtz, E., & Achard, P. (2014). Limiting windows offset thermal bridge losses using a new insulating coating. Applied Energy, 123, 220-231.

[20] Aguilar-Santana, J. L., Jarimi, H., Velasco-Carrasco, M., & Riffat, S. (2020). Review on window-glazing technologies and future prospects. International Journal of Low-Carbon Technologies, 15(1), 112-120.

[21] Tan, Y., Peng, J., Luo, Y., Luo, Z., Curcija, C., & Fang, Y. (2022). Numerical heat transfer modeling and climate adaptation analysis of vacuum-photovoltaic glazing. Applied Energy, 312, 118747.

[22] Uribe, D., & Vera, S. (2021, November). Impact of Phase Change Material (PCM) glazing on the energy consumption and solar radiation transmission in an office room located in a semi-arid climate: Analysis of a real-scale experiment. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 2069, No. 1, p. 012118). IOP Publishing.

[23] King, M. F. L., Rao, P. N., Sivakumar, A., Mamidi, V. K., Richard, S., Vijayakumar, M., ... & Kumar, P. M. (2022). Thermal performance of a double-glazed window integrated with a phase change material (PCM). Materials Today: Proceedings, 50, 1516-1521.

[24] Cuce, P. M., Cuce, E., Guclu, T., & Demirci, V. (2021). Energy saving aspects of green facades: Current applications and challenges. Green Building & Construction Economics, 18-28.

[25] Cuce, E., & Cuce, P. M. (2016). Vacuum glazing for highly insulating windows: Recent developments and future prospects. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 54, 1345-1357.

[26] Cuce, E., Cuce, P. M., & Riffat, S. (2021). Thin film coated windows towards low/zero carbon buildings: Adaptive control of solar, thermal, and optical parameters. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 46, 101257.

[27] Cuce, E., & Riffat, S. B. (2015). A state-of-the-art review on innovative glazing technologies. Renewable and sustainable energy reviews, 41, 695-714.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ADVANCING NET-ZERO GOALS: INTEGRATING BIO-BASED COMPONENTS AND THERMAL PLASTERS FOR HIGH-PERFORMANCE ENERGY-EFFICIENT BUILDINGS

**Erdem CUCE**
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkiye, erdem.cuce@erdogan.edu.tr
ORCID: 0000-0003-0150-4705
**Pinar Mert CUCE**
Department of Architecture, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkiye, pinar.mertcuce@erdogan.edu.tr
ORCID: 0000-0002-6522-7092
**Emre ALVUR**
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkiye, emre.alvur@erdogan.edu.tr
ORCID: 0000-0002-4771-5025

## ABSTRACT

Buildings are responsible for nearly 40% of global energy demand, with a considerable share of this consumption attributed to heat losses through the building envelope. This inefficiency largely stems from the inadequate thermal resistance of traditional construction elements, which facilitates excessive heat transfer. In light of the environmental impact of fossil-fuel-derived energy, there is a growing urgency for affordable and eco-conscious strategies to minimise thermal losses. This research explores the transformative potential of insulation plasters not merely as auxiliary layers but as core thermal regulators in contemporary construction. Full-scale field experiments are conducted under realistic conditions using four distinct wall assemblies, each incorporating 2 cm of plaster internally and externally: (i) standard plaster on conventional briquette (4.41 W/m²K), (ii) standard plaster on briquette enhanced with 6% bamboo (2.46 W/m²K), (iii) insulation plaster on conventional briquette (2.05 W/m²K), and (iv) insulation plaster on bamboo-enriched briquette (1.495 W/m²K). Findings reveal that both the application of bio-based fibres such as bamboo and the deployment of advanced insulating plasters significantly elevate thermal performance. In elements prone to high heat conduction, this combination yields up to a 55.6% improvement, showcasing a major step towards improved energy efficiency. This work confirms the feasibility of achieving meaningful reductions in energy use through low-cost and practical interventions, highlighting the pivotal role of sustainable materials in meeting the carbon neutrality objectives set for 2030 to 2050.

**Keywords:** Carbon-neutral buildings, High-efficiency envelopes, Thermal render, Bamboo fibre integration, Heat transfer reduction

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. Introduction

In the face of intensifying climate change and an ever-growing global population, the world continues to rely heavily on fossil fuels despite the increasing interest in renewable energy sources. This persistent dependence stems from the fundamental human need for shelter and comfort, needs that demand substantial amounts of energy for heating and cooling buildings [1]. As populations rise, so does the demand for energy, outpacing the growth of clean energy infrastructure and further fuelling greenhouse gas emissions. The consequences are now unmistakably evident: irregular seasonal patterns, extreme weather fluctuations, and record-breaking temperatures have become the new norm across nations. Buildings, as the cornerstones of human habitation, are at the heart of this energy conundrum. Their consumption accounts for a significant share of national energy use, approximately 40% in the UK [2], 33% in Algeria [3], 36.3% in China [4], and a projected rise from 26% to around 40% in India by 2040, reflecting the expected surge in population and urbanisation [5]. These alarming figures underscore the pressing need to reassess the energy performance of buildings—not as monolithic structures but as complex systems with multiple layers and vulnerabilities. The rapid urban densification of recent decades, driven by land scarcity, has led to the widespread construction of high-rise buildings, particularly in densely populated regions. As Cuce et al. highlight in their study, energy losses in such buildings are substantial, with approximately 40% of heat escaping through external walls and another 30% through windows [6]. Consequently, research efforts have primarily focused on improving facade insulation and glazing technologies. Yet, external walls pose unique challenges of their own; being directly exposed to environmental extremes, they require not just thermal resistance but also durability and resilience against weathering [7,8]. Traditional insulation materials have long been employed to improve thermal characterisation, yet many face limitations in practical applications due to fire hazards, environmental concerns, and inflexibility in large-scale retrofits. These limitations have shifted the focus of research toward advanced thermal insulation solutions such as super insulating materials, thermal insulation plasters, and eco-conscious composite systems. Aerogels, for example, have demonstrated exceptional thermal resistance and ultra-lightweight performance even at minimal thicknesses, making them highly effective in experimental settings. However, their high cost remains a significant barrier to widespread adoption [9]. In contrast, thermal insulation plasters are emerging as a promising alternative, offering a balance of low density, high thermal resistance, ease of application, and fire resilience. Their adaptability has opened new pathways for integrating them into existing construction practices [6]. Moreover, the growing interest in bio-based additives introduces a synergistic potential, leveraging natural fibres such as hemp, flax, straw, and other agricultural residues not only enhances thermal insulation through their fibrous microstructure but also contributes to waste reduction and circular economy goals [10]. Despite concerns regarding biodegradability and long-term durability, advancements in treatment techniques are progressively addressing these challenges. Integrating agricultural waste into construction materials represents a mutualistic solution: it alleviates the burden of waste disposal for governments while enriching building materials with sustainable properties, often at no extra cost. Thus, the next generation of energy-efficient construction must embrace this synergy between innovative insulation plasters and bio-based additives, moving beyond conventional methods to create buildings that are not only

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

more thermally efficient but also aligned with the principles of environmental stewardship and sustainable development.

Building on these developments, Elkhayat et al. [11] evaluate the thermal performance and energy-saving potential of five insulation materials for residential buildings in Egypt's hot arid climate. According to their findings, extruded polystyrene (XPS) offers the highest energy savings (9.72%) and the longest indoor thermal comfort duration (33%) without mechanical cooling. Similarly, Kamble et al. [12] investigate the thermal performance of porous-brick walls with green insulation, highlighting the effectiveness of a brick composed of 75% clay, 6.25% rice husk ash, and 18.75% fly ash with 30% porosity in significantly reducing heat transfer. Their results indicate a 57.15% reduction in building heat load, offering substantial energy savings and supporting sustainable construction practices. In addition, Cuce et al. [6] explore a novel thermal insulation plaster enriched with natural components like expanded perlite and boron minerals, aiming to improve the energy performance of conventional briquettes. The study reveals that increasing the plaster thickness significantly reduces heat transfer, with the best results achieved using the thickest application due to the enhanced thermal resistance provided by its porous internal structure. Moreover, Messahel et al. [13] investigate the thermal performance of low-cost wall panels incorporating plastic bottles filled with waste materials. Among the tested samples, the panel filled with crushed plastic bags achieves the lowest thermal transmittance (1.58 $W/m^2K$), indicating the highest insulation performance, although its low compressive strength presents a challenge for practical construction use. Furthermore, Abdullah and Ibrahim [14] demonstrate that incorporating natural cellulose fibres derived from sugarcane residues into cement mortar significantly enhances thermal insulation and reduces energy consumption. The highest fibre concentration achieves a 47.2% drop in heat transfer and cuts energy use and $CO_2$ emissions by up to 11.9% and 52.2%, respectively. Likewise, El-Lawindy et al. [15] reveal that integrating sugarcane-derived cellulose fibres into clay bricks significantly boosts thermal insulation, leading to a 44.7% reduction in heat transfer and a 39.1% drop in heating-related electricity use. The highest fibre concentration results in a 63.3% decrease in $CO_2$ emissions, highlighting the material's strong potential for sustainable, energy-efficient residential construction. Finally, Cuce et al. [10] demonstrate that adding bamboo fibre to briquettes significantly enhances thermal insulation, with 6% fibre content achieving a 49.9% improvement in thermal resistance over conventional samples. This pioneering study highlights bamboo's promising potential as a sustainable insulating material for energy-efficient and low-carbon buildings.

Against this backdrop, the present study aims to investigate the standalone thermal performance of insulation plasters when applied to both conventional and bio-enhanced masonry elements under real-world conditions. By combining novel insulation plasters with sustainable additives such as bamboo fibres, this research moves beyond laboratory-scale simulations to explore practical, scalable solutions for enhancing thermal resistance in building envelopes. The experimental approach, which involves full-scale wall prototypes exposed to natural environmental conditions, allows for a realistic evaluation of thermal transmittance across different material combinations. Through this, the study not only demonstrates the potential of cost-effective and eco-friendly plasters to reduce heat transfer but also underscores their

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

viability as independent thermal solutions, especially critical for high-conductivity structural elements. In doing so, it contributes valuable insights to the growing body of research on sustainable construction materials and supports the broader transition toward energy-efficient, low-carbon buildings in line with global climate targets.

## 2. Material and Method

### 2.1. Materials and Sample Preparation

This study explores two sustainable strategies to enhance the thermal performance of conventional briquette-based masonry elements: the external application of a novel eco-friendly insulating plaster and the internal modification of briquette composition using natural bamboo fibres. The first method involves an innovative, environmentally conscious plaster that complies with international fire safety standards (TSE EN 13501-1), possessing an A1 fire resistance classification [16]. Designed for multifunctional use, it provides effective insulation against heat, moisture, sound, and fire. The material consists of expanded perlite, a small amount of boron-based colemanite mineral, polymer fibre, and a binding agent. Its lightweight and porous structure promotes breathability and helps prevent mould, dampness, and fungal growth. The plaster exhibits a thermal conductivity of 0.13 W/mK and an average density of approximately 950 kg/m$^3$. It also represents the first patented use of boron-based insulation material in Turkey. To prepare the mix, 20 kg of dry plaster is combined with 20 litres of water and mixed for approximately five minutes until a homogenous consistency is achieved. The mixture is applied to both the internal and external surfaces of the briquettes, forming a dual-layer application with a thickness of 2 cm on each side (2–2 configuration). After application, the samples are left to dry under ambient conditions to ensure surface integrity and adequate bonding. The second approach improves the thermal properties of the briquettes themselves by incorporating 6% bamboo fibre into the mix. Although most existing research focuses on the mechanical performance of bamboo, its thermophysical potential remains underexplored. Bamboo demonstrates excellent insulation capabilities, attributed to its fibrous structure, which results in a thermal conductivity of approximately 0.30 W/mK [10]. While laminated bamboo shows higher conductivity than timber, it still maintains thermal stability and withstands temperatures up to 400 °C for 20–30 minutes [10]. In the preparation process, the required quantities of cement, sand, gravel, and bamboo fibres are carefully weighed, with aggregates sieved using an 8 mm mesh to meet the standard particle size distribution. These materials are gradually mixed in a mortar machine to ensure even distribution. Water is added progressively to achieve the desired consistency. Once the mixture reaches homogeneity, it is transferred into oiled moulds measuring 15 cm × 15 cm × 33 cm. The moulds are subjected to mechanical vibration to eliminate air pockets and ensure proper compaction. The samples are then cured at room temperature with periodic moistening to prevent cracking. After the curing period, the briquettes are removed from the moulds and prepared for testing. These two approaches, external plaster application and internal bamboo integration, offer sustainable, non-toxic solutions to improve the energy efficiency and thermal insulation properties of traditional construction materials.

### 2.2. Experimental Design and Sample Grouping

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

This study investigates the thermal performance of four different wall configurations that represent realistic building applications with both conventional and bio-based materials. The aim is to compare the effects of plastering type and bamboo fibre incorporation on overall thermal resistance. The configurations are as follows: (i) a traditionally plastered conventional briquette, (ii) a traditionally plastered briquette enhanced with 6% bamboo fibre by weight, (iii) a conventional briquette coated with an insulation plaster, and (iv) a bamboo-enhanced briquette (6%) coated with the same insulation plaster. Each combination reflects a potential wall system used in real-life applications and allows for a comparative analysis of thermal efficiency. The selection of configurations enables the evaluation of how much improvement in thermal behaviour can be attributed to the bamboo reinforcement, the insulating plaster, or their combined use. Figure 1 illustrates the schematic representation of the four configurations, clearly labelling each layer and showing the materials used across the setups.

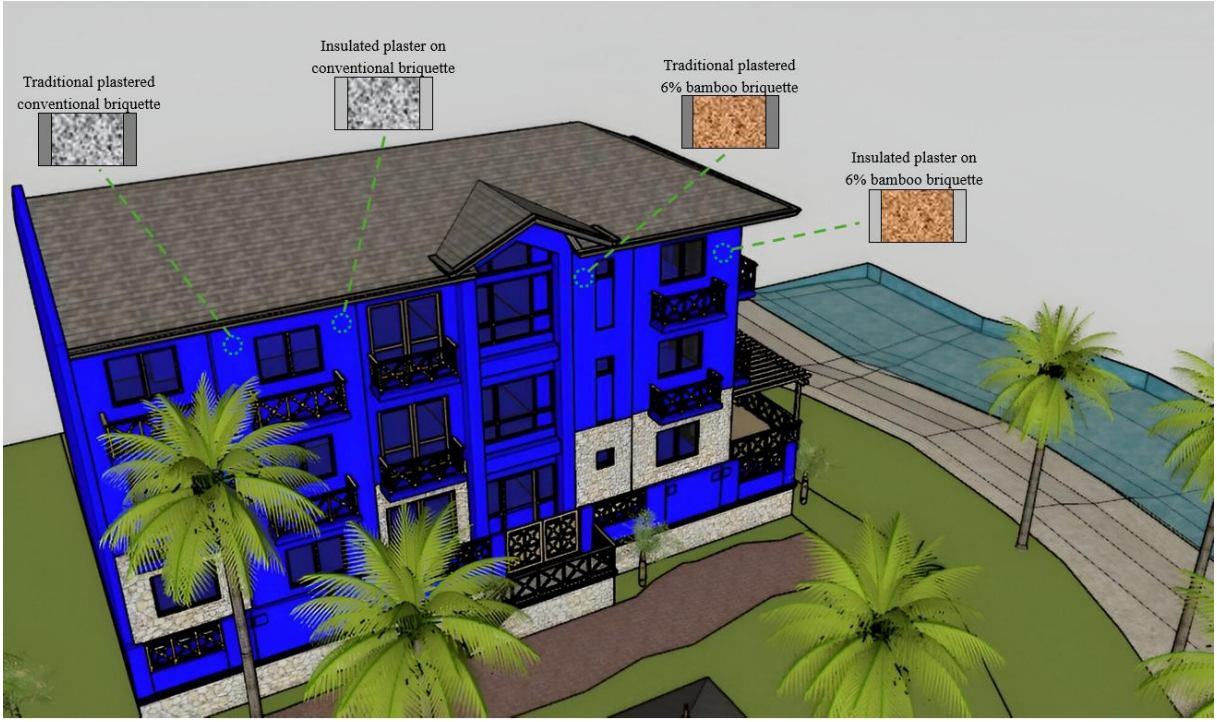



**Figure 1. Schematic representation of the four wall configurations.**

## 2.3. Coheating Test and Theoretical Evaluation Approach

The coheating test is a widely recognised method used to assess the overall thermal performance of building envelope components under near steady-state conditions. In this study, a laboratory-scale coheating test is conducted to evaluate the thermal performance of two types of masonry wall samples: one coated with a thermal insulation render and the other produced with 6% bamboo fibre-reinforced briquettes. The test setup replicates real-world thermal boundary conditions within a controlled environment. A 1 $m^3$ insulated hot box is constructed using 4 cm thick XPS insulation panels on all six sides to minimise heat loss. Each wall sample is centrally embedded within one face of the box. The interior of the hot box is heated to 25 °C using a thermostat-controlled electric heater, while the surrounding environmental chamber simulates

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

the external environment, maintained at least 10 °C lower than the internal temperature, in accordance with coheating test standards. T-type thermocouples and heat flux sensors are placed on the inner and outer surfaces of the sample to monitor thermal conditions, with data recorded at 5-second intervals. A thermal imaging camera is also used to detect any potential thermal bridges and verify the airtightness of the setup. Figure 2 illustrates the experimental setup of the coheating test used in the laboratory.

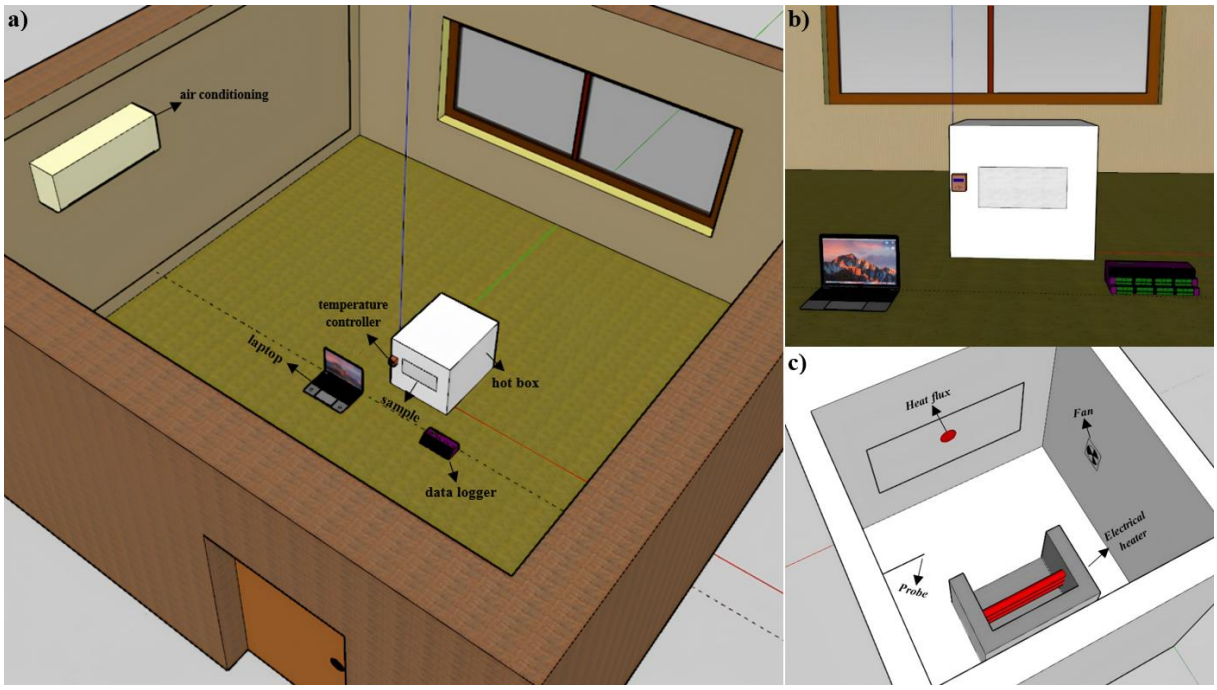



**Figure 2. a) Conceptual depiction of the experimental setup within the laboratory, b) Detailed view of the measurement equipment integrated into the system, c) Illustration highlighting the interior thermal environment of the test chamber.**

Unlike conventional implementations of the coheating test where the thermal resistance (R value) is derived from measured heat flux and temperature gradient, in this study, the R value of each wall is theoretically calculated using the material layer thicknesses (L) and their corresponding thermal conductivity values (k), according to the equation:

$$R = \frac{L}{k}\left(\frac{m}{\frac{W}{mK}}\right) \tag{1}$$

The U value of the sample is then obtained as the reciprocal of the total thermal resistance:

$$U = \frac{1}{\sum R} \tag{2}$$

In the second stage of this study, the experimentally derived R values are applied to evaluate four different theoretical wall configurations that represent realistic facade systems. These configurations are selected to reflect practical construction scenarios in which the tested

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

samples may serve as infill materials or as components of multi-layered wall assemblies. Each configuration is modelled using a one-dimensional steady-state thermal analysis approach, and the overall U value of the full facade is estimated by incorporating additional layers such as interior plaster, exterior finishes, air gaps, and insulation, where applicable. This enables a comparative analysis of thermal performance between conventional and alternative facade designs under standardised conditions. By integrating experimentally obtained thermal properties into theoretical facade assemblies, the study aims to bridge the gap between laboratory testing and real-world application, thereby providing a more holistic understanding of how material-level enhancements contribute to system-level energy efficiency.

## 3. Results and Discussion

### 3.1. Comparative Thermal Analysis of Insulated and Bio-Fibre Reinforced Briquettes Under Experimental Conditions

Experimental studies reveal that among all samples, the 2-2 plaster-insulated briquette exhibits the most effective thermal insulation performance compared to conventional briquettes. The internal surface temperature for this specimen ranges from 24.92°C to 26.04°C, while the external surface temperature varies between 18.04°C and 18.39°C. Due to its reduced thermal conductivity, the 2-2 briquette sample reaches higher indoor temperatures and creates the greatest temperature difference across the wall section. The heat flux for this sample is recorded between 0.019 $W/m^2 \times 10^{-2}$ and 1.38 $W/m^2 \times 10^{-2}$, with an average of 0.21 $W/m^2 \times 10^{-2}$, indicating a significant reduction in heat transfer. Correspondingly, the U value ranges from 0.28 $W/m^2K$ to 19.35 $W/m^2K$, with an average of 2.86 $W/m^2K$. This represents an improvement of approximately 47.9% compared to the conventional briquette. These results, validated by high-precision heat flux sensors, demonstrate the energy efficiency potential of this construction material.

Similarly, the briquette enhanced with 6% bamboo fibre also shows notable thermal performance among the bio-based composites. The internal temperatures range from 25.38°C to 28.77°C, averaging at 26.47°C, while the external temperatures vary from 14.15°C to 15.63°C, with a mean of 14.89°C. The heat flux values lie between 0.141 $W/m^2$ and 1.507 $W/m^2$, with an average of 0.321 $W/m^2$. Based on these measurements, the U value of the 6% bamboo fibre briquette is calculated to be approximately 17% lower than that of the 4% bamboo briquette and about 33% lower than the 2% bamboo sample, indicating a consistent improvement with increasing fibre content.

When comparing the two high-performing samples, 2-2 plaster-insulated briquette and 6% bamboo fibre briquette, it becomes evident that both contribute significantly to thermal performance enhancement. However, the 2-2 plastered briquette outperforms the bamboo-reinforced version in terms of both lower average heat flux and better U value, making it more effective at reducing heat transfer. On the other hand, the bamboo fibre briquette stands out as a sustainable alternative, offering reasonable insulation with natural material benefits. This comparison highlights that while conventional methods like external plastering yield superior

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

insulation, bio-based approaches like bamboo reinforcement hold promising potential for eco-friendly building applications.

### 3.2. Theoretical Evaluation of Building Envelope Configurations Using Conventional and Bio-Based Briquette

The theoretical assessment of thermal transmittance across four distinct wall configurations has revealed insightful correlations between material composition, surface treatment, and overall thermal performance. As demonstrated, the use of thermal insulation plaster significantly outperforms traditional plaster in reducing U values, regardless of whether the substrate is a conventional or bio-based briquette. A clear divergence is observed between theoretical and experimental results in the case of the conventionally composed wall coated with thermal insulation plaster. While the theoretical U value was calculated as 2.05 $W/m^2K$, the coheating test revealed a higher experimental value of 2.86 $W/m^2K$. This difference is attributed to the simplified assumptions inherent in theoretical calculations, which consider only conduction as the mode of heat transfer and assume homogeneity within the material structure. In contrast, experimental evaluations inherently capture all heat transfer mechanisms, including conduction, convection, and radiation, as well as the influence of microstructural imperfections such as air gaps, voids, and interfacial resistance. The results highlight the limitations of relying solely on theoretical models when evaluating wall assemblies under real-world conditions. Moreover, the incorporation of 6% bamboo fibre into the briquette matrix notably improved thermal performance. The third and fourth configurations, which utilise the bamboo-reinforced briquettes, achieved U values of 2.46 $W/m^2K$ and 1.496 $W/m^2K$, respectively, depending on the surface coating used. The bamboo fibre's porous nature and its potential to create internal micro-barriers against heat flow are likely contributors to this improved insulation behaviour. These results suggest that bio-based additives can serve not only as sustainable material alternatives but also as functional enhancers of thermal efficiency. Surface treatment plays a substantial role in the thermal behaviour of all configurations. The switch from traditional to thermal insulation plaster on the same substrate consistently resulted in markedly lower U values. This demonstrates that improvements in thermal performance can be achieved not only through changes in the bulk material but also via surface-level strategies, which are often more feasible in retrofitting scenarios. These findings underscore the synergy between material innovation and passive design strategies in creating thermally efficient facade systems. The data supports the integration of bio-based materials and advanced plaster formulations in sustainable construction practices, particularly for climates where thermal insulation is critical. Furthermore, the use of experimentally validated R-values in the theoretical calculations strengthens the reliability of the model and reinforces the importance of hybrid analysis approaches that combine laboratory and in-situ perspectives.

The detailed thickness (L) and thermal conductivity (k) values used to calculate the thermal resistance (R) of each material layer within the wall assemblies are summarised in Table 1. These values offer a material-level understanding of how each layer contributes to the overall U value, reinforcing the correlation between layer composition, insulation strategy, and thermal performance.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Table 1. Summary of Wall Configurations and Corresponding U values.**

| Config. no. | Layer | Thickness, L (m) | Thermal conductivity (W/mK) | Thermal resistance ($m^2K/W$) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Traditional plaster | 0.02 | 0.87 | 0.023 |
| 1 | Conventional briquette | 0.15 | 0.83 | 0.181 |
| 1 | Traditional plaster | 0.02 | 0.87 | 0.023 |
| | Total R | - | - | 0.227 |
| | U value (1/R) | - | - | 4.41 |
| 2 | Insulation plaster | 0.02 | 0.13 | 0.154 |
| 2 | Conventional briquette | 0.15 | 0.83 | 0.181 |
| 2 | Insulation plaster | 0.02 | 0.13 | 0.154 |
| | Total R | - | - | 0.488 |
| | U value (1/R) | - | - | 2.05 |
| 3 | Traditional plaster | 0.02 | 0.87 | 0.023 |
| 3 | 6% bamboo briquette | 0.15 | 0.4155 | 0.361 |
| 3 | Traditional plaster | 0.02 | 0.87 | 0.023 |
| | Total R | - | - | 0.407 |
| | U value (1/R) | - | - | 2.46 |
| 4 | Insulation plaster | 0.02 | 0.13 | 0.154 |
| 4 | 6% bamboo briquette | 0.15 | 0.4155 | 0.361 |
| 4 | Insulation plaster | 0.02 | 0.13 | 0.154 |
| | Total R | - | - | 0.669 |
| | U value (1/R) | - | - | 1.496 |

## 4. Conclusion

This study explores the synergistic thermal performance of innovative insulation plasters and bamboo fibre-enhanced briquettes under realistic conditions to support the development of energy-efficient, low-carbon buildings. By employing both full-scale experimental tests and theoretical modelling, the research provides a comprehensive evaluation of how surface treatments and bio-based material integration influence thermal transmittance in masonry wall assemblies. The findings reveal that insulation plasters are not merely auxiliary elements but can serve as standalone solutions in improving facade-level energy efficiency, while bamboo integration offers a viable path towards sustainable material innovation. The importance of this study lies in its practical approach to reducing building energy loss through low-cost, scalable, and environmentally responsible means. By bridging laboratory results with real-world implications, it offers actionable insights for both new constructions and retrofit scenarios,

aligning with global climate goals for the built environment. Key highlights from this research include:

❖ The use of 2 cm internal and 2 cm external insulation plaster resulted in a 47.9% improvement in thermal performance compared to traditionally plastered briquettes, indicating its strong potential as a standalone solution.

❖ Incorporating 6% bamboo fibre into briquettes enhanced thermal performance significantly, with a 33% reduction in U value compared to lower fibre content samples, highlighting its role in eco-friendly material development.

❖ The most thermally efficient configuration involved the use of both insulation plaster and bamboo fibres, achieving a U value of 1.496 $W/m^2K$ and showcasing the value of integrated solutions in sustainable construction.

❖ Theoretical U values are quite closely aligned with experimental measurements, especially when real R values are applied, validating the methodological robustness of the hybrid evaluation approach.

❖ The dual strategy, using both novel plaster and natural additives, offers a scalable and fire-safe alternative for retrofitting existing buildings, especially in climates where thermal regulation is crucial.

❖ The use of agricultural waste (bamboo) contributes to waste reduction, supports circularity in construction, and provides an affordable pathway to reduce dependency on synthetic insulation materials.

❖ In upcoming research, a hybrid modelling framework will be developed in collaboration with artificial intelligence tools to simulate, optimise, and predict the performance of these bio-enhanced plaster systems under various climatic and operational scenarios. This approach aims to further bridge the gap between material design and intelligent building performance forecasting.

**References**

[1] Shahee, A., Abdoos, M., Aslani, A., & Zahedi, R. (2024). Reducing the energy consumption of buildings by implementing insulation scenarios and using renewable energies. Energy Informatics, 7(1), 18.

[2] Alvur, E., Anaç, M., Cuce, P. M., & Cuce, E. (2024). The Potential and Challenges of Bim in Enhancing Energy Efficiency in Existing Buildings: A Comprehensive Review. Sustainable and Clean Buildings, 42-65.

[3] Rais, M., Boumerzoug, A., & Baranyai, B. (2021). Energy performance diagnosis for the residential building façade in Algeria. Pollack Periodica, 16(2), 136-142.

[4] Tan, J., Peng, S., & Liu, E. (2024). Spatio-temporal distribution and peak prediction of energy consumption and carbon emissions of residential buildings in China. Applied Energy, 376, 124330.

[5] Christopher, S., Vikram, M. P., Bakli, C., Thakur, A. K., Ma, Y., Ma, Z., ... & Singh, P. (2023). Renewable energy potential towards attainment of net-zero energy buildings status–a critical review. Journal of Cleaner Production, 405, 136942.

[6] Cuce, E., Cuce, P. M., Alvur, E., Yilmaz, Y. N., Saboor, S., Ustabas, I., ... & Asif, M. (2023). Experimental performance assessment of a novel insulation plaster as an energy-efficient retrofit solution for external walls: A key building material towards low/zero carbon buildings. Case Studies in Thermal Engineering, 49, 103350.

[7] Ustabas, I., Cuce, P. M., Alvur, E., Kesepara, D., Yilmaz, Y. N., Cuce, E., & Alshahrani, S. (2024). Fire retardation, compressive strength and durability analysis of concrete reinforced with novel plasters: An experimental, computational and statistical research. Case Studies in Thermal Engineering, 55, 104156.

[8] Kaptan, M., Ustabas, I., Cuce, E., Mert Cuce, P., Alvur, E., Saxena, A., ... & Bouabidi, A. (2025). Structural and Mechanical Performance Characteristics of Construction Plasters with Different Material Compositions and Advanced Geopolymerization. Jordan Journal of Civil Engineering, 19(1).

[9] Cuce, E., Cuce, P. M., Wood, C., Gillott, M., & Riffat, S. (2024). Experimental investigation of internal aerogel insulation towards low/zero carbon buildings: A comprehensive thermal analysis for a UK building. Sustainable and Clean Buildings, 1-22.

[10] Cuce, P. M., Alvur, E., Cuce, E., Alshahrani, S., Prakash, C., Tan, H., & Ustabas, I. (2024). Unlocking energy efficiency: Experimental investigation of bamboo fibre reinforced briquettes as sustainable solution with enhanced thermal resistance. Case Studies in Thermal Engineering, 60, 104680.

[11] Elkhayat, Y. O., Elmozy, S. A., & El-Darwish, I. I. (2023). Selecting the Optimal Thermal Insulation Material for a Residential Building Envelope in Cairo in Consideration of The Thermal Comfort and Energy Consumption. Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering, 33(2), 122-132.

[12] Kamble, G. S., Upadhye, A. V., Bhise, R. R., Yammi, N. V., Kumbhar, D. P., & Panwal, N. G. (2025). Study of Heat Transfer Through Porous-Brick Wall with Green Insulation Developed for Sustainable Infrastructure. Materials Circular Economy, 7(1), 1-11.

[13] Messahel, B., Onyenokporo, N., Beizaee, A., & Oyinlola, M. (2022). Thermal characterisation of composite walls made from waste materials.

[14] Abdullah, A. A., & Ibrahim, M. A. (2022). The Effectiveness of a Simulation Model of Thermal Insulation in Building Materials Using Cellulose Extracted from Agricultural Waste in Baghdad. Journal of Engineering (17264073), 28(12).

[15] El-Lawindy, A. E. R., Abdelkader, H. H., ABDULLAH, A. A., Khalil, M., & Abobakr, S. M. (2024). The Role of Agriculture Waste in Achieving High Efficacy in Residential

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Sustainable Buildings in Egypt. International Journal of Industry and Sustainable Development, 5(2), 83-94.

[16] Turkish Standards Institution. TSE EN 13501-1: Fire classification of construction products and building elements – Part 1: Classification using data from reaction to fire tests. Ankara: TSE 2019.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ADANA MÜZE KOMPLEKSİ: MİLLİ MENSUCAT FABRİKASININ YENİ İŞLEVİ

**Yüksek Lisans Öğrencisi İrem CİNGÖZ**
Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı
iremcingoz@outlook.com - 0000-0002-8821-3769

**Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Yeğin**
Çukurova Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü,
myegin@cu.edu.tr - 0000-0002-0025-6589

## ÖZET

Tıpkı insanların ömrü olduğu gibi yapıların da sınırlı bir kullanım ömrü bulunmaktadır. Zamanla işlevini yitiren ve fiziksel olarak yıpranan yapıların, kent belleğini ve kültürel mirası koruma amacıyla toplumsal fayda gözetilerek yeniden değerlendirilmesi önemli bir gerekliliktir. Bu bağlamda, yeniden işlevlendirme ve yeniden kullanım kavramları çerçevesinde geliştirilen müdahale stratejileri, yapıya asgari düzeyde müdahale edilmesini, mevcut mimari niteliklerinin korunmasını ve uygun destek işlevlerle bütünleştirilmesini hedeflemektedir.

Tarihsel ve mimari değere sahip endüstri yapıları, koruma-kullanma dengesi gözetilerek yeniden işlevlendirilmekte ve özellikle geniş açıklıklara sahip iç mekân düzenleri ile yüksek hacimli alanları sayesinde çoğunlukla müze ve sergi işlevleriyle tekrar kamusal kullanıma kazandırılmaktadır. Bu doğrultuda, 1907 yılında kurulan Adana Milli Mensucat Fabrikası, sahip olduğu endüstriyel kimlik ile kente değer katan önemli bir yapı olarak öne çıkmaktadır.

İlk etabı 2017 yılında, tüm etapları ise Nisan 2023'te tamamlanarak hizmete açılan Adana Müze Kompleksi; arkeoloji, kent, tarım, sanayi, popüler kültür ve milli mensucat tematik müze bölümleri ile zengin bir içerik sunmaktadır. Ayrıca belirli dönemlerde düzenlenen geçici sergiler, atölye çalışmaları ve kültürel etkinliklerle müze, dinamik ve çok işlevli bir niteliğe kavuşmuştur. Bu çalışma kapsamında, söz konusu yapı örneği üzerinden; işlevsel ve mekansal örgütlenme, müze yerleşkesinde alan kullanımı, işlev dağılımı ile ana, yardımcı ve ortak mekânların bina işleyişine etkilerinin analizi yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Yeniden İşlevlendirme, Endüstri Mirası, Mekânsal Organizasyon, Milli Mensucat Fabrikası, Adana Müze Kompleksi, Koruma Stratejileri

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ADANA MUSEUM COMPLEX: THE NEW FUNCTION OF THE NATIONAL TEXTILE FACTORY

**MSc Student İrem CİNGÖZ**
Çukurova University, Institute of Natural and Applied Sciences, Department of Architecture
iremcingoz@outlook.com - 0000-0002-8821-3769

**Asst. Prof. Mustafa Yeğin**
Çukurova University, Faculty of Architecture, Department of Architecture,
myegin@cu.edu.tr - 0000-0002-0025-6589

## ABSTRACT

Just like people, buildings have a limited lifespan. It is leading to reevaluating buildings that have lost their functions and become physically worn out over time, with an eye on social benefit, in order to preserve urban memory and cultural heritage. In this context, intervention strategies developed within the framework of refunctioning and reuse aim to intervene in the structure at a minimum level, preserve its existing architectural qualities, and integrate it with appropriate support functions.

Industrial buildings with historical and architectural value are re-functioned by considering the balance of conservation and use, and are mostly brought back to public use with museum and exhibition functions, thanks to their interior layouts with wide openings and high volume areas. In this regard, Adana National Textiles Factory, established in 1907, stands out as a noteworthy structure that adds value to the city with its industrial identity.

The Adana Museum Complex, with its first stage completed in 2017 and all stages finished in April 2023, features a rich content of thematic museum sections, including archaeology, city history, agriculture, industry, popular culture, and national textiles. In addition, the museum has gained a dynamic and multifunctional quality with temporary exhibitions, workshops, and cultural events organized during particular periods. Within the scope of this study, the functional and spatial organization, the use of space in the museum campus, the distribution of functions, and the effects of the main, auxiliary, and common spaces on the functioning of the building were analyzed through the example of the building in question.

**Keywords:** Adaptive Reuse, Industrial Heritage, Spatial Organization, National Textile Factory, Adana Museum Complex, Conservation Strategies

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## GİRİŞ

Kentlerimizi oluşturan binalar, zaman içerisinde çoğunlukla fiziksel bütünlüklerini korumalarına karşın işlevlerini yitirmeleri sonucu ömürlerini tamamlamaktadır. Binaların yaşamını tehdit eden unsurlar başlıca; fiziksel eskime, ekonomik sebepler, zaman içerisinde değişen kullanıcı ihtiyaçları, fonksiyonel eskime ve bu etkenlere bağlı olarak artık işlevini gerçekleştirememesidir. Bu durum teknolojik alanda hızlı gelişimlerle birlikte insanların yaşayış biçimlerinin sürekli değişim halinde olması, buna bağlı taleplerin değişmesi ve kentleşme hızının yapılı çevreyi sürekli dönüştürmesi dolayısıyla son yıllarda hız kazanmıştır.

1970'li yıllarla birlikte giderek artan koruma anlayışıyla birlikte artık işlevini yitirmiş kültür mirası niteliğindeki yapıları, yeniden kullanmanın yolları arandı. Bu kapsamda geliştirilen politika ile yeni bir uygulama alanı ortaya çıktı. Yeniden işlevlendirme kavramı ile literatürde kazandırılan bu uygulama, koruma yaklaşımlarından biri olmakla birlikte farklı bir çalışma alanıdır [10].

Kültür mirası olan; hamam, kervansaray, manastır gibi yapılar tarihi nitelikleri bakımından zengin olmalarına karşın işlevleri sınırlıdır. Günümüz koşullarında mevcut işlevlerini sürdürmeleri mümkün olmadığından, yeni amaçlarla kullanılmaları gerekmektedir. Nitekim işlevsellik yönünden sürdürülebilir niteliğe sahip; konut, otel gibi binalar ise kullanıcı ihtiyaçlarının değişmesine bağlı olarak günümüz konfor koşullarını sunamamaktadır. Bu yapıların potansiyel ve sınırları doğrultusunda topluma tekrar kazandırılması için kullanılan araç, yeniden işlevlendirmedir [1].

Binaların uyarlanabilir yeniden kullanım kapsamında değerlendirilmesi, belirli kriterlere bağlı gerçekleştirilir. Öncelikli olarak mevcut durumun analiz edilmesiyle yapının potansiyeli ortaya koyulur. Bu aşamada mevcut yapının; taşıyıcı sistemi, alan kullanımı, yapısal elemanların enerji verimliliği ve konumu gibi veriler derlenir. Bu verilerden hareketle yeni işlev özelinde; mekansal kapasite, işlevlerin dağılımı, iklimlendirme ve enerji verimliliği, konfor koşulları, erişilebilirlik, altyapı ve teknik sistemler ve kentsel ölçekte konumu alanlarında potansiyeli saptanır [15],[9],[3],[4].

Zaman içerisinde gelişen teknoloji sebebiyle, özellikle endüstri yapıları sürekli dönüşüm halinde olmuştur. Endüstri devrimiyle birlikte bu alanda hızlı bir biçimde değişen ihtiyaçlar, talepler ve teknolojik imkanlara bağlı olarak, üretim işlevindeki yapılar mekansal dönüşümler geçirmiştir. Bu dönemde günümüzün endüstri mirası yapıları üretilmiş ve kullanılmıştır. Ancak 20. yüzyılın sonlarına doğru teknolojik gelişmelerin üretim yöntemlerini değiştirmesiyle birlikte, var olan yöntemler ekonomik değerini yitirmiştir. Ağırlıklı olarak ekonomik kaygılar sebebiyle, bu dönem endüstri yapıları işlevini yitirmiş ve buna bağlı olarak büyük bir kısmı terk edilmiştir. Kent hafızasının bir ürünü olan endüstri yapıları, atıl durumda kalarak zaman içerisinde fiziksel eskimeye maruz kalmıştır [14].

Endüstri yapıları; geniş iç hacimleri, modüler tasarım, ritmik cephe ve çatı örtüsü, geniş pencereler ve çatı ışıklıkları gibi tipolojik özellikleri sebebiyle, esnek mekanlar sunmalarından

ötürü, yeni işlevin geliştirilmesi noktasında kolaylık sağlamaktadır. Esnek iç mekanlarının yaratmış olduğu potansiyel, yeni işleve ait bina program verilerinin entegrasyonunu mümkün kılmaktadır.

Endüstri yapılarının tipolojisinin sağlamış olduğu imkanlara ek olarak işlev önerisinin belirli kurallar çerçevesince getirilmesi gereklidir. Kentsel hafızanın korunabilmesi ve restorasyon ilkeleri kapsamında mevcut binanın mimari nitelikleri korunmalıdır. Bu sebeple asgari düzeyde müdahale edilmelidir. İşlev önerileri getirilirken, toplumsal fayda gözetilerek ihtiyaçları karşılayan tercih edilmelidir. Binayı yormayacak işlevlerin tercih edilmesi, uzun vadede fonksiyonel sürdürülebilirliği sağlamak için gereklidir. İhtiyaç halinde tamamlayıcı nitelikte uygun destek işlevler de önerilerek, bütünleşik bir tasarım anlayışı uygulanmalıdır.

Adana kentinin önemli bir endüstri mirası olan Milli Mensucat Fabrikası; kentin hafızasında yalnızca üretim işleviyle değil, aynı zamanda yarattığı istihdam ile bölgenin kalkınmasında ve endüstri kimliği kazanmasında önemli bir faktördür. 1907 yılında kurulan ve uzun yıllar boyunca faaliyet gösteren fabrika, yalnızca üretim faaliyetlerini gerçekleştirmekle kalmamış; aynı zamanda sağlık birimleri, lojmanlar, kreş ve mağazası ile sosyal imkanlar sağlayarak kamusal bir odak noktası olmuştur [7]. Fabrika uzun geçmişinde, üretim kapasitesini arttırmak için yeni blokların inşa edilmesiyle genişlemiş, üretim maliyetlerinin artmasına bağlı belirli zamanlarda üretime ara vermiş ve çeşitli dönemlerde devredilmiştir [11].

2000'li yıllara gelindiğinde fabrika, genişleyen kent çeperlerinde artık sanayi bölgesinde bulunmamaktadır. Fabrika terk edilmiştir ve fiziksel eskime gözlenerek, zamana meydan okuyan niteliktedir. Tüm bu koşullara rağmen, Milli Mensucat Fabrikası çok işlevli bir endüstri kompleksi olması ve kent hafızasındaki yerinin önemli olması sebebiyle endüstri kültür mirası olarak tescillenmiştir. Ardından çeşitli işlev önerileri getirildiyse de müze olarak işlevlendirilmesi uygun görülmüştür. Milli Mensucat Fabrikası; 2017 yılında tamamlanan ilk etabı ile Arkeoloji Müzesi ve 2023 yılında diğer etapların da tamamlanması ile Adana Müze Kompleksine dönüştürülmüştür.

Bu çalışma kapsamında Adana'nın belleğinde önemli bir yeri ve endüstri kültür mirası olan Adana Milli Mensucat Fabrikasının yeniden işlevlendirilerek Adana Müze Kompleksine dönüştürülmesi senaryosu mimarlık çerçevesinde değerlendirilmiştir. Özgün işlevin tipolojik, mekansal ve işlevsel özellikleri tespit edilmiştir. Ardından müze işlevi gereğince; bina program verileri, işlevsel ve mekansal örgütlenme, yerleşke içerisinde alan kullanımı, işlev dağılımı mevcut müze kompleksinde yapılan alan çalışması ile değerlendirilmiştir. Literatür taraması sonucu bulgular değerlendirilmiş ve çalışma, endüstri yapılarının müzeye dönüştürülmesi senaryosunda yeniden işlevlendirme kriterleri ve stratejiler üzerinden değerlendirilmiştir.

## ÖZGÜN İŞLEVİN ANALİZİ

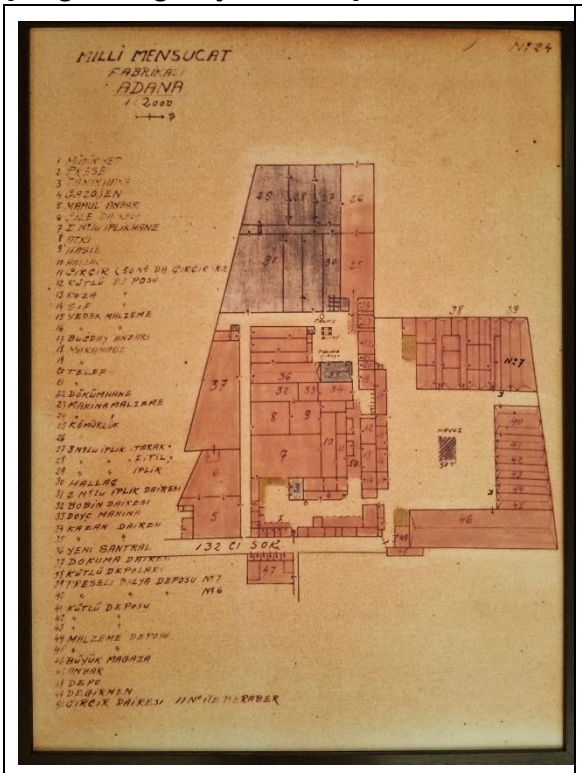
Adana'daki endüstri gelişiminin öncülerinden biri olarak, kentin ilk tekstil fabrikası, 1907 yılında kurulmuştur. Ermeni Aristidi Kozma Simonoğlu tarafından kurulan fabrika, kurucusunun adını alarak Simonoğlu Fabrikası olarak isimlendirilmiştir. 1922 yılında Kozma'nın diğer azınlıklar ile

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

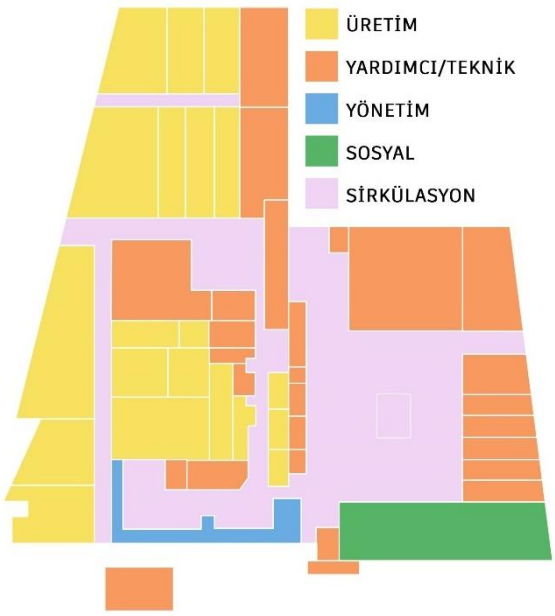
birlikte şehri terk etmesi üzerine fabrika, Fransız bir şirket olan Rober Şirketine devredilmiştir. Milli Mücadele yıllarında, Fransız işgali sonrası fabrika hazineye geçmiştir. Bu dönemde "Milli Fabrika" olarak adlandırılmıştır. Adanalı tüccarlar tarafından kiralanan fabrika, beklenen karın elde edilememesi sonucu yalnızca bir yıl faaliyet göstermiştir. Cumhuriyet döneminde ülkenin dışa bağımlılığını azaltmak amacıyla Mustafa Kemal Atatürk, sahipsiz fabrikaların yeniden hayata geçirilmesi talimatını vermiştir. 1927 yılında Atatürk'ün talimatı üzerine Adana Milletvekili Nuh Naci Yazgan ve iş adamları Mustafa Özgür, Nuri Has, Seyit Tekin fabrikayı hazineden satın almıştır. Bu dönemde en yaygın adıyla Milli Mensucat olarak isimlendirilen fabrika, borçlar sebebiyle 1978 yılında yeniden hazineye devredilmiştir. 1983 yılında Gaziantepli bir iş adamı olan Mehmet Özüzümcü fabrikayı 49 yıllığına kiralamış ve "Milsan Mensucat" olarak ismini değiştirmiştir. Fabrika, günümüze ulaşabilen dokuma işlevindeki en eski örnektir, [13].

Milli Mensucat Fabrikası kentin önemli sanayileşme çabalarının bir ürünü olarak, dönemin diğer endüstri yapılarıyla birlikte Adana'nın Döşeme mahallesinde konumlanmıştır. Özgün işlevin mekansal verileri incelendiğinde; birimler üretim, yardımcı/teknik, yönetim ve sosyal olarak kategorize edilebilir (Çizelge 1). Milli Mensucat Fabrikası çok işlevli bir komplekstir. Konaklama işlevini sağlayan lojmanlar yerleşke dışında konumlanmaktadır.

**Çizelge 1. Özgün İşlevin Plan Şeması ve Mekan Organizasyonu**




**Görsel 1. Milli Mensucat Fabrikası Plan Şeması** (Fotoğraf, Yazar Arşivi)




**Görsel 2. Özgün İşlevindeki Mekan Organizasyonu** (Yazar tarafından düzenlenmiştir)

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. Müdüriyet<br>2. Prese<br>3. Tamirhane<br>4. Gazojen<br>5. Mamul Ambar<br>6. Pile Dairesi<br>7. İplikhane<br>8. Atkı<br>9. Haşıl<br>10. Hallaç<br>11. Çırçır<br>12. Kütlü Deposu<br>13. Koza | 14. Şif<br>15-16.Yedek Malzeme<br>17. Buğday Ambarı<br>18-19. Marangoz<br>20-21. Telef<br>22. Dökümhane<br>23-24. Makine Malzeme<br>25-26. Kömürlük<br>27-29. İplikhane<br>30. Hallaç<br>31. İplik Dairesi<br>32. Bobin dairesi<br>33. Doyç makine | 34-35. Kazan Dairesi<br>36- Yeni Santral<br>37. Dokuma Dairesi<br>38. Kütlü Depoları<br>39-40. Preseli Balya Depoları<br>41-43. Kütlü Deposu<br>44-45. Malzeme Depo<br>46. Büyük Mağaza<br>47. Ambar<br>48. Depo<br>49. Değirmen<br>50. Çırçır Dairesi | **Üretim:** 2, 7, 8, 9, 10, 11, 27-29, 30, 31, 32, 33, 37, 50<br>**Yardımcı:** 3, 4, 5, 6, 12, 13, 14, 15-16, 17, 18-19, 20-21, 22, 23-24, 25-26, 34-35, 36, 38, 39-40, 41-43, 47, 48, 49<br>**İdari:** 1<br>**Sosyal:** 46 |

Özgün işlevin program verileri doğrultusunda, mekan örgütlenmesi incelendiğinde; üretim özelinde birimler arası organizasyonun kurulduğu ve bu özelliğiyle işlevsel bir bütünlük sağlandığı görülmektedir. Sosyal birimlerin ağırlıklı olarak fabrika yerleşkesi dışında ama yakın konumlandırılması sebebiyle üretim öncelikli ancak sosyal açıdan da örgütlenmiştir.

Fabrikanın mekansal örgütlenmesine ek olarak, mimari açıdan endüstri yapılarının genel tipolojik özelliklerini taşıdığı görülmektedir:

- Yapım Tekniği: Taşıyıcı sistem; yığma tuğla duvarlar ile ahşap ve çelik kirişlerle taşıtılan döşemeler ile oluşturulmuştur. Ancak 1950'li yıllarda taşıyıcı sisteme yapılan dönem müdahalelerinde betonarme karkas sistemler tercih edilmiştir [11].
- Geniş İç Hacim: Dokuma alanında üretimin türüne bağlı olarak iç mekanda farklı büyüklük ve çeşitlerde makineler kullanmak gereklidir. Kullanılan makineler çoğunlukla hacimce çok yer tutmakta ve üretim bandı oluşturmak üzere konumlandırılmaktadır. Üretimin gerçekleştirilip sürdürülebilmesi için iç hacmin geniş olması kritik bir önem taşır.
- Esnek Mekanlar: Fabrikalarda, taleplerin artması durumuna karşın üretim kapasitesini arttırabilmek için genişleyebilme imkanı bulunmalıdır. Milli Mensucat Fabrikası, sahip olduğu modüler tasarım anlayışı ile kapasitesini arttırmak üzere genişlemiştir.
- İşlev Dağılımı: Yerleşke ölçeğinde üretim, yardımcı/teknik, yönetim ve sosyal birimler arasında bölgeleme görülmektedir. Üretim işlevi; depo, kömürlük, kazan dairesi, marangoz, tamirhane gibi üretimi sürdürmeyi sağlayan işlevler ile desteklenmiştir. Sosyal işlevler ile de destek sağlanırken, işlevsel dağılımda hiyerarşik bir düzen görülmektedir.
- Biçimsel Özellikleri: Fabrika, yatay yönde uzanan, tek katlı, yüksek tavanlı, modüler ve ritmik bir düzen özelliklerini taşımaktadır.
- Cephe Tasarımı: İç mekanda fonksiyonların birbirini tekrar etmesine bağlı olarak biçimlenişte ve cephe dilinde bir ritim yakalanmıştır.

- Aydınlatma ve Havalandırma: Uzun cephe boyunca büyük pencereler ve şerit biçiminde çatı ışıklıkları ile doğal aydınlatma ve havalandırma sağlanmaktadır.
- Yapı Malzemesi: Yerel imkanlarla temin edilmesi mümkün ve dayanımı yüksek malzemeler tercih edilmiştir. Yığma duvarlarda harman tuğla kullanılmıştır. Özgün halinde harman tuğla, ahşap ve çelik malzemeler kullanılmıştır. Kullanılan malzemelerde çeşitlilik sınırlıdır.
- Kentteki Konumu: Fabrika, kurulduğu dönemde Döşeme mahallesinde, diğer endüstri yapıları ile birlikte ticari bir bölgede konumlanmaktadır.

Milli Mensucat Fabrikası Türkiye'nin yedinci, Adana'nın ise ilk tekstil fabrikası olma niteliğini taşımaktadır. Fabrikanın uzun ve köklü tarihi, kent hafızasındaki yeri ve özellikleri ile endüstri mimarisinin önemli bir örneği olması sebebiyle Kültür Bakanlığınca tescillenmiştir. Fabrikayı yeniden kentin odak noktası yapmak, mimarisinin sağlamış olduğu potansiyeli kullanmak ve topluma kazandırmak amacıyla yeni işlev önerileri getirilmiştir.

## ENDÜSTRİ MİRASININ YENİDEN İŞLEVLENDİRİLMESİ

Kültür mirası yapılar, zaman içerisinde ihtiyaç ve taleplerin değişmesi, fonksiyonel ve fiziksel eskime, maliyetlerin karşılanamamasına bağlı ekonomik problemler gibi sebeplerle artık işlevini sürdüremeyen ve atıl durumda kalmaktadır. Toplumsal değeri büyük olan bu yapıları, topluma kazandırılabilmek; yalnızca fiziksel bütünlüğünü korumakla değil, bir işlev vererek kullanmakla mümkündür. Yeniden işlevlendirme ve yeniden kullanım kavramları ile literatürde yer bulan bu uygulamalarda ana odak noktası koruma-kullanma dengesinin kurulmasıdır.

Yeniden işlevlendirme yöntemi ile günümüzde kullanılmayan ve işlevselliğini yitirmiş yapıların uygun işleve adaptasyonu gerçekleştirilir. Uygun işlevin seçimi ve adaptasyona ilişkin stratejiler çerçevesinde yapı, tadilat süreçlerinden geçirilerek yeniden kullanılır [6], [16].

Kültür mirasını korumak ve sürdürülebilirliğini sağlamak için uluslararası kapsamda politikalar belirlenmiştir. Venedik Tüzüğü yeniden işlevlendirme uygulamalarında binanın özgün tasarımının ve değerlerinin korunmasının gerekli olduğunu belirtir ve buna ilişkin temel prensipleri ortaya koyar. Tüzüğün 5. maddesinde; faydalı bir toplumsal amaç için kullanımların, anıtların korunması sürecini kolaylaştırabileceği belirtilmektedir. Ancak kullanım gereğince yapının planı veya süslemelerini değiştirmekten kaçınılmalıdır. Belirli sınır ve kurallar dahilinde işlevlendirme için değişiklikler tasarlanıp uygulanabilir [1], [11].

İşlevini yitirmiş ve artık kullanılmayan atıl durumdaki endüstri yapılarında ise 3 ana yaklaşım görülmektedir [14]:

(1) Mevcut program verilerinin güncel ekonomik modele uyarlanması sağlanmasıyla; mevcut işlev korunarak bina performansı arttırılır.

(2) Atıl durumdaki yapıların hem işlevsel hem de yapısal bütünlüğünün korunamamasına bağlı olarak yapı terk edilir veya yıkılır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

(3) Toplumsal fayda gözetilerek yeni işlev önerilir ve yeni program mevcut yapıya entegre edilir.

Kent dokusu içerisindeki endüstri mirası yapılar, belirli özelliklerine göre yeni işleve uyarlanabilirlikleri bakımından değerlendirilmektedir. Özel araç veya yaya olarak ulaşım, toplu taşıma ile ulaşım imkanı, binanın kullanılabilir alanı, esnek iç mekanlar, mimari nitelikleri ve tarihsel önemi, yapı strüktürünün durumu, yatırım potansiyeli, bitişik parsellerin durumu ve kent içerisindeki konumu, peyzajın durumu, kentin turistik bölgesinde bulunma durumu, gürültü faktörü, yakın çevresinde kamusal işlevlerin bulunma durumu ve yakın çevresinde konaklama ve sosyal fonksiyonların bulunması kriterleri üzerinden; endüstri yapısının yeni işleve uyarlanabilirlik durumu analiz edilmektedir [2].

Endüstri kültür mirası yapıların gelecek kuşaklara aktarımını sağlamak ve böylelikle sürdürülebilirliğini sağlamak için yeniden işlevlendirme yöntemi kullanılmaktadır. İşlevin gerçekleştirilebilmesi için belirli müdahaleler kaçınılmazdır. Ancak binanın özgün niteliklerine saygı duyularak korunması ve yeni işlevlerin mevcut binayı yormaması beklenmektedir. Bu sebeple yeniden işlevlendirme uygulamalarında koruma ve kullanma dengesini kurabilmek önem taşımaktadır. Bu sebeple minimum müdahale gerçekleştirilmelidir.

Sanayi devrimiyle birlikte hem dünyada hem de Türkiye'de büyük bir hızla sanayi tesisleri kurulmuştur. Ancak bu tesislerin büyük bir çoğunluğu zamanla gelişen teknolojiye ayak uyduramamış ve 20. yüzyılın son yarısında işlevlerini yitirerek ömürlerini tamamlamıştır. Bu yapılar günümüzün endüstri mirasını oluşturmaktadır. Ancak Türkiye'de endüstri mirası kavramının gelişmesi ve yeniden işlevlendirme yönteminin geliştirilmesi alanında araştırma ve uygulamalar, diğer ülkelere kıyasla çok geç bir tarihte başlamıştır. Ancak 1980'li yıllara gelindiğinde bu alandaki akademik çalışmaların başladığı görülmektedir [8].

Birçok ülkede yeniden işlevlendirme yöntemine ilişkin temel kurallar çerçevesinde politikalar oluşturulmuştur [5]:

- Koruma adı altında binanın sadece dış duvarlarının kaldığı, içinin tamamen boşaltıldığı ve yalnızca cephesinin korunduğu uygulamalardan kaçılmalıdır.
- Yeni yapılan müdahalelerin okunabilirliğinin sağlanması, eski ve yeni ayrımının yapılabilmesi gereklidir.
- Kentin ihtiyacını karşılayacak ve çevre ile uyumlu işlevler önerilmelidir.

**FABRİKADAN MÜZE KOMPLEKSİNE**

Adana'nın ilk tekstil fabrikası olan Milli Mensucat Fabrikası, aynı zamanda günümüze ulaşabilmiş en eski dokuma işlevli fabrika olma özelliğini taşımaktadır. Fabrika, döneminin mimarisi ve tarihsel değeri sebebiyle 2006 yılında Kültür ve Tabiat Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu tarafınca endüstri kültür mirası olarak tescillenmiştir [13].

Fabrika endüstri mirası olarak tescillendikten sonra, toplumsal yarar gözetilerek yeniden kullanılması amaçlanmıştır. Bu dönemde; kültür merkezi, hastane, müze, üniversite olmak

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

üzere çeşitli işlev önerileri getirilmiştir. Fabrikanın özgün halinin analizi ve değerlendirmeleri sonrasında, müze olarak işlevlendirilmesi kararlaştırılan fabrika, Kültür Bakanlığı tarafından 3 etap halinde süren restorasyon çalışmalarıyla tamamlanmıştır. İlk etap 2017 yılında tamamlanarak Adana Arkeoloji Müzesi olarak hizmet vermeye başlamış ve 2023 yılında diğer tematik müze bölümlerinin ve destek fonksiyonların da tamamlanmasıyla Adana Müze Kompleksi olarak hizmet vermeye başlamıştır.

Restorasyon sürecinde; onarım, sağlamlaştırma, bütünleme, yenileme ve yeni yapma teknikleri kullanılmıştır [12]. Restorasyon çalışmaları sırasında yaygın tekniklerin kullanılmasına ek olarak, mevcut yapıya yeni işlevler entegre edilmiştir. Fabrika yerleşkesinin geniş bir alan kaplaması ve potansiyeli göz önüne alınarak; tematik müze bölümleri, yardımcı ve teknik birimler, idari birimlerden oluşan bir müze kompleksi yapılması kararlaştırılmıştır. Bu amaçla Milli Mensucat Fabrikasının müze olarak yeniden işlevlendirilmesi, belirli stratejiler doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

**Yeniden İşlevlendirme Stratejileri**

Yeni işlevin entegrasyonunun zor olduğu tarihi binalarda, müze olarak işlevlendirme yaygın bir uygulamadır [1]. Belirli durumlarda yapının ve yerleşkenin potansiyeli, üretim ve işletim maliyetleri, talep ve ihtiyaçlar da müze işlevinin tercih edilmesinde belirleyici bir faktör olmaktadır.

Fabrika yerleşkesi içerisinde yeniden işlevlendirme süreci, yapı müdahaleleri kapsamında 3 grupta planlanmıştır [12]:

(1) Tescilli ve nitelikli yapıların korunarak yeni işlevlerin entegrasyonu,

(2) Yeni yapılar ile işlevselliği sağlama,

(3) Niteliksiz eklerin kaldırılması, adımlarıyla mevcut yapılara yaklaşılmıştır.

Yeniden işlevlendirme uygulamalarında stratejiler, işlev özelinde tasarım kriterlerini sağlamaya yönelik geliştirilmektedir. Alan çalışması kapsamında Adana Milli Mensucat Fabrikasının, Adana Müze Kompleksine dönüştürülmesi süreci ele alınmıştır. Bir tekstil fabrikası olan Milli Mensucat Fabrikasının özgün işlevinin, tipolojik verileri, mekansal örgütlenmesi, işlev dağılımı, alan kullanımı gibi verileri değerlendirilmiştir. Ardından müze işlevinin entegre edilmesi dolayısıyla, müze program verileri ve tipolojik tasarım kriterleri incelenmiştir. Bu doğrultuda endüstri mirası bir fabrika yapısının müzeye dönüştürülmesi senaryosu kapsamında işlevlendirme kriterleri ve parametreleri belirlenmiştir (Çizelge 2):

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Çizelge 2: Adana Müze Kompleksi Yeniden İşlevlendirme Kriterleri**

| Fabrikadan Müzeye Yeniden İşlevlendirme Kriterleri | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Mekansal Kurgu** | **Kimliği Sürdürme** | **Strüktürel Kararları** | **İşlevsellik** | **Ziyaretçi Deneyimi** |
| **Parametreler** | Alan Kullanım Planlaması<br>Mekansal Hiyerarşi<br>Sirkülasyon<br>Bölgeleme<br>Esnek Mekanlar<br>Mevcut Plan Şemasına Uyum | Kültürün Temsili<br>Cephe Tipolojisi<br>Malzeme ve Elemanların Korunması<br>Eski ve Yeni Dengesi<br>Minimum Müdahale | Güçlendirme ve Onarım<br>Strüktürel Elemanların Uyum ve Dengesi<br>Okunabilirlik<br>Taşıyıcının Eski-Yeni Ayrımı | İşlevsel örgütlenme<br>Ergonomik Konfor<br>Erişilebilirlik<br>Fonksiyonellik ve Esneklik<br>Mekan İşlev Uyumu<br>İşlev Dengesi | Teşhir-Tanzim<br>Sezgisel Yönlenme<br>Kullanıcı katılımını teşvik<br>Evrensel tasarım<br>Duygusal etki |

Mevcut fabrikaya müze işlevinin entegre edilmesi, beş temel kriter üzerinden gerçekleştirilir; mekansal kurgu, kimliği sürdürme, strüktürel kararlar, işlevsellik ve ziyaretçi deneyimi işlevlendirme kriterleri ve bu kriterlerin parametreleri dikkate alınmalıdır. Adana Müze Kompleksinde yapılan alan çalışmasında müze ve mekanlar deneyimlenerek, yeniden işlevlendirme kriterleri, parametreleri ve buna bağlı stratejiler çerçevesinde veriler derlenmiştir.

Adana Müze Kompleksi; arkeoloji, kent, tarım, sanayi, popüler kültür ve milli mensucat tematik müze bölümlerini bulundurmaktadır. Etaplar halinde uygulanan projede ilk etap 2017 yılında tamamlanarak Arkeoloji müzesi hizmet vermeye başlamıştır (Görsel 3) Adana Müze kompleksinin iç mekanlarında duvar elemanları hacmi dikey yönde bölerek mekanları ayırmakta ve sirkülasyonu şekillendirmektedir (Görsel 4). Müze yerleşkesi içerisinde tematik müze bölümlerinde kalıcı sergiler bulunmaktadır. Geçici sergiler ise tematik müze bölümlerinin fuaye ve sirkülasyon alanlarında, sergilenecek eserin türüne göre de açık alanlarda bulunmaktadır. Güncel durumda geçici sergileme işlevi, Popüler Kültür Müzesinin bir bölümü, bölücü elemanlar ile ayrılmış alanda konumlanmaktadır (Görsel 5).

**Görsel 3.** Arkeoloji Bölümü (URL-1)

**Görsel 4:** Arkeoloji Müzesi Fuaye Alanı

**Görsel 5:** Popüler Kültür Müzesi

Fabrikanın orijinal strüktür elemanları korunarak sergilenmiştir. Artık taşıyıcı bir işlevi olmamasına rağmen, fabrikanın kimliğini sürdüren bir unsur olarak sergilenmiştir (Görsel 6). Fabrika uzun geçmişi dolayısıyla pek çok müdahale görmüştür ve bu müdahalelerle geliştirilen restorasyon projesinde, 1950'li yıllarda betonarme müdahaleler de korunmuştur (Görsel 7). Müze işlevi gereği iklimlendirme, aydınlatma ve teknik çözümler sebebiyle çatı yükleri artmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Tuğla yığma duvarlar üzerindeki yükü arttırmamak ve dayanım kaygıları sebebiyle duvarlar, içten ve dıştan çelik elemanlar ile desteklenmektedir. Bu elemanlar duvarlara sadece desteklemekle yetinmeyip, ayrıca çatı yüklerini de taşımaktadır (Görsel 8)

**Görsel 6.** Fabrikanın Strüktür Elemanları

**Görsel 7:** 1950'li Yıllardaki Dönem Müdahaleleri

**Görsel 8:** Strüktürel Kararlar

Fabrika mevcut halinde yatay yönde oldukça uzun olduğundan aydınlatma ihtiyacını karşılayabilmek için çatı ışıklıkları kullanılmıştır. Bu ışıklıklar müze işlevi entegrasyonu sırasında bir tasarım potansiyeli olarak görülmüş ve teşhir ögelerinin konumlandırılmasında referans olmuştur (Görsel 9). Fabrikanın mevcut plan şemasına sadık kalınmıştır ve müze işlevi gereği yerleştirilen teşhir donatıları belirli bir yüksekliğe kadar çıkarılmıştır (Görsel 10). Ziyaretçi deneyimini çeşitli kılmak ve zenginleştirmek amacıyla, sergileme biçimlerinde çeşitliliğe gidilmiştir (Görsel 11).

**Görsel 9.** Çatı Işıklıkları

**Görsel 10:** Teşhir Donatıları

**Görsel 11:** Sergileme Biçimleri

Müze girişini vurgulamak ve açık alanlarda peyzaj ve donatı düzenlemeleri ile çağdaş eklerin kullanımı tercih edilmiştir (Görsel 12). İç mekanlarda sirkülasyon alanını ve sergileme yüzeylerini arttırmak için, geniş olan iç hacim ikiye bölünmüştür. Kot kullanımına bağlı olarak engelli erişimini sağlayabilmek için rampalar ve asansörler kullanılmıştır (Görsel 13). İşlevselliği tamamlamak için yeni yapılar veya mevcut fabrikanın belirli bölümlerinin korunamaması sebebiyle müdahaleler gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada eski ve yeni ayrımını yapabilmek için modern bir üslup kullanılmıştır. Derz aralıkları, tığla boyutlarında eskiyi referans alarak uyum sağlanmıştır (Görsel 14).

**Görsel 12.** Müze Giriş Bölümü

**Görsel 13:** Erişilebilirlik

**Görsel 14:** Eski-Yeni Ayrımı

Yeniden işlevlendirme kriterleri doğrultusunda fabrikaya müze entegre edilmesinde, temelde bu uygulamalar gözlenmektedir. Bu stratejiler ile dönüştürülen Adana Müze Kompleksinde

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

güncel durumda fonksiyonların dağılımı 3 odakta ele alınabilir; ana, yardımcı/teknik ve yönetim birimleri biçiminde fonksiyonlar kategorize edilmiştir.

**Müze İşlevinin Değerlendirilmesi**

Adana Müze Kompleksine dönüştürülen fabrikanın, mevcut işlevleri (Görsel 15: Adana Müze Kompleksi Kategorilerine Göre Fonksiyon DağılımıGörsel 15):

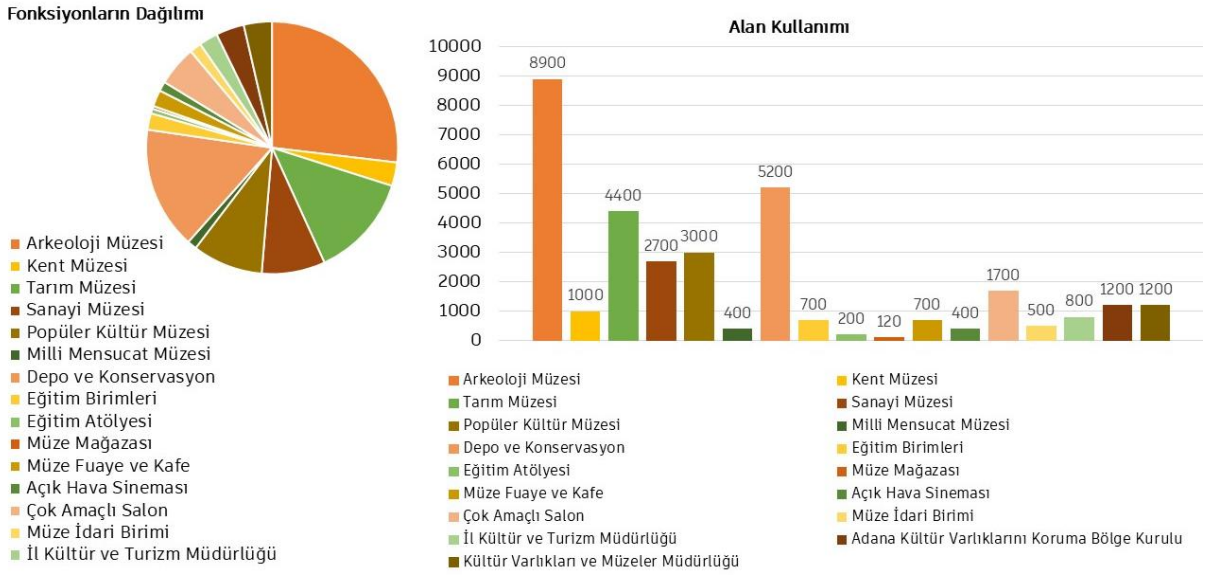
- Ana Birimler: Arkeoloji, Kent, Tarım, Sanayi, Popüler Kültür ve Milli Mensucat tematik müze bölümleri,
- Yardımcı/Teknik: Depo ve konservasyon alanları, teknik birimler, eğitim birimleri, eğitim atölyesi (çocuklar için), müze mağazası, müze fuaye ve kafe bölümü ve açık hava sineması,
- Yönetim Birimleri: Çok amaçlı salon, müze idari birimi, İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Adana Kültür varlıklarını Koruma Bölge Kurulu ve Kültür Varlıkları ve Müzeler Müdürlüğü ile yürütülmektedir.

**Görsel 15: Adana Müze Kompleksi Kategorilerine Göre Fonksiyon Dağılımı (**[7]; Yazar tarafından düzenlenmiştir.)

Güncel durumda, Adana Müze Kompleksi içerisinde fonksiyonlar; %62 ana birimler (tematik müze bölümleri), %21 yardımcı/teknik birimler (depo, eğitim, mağaza gibi), %17 yönetim birimleri olmak üzere dağılım göstermiştir. Ana birimler ve diğer birimler arası oranlar incelendiğinde hiyerarşik düzenin sağlandığı görülmektedir.

Tematik müze bölümlerinde çeşitlilik sağlanmış ve büyüklüğüne göre sırasıyla; arkeoloji, tarım, popüler kültür (bir bölümü geçici sergileri içermektedir), sanayi, kent ve milli mensucat temalarında bölümler düzenlenmiştir. Bu temalar ile kompleks yaratılmıştır. Ancak karar alma sürecinde kentsel ölçekte yaklaşımlar geliştirilmesi gereklidir. Adana kentinde diğer endüstri yapıları da benzer potansiyele sahiptir. Kent belleğinde yer eden ve miras değeri taşıyan diğer yapıların bu bağlamda değerlendirilmesi gereklidir. Günümüzde atıl durumda olan endüstri mirası yapıların yeniden işlevlendirilmesi, kentsel ölçekte alınacak kararlarla mümkündür.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




**Görsel 16: Adana Müze Kompleksi Fonksiyonlarının Alan Kullanımı**

Yerleşke içerisinde en çok yer tutan fonksiyonlar sırasıyla; Arkeoloji Müzesi, depo ve konservasyon ve Tarım Müzesi olmaktadır (Görsel 16). Yönetim işlevinin müze yerleşkesi içerisindeki oranı göz önüne alındığında, idarenin ihtiyaç duyduğu birimlerin buraya yönlendirildiği görülmektedir. Adana Müze Kompleksi içerisinde yalnızca müzenin idari birimi değil, İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Adana Kültür varlıklarını Koruma Bölge Kurulu ve Kültür Varlıkları ve Müzeler Müdürlüğü birimleri ve büyük toplantıların gerçekleştirilebileceği çok amaçlı salon bulunmaktadır. İdarenin ihtiyaçları karşılanırken mekanlar ve işlevler arası hiyerarşik düzen korunmalıdır. Uzun vadede bina program verilerindeki alan kullanım dengesine dikkat edilmelidir.

Fabrikaya müze işlevinin entegrasyonu, yeniden işlevlendirme kriterleri doğrultusunda değerlendirilmiştir:

**Çizelge 3. Müze İşlevinin Yeniden İşlevlendirme Kriterleri Bakımından Değerlendirilmesi**

| | |
|---|---|
| Mekansal Kurgu | Fabrikanın özgün iç mekanları, geniş açıklıklar ile geçilen büyük hacimlerdir. Bu durum, fabrikanın özgün plan şemasını bozmadan, esnek mekanların yeni işlevlere adapte olabilmesi açısından kolaylık sağlamaktadır. Müze işlevi gereği, mekan düzenlemelerinde sergileme yüzeylerini arttırmak ve sirkülasyonu tanımlamak gereklidir. Bu amaçla hazırlanan teşhir tanzim projelerinde, sergileme yüzeyleri ve bölücü elemanlar belirli bir yükseklikte tutularak hacmi bölmemektedir. |
| Kimliği Sürdürme | Müze kompleksinde kimliği sürdürmek amacıyla; cephe ve biçimsel hareketin korunması, fabrikaya ait orijinal kapı ve strüktür elemanlarının korunarak sergilenmesi, dönem müdahalelerinin korunması, yapılan yeni müdahalelerin okunabilir olması, eski-yeni dengesi kurulması stratejileri geliştirilmiştir. |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | |
|---|---|
| Strüktürel kararlar | Yığma tuğla duvarlar, ahşap ve çelik makaslar ile biçimlenen çatı ile özgün halinde olan fabrikanın, müze işlevi ile gelen yüklerden korunması için güçlendirme amacıyla kararlar alınmıştır. Çatıda bulunan aydınlatma, elektrik, havalandırma gibi yükleri taşımak ve yorgun nitelikteki yığma tuğla duvarları güçlendirmek için duvar hizaları boyunca iki yönden çelik destek elemanları kullanılmıştır. Restorasyon teknikleri kapsamında tuğla duvarları güçlendirmek için yapılan bir diğer müdahale ise epoksi güçlendirme olmuştur. Strüktürel elemanlarda eski ve yeni uygulamalar okunabilir niteliktedir. Yeni strüktürel elemanlar tarihi dokudan ayrıştırılabilir olmasına karşın, baskılaması sebebiyle uyum ve denge noktasında zayıftır. |
| İşlevsellik | Müze işlevi dolayısıyla kalıcı ve geçici sergiler ile kapalı ve açık sergileme mekanları, iklimlendirme ve akustik kontrol, kafe ve mağaza gibi sosyal destek birimleri, güvenlik kontrolü gibi fonksiyonlar gerekmektedir. Bu fonksiyonlar, fabrikanın mevcut plan şeması içerisinde, kapasitesi ile uyumlu ve çağdaş standartlara uygun tasarlanmıştır. Fabrikanın özgün mekan organizasyonu ve geniş hacimleri, müze işlevinin bina program verilerinin entegrasyonunu kolaylaştırmıştır. İşlevselliği sağlamak adına ada birimler; kafe, mağaza, sosyal alanlar ve etkinlik mekanları ile desteklenmiştir. Ergonomik konfor koşullarını sağlayarak çağdaş standartları yakalayabilmek için; iklimlendirme, akustik, doğal ve yapay aydınlatma sistemleri gibi teknik altyapı düzenlemeleri yapılmıştır. |
| Ziyaretçi Deneyimi | Yeniden işlevlendirmenin başarısının ölçülebileceği en önemli etken olan ziyaretçi deneyimi; kullanıcının algılama, sezgisel yönlenme, katılımı sağlama, duygusal etki gibi faktörler ile şekillendirilir. Müze kompleksinde sergileme biçimlerinde çeşitliliğe gidilerek ziyaretçi deneyimi zenginleştirilmiştir. Engelli erişimi düşünülerek müze birimleri başta olmak üzere rampa ve asansörler bulunmaktadır. Açık hava gösterileri, etkinlikler ve atölyeler ile sosyal imkanlar da sağlanarak kullanıcı katılımı teşvik edilmektedir. Müze ziyaretçisi; zeminde izler, yönlendirici tabelalar yönlendirilmekle birlikte sirkülasyonun mekan içi ve tematik müze bölümleri arasında (açık alan) planlanması ile sezgisel olarak yönlendirilmektedir. Kolaylaştırılması için yönlendirmelerin arttırılması ve yerleşke haritasının ziyaretçiye sağlanması önerilir. |

## GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Adana Milli Mensucat Fabrikası köklü tarihi ve nitelikli mimarisi ile tescilli bir endüstri mirası olması sebebiyle kent belleğinde önemi büyüktür. İşlevini yitirmesi ve atıl durumda kalması sonrası, toplumsal fayda gözetilerek yeniden kullanımı sağlamak için müze işlevi önerisi getirilmiştir. Özgün işlevindeki durum ve fabrikanın tipolojik özellikleri, müze işlevi entegrasyonu için uyarlanabilir niteliktedir. İşlev önerilerinin, yapıyı kullanım sürecinde yormayacak ve yapının potansiyelinin doğru analizi ile bölgenin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik geliştirildiği düşünülmektedir.

Fabrikadan müzeye dönüşüm senaryosu özelinde; özgün işlevin analizi, tipolojik özellikleri, müze işlevinin program verileri odağında yeniden işlevlendirme kriterleri ve bunlara bağlı parametreler geliştirilmiştir. Yürütülen alan çalışmasında bu kriterler özelinde hangi stratejilerin geliştirilerek yeni işlevin entegre edildiği saptanmış ve görseller ile ifade edilmiştir. Literatür taramasıyla konuya yaklaşımın değerlendirilmesi, çalışma alanının gözlemlenmesi, iç ve dış mekan görselleri ve mimari dokümanlar üzerinden okumalar gerçekleştirilerek nitel ve nicel araştırma yöntemlerinden faydalanılmıştır.

Güncel durumda Adana Müze Kompleksi'nin, endüstri kültür mirasının çağdaş yöntemlerle müze olarak işlevlendirilmesi sürecinde örnek niteliğinde yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bu bağlamda geçirdiği dönüşüm sonrası, kent yaşamındaki yeri ve kültürel değeri ile örnek bir

model olmaktadır. Müze işlevi ve destek işlevleri ile kentin odak noktası haline gelen ve turizm potansiyeli ve etkisi güçlü olan müze kompleksi, çağdaş ihtiyaçları karşılarken kent belleğini korumaktadır.

Adana Müze Kompleksi örneğinden hareketle, bu dönüşümlerin sadece sınırlı örneklerle kalmaması için merkezi ve yerel yönetimler kent ölçeğinde politikalar geliştirerek, yeniden işlevlendirme uygulamaları için bütçe ayırmalı ve teşvik ederek yaygınlaşmasını sağlamalıdır. Politikaların geliştirilmesine zemin hazırlamak, akademik çalışmalarla mümkündür. Ülkemizde endüstri mirasının korunması ve işlevlendirilerek yeniden kullanımı ile ilgili akademik çalışmalar artmakla birlikte hala sınırlı bir çerçevede kalmaktadır. Bu alanda çalışmalar belirli örneklerin incelenmesi ile yetinmekte ve eski yapıya yeni işlev entegrasyonunun uygulanması sonrası değerlendirmeler sınırlıdır. Yeni işlevin etkilerinin kullanım sonrası süreçte izlenmesi, bu alandaki yaklaşımların geliştirilmesi için öneme sahiptir. Endüstri mirasının yeniden işlevlendirilmesine ilişkin bütüncül bir bakış açısıyla kentsel ölçekte yaklaşım geliştirilmelidir.

Yeniden işlevlendirme sürecinde, endüstri tipolojisinin de etkisiyle; mekansal örgütlenme, alan kullanımları, işlev dağılımına ilişkin kararlar başarılıdır. İşlev önerileri bağlamında tematik müzelerde çeşitliliğe gidilmesi olumlu olmakla birlikte, alınan kararların kentin potansiyel diğer endüstri ve kültür mirası yapılarını da göz önüne alarak, kentsel ölçekte planlanması gereklidir. Kullanılmaya başladığından bu yana dönüşümünü sürdürmeye devam eden müze kompleksine; idari birimlerin yönlendirilmesine bağlı olarak, işlevsel dağılımda hiyerarşinin korunmasına uzun vadede dikkat edilmeli ve kamusal kullanım önceliklendirilerek sürdürülebilirlik sağlanmalıdır.

**KAYNAKÇA**

[1] Ahunbay, Z., 2011. Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon. Yem Yayınevi, İstanbul

[2] Bottero, M., D'Alpaos, C., & Oppio, A. (2019). Ranking Of Adaptive Reuse Strategies For Abandoned İndustrial Heritage İn Vulnerable Contexts: A Multiple Criteria Decision Aiding Approach. Sustainability, 11(3), 785. Https://Doi.Org/10.3390/Su11030785

[3] Bullen, P. A., & Love, P. E. (2010). The Rhetoric Of Adaptive Reuse Or Reality Of Demolition: Views From The Field. Cities, 27(4), 215-224. Https://Doi.Org/10.1016/J.Cities.2009.12.005

[4] Bullen, P. A., & Love, P. E. D. (2011). A New Future For The Past: A Model For Adaptive Reuse Decision-Making. Built Environment Project And Asset Management, 1(1), 32–44. Https://Doi.Org/10.1108/20441241111143768

[5] Bullen, P. A., & Love, P. E. D. (2011). Adaptive Reuse Of Heritage Buildings. Structural Survey, 29(5), 411–421. Https://Doi.Org/10.1108/02630801111182439

[6] Burden, E., 2004. Illustrated Dictionary Of Architectural Preservation. New York: Mcgraw-Hill Press

[7] Çağlayan, A. S., 2019. A Scenario On Conversion Of Industrial Heritage Into Museum: Adana National Textile Factory, Yüksek Lisans Tezi, TOBB ETÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

[8] Çakır, H. Y., & Edis, E. (2022). A Database Approach To Examine The Relation Between Function And İnterventions İn The Adaptive Reuse Of İndustrial Heritage. Journal Of Cultural Heritage, 58, 74–90. Https://Doi.Org/10.1016/J.Culher.2022.09.015

[9] Itard, L., & Klunder, G. (2007). Comparing Environmental İmpacts Of Renovated Housing Stock With New Construction. Building Research & Information, 35(3), 252–267. Https://Doi.Org/10.1080/09613210601068161

[10] Lanz, F., & Pendlebury, J. (2022). Adaptive Reuse: A Critical Review. The Journal Of Architecture, 27(2–3), 441–462. Https://Doi.Org/10.1080/13602365.2022.2105381

[11] Özel, D., Karataş, Y., Gün, E., Çardak, F. S., 2024. Endüstri Mirasında Koruma Ve Yeniden Kullanım: Adana Milli Mensucat Fabrikası'nın Müzeye Dönüşümü. Ispec Journal Of Scıence Institute, 3(2), 60-82. Https://Doi.Org/10.5281/Zenodo.14565721

[12] Özgönül, N., Nalbant. K., Özcan. D. D., 2017. Simononoğlu - Milli Mensucat Fabrikası'ndan Adana'nın Yeni Müzesi'ne Şehrin İzleri, İkinci Bölüm. Güney Mimarlık, 23, 32-39

[13] Özüdoğru, A. A., 2010. Adana'da Dokuma Sanayi Yapılarının Endüstri Mirası Kapsamında İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi

[14] Saraylı, M. N., Ve Reyhan, K., 2022. Endüstri Miras Yapısının Kültür Mekânı Olarak Yeniden İşlevlendirilmesi: Sakarya Sanat Galerisi. Sanat Tarihi Dergisi, 31(1), 543-559. Https://Doi.Org/10.29135/Std.1020178

[15] Shipley, R., Utz, S., & Parsons, M. (2006). Does Adaptive Reuse Pay? A Study Of The Business Of Building Renovation İn Ontario, Canada. International Journal Of Heritage Studies, 12(6), 505–520. Https://Doi.Org/10.1080/13527250600940181

[16] Tunçer, İ. B., Ve Ateş Can, S., 2022. Endüstri Mirası Yapıların Yeniden İşlevlendirilmesi: Üç Farklı Tütün Fabrikasının Dönüşümü. Mimarlık ve Yaşam, 7(1), 333-357. Https://Doi.Org/10.26835/My.1073617

URL- 1.https://Www.Turkishmuseums.Com/Museum/Detail/1922-Adana-Arkeoloji-Muzesi/1922/4 [Son Erişim Tarihi: 07.05.2025]

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# HASTA ODALARINDA GÜN IŞIĞI ILE YAPAY AYDINLATMANIN ENTEGRASYONU: FIRAT ÜNIVERSITESI HASTANESI ÖRNEĞI

## The Integration between Daylight and Artificial Lighting in Patient Rooms: Fırat University Hospital as a case study

**Yüksek Lisans Öğrencisi Amal O. A. ALAJOURI**
Fırat Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi
amalalajouri@gmail.com , +905395644076
ORCID NO: 0009-0002-5801-6411

**Doç. Dr. Ayça GÜLTEN**
Fırat Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi
aycagulten@gmail.com
ORCID NO: 0000-0001-9837-8674

## ÖZET

Sağlık hizmeti ortamı, hastanın iyileşmesini, konforunu ve refahını önemli ölçüde etkiler. Tasarım, düzen ve aydınlatma gibi faktörler, iyileşmeye ve stres azaltmaya elverişli ortamlar yaratarak hasta sonuçlarını etkiler. Hastanelerin temel altyapısı olan hasta odaları, yalnızca tedavi için değil aynı zamanda dinlenme ve iyileşme için de önemlidir. Uygun şekilde tasarlanmış odalar iyileşmeyi teşvik edebilir, hasta memnuniyetini artırabilir ve stresi azaltabilir.

Türkiye'de, Sağlık Bakanlığı tarafından yönetilen kamu hastaneleri, toplamda yaklaşık 163.000 yatak sunan sağlık tesislerinin çoğunluğunu oluşturmaktadır ve ülkenin erişilebilir sağlık hizmetlerine olan bağlılığını vurgulamaktadır. Hastaneler 7/24 çalışmakta ve bu da özellikle aydınlatma, ısıtma, havalandırma ve klima sistemlerinde önemli miktarda enerji tüketimine yol açmaktadır. Küresel olarak hastaneler, kamu sektöründeki en büyük enerji tüketicileri arasındadır ve maliyetleri düşürmek ve sürdürülebilirliği teşvik etmek için verimli enerji yönetimi stratejileri gerektirmektedir. Türkiye'deki kamu hastaneleri, Elazığ'daki Fırat Üniversitesi Hastanesi de dahil olmak üzere, benzer enerji zorluklarıyla karşı karşıyadır ve bu da operasyonel verimliliği sağlamak için sürdürülebilir aydınlatma çözümlerine odaklanmayı gerektirir.

Hasta odalarındaki aydınlatma, fizyolojik tepkileri, ruh halini ve uyku kalitesini etkilediği ve nihayetinde iyileşmeyi etkilediği için özellikle kritiktir. Elektrikli aydınlatmanın icadından önce, doğal ışık birincil aydınlatma kaynağıydı. Başlangıçta gün ışığını tamamlayan yapay aydınlatma, o zamandan beri baskın kaynak haline geldi. Çalışmalar, gün ışığı ve yapay aydınlatmanın etkili bir şekilde entegre edilmesinin hasta konforunu artırabileceğini, stresi

azaltabileceğini ve hatta hastanede kalış sürelerini kısaltabileceğini göstermektedir. Ancak, mimari kısıtlamalar, enerji talepleri ve dış çevresel faktörler nedeniyle bu dengeyi sağlamak zordur.

Bu çalışma, hasta odalarındaki aydınlatma koşullarını analiz etmek için bir vaka çalışması olarak Elazığ'daki Fırat Hastanesi'ni incelemektedir. DIALux Evo 11 yazılımını kullanarak, gün ışığı ve yapay aydınlatmanın entegrasyonunu değerlendirir ve hasta konforunu ve iyileşmesini artırmak için optimize edilmiş dağıtım için öneriler sunar. Bulgular, Türkiye'de sürdürülebilir, enerji açısından verimli sağlık hizmeti ortamları tasarlamak için pratik içgörüler sunar.

**Anahtar Kelimeler**: Gün ışığı, Yapay aydınlatma, Hasta odaları, Türk hastaneleri.

## ABSTRACT

The healthcare environment significantly influences patient recovery, comfort and well-being. Factors such as design, layout and lighting influence patient outcomes by creating environments conducive to healing and stress reduction. As the basic infrastructure of hospitals, patient rooms are important not only for treatment but also for rest and recovery. Appropriately designed rooms can promote healing, increase patient satisfaction and reduce stress.

In Turkey, public hospitals managed by the Ministry of Health make up the majority of healthcare facilities, offering a total of around 163,000 beds, emphasizing the country's commitment to accessible healthcare. Hospitals operate 24/7, leading to significant energy consumption, especially in lighting, heating, ventilation and air conditioning systems. Globally, hospitals are among the largest energy consumers in the public sector and require efficient energy management strategies to reduce costs and promote sustainability. Public hospitals in Turkey, including Fırat University Hospital in Elazığ, face similar energy challenges, requiring a focus on sustainable lighting solutions to ensure operational efficiency.

Lighting in patient rooms is particularly critical as it affects physiological responses, mood and sleep quality, and ultimately impacts recovery. Before the invention of electric lighting, natural light was the primary source of illumination. Artificial lighting, initially complementing daylight, has since become the dominant source. Studies show that effectively integrating daylight and artificial lighting can improve patient comfort, reduce stress and even shorten hospital stays. However, this balance is difficult to achieve due to architectural constraints, energy demands and external environmental factors.

This study examines Fırat Hospital in Elazığ as a case study to analyze the lighting conditions in patient rooms. Using DIALux Evo 11 software, it evaluates the integration of daylight and artificial lighting and provides recommendations for optimized distribution to enhance patient comfort and recovery. The findings offer practical insights for designing sustainable, energy efficient healthcare environments in Turkey.

**Keywords:** Daylight, Artificial lighting, Patient rooms, Turkish hospitals.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ÇAM VE KAVAK ODUNUNDAN FARKLI KOMBİNASYONLARDA ÜRETİLEN LAMİNE KAPLAMA KERESTELERİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

**Musa KAYA[1]; Vedat ÇAVUŞ[2]; Ramazan BÜLBÜL[3]**

[1.] Atatürk Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi, Erzurum, kayamusa2512@gmail.com - 0000-0002-5955-7378
[2.] İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, vedat.cavus@ikcu.edu.tr - 0000-0002-3289-7831
[3.] Gazi Üniversitesi, ramazanbulbul@gazi.edu.tr - 0000-0003-4760-9166

## ÖZET

Bu çalışmada, Çam ve kavak odunu kaplamalar kullanılarak, farklı kombinasyonlarda üretilen lamine kaplama kerestelerin (LVL) fiziksel özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda üretilen LVL'lerin hava kurusu yoğunluğu, tam kuru yoğunluğu, 2 ve 24 saat süreyle suda bekletilmeleri sonucunda oluşan kalınlık artışları ile ağırlıkça su alma oranları belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre, kombinasyonlarda kullanılan kavak odunu kaplaması artıkça yoğunluklarında anlamlı bir azalma meydana gelmiştir. Kalınlık artışı da yoğunluk artışına tersine bir eğilim göstermiştir. Ayrıca suda bekletme süresi arttıkça genel olarak kerestelerin ağırlıkça su alma oranlarında artış gerçekleşmiştir.. Sonuç olarak; kontrol grubuna ait, 1 katlı ve 2 katlı LVL'lerin hava kurusu yoğunlukları sırasıyla 0.674 g/cm³, 0.544 g/cm³ ve 0.485 g/cm³ olarak belirlenmiştir. Suda bekletme sonucunda en yüksek ağırlık kaybı %15.51 oranı ile 2 katlı LVL'lerin 2 saatlik suda bekletilmesi sonrasında meydana gelmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Fiziksel özellikler, LVL, Yoğunluk oranları

# Investigation of the Physical Properties of Laminated Veneer Lumber (LVL) Produced from Different Combinations of Pine and Poplar Wood

## ABSTRACT

In this study, the physical properties of laminated veneer lumber (LVL) produced from different combinations of pine and poplar wood veneers were investigated. Within this scope, the air-dry and oven-dry densities of the LVLs, the thickness swelling after immersion in water for 2 and 24 hours, and the water absorption rates by weight were determined. According to the results, as the proportion of poplar veneer increased in the combinations, a significant decrease in density was observed. Thickness swelling showed an inverse trend compared to density. In addition, water absorption by weight generally increased with prolonged immersion time. As a result, the air-dry densities of the 1-ply and 2-ply LVLs in the control group were determined to be 0.674 g/cm³, 0.544 g/cm³, and 0.485 g/cm³, respectively. The highest weight gain after water immersion occurred in the 2-ply LVL samples after 2 hours of immersion, with a rate of 15.51%

**Keywords:** Physical properties, LVL, Density ratios

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. GİRİŞ

Ağaç malzeme, bilinen en eski yapı malzemelerinden biridir ve birçok uygulamada yaygın olarak kullanılır. Özellikle binalarda, yük taşıma amacıyla tercih edilmektedir. Ağaç malzeme homojen olmamakla birlikte anizotropik özelliklere sahiptir, bu da yoğunluk, yıllık halka genişliği, nem oranı, budaklar, lif yönü, lif kıvrıklığı ve çürüme gibi faktörlerden etkilenmesine yol açmaktadır. Bu faktörler, ağaç malzemenin mukavemetini etkilemekte ve kullanımını sınırlamaktadır. Ağaç malzemesinin bu dezavantajlarını ortadan kaldırmak için, kereste, kaplama, yonga, şerit yonga ve lif gibi ağaç esaslı parçalar birleştirilip, sıcaklık ve basınç altında preslenerek şekil verilerek kompozit malzemeler ortaya çıkmıştır (Herajarvi ve ark., 2004). Bu ürünlerden biri olan; Laminated Veneer Lumber (LVL), üstün özellikleri nedeniyle kiriş, başlık, döşeme, direk, iskele tahtası ve çatı kirişleri gibi pek çok yapısal uygulamada tercih edilmektedir (Çolak ve ark., 2007).

Ağaç malzeme; dünya nüfusunun artması ve endüstrileşme ile birlikte daha fazla kullanım alanı bulmuştur (Kaya v.d., 2024). Mühendislik ürünü ağaç malzemelerin üretilmesi ile birlikte hızlı büyüme potansiyeline sahip ve ekonomik olarak daha düşük değere sahip odun türlerinin bu ürünlerin üretiminde kullanılmasının yolu açılmıştır (Mengeloğlu ve Kurt, 2004). LVL'ler genellikle Douglas köknarı ve Güney çamı gibi ağaç türlerinden üretilmektedir (Nelson, 1997). Ancak hızlı büyüyen kavak gibi ağaç türleri, gelişmiş üretim yöntemleri ve yapıştırıcılar kullanılarak, fiziksel ve mekanik özellikleri uygun olduğu sürece hem yapısal hem de yapısal olmayan amaçlar için kullanılabilir (Kurt et al., 2012).

Lamine ahşap malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri katman teşekkülü, ağaç türü, kullanılan tutkalın özelliklerine göre değişebilmektedir (Altinok, 2003) (Bal ve Bektaş, 2012). Ahşap kaplama oryantasyonu ve yükleme yönünün bambu-kavak lamine kompozitlerin mekanik özelliklere etkisi adlı araştırmada; yüzey katmanlarında lamine edilmiş bambu demetinin katkısı arttıkça mekanik özelliklerde arttığını belirlemişlerdir (Chen ve ark., 2016). Düşük mekanik özelliklere sahip ahşap malzemelerin güçlendirici malzemeler ile takviye edilerek, direnç ve mukavemet özelliklerini iyileştirmede etkili bir yöntemdir (Wang ve ark., 2015).

Ağaç malzemedeki fiziksel özelliklerden olan yoğunluk faktörü; ağaçtan elde edilen kompozit ürünlerin mekanik özellikleri üzerinde etkili olmakla birlikte seçilen ağaç türünün yapısı söz konusu bu kompozit ürünlerin yapısal ve dekoratif görüntülerini etkilemektedir (Toksoy ve diğerleri, 2006). Mobilya, yapı kerestesi, ambalaj kaplama, kontrplak ve kibrit üretimde kullanılan Melez kavak odunundan elde edilen soyma kaplamaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinden olan yoğunluğu 335 Kg/m$^3$ olarak bulmuştur (Tunçtaner, 2004). 150, 175 ve 200°C'de ısıl işlem uygulanmış Doğu kayını (Fagus orientalis Lipsky) panel malzemeler, fenol formaldehit (FF) tutkalı kullanılarak karbon ve cam elyaf ile güçlendirilmiştir. Elde edilen deney örnekleri üzerinde, hava kurusu yoğunluk ve bazı mekanik özelliklerdeki değişimler belirlemiştir. Hava kurusu yoğunluk değerlerinin ısıl işlem sıcaklığının artması ile azalmıştır (Çiğdem ve Perçin, 2023).

Bu çalışmada, Çam ve kavak odunu kaplamalar kullanılarak, farklı kombinasyonlarda üretilen lamine kaplama kerestelerin (LVL) fiziksel özellikleri incelenmiştir. Hava kurusu yoğunluk, tam kuru yoğunluk ile 2 ve 24 saat süreyle suda bekletilmesi sonucunda kalınlık artış miktarının belirlenmesini amaçlamıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Yapılan bu çalışmada; Lamine Kaplama Kerestelerin elde edilmesinde kullanılan ahşap kaplama türlerinin sarıçam (*Pinus Slyvestris* L.) ve kavak (*Populus euramericana)* odunlarından elde edilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan kaplamaların seçilmesinde; düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, çürüme ve mantar tahribatının olmaması gibi kriterler göz önüne alınarak birinci sınıf özelliklere sahip kaplamalar seçilmiştir. Lamine Kaplama Kerestelerin imal edilmesinde kullanılan malzemelere ait bazı özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

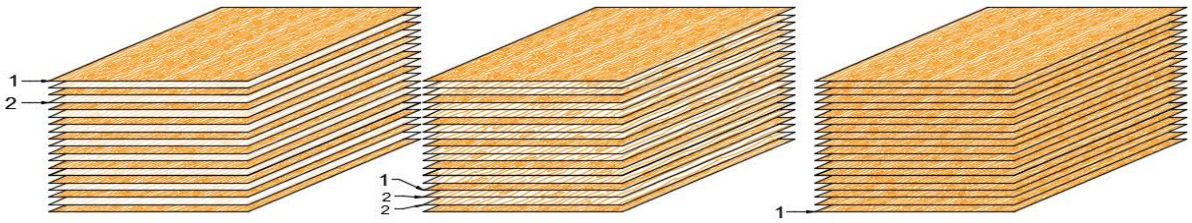
**Çizelge 1.** LVL üretiminde kullanılan malzemelere ait bazı özellikler

| No | Malzeme Adı | Yoğunluk (g/cm³) | Rutubet Oranı (%) |
|---|---|---|---|
| 1 | Kavak kaplama | 0.37 | %11.3 |
| 2 | Sarıçam kaplama | 0.47 | %12.4 |
| 3 | PU tutkalı | | |

### 2.2. Metot

#### 2.2.1. Lamine Kaplama Kerestelerin üretilmesi

Kavak ve Sarıçam kaplmalar 20 °C sıcaklık ve % 65 bağıl nem şartlarında iklimlendirme kabininde değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar kondisyonlanmıştır. Kondisyonlanan kaplamaların m²'ye 100 - 120 gr Poliüretan (PU) tutkalı sürülerek; 200 bar pres basıncında 3 saat bekletilerek üretilmiştir. Kaplama üretim kombinasyonlarına ait taslak modeller Şekil 1'de görülmektedir.




1: Sarıçam kaplama, 2: Kavak kaplama

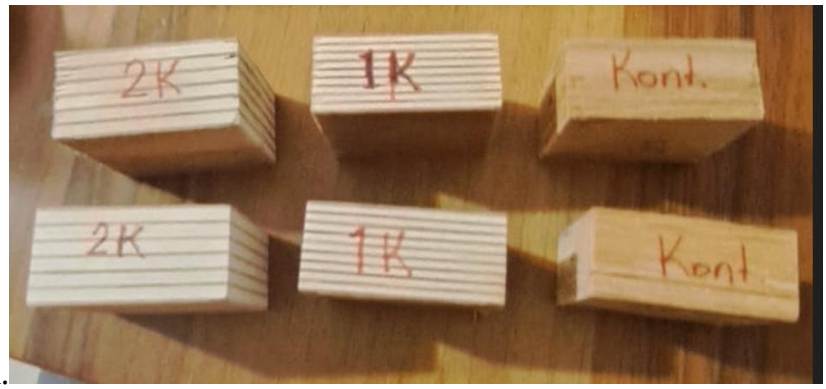
**Şekil 1.** Lamine Kaplama Kerestelerin kombinasyonları

#### 2.2.2. Lamine Kaplama Kerestelerin fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Yapılan çalışmada farklı kombinasyonlarda üretilen Lamine Kaplama Kerestelerin fiziksel özelliklerden Hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerleri TS EN 323'de belirtilen standartlar esaslara göre eşitlik 1'deki formüle göre hesaplanmıştır. 2 saatlik ve 24 saatlik suda bekletilmeleri sonucunda kalınlığına şişme (KŞ) oranları ve ağırlıkça su alma (SA) miktarları ise TS EN 317'deki esaslar dikkate alınarak Eşitlik 2 ve 3'teki formüllere göre belirlenmiştir. Bu doğrultuda söz konusu fiziksel özelliklerin belirlenmesi için her grup için 10'ar adet deney numunesi hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler ilgili standartlardaki esaslar dikkate alınarak

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

deney işlemlerine tabi tutulup gerekli ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçümler ile ilgili görseller Şekil 2'de verilmiştir.

a. 

b.


**Şekil 2.** a) Deney numuneleri b) Deney numunelerinin ağırlıklarının belirlenmesi

Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen veriler esas alınıp aşağıdaki förmüller esas alınarak farklı kombinasyonlarda üretilen kontrplak levhalarının bazı fiziksel özellkleri belirlenmiştir.

$$\delta_o = m_0 / V_0 \text{ ve } \delta_{12} = m_{12} / V_{12} \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (1)$$

Burada;

$\delta_o$ = Tam kuru yoğunluk (g/cm$^3$), $m_0$ = Tam kuru ağırlık (g), $V_0$ = Tam kuru hacim (cm$^3$); $\delta_{12}$ = Hava kurusu yoğunluk (g/cm$^3$), $m_{12}$ = Hava kurusu ağırlık (g), $V_{12}$= Hava kurusu hacim (cm$^3$)

$$KŞ = ((k_2-k_1)/(k_1))x100 \quad (2)$$

Burada KŞ: Kalınlığına şişme miktarı (%), $k_1$: Deney parçasının suya daldırmadan önceki kalınlığı (mm), $k_2$: Deney parçasının suya daldırmadan sonraki kalınlığı (mm).

$$SA = ((a_2-a_1)/(a_1))x100 \quad (3)$$

Burada; SA: Su alma miktarı (%), $a_1$: Deney parçasının suya daldırmadan önceki ağırlığı (g), $a_2$: Deney parçasının suya daldırmadan sonraki ağırlığı (g).

### 2.2.3. Verilerin analiz edilmesi

Deneysel metotlarla elde edilen verilerin analizinde SPSS 26 ve MSTAT-C programları tercih edilmiştir. Bu programlar ile çok yönlü (MANOVA) ve çoklu karşılaştırmalar 95% güven endeksi esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1 Lamine Kaplama Kerestelerin fiziksel özelliklerine ait sayısal veriler

#### 3.1.1 Lamine Kaplama Kerestelerin hava kurusu ve tam kuru yoğunlukları

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Lamine Kaplama Kerestelerin hava kurusu ve tam kuru yoğunluklarının belirlenmesinde ilgili standartlar doğrultusunda tespit edilen sayısal veriler Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** LVL'lerin Hava Kurusu ve Tam Kuru Yoğunluk değerlerine ilişkin sayısal veriler

| Kontrplak | Hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerleri | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hava Kurusu Yoğunluğu (g/cm$^3$) | | | | Tam Kuru Yoğunluk (g/cm$^3$) | | | |
| | Max.. | Ort. | Min. | Std. Sp. | Max.. | Ort. | Min. | Std. |
| Kontrol Grubu | 0.70 | 0.68 | 0.66 | 0.012 | 0.68 | 0.63 | 0.49 | 0.080 |
| 1K | 0.56 | 0.55 | 0.52 | 0.014 | 0.55 | 0.53 | 0.51 | 0.017 |
| 2K | 0.51 | 0.48 | 0.45 | 0.016 | 0.49 | 0.47 | 0.45 | 0.012 |

Yapılan çalışmada farklı kombinasyonlarda üretilen LVL'lerin hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerlerine ilişkin elde edilen istatistiksel verilerin birbirlerinden farklı oldukları tespit edilmiştir. Tespit edilen bu veriler arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olup ya da olmadıklarını belirlemek için yapılan çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

**Çizelge 3.** LVL'lerin Hava Kurusu ve Tam Kuru Yoğunluk değerlerine ilişkin çoklu varyans analiz sonucu

| Varyans Kaynağı | Kareler Toplamı | SD | Kareler Ortalaması | F | Anlamlılık (P<0.05). | Kısmi Eta² |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Yoğunluk Türü (A) | 0.006 | 1 | 0.006 | 7.603 | 0.009 | 0.163 |
| LVL Türü (B) | 0.211 | 2 | 0.106 | 126.569 | 0.000 | 0.867 |
| A * B | 0.003 | 2 | 0.001 | 1.607 | 0.214 | 0.076 |
| Hata | 0.033 | 39 | 0.001 | | | |
| Toplam | 140.393 | 45 | | | | |
| Düzeltilmiş Toplam | 0.296 | 44 | | | | |

Lamine Kaplama Keresteler, hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerlerine ait elde edilen veriler esas alınarak yapılan çoklu varyans analiz sonucunda; gerek LVL türleri ve gerekse yoğunluk türleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı (P<0.05) düzeyde birbirlerinden farklı oldukları tespit edilmiştir. Lamine Kaplama Kereste türleri arasındaki farklılıkların %87'si yapılan kombinasyonlara bağlı olarak gerçekleştiği ve etki düzeyinin de yüksek olduğu söylenebilir. Ayrıca yoğunluk türleri arasındaki farkın anlamlılık düzeyinin (%16) ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çoklu varyans analiz sonucuna göre tespit edilen anlamlı farklılıkların kombinasyon ve yoğunluk türlerine bağlı homojenlik gruplarını tespit etmek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

**Çizelge 4.** LVL kombinasyon yoğunlukları ve Yoğunluk türlerine ait Homojenlik grupları

| | Varyans | N | $\bar{X}$ | HG |
|---|---|---|---|---|
| Kombinasyon Yoğunlukları | Kontrol | 15 | 0.66 | A |
| | 1K | 15 | 0.48 | C |
| | 2K | 15 | 0.54 | B |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Yoğunluk Türleri | Hava Kurusu Yoğunluk | 45 | 0.57 | A |
| | Tam Kuru Yoğunluk | 45 | 0.54 | B |

Yapılan analizde farklı kombinasyonlarda üretilen LVL'lerin yoğunluk değerlerinin birbirlerinden anlamlı düzeyde farklı oldukları tespit edilmiştir. kombinasyonlardaki kavak kaplama sayısı artıkça yoğunluk değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca LVL'lerin hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerlerinin de birbirlerinden anlamlı düzeyde farklı oldukları tespit edilmiştir.

### 3.1.2 **Lamine Kaplama Kerestelerin** kalınlığına şişme oranları

Yapılan çalışmada farklı kombinasyonlarda üretilen Lamine Kaplama Kerestelerin 2 saat ve 24 saat boyunca suda bekletilmeleri sonucunda kalınlık olarak şişmeleri ve 24 saat boyunca suda bekletilmeleri sonucunda ağırlıkça su alma oranlarına ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5'te verilmiştir.

**Çizelge 5.** LVL'lerin kalınlığına şişme (KŞ) ve ağırlıkça su alma (SA) oranlarına ilişkin sayısal veriler

| Kontrplak | **KŞ VE SA Değerleri (%)** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **(KŞ) 2 Saat** | | | | **(KŞ) 24 Saat** | | | | **SA** | | | |
| | Max. | Ort. | Min. | Std. Sp. | Max. | Ort. | Min. | Std. Sp. | Max. | Ort. | Min. | Std. Sp. |
| Kontrol Grubu | 4.45 | 2.11 | 0.84 | 1.06 | 6.51 | 3.85 | 1.85 | 1.31 | 102.92 | 87.38 | 79.95 | 2.49 |
| 1K | 2.38 | 1.51 | 0.82 | 0.68 | 4.57 | 3.67 | 2.52 | 0.79 | 76.01 | 72.43 | 69.77 | 2.49 |
| 2K | 5.64 | 2.68 | 1.19 | 1.44 | 5.81 | 3.83 | 2.33 | 1.21 | 90.52 | 42.90 | 33.36 | 20.09 |

Çizelge 5'e göre farklı kombinasyonlarda üretilen Lamine Kaplama Kerestelerin kalınlık yönünde şişme ve su alma oranlarına ilişkin elde edilen ortalama verilerin birbirlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir. ancak tespit edilen bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup ya da olmadıklarını belirlemek için yapılan çoklu varyans analiz sonucu Çizelge 6'da verilmiştir.

**Çizelge 6**. LVL'lerin 2 ve 24 saat süre boyunca suda bekletilmelerine bağlı kalınlık artışlarına ilişkin çoklu varyans analiz sonucu

| Varyans Kaynağı | Kareler Toplamı | SD | Kareler Ortalaması | F | Anlamlılık (P<0.05). | Kısmi Eta² |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Suda Bekleme Süresi (A) | 42.604 | 1 | 42.604 | 34.247 | 0.000 | 0.388 |
| LVL Türü (B) | 4.481 | 2 | 2.240 | 1.801 | 0.175 | 0.063 |
| A * B | 2.544 | 2 | 1.272 | 1.022 | 0.367 | 0.036 |
| Hata | 67.177 | 54 | 1.244 | | | |
| Toplam | 636.143 | 60 | | | | |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | | |
|---|---|---|
| Düzeltilmiş Toplam | 116.805 | 59 |

Çizelge 6'ya göre farklı kombinasyonlarda üretilen LVL'lerin 2 saat ve 24 saat suda bekletilmeleri sonucunda gerçekleşen kalınlık artışları arasında anlamlı düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir. Gerçekleşen kalınlık artışlarının gruplara bağlı olarak homojenliklerini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları çizelge 7'de verilmiştir.

**Çizelge 7.** LVL'lerin kalınlık şişmeleri ve Suda bekletme süresine bağlı Homojenlik grupları

| | Varyans | N | $\bar{X}$ (%) | HG |
|---|---|---|---|---|
| Kontrplak Türleri | Kontrol | 20 | 2.98 | A |
| | 1K | 20 | 2.59 | A |
| | 2K | 20 | 3.27 | A |
| Suda Bekletme Süresi | 2 Saat | 30 | 2.09 | B |
| | 24 Saat | 30 | 3.79 | A |

Yapılan çalışmada LVL'lerin 2 ve 24 saat süreyle suda bekletilmeleri sonucunda kalınlık yönünde meydana gelen şişmelerin kombinasyonlardaki kavak kaplama sayısının artışına bağlı olarak artığı tespit edilmiştir. Ayrıca 1 kavak ve 2 kavak kaplamalı kontrplak ile kontrol grubu arasında gerçekleşen kalınlık şişmeleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte suda bekletme süreleri sonucunda elde edilen kalınlık artış miktarları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

### 3.1.3 LVL'lerin ağırlıkça su alma oranları

Farklı kombinasyonlarda üretilen LVL'lerin ağırlıkça su alma oranlarına ilişkin istatistiksel veriler çizelge 5'te verilmiştir. Elde edilen bu verilerin birbirlerinden farklı oldukları; dolayısıyla meydana gelen bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup ya da olmadıklarını belirlemek için yapılan çoklu varyans analiz sonucu Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. LVL'lerin ağırlıkça su alma oranlarına ilişkin çoklu varyans analiz sonucu

| Varyans Kaynağı | Kareler Toplamı | SD | Kareler Ortalaması | F | Anlamlılık (P<0.05). | Kısmi Eta² |
|---|---|---|---|---|---|---|
| LVL Türü | 10247.546 | 2 | 5123.773 | 32.536 | 0.000 | 0.707 |
| Hata | 4251.969 | 27 | 157.48 | | | |
| Toplam | 151463.445 | 30 | | | | |
| Düzeltilmiş Toplam | 14499.514 | 29 | | | | |

Yapılan çoklu varyans analiz sonucuna göre LVL'lerin ağırlıkça su alma oranları arasındaki farklılıkların anlamlı (P<0.05) olduğu tespit edilmiştir. Anlamlılık düzeyinin %70.7'u farklı kombinasyonlara bağlı olarak gerçekleştiği söylenebilir. Tespit edilen anlamlı farklılıkların

guruplara göre homojenlik sınıflandırmasını belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. LVL'lerin ağırlıkça su alma oranlarına ait Duncan testi sonuçları

| | Varyans | N | $\bar{X}$ (%) | HG |
|---|---|---|---|---|
| LVL Türleri | Kontrol | 10 | 42.90 | C |
| | 1K | 10 | 72.43 | B |
| | 2K | 10 | 87.38 | A |

Duncan testi sonuçlarına göre LVL türleri arasında ağırlıkça su alma oranları arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu LVL'de; ağırlıkça su alma oranının daha az olduğu tespit edilmiştir.

## 4. Sonuç ve Öneriler

- Çalışma konusu olan LVL'lerde Kavak odunu kaplaması artıkça yoğunluklarında anlamlı bir azalma meydana gelmiştir. Kontrol grubuna ait, 1 katlı ve 2 katlı LVL'lerin hava kurusu yoğunlukları sırasıyla 0.674 g/cm³, 0.544 g/cm³ ve 0.485 g/cm³ olarak belirlenmiştir.

- Süreye bağlı olarak kalınlık değerlerinde bir artış meydana gelmiştir. Kalınlık artışı da yoğunluk azalışının tersine bir eğilim göstermiştir. Ayrıca suda bekletme süresi arttıkça genel olarak LVL'lerin ağırlıkça su alma oranlarında artış gerçekleşmiştir. Suda bekletme sonucunda en yüksek ağırlık kaybı %15.51 oranı ile 2 katlı LVL'lerin 2 saatlik suda bekletilmesi sonrasında meydana gelmiştir
- Araştırmacılara farklı odun türleri ve yapıştırıcılar ile farklı kombinasyonlara sahip LVL'lerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

Altınok M., (2003). Lamine ahşapta katman teşekkülünün mekanik performansa etkilerinin belirlenmesi, G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 16 (1), 217-224.

Bal B.C., Bektaş İ., (2012). The effects of wood species, load direction, and adhesives on bending properties of laminated veneer lumber, BioResources, 7 (3), 3104-3112.

Bülbül, R., Kaya, M., İmirzi, H., Döngel, N. (2024). Farklı Odun ve Tutkal Türleri Kullanılarak Üretilen Lamine Kerestelerin (Glulam) Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi,* 26(2), 58-68. https://doi.org/10.24011/barofd.1403573

Chen F., Deng J., Li X., Wang G., Smith L.M., Shi S.O., (2016). Effect of laminated structure design on the mechanical properties of bamboowood hybrid laminated veneer lumber. European Journal of Wood and Wood Products, 75, 439-448.

Çiğdem, E., Perçin, O. (2023). Isıl işlem uygulanmış, karbon fiber ve cam fiber ile güçlendirilmiş lamine kaplama kerestelerin (LVL) bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University* 38:2 (2023) 653-664. DOI: 10.17341/gazimmfd.984248.

Çolak, S., Çolakoğlu, G., & Aydın, I. (2007). Effects of logs steaming, veneer drying and aging on the mechanical properties of laminated veneer lumber (LVL). Build Environ, 42(1), 93-98

Heräjärvi, H., Jouhiaho, A., Tammiruusu, V., & Verkasalo, E. (2004). Small-diameter Scots pine and birch timber as raw materials for engineered wood products. International Journal of Forest Engineering, 15(2), 23-34.

Kurt, R., Meriç, H., Aslan, K., & Çil, M. (2012). Laminated veneer lumber (LVL) manufacturing using three hybrid poplar clones. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 36(2). https://doi.org/10.3906/tar-1005-958

Mengeloğlu, F. ve Kurt, R. (2004). Mühendislik Ürünü Ağaç Malzemeler Tabakalanmış Kaplama Kereste (TAK) ve Tabakalanmış Ağaç Malzeme (TAM), KSÜ *Fen ve Mühendislik Dergisi,* 7(1), 39-44.

Nelson, S., 1997. Structural Composite Lumber. In: Engineered Wood Products: A guide for specifiers, designers and users, PFS Research Foundation, Madison, Pages:147–172.

Toksoy D., Çolakoğlu G., Aydın İ., Çolak S., Demirkır C., (2006). "Technological and economic comparison of the usage of beech and alder wood in plywood and laminated veneer lumber manufacturing", *Building and Environment,* 41: 872–876.

TS EN 323, (1999). "Ahşap esaslı levhalar- Birim hacim ağırlığının tayini," TSE, Ankara.

TS EN 317, (1999). "Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Su İçerisine Daldırma İşleminden Sonra Kalınlığına Şişme Tayini," TSE, Ankara.

Tunçtaner, K., As, N., & Özden, Ö. (2004). Bazı Kavak Klonlarının Büyüme Performansları, Odunlarının Bazı Teknolojik Özellikleri ve Kağıt Üretimine Uygunlukları Üzerine Araştırmalar. Çevre ve Orman Bakanlığı Yayın No: 212 ISSN:1300-395X Müdürlük Yayın No:239 Teknik Bülten No: 196:29, Ankara.

Wang J, Guo X, Zhong W, Wang H, Cao O., (2015). Evaluation of mechanical properties of reinforced poplar laminated veneer lumber, BioResources, 10 (4), 7455-7465.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ÇAM VE KAVAK ODUNU KAPLAMALARINDAN FARKLI KOMBİNASYONLARDAN ÜRETİLEN KONTRPLAKLARIN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

**Musa KAYA[1]; Vedat ÇAVUŞ[2]; Ramazan BÜLBÜL[3]**

[1.] Atatürk mesleki ve teknik Anadolu lisesi Müdürlüğü, Erzurum, kayamusa2512@gmail.com - 0000-0002-5955-7378
[2.] İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, vedat.cavus@ikcu.edu.tr- 0000-0002-3289-7831
[3.] Gazi Üniversitesi, ramazanbulbul@gazi.edu.tr - 0000-0003-4760-9166

## ÖZET

Yapılan çalışmada yüzey katmanları sarıçam odunundan, diğer katmanlar ise yine sarıçam ve kavak odunu kaplamalarından farklı kombinasyonlarla poliüretan (PU) tutkalı üretilen kontrplakların fiziksel özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla üretilen kontrplakların hava kurusu yoğunluk, tam kuru yoğunluk ile 2 ve 24 saatlik sürelerde suda bekletilmeleri sonucunda kalınlık değerlerinde meydana gelen kalınlık artışları ağırlıkça su alma oranları tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre kontrplak kombinasyonunda kavak odunu tabaka sayısı artıkça kalınlık miktarlarında artış ve yoğunluk ortalamalarında ise azalma gerçekleşmiştir. Ayrıca kontrplak numunelerinin su alma ağırlıkları da kavak odunu kaplama miktarının artışına bağlı olarak artığı tespit edilmiştir. Sonuç olarak, düşük yoğunluklu odunların mühendislik ürünü ağaç malzemelerin üretilmesinde kullanılması ekonomik olarak katma değer sağlayacağı ancak fiziksel özelliklerin iyileştirilmesi açısından yapısal amaçlı tutkalların üretim süreçlerine dâhil edilip sonuçlarının incelenmesi gibi çalışmalar önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Fiziksel özellikler, Kavak kaplama, Kalınlık artışı

# Physical Properties of Plywoods Produced from Different Combinations of Pine and Poplar Wood Veneers

## ABSTRACT

In this study, the physical properties of plywoods manufactured using polyurethane (PU) adhesive were investigated, where the surface layers were made from pine wood, and the inner layers consisted of various combinations of pine and poplar wood veneers. For this purpose, the air-dry density, oven-dry density, thickness swelling after 2 and 24 hours of water immersion, and water absorption rates by weight were determined. According to the results, as the number of poplar veneer layers increased in the plywood combinations, thickness swelling also increased, while average density values decreased. Furthermore, the water absorption by weight of the plywood samples was found to increase in correlation with the proportion of poplar veneers. In conclusion, while the use of low-density woods in the production of engineered wood materials can contribute to economic value, it is recommended that structural adhesives be incorporated into the production process and their effects further examined to improve the physical properties

**Keywords:** Physical properties, Poplar veneer, Thickness swelling

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. GİRİŞ

Ağaç malzeme; dünya nüfusunun artması ve endüstrileşme ile birlikte daha fazla kullanım alanı bulmasıyla beraber tüketim miktarı da artmıştır (Kaya v.d., 2024). Özellikle artan dünya nüfus oranına bağlı olarak ağaç malzeme tüketimi üzerinde yoğunlaşan talep miktarının yerine getirilmesi için orman ürünlerinin arzının sürekliliğinin sağlanması açısından, ağaç malzemenin rasyonel bir şekilde kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Böylece ağaç malzeme; gelişen teknoloji ile birlikte özellikle 2. Dünya savaşından sonra geliştirilen sentetik reçinelerle farklı üretim süreçlerine tabi tutularak; kontrplak, çapraz lamine keresteler (CLT), Glulam ve lamine kaplama keresteler (LVL) gibi mühendislik ürünü ağaç malzemeler üretilmiştir.

Mühendislik ürünü ağaç malzemelerin üretilmesi ile birlikte hızlı büyüme potansiyeline sahip ve ekonomik olarak daha düşük değere sahip odun türlerinin bu ürünlerin üretiminde kullanılmasının yolu açılmıştır. (Mengeloğlu ve Kurt, 2004).

Mühendislik ürünü ağaç malzemelerden biri olan kontrplak üretiminde, odun tomruklardan soyma yöntemi ile elde edilen kaplamalardır. Bundan dolayı üretilen kontrplak elde edildiği ağaç malzemenin özelliklerinden etkilenmektedir. Bununla birlikte aynı ağaç malzemeden üretilen soyma kaplamaların farklı anatomik, fiziksel ve kimyasal yapıya sahip olduğu; bunun sonucunda üretilen kontrplakların da farklı fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olduğunu belirtmişlerdir (Demirkır, 2014; Bozkurt ve Erdin, 2000). Ağaç malzemedeki fiziksel özelliklerden olan yoğunluk faktörü; ağaçtan elde edilen kompozit ürünlerin mekanik özellikleri üzerinde etkili olmakla birlikte seçilen ağaç türünün yapısı söz konusu bu kompozit ürünlerin yapısal ve dekoratif görüntülerini etkilemektedir (Toksoy ve diğerleri, 2006). Dolayısıyla kontrplak üretiminde kullanılacak olan odun türlerinin özgül ağırlıkları; yapısal amaçlı kontrplaklar için 0.41 - 0.55 g/cm$^3$ aralığında olması gerekirken dekoratif amaçlı kontrplakların iç katmanlarında kullanılacak olan kaplamaların odun türleri için özgül ağırlıklarının 0.32 ile 0.45 g/cm$^3$ olması beklenir (Çolakoğlu v.d. 2003). Ayrıca pres basıncı, tutkal türü, kaplama kalınlığı, tabaka sayısı, kaplama kurutma sıcaklığı gibi faktörler de kontrplakların fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedirler (Bal ve Bektaş, 2012).

Birçok kulanım alanı bulunan odun kökenli bir ürün olan kontrplak (Demirkır, 2008); 3 ve daha fazla tek sayıdaki ahşap soyma kaplama levhaların lif yönleri birbirlerine dik bir şekilde konumlandırılıp çeşitli yapıştırıcıların eklenmesi ve yüksek basınç ile preslenmesi sonucunda üretilen geniş yüzeyli levhalardır (Örs ve Keskin, 2008). Üretim süreçlerinde lif yönlerinin birbirlerine dik konumlandırılmaları, kontrplakların daha dayanımlı ve yeterli fiziksel özelliklere sahip olmasını; kontrplakların özellikle yapı sektörüyle beraber mobilya endüstrisinde, dış cephe kaplamalarında, inşaat kalıplarında, tekne ve gemi yapımı gibi uygulamalarda kullanılmalarına olanak sağlamıştır (Aras ve Kalaycıoğlu, 2016).

Kontrplak üretimi için soyma kaplamanın elde edilmesine uygun olan ve çapı en az 35 cm olan odun türlerinden güney çamı, okume ve kayın odunları; ABD, Avrupa ve Türkiye'de değerlendirilmektedir (Toksoy v.d, 2006).

Türkiye'de kontrplak üretimi yıllık 96 000 m$^3$ olmasına rağmen iç piyasadaki talebi karşılayamamaktadır (FAO,2022). Özellikle Türkiye'nin deprem kuşağında yer almasına bağlı olarak ahşap yapıların günden güne daha fazla imar edilmesiyle birlikte kontrplak ve benzeri ahşap yapısal ürünlere olan talep, daha da artmaktadır. Meydana gelen bu talep artışının karşılanabilmesi; ancak hızlı büyüme potansiyeline sahip odun türlerinin kullanılması ile mümkün olmaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Yapılan bu çalışma, sarıçam ve kavak odunundan üretilmiş kaplamalardan elde edilen farklı kombinasyonlara sahip kontrplakların fiziksel özelliklerinden hava kurusu yoğunluk, tam kuru yoğunluk ile farklı zaman dilimlerinde suda bekletilme sonucunda kalınlık artış miktarlarının belirlenmesini amaçlamıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Yapılan bu çalışmada; kontrplakların elde edilmesinde kullanılan ahşap kaplama türlerinin sarıçam (*Pinus Slyvestris* L.) ve kavak (*Populus × euramericana)* odunlarından elde edilmiştir. Çalışma kapsamında kullanılan kaplamaların seçilmesinde; düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, çürüme ve mantar tahribatının olmaması gibi kriterler göz önüne alınarak birinci sınıf özelliklere sahip kaplamalar seçilmiştir. Kontrplak levhaların imal edilmesinde kullanılan malzemelere ait bazı özellikler Çizelge 1'de verilmiştir.

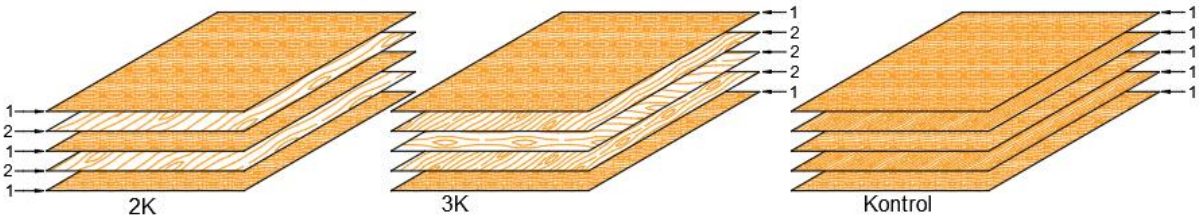
**Çizelge 1.** Kontrplak üretiminde kullanılan malzemelere ait bazı özellikler

| No | Malzeme Adı | Yoğunluk (g/cm³) | Rutubet Oranı (%) |
|---|---|---|---|
| 1 | Kavak kaplama | 0.37 | %11.3 |
| 2 | Sarıçam kaplama | 0.47 | %12.4 |
| 3 | PU tutkalı | | |

### 2.2. Metot

#### 2.2.1. Kontrplakların üretilmesi

Kontrplaklar, Kavak kaplamalar 600 mm x 1.5 mm x 310 mm, Sarıçam kaplamalar ise 600 mm x 0.7 mm x 310 mm ölçülerinde kesilerek 20 °C sıcaklık ve % 65 bağıl nem şartlarında iklimlendirme kabininde değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar kondisyonlanmıştır. Kondisyonlanan kaplamaların m²'ye 100 - 120 gr Poliüretan (PU) tutkalı sürülerek; 200 bar pres basıncında 3 saat bekletilerek üretilmiştir. Kaplama üretim kombinasyonlarına ait taslak modeller Şekil 1'de görülmektedir.




1: Sarıçam kaplama, 2: Kavak kaplama

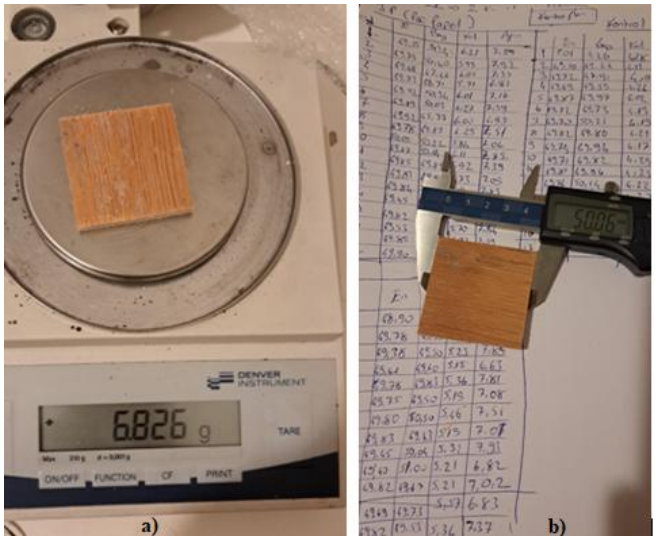
**Şekil 1.** Kontrplak kombinasyonları; 2K: 2 kavak kaplamalı levha, 3K: 3 kavak kaplamalı levha,

#### 2.2.2. Kontrplakların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

Yapılan çalışmada farklı kombinasyonlarda üretilen kontrplakların fiziksel özelliklerden Hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerleri TS EN 323'de belirtilen standartlar esaslara göre eşitlik 1'deki formüle göre hesaplanmıştır. 2 saatlik ve 4 saatlik suda bekletilmeleri sonucunda kalınlığına şişme (KŞ) oranları ve ağırlıkça su alma (SA) miktarları ise TS EN 317'deki esaslar

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

dikkate alınarak Eşitlik 2 ve 3'teki formüllere göre belirlenmiştir. Bu doğrultuda söz konusu fiziksel özelliklerin belirlenmesi için 5 mm x 5 mm x kalınlık ölçülerinde ve her grup için 10'ar adet deney numunesi hazırlanmıştır. Hazırlanan numuneler ilgili standartlardaki esaslar dikkate alınarak deney işlemlerine tabi tutulup gerekli ölçümleri yapılmıştır. Yapılan ölçümler ile ilgili görseller Şekil 2'de verilmiştir.




**Şekil 2.** a) Deney numunelerinin ağırlıklarının belirlenmesi, b) Deney numunelerinin ölçülerinin belirlenmesi

Yapılan ölçümler sonucunda elde edilen veriler esas alınıp aşağıdaki förmüller esas alınarak farklı kombinasyonlarda üretilen kontrplak levhalarının bazı fiziksel özellkleri belirlenmiştir.

$$\delta_o = m_0 / V_0 \text{ ve } \delta_{12} = m_{12} / V_{12} \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (1)$$

Burada;

$\delta_o$ = Tam kuru yoğunluk (g/cm$^3$), $m_0$ = Tam kuru ağırlık (g), $V_0$ = Tam kuru hacim (cm$^3$); $\delta_{12}$ = Hava kurusu yoğunluk (g/cm$^3$), $m_{12}$ = Hava kurusu ağırlık (g), $V_{12}$= Hava kurusu hacim (cm$^3$)

$$KŞ= ((k_2-k_1)/(k_1))x100 \quad (2)$$

Burada KŞ: Kalınlığına şişme miktarı (%), $k_1$: Deney parçasının suya daldırmadan önceki kalınlığı (mm), $k_2$: Deney parçasının suya daldırmadan sonraki kalınlığı (mm).

$$SA= ((a_2-a_1)/(a_1))x100 \quad (3)$$

Burada; SA: Su alma miktarı (%), $a_1$: Deney parçasının suya daldırmadan önceki ağırlığı (g), $a_2$: Deney parçasının suya daldırmadan sonraki ağırlığı (g).

### 2.2.3. Verilerin analiz edilmesi

Deneysel metotlarla elde edilen verilerin analizinde SPSS 26 ve MSTAT-C programları tercih edilmiştir. Bu programlar ile çok yönlü (MANOVA) ve çoklu karşılaştırmalar 95% güven endeksi esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 3. Bulgular ve Tartışma

### 3.1 Kontrplakların fiziksel özelliklerine ait sayısal veriler

#### 3.1.1 Kontrplakların hava kurusu ve tam kuru yoğunlukları

Kontrplakların hava kurusu ve tam kuru yoğunluklarının belirlenmesinde ilgili standartlar doğrultusunda tespit edilen sayısal veriler Çizelge 2'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Kontrplak levhalarının Hava Kurusu ve Tam Kuru Yoğunluk değerlerine ilişkin sayısal veriler

| Kontrplak | Hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerleri | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hava Kurusu Yoğunluğu (g/cm$^3$) | | | | Tam Kuru Yoğunluk (g/cm$^3$) | | | |
| | Max.. | Ort. | Min. | Std. Sp. | Max.. | Ort. | Min. | Std. Sp. |
| Kontrol Grubu | 0.69 | 0.67 | 0.64 | 0.02 | 0.66 | 0.65 | 0.63 | 0.02 |
| 2K | 0.62 | 0.56 | 0.52 | 0.03 | 0.54 | 0.52 | 0.49 | 0.02 |
| 3K | 0.53 | 0.51 | 0.48 | 0.02 | 0.52 | 0.50 | 0.47 | 0.02 |

Yapılan çalışmada farklı kombinasyonlarda üretilen kontrplak levhaların hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerlerine ilişkin elde edilen istatistiksel verilerin birbirlerinden farklı oldukları tespit edilmiştir. Tespit edilen bu veriler arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olup ya da olmadıklarını belirlemek için yapılan çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

**Çizelge 3.** Kontrplak levhalarının Hava Kurusu ve Tam Kuru Yoğunluk değerlerine ilişkin çoklu varyans analiz sonucu

| Varyans Kaynağı | Kareler Toplamı | SD | Kareler Ortalaması | F | Anlamlılık (P<0.05). | Kısmi Eta² |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Yoğunluk Türü (A) | 0.010 | 1 | 0.010 | 24.059 | 0.000 | 0.308 |
| Kontrplak Türü (B) | 0.283 | 2 | 0.141 | 335.862 | 0.000 | 0.926 |
| A * B | 0.003 | 2 | 0.002 | 3.809 | 0.028 | 0.124 |
| Hata | 0.023 | 54 | 0.000 | | | |
| Toplam | 19.693 | 60 | | | | |
| Düzeltilmiş Toplam | 0.319 | 59 | | | | |

Kontrplakların, hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerlerine ait elde edilen veriler esas alınarak yapılan çoklu varyans analiz sonucunda; gerek kontrplak türleri ve gerekse yoğunluk türleri arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı (P<0.05) düzeyde birbirlerinden farklı oldukları tespit edilmiştir. Kontrplak türleri arasındaki farklılıkların %96'sı yapılan kombinasyonlara bağlı olarak gerçekleştiği ve etki düzeyinin de yüksek olduğu söylenebilir. Ayrıca yoğunluk türleri arasındaki farkın anlamlılık düzeyinin (%30.8) ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çoklu varyans analiz sonucuna göre tespit edilen anlamlı farklılıkların

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

kombinasyon ve yoğunluk türlerine bağlı homojenlik gruplarını tespit etmek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

**Çizelge 4.** Kontrplak levhalarının kombinasyon yoğunlukları ve Yoğunluk türlerine ait Homojenlik grupları

| | Varyans | N | $\bar{X}$ | HG |
|---|---|---|---|---|
| Kombinasyon Yoğunlukları | Kontrol | 10 | 0.67 | A |
| | 2K | 10 | 0.56 | B |
| | 3K | 10 | 0.50 | C |
| Yoğunluk Türleri | Hava Kurusu Yoğunluk | 30 | 0.581 | A |
| | Tam Kuru Yoğunluk | 30 | 0.555 | B |

Yapılan analizde farklı kombinasyonlarda üretilen kontrplak levhalarının yoğunluk değerlerinin birbirlerinden anlamlı düzeyde farklı oldukları tespit edilmiştir. kombinasyonlardaki kavak kaplama sayısı artıkça yoğunluk değerlerinin azaldığı tespit edilmiştir. bununla birlikte kontrplak levhalarının hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerlerinin de birbirlerinden anlamlı düzeyde farklı oldukları tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda kayın ve kavak ile kavak ve okaliptüs kaplamalarından farklı kombinasyonlarda üretilen kontrplakların hava kurusu yoğunluk değerlerinin 0.503 cm³ ile 0.537 cm³ arasında değiştiğini tespit etmişlerdir (Bal ve Bektaş, 2012). Sadece kavaktan üretilen kontrplakların yoğunluk değerlerinin ise 0.545 cm³ olduğu; sadece sarıçamdan üretilen kaplamaların yoğunluk değerini 0.584 cm³ belirtmişlerdir (Cırrık ve diğerleri, 2017). Dolayısıyla yapılan çalışmada farklı kombinasyonlara sahip kontrplak levhalara ilişkin tespit edilen hava kurusu yoğunluk değerlerinin literatürde yapılmış çalışmalarla benzerlik gösterdiği söylenebilir.

### 3.1.2 Kontrplakların kalınlığına şişme oranları

Yapılan çalışmada farklı kombinasyonlarda üretilen kontrplakların 2 saat ve 24 saat boyunca suda bekletilmeleri sonucunda kalınlık olarak şişmeleri ve 24 saat boyunca suda bekletilmeleri sonucunda ağırlıkça su alma oranlarına ilişkin istatistiksel veriler Çizelge 5'te verilmiştir.

**Çizelge 5.** Kontrplak levhalarının kalınlığına şişme (KŞ) ve ağırlıkça su alma (SA) oranlarına ilişkin sayısal veriler

| Kontrplak | **KŞ VE SA Değerleri (%)** | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **(KŞ) 2 Saat** | | | | **(KŞ) 24 Saat** | | | | **SA** | | | |
| | Max.. | Ort. | Min. | Std. Sp. | Max.. | Ort. | Min. | Std. Sp. | Max. | Ort. | Min. | Std. Sp. |
| Kontrol Grubu | 5.72 | 3.21 | 0.97 | 1.86 | 10.95 | 6.62 | 4.14 | 1.99 | 30.23 | 25.38 | 21.78 | 2.96 |
| 2K | 6.33 | 3.74 | 1.87 | 1.55 | 8.45 | 7.04 | 5.55 | 0.95 | 61.84 | 41.73 | 28.52 | 11.60 |
| 3K | 14.04 | 6.91 | 0.17 | 3.85 | 18.58 | 9.06 | 1.83 | 4.79 | 55.29 | 46.60 | 39.62 | 5.74 |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Çizelge 5'e göre farklı kombinasyonlarda üretilen kontrplakların kalınlık yönünde şişme ve su alma oranlarına ilişkin elde edilen ortalama verilerin birbirlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir. ancak tespit edilen bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup ya da olmadıklarını belirlemek için yapılan çoklu varyans analiz sonucu Çizelge 6'da verilmiştir.

**Çizelge 6**. Kontrplak levhalarının 2 ve 24 saat süre boyunca suda bekletilmelerine bağlı kalınlık artışlarına ilişkin çoklu varyans analiz sonucu

| Varyans Kaynağı | Kareler Toplamı | SD | Kareler Ortalaması | F | Anlamlılık (P<0.05). | Kısmi Eta² |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Suda Bekleme Süresi (A) | 130.959 | 1 | 130.959 | 16.198 | 0.000 | 0.231 |
| Kontrplak Türü (B) | 109.354 | 2 | 54.677 | 6.763 | 0.002 | 0.200 |
| A * B | 4.892 | 2 | 2.446 | 0.303 | 0.740 | 0.011 |
| Hata | 436.589 | 54 | 8.085 | | | |
| Toplam | 2913.409 | 60 | | | | |
| Düzeltilmiş Toplam | 681.795 | 59 | | | | |

Çizelge 6'ya göre farklı kombinasyonlarda üretilen kontrplak levhaların 2 saat ve 24 saat suda bekletilmeleri sonucunda gerçekleşen kalınlık artışları arasında anlamlı düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir. Bununla birlikte farklı kombinasyonlar arasında gerçekleşen kalınlık artışlarının da birbirlerinden anlamlı düzeyde farklı oldukları tespit edilmiştir. Gerçekleşen kalınlık artışlarının gruplara bağlı olarak homojenliklerini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları çizelge 7'de verilmiştir.

**Çizelge 7.** Kontrplak levhalarının kalınlık şişmeleri ve Suda bekletme süresine bağlı Homojenlik grupları

| | Varyans | N | $\bar{X}$ (%) | HG |
|---|---|---|---|---|
| Kontrplak Türleri | Kontrol | 10 | 4.92 | B |
| | 2K | 10 | 5.39 | B |
| | 3K | 10 | 7.99 | A |
| Suda Bekletme Süresi | 2 Saat | 30 | 4.62 | B |
| | 24 Saat | 30 | 7.58 | A |

Yapılan çalışmada kontrplakların 2 ve 24 saat süreyle suda bekletilmeleri sonucunda kalınlık yönünde meydana gelen şişmelerin kombinasyonlardaki kavak kaplama sayısının artışına bağlı olarak artığı tespit edilmiştir. Ayrıca 2 kavak kaplamalı kontrplak ile kontrol grubu arasında gerçekleşen kalınlık şişmeleri arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte suda bekletme süreleri sonucunda elde edilen kalınlık artış miktarları arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda benzer kombinasyonlarda üretilen kontrplak levhaların 2 saat boyunca suda bekletilmesi sonucunda kalınlık yönünde şişme oranlarında % 1.23 ile %2.58 oranında artığı; 24 saatlik süre boyunca suda bekletilmeleri sonucunda ise ortalama %3.25 ile %4.86 oranında artığını tespit etmişlerdir (Bal ve Bektaş, 2012). Literatürde benzer çalışmaların fazla olmadığı; ancak yapılan bu çalışmada; kalınlık yönünde şişme oranlarına dair elde edilen verilerin literatürde yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterdiğini söylenebilir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

### 3.1.3 Kontrplakların ağırlıkça su alma oranları

Farklı kombinasyonlarda üretilen kontrplakların ağırlıkça su alma oranlarına ilişkin istatistiksel veriler çizelge 5'te verilmiştir. Elde edilen bu verilerin birbirlerinden farklı oldukları; dolayısıyla meydana gelen bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup ya da olmadıklarını belirlemek için yapılan çoklu varyans analiz sonucu Çizelge 8'de verilmiştir.

| Varyans Kaynağı | Kareler Toplamı | SD | Kareler Ortalaması | F | Anlamlılık (P<0.05). | Kısmi Eta² |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kontrplak Türü | 2469.646 | 2 | 1234.823 | 21.022 | 0.000 | 0.609 |
| Hata | 1585.970 | 27 | 58.740 | | | |
| Toplam | 47154.529 | 30 | | | | |
| Düzeltilmiş Toplam | 4055.616 | 29 | | | | |

Yapılan çoklu varyans analiz sonucuna göre kontrplakların ağırlıkça su alma oranları arasındaki farklılıkların anlamlı (P<0.05) olduğu tespit edilmiştir. Anlamlılık düzeyinin %60.9'u farklı kombinasyonlara bağlı olarak gerçekleştiği söylenebilir. Tespit edilen anlamlı farklılıkların guruplara göre homojenlik sınıflandırmasını belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 7. Kontrplak levhalarının ağırlıkça su alma oranlarına ait Duncan testi sonuçları

| | Varyans | N | $\bar{X}$ (%) | HG |
|---|---|---|---|---|
| Kontrplak Türleri | Kontrol | 10 | 25.38 | B |
| | 2K | 10 | 41.73 | A |
| | 3K | 10 | 46.60 | A |

Duncan testi sonuçlarına göre kontrplak türleri arasında ağırlıkça su alma oranları arasında 2 kavak kaplamalı ile 3 kavak kaplamalı kontrplak kombinasyonları arasında anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir. Ancak Sarıçam kaplamadan elde edilen kontrol grubu kontrplakta; ağırlıkça su alma oranının daha az olduğu tespit edilmiştir.

Yapılan çalışmalarda kayın ve kavaktan farklı kombinasyonlarla üretilen kontrplakların su alma oranlarının %29.31 ile %62.29 arasında olduğunu belirtmişlerdir (Bal ve Bektaş, 2012). Dolayısıyla yapılan bu çalışmada; fraklı kombinasyonlar ile üretilen kontrplak levhaların ağırlıkça su alma oranlarının literatürde elde edilmiş değerlere yakın oranlarda olduğu tespit edilmiştir.

## 4. Sonuç ve Öneriler

- Çalışma konusu olan kontrplaklarda üretildiği odun türüne göre yoğunluk değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir.
- Artan yoğunluk değeri baz alınarak kontrplakların mekanik dirençlerinde iyileşmelerin meydana geleceği düşünülmektedir.

- Süreye bağlı olarak kalınlık değerlerinde bir artış meydana gelmiştir. Deney numuneleri suya ilk temas ettiklerinde bünyelerine su almaları hızlı bir şekilde gerçekleştiği gözlenmiştir.
- Araştırmacılara farklı odun türleri ve yapıştırıcılar ile farklı kombinasyonlar dahilinde çeşitli çalışmaların yapılması önerilmektedir. Özellikle Türkiye'nin deprem kuşağında olması; ahşap yapısal uygulamaların daha yaygınlaşması oldukça önemlidir. Bundan dolayı ahşap yapısal uygulamalarda kullanılacak yapısal kerestelerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesine yönelik çalışmaların yapılması önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

Aras U, Kalaycıoğlu H. (2016). “Wood based composites and application areas”. International Refereed Journal of Engineering and Sciences, 6, 120-136.

Bal, B. C. ve Bektaş, I. (2012). Kayın, kavak ve okaliptüs kaplamalarından üretilen kontrplakların bazı fiziksel özellikleri. *SDÜ Orman fakültesi dergisi*, *13*(1), 143-149.

Bal, B. C., ve Bektaş, İ. (2013). Okaliptüs, Kayın ve Kavak Kaplamalarından Üretilen Kontrplakların Eğilme Özellikleri. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty,* 13(2), 175-181.

Bozkurt A.Y., Erdin N., (2000).“Odun Anatomisi”, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü Yayın No: 4263, Orman Fakültesi Yayın No: 446, ISBN: 975-404-592-5, İstanbul,

Bülbül, R., Kaya, M., İmirzi, H., Döngel, N. (2024). Farklı Odun ve Tutkal Türleri Kullanılarak Üretilen Lamine Kerestelerin (Glulam) Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi,* 26(2), 58-68. https://doi.org/10.24011/barofd.1403573

Cırrık, Ö., Demir, A., & Aydın, İ. (2017). Tabaka oryantasyonunun tabakalı ağaç malzemelerin bazı teknolojik özellikleri üzerine etkisi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6(3), 646-651.

Colakoglu G, Colak S, Aydin I, Yildiz U C ve Yildiz S. 2003. Effect of boric acid treatment on mechanical properties of laminated beech veneer lumber. *Silva Fennica* 37(4): 505– 510.

Demirkır, C. (2008). Kontrplakların yapı maksatlı kullanım alanları ve sağladığı avantajlar. *Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, **9** (1-2): 68-76.*

Demirkır M.S., (2014). “Çeşitli ağaç türlerinden elde edilen kontrplakların teknolojik özellikleri üzerine presleme süresi ve tutkal türünün etkisi”, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

FAO. (2022). https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO.

Mengeloğlu, F. ve Kurt, R. (2004). Mühendislik Ürünü Ağaç Malzemeler Tabakalanmış Kaplama Kereste (TAK) ve Tabakalanmış Ağaç Malzeme (TAM), KSÜ *Fen ve Mühendislik Dergisi,* 7(1), 39-44.

Toksoy D., Çolakoğlu G., Aydın İ., Çolak S., Demirkır C., (2006). "Technological and economic comparison of the usage of beech and alder wood in plywood and laminated veneer lumber manufacturing", *Building and Environment,* 41: 872–876,

TS EN 323, (1999) "Ahşap esaslı levhalar- Birim hacim ağırlığının tayini," TSE, Ankara.

TS EN 317, (1999) "Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Su İçerisine Daldırma İşleminden Sonra Kalınlığına Şişme Tayini," TSE, Ankara.

Örs, Y. ve Keskin, H., (2008). Ağaç Malzeme Teknolojisi. Gazi Yayınevi. Ankara.

Örs, Y., Çolakoğlu, G., Aydın, İ, Çolak S., 2002. Kayın, okume ve kavak soyma kaplamalarından farklı kombinasyonlarda üretilen kontrplakların bazı teknik özelliklerinin karşılaştırılması. *Politeknik Dergisi,* 5 (3): 257-265

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİNİN (HAD) HİDROLİK MÜHENDİSLİĞİNDE KULLANIMI

**Dr. Öğr. Üyesi Esin ACAR**
Artvin Çoruh Üniversitesi/Borçka Acarlar Meslek Yüksekokulu
esin.acar@artvin.edu.tr, ORCID ID 0000-0002-3926-2804

## ÖZET

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) farklı mühendislik alanlarında yaygın kullanıma sahip sayısal modelleme ve hesaplama yöntemidir. İnşaat, Makine ve Gemi İnşa mühendisliği gibi akışkan hareketlerinin incelendiği bilim alanlarında kullanılmaktadır. Akışkan özelliklerine göre simüle edilen çalışmalar ilgili alanlardaki birçok problemin çözümünde rol oynamaktadır. Farklı sayısal ayrıklaştırma yöntemleri kullanan bu programlar Star CCM$^+$, Ansys Fluent ve Flow 3D en yaygın olarak kullanılan programlardır. Akışkan hareketlerini inceleyen bu programlar sonlu hacimler yöntemini kullanmakta ve birçok diferansiyel denklem çözümleri HAD programları sayesinde yapılabilmektedir. Hidrolik mühendisliğinde özellikle açık kanal akımları, boru hidroliği ve katı madde taşınımı konularında çalışılmış birçok yayın bulunmaktadır. Bu çalışmalar kararlı/kararsız akım koşulları, türbülanslı ve laminer akış, savak akışı, değişken en kesitli kanallar, Hidroelektrik Santral (HES) türbin tasarımı, farklı geometrik boru hidroliği, oyulmalar, baraj deşarj yapıları, köprü ayakları oyulmaları, su yüzü profilleri, pürüzlülüğün akışa etkisi gibi farklı problem çözümünde yapılmaktadır. Özellikle deneysel tasarımların yapılamadığı ya da deneysel verilerin doğrulanması amacıyla da HAD programlarından yararlanılmaktadır. HAD programlarında problemin doğru tasarlanarak, mesh oluşturulması ve uygun akış koşulları için fizik özelliklerinin belirlenmesi oldukça öneme sahiptir. Doğru tasarlanarak simüle edilen HAD sonuçlarının deneysel çalışmalar ile de uyum sağladığı daha önce yapılan çalışmalarda görülmektedir. Akışkan hareketleri Hidrolik Mühendisliği açısından önemli bir alan olup, HAD programları sayesinde deney düzeneği olmadan da birçok çalışma simüle edilerek, işletilebilmektedir. Bu durum karmaşık akışkan dinamiği problemi çözümlerini de kolaylaştırmaktadır. Bu sebeple HAD program sonuçlarının doğrulama çalışmaları ile yapılan birçok yayın alana önemli katkı sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler**: Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD), Hidrolik, Star CCM$^+$, Ansys Fluent, Flow 3D

# THE USE OF COMPUTATIONAL FLUID DYNAMICS (HAD) IN HYDRAULIC ENGINEERING

## ABSTRACT

Computational Fluid Dynamics (CFD) is a numerical modeling and calculation method that is widely used in different engineering fields. It is used in fields such as Civil, Mechanical and Shipbuilding engineering where fluid motions are studied. Studies simulated according to fluid properties play a role in solving many problems in related fields. Star CCM$^+$, Ansys Fluent and Flow 3D are the most widely used programs that use different numerical discretization methods. These programs that study fluid motion use the finite volume method and many differential equations can be solved by CFD programs. There are many publications in hydraulic

engineering, especially on open channel flows, pipe hydraulics and solids transport. These studies are carried out in different problems such as stable/unstable flow conditions, turbulent and laminar flow, weir flow, variable cross-section channels, Hydroelectric Power Plant (HPP) turbine design, different geometric pipe hydraulics, scour, dam discharge structures, bridge abutment scour, water surface profiles, effect of roughness on flow. CFD programs are also used especially when experimental designs cannot be made or to verify experimental data. In CFD programs, it is very important to design the problem correctly, create the mesh and determine the physical properties for suitable flow conditions. It is seen in previous studies that CFD results simulated by designing correctly are in agreement with experimental studies. Fluid motions are an important field in Hydraulic Engineering, and thanks to CFD programs, many studies can be simulated and operated without experimental setup. This facilitates the solution of complex fluid dynamics problems. For this reason, many publications with validation studies of CFD program results make an important contribution to the field.

**Keywords:** Computational fluid dynamics (CFD), Hydraulics, Star CCM$^{+}$, Ansys Fluent, Flow 3D

## 1. GİRİŞ

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği birçok alanda kullanılabilen sayısal hesaplama yöntemidir. Bu sebeple multi disiplinler olarak İnşaat, Makine ve Gemi İnşaatı Mühendislerinde yaygın olarak kullanıma sahipti İnşaat Mühendisliği için en çok hidrolik ve mekanik alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle akışkan hareketi olan her alanda kullanım çeşitliliğine sahiptir. Bu sebeple Hidrolik Mühendisliğinde de kapsamlı olarak kullanılmakta ve her geçen gün yaygınlaşmaktadır. Özellikle akışkan dinamiği hesaplamalarında elle çözümü mümkün olmayan kısmi diferansiyel denklemlerin çözümünü kolaylaştırdığı için de alana önemli bir katkı sağlamaktadır.

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği, birçok akışan ile akışın farklı koşullar altındaki sentezini yapmaya yarayan bir metottur. Bu metotla temel üç denklem kullanılır. Bunlar süreklilik, momentum ve enerji denklemleridir. Bu denklemler nümerik çözüm yapılarak akış içindeki basınç, sıcaklık ve hız ve birçok parametreye bağlı verilere ulaşılır. (Bilgin, 2020; Karamanoğlu, vd., 2006).

Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD), akışkanın davranışlarını belirleyen akışkanlar mekaniğinin alt dalını oluşturmaktadır. Bu davranışı belirleyen simülasyon yapısı olan HAD, akışkanın tipi, hızı ve akış geometrisine bağlı olarak çalışmaktadır. (Saygılı ve Çakmak, 2022).

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD), akışkanlar mekaniği için önemli olan ısı transferi, kütle, momentum ve enerji ifadelerinde yer alan kısmi diferansiyhel denklemleri yüksek hassasiyette çözebilen geliştirilmiş bir nümerik yöntemdir (Tokgoz ve Süfer, 2023; Norton and Sun, 2010; Malekjani and Jafari, 2018). HAD'ın çeşitli alanlardaki kullanımı Çizelge 1'de yer almaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

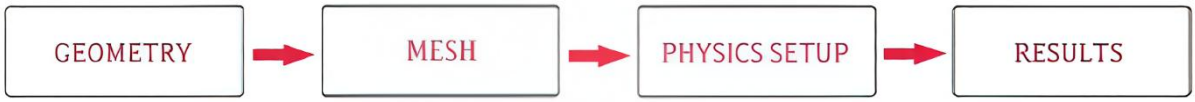
**Çizelge 1. HAD'ın çeşitli alanlardaki kullanımları (Tokgoz ve Süfer, 2023)**

| Endüstriyel Uygulamalar | | Çevresel Uygulamalar | Fiziksel Uygulamalar |
|---|---|---|---|
| ·Havacılık | ·Turbo makineler | ·Hava, su ve çevre kirliliği | ·Kardiyovasküler hastalıklar |
| ·Mimari | ·Makine | ·Doğal kaynakların kirliliği | ·Akciğerlerdeki akış |
| ·Otomobil sektörü | ·İnşaat | ·İklim modelleme | ·Solunum yolu |
| ·Biyomedikal | ·Elektrik-Elektronik | ·Yangın modelleme | |
| ·Isıtma-soğutma ve | ·Enerji | ·Okyanus akıntıları | |
| iklimlendirme uyg. | ·Gıda | ·Güvenlik | |
| ·Petrol | ·Kimya | | |
| | ·Proses | | |
| | ·Su | | |

## 2. HESAPLAMALI AKIŞKANLAR DİNAMİĞİ

Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) akışkanlar mekaniği problemlerini analiz ederek çözmektedir. HAD, bilgisayar gücünü kullanan bir özelliktedir. Ayrıca, analizleri yapan bu bilgisayarlar aynı zamanda görsel içerikler de oluşturmaktadırlar. Böylece HAD ile deneysel çalışmalar simüle edilebilmektedir. HAD sonuçlarının doğruluğu deneysel ya da teorik sonuçlar ile karşılaştırılmalıdır. (Rajaonary, 2016).

HAD simülasyonlarında geometrinin oluşturulması ve ağ oluşturmak çok önemlidir. Kaliteli bir mesh (ağ) oluşturmak için önemli kriterleri göz önünde bulundurmak gerekmektedir. Mesh oluşturulduktan sonra bir sonraki adım başlatılmalıdır. Bu adımda akış, malzemeler, sınır şartları ve simülasyonla ilgili diğer detaylar hakkında bilgiler girilir ve simülasyon yapılır. Bu adımdan elde edilen sonuçlar daha sonra simülasyon hakkında detay ve bilgi vermek için görselleştirilir. Çoğu HAD yazılımı simüle edilen problemi daha iyi anlamak için animasyon oluşturma araçları sağlamaktadır. HAD metodolojisinin bir özeti, Görsel 1'de sunulmaktadır (Rajaonary, 2016).




**Görsel 1. HAD Metodolojisi**

HAD metodolojisinde, Navier-Stokes ve süreklilik denklemleri olarak bilinen yönetici fiziksel denklemler, uzay ve zamanın ayrıklaştırılmasıyla sayısal olarak çözülür. Sıkıştırılamaz ve homojen bir akışkan ortam için Navier-Stokes ve süreklilik denklemleri sırasıyla Denklem 1 ve

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Denklem 2'de verilmiştir (Salman, 2023; Zhang, et al., 2003; Scotti and Finol, 2007). Ayrıca toplam enerji denklemleri de Denklem 3'te yer almaktadır (İmal, 2023).

*Süreklilik Denklemi* (İmal, 2023)

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=0 \tag{1}$$

*Momentum Denklemleri* (İmal, 2023)

$$x-bileşeni:\ \rho\frac{Du}{Dt}=\rho g_x+\frac{\partial\sigma_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial\sigma_{yx}}{\partial y}+\frac{\partial\sigma_{zx}}{\partial z}$$

$$y-bileşeni:\ \rho\frac{Dv}{Dt}=\rho g_y+\frac{\partial\sigma_{xy}}{\partial x}+\frac{\partial\sigma_{yy}}{\partial y}+\frac{\partial\sigma_{zy}}{\partial z} \tag{2}$$

$$z-bileşeni:\ \rho\frac{Dw}{Dt}=\rho g_z+\frac{\partial\sigma_{xz}}{\partial x}+\frac{\partial\sigma_{yz}}{\partial y}+\frac{\partial\sigma_{zz}}{\partial z}$$

*Toplam Enerji Denklemi*

$$Q_{net,giren}=Q_{giren}-Q_{çıkan}$$

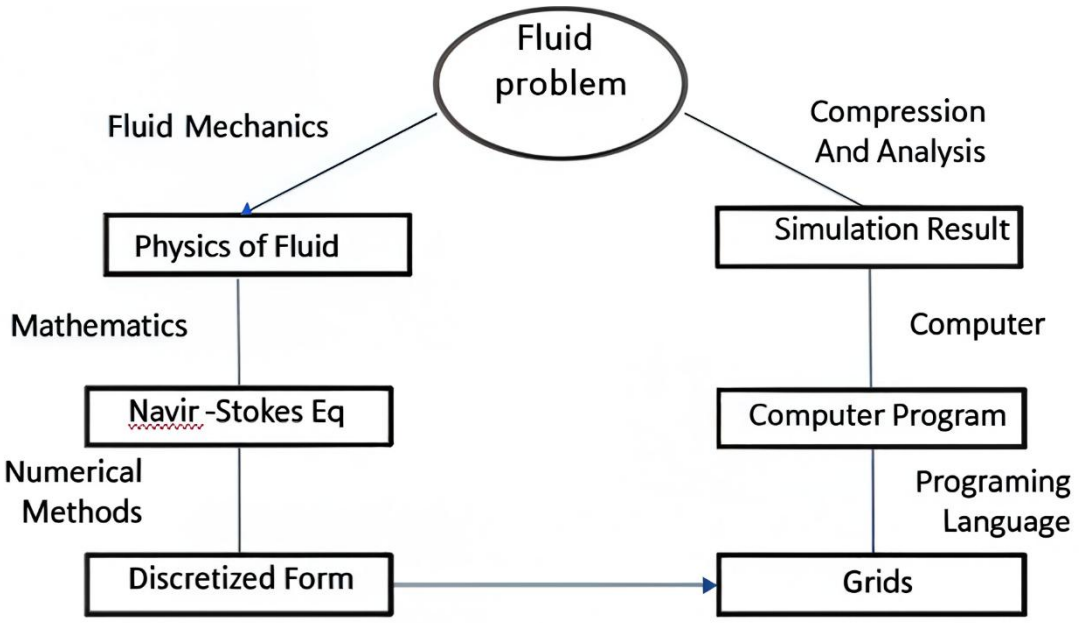
$$W_{net,giren}=W_{giren}-W_{çıkan} \tag{3}$$

$$Q_{net,giren}+W_{net,giren}=\frac{dE_{sistem}}{dt}\ \ veya\ Q_{net,giren}+W_{net,giren}=\frac{d}{dt}\int_{sis}pedV$$

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (Computational Fluid Dynamics) akışkanlarda ileri düzey bir konudur. Özellikle akışkan hareketlerinin incelenmesi için, temel denklemler ile deneysel verilerden yararlanılarak matematiksel yöntemleri çalıştırmaktadır. Bu kompleks çözümlerin yapılması için bilgisayarlara ihtiyaç duyulmaktadır. Hidrolik problemleri üç boyutlu irdelendiği için işlem zamanı yönüyle düşünüldüğünde iki boyutlu olarak çalışılmaktadır. Üç boyutlu modellerde sonlu eleman sayılarının artması ile zaman ve zorluk durumları ortaya çıkmaktadır. Özellikle çok fazlı serbest yüzey akımlarının nümerik analizlerinin yapılabilmesi için yazılım şirketleri Çok Fazlı Model (Multiphase Model), Akışkan Hacmi (VOF- Volume Of Fluid) modeli gibi HAD modelleri geliştirmiştir (Aydın, 2005).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD), nümerik modellemenin yanında çözücüler, ayrıklaştırma yöntemleri, ızgara oluşturma ve sayısal parametreler yardımıyla akışkan mühendisliği sistemlerini simüle eder. Görsel 2'de açıklanmıştır (Sılını, 2018).




**Görsel 2. Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği prosesleri**

HAD (Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği), endüstriyel ve endüstriyel olmayan çok fazla uygulama alanında kullanılmaktadır. Bu uygulamalar, uçak aerodinamiği, enerji santralleri, turbo mekanikleri, elektrik-elektronik mühendislikleri, kimya mühendisliği, binaların ısı, rüzgar gibi akışları, deniz mühendisliği, çevre mühendisliği, hidroloji, biyomedikal mühendislik çalışmaları olarak sayılabilmektedir.

Son yıllarda kullanımı artan HAD ile birçok farklı akışkan, faz değişimi, çok fazlı, kararlı ya da kararsız akış, şok dalgaları, yüzey kuvvetleri ve kimyasal reaksiyonlar ile ilgili pek çok karmaşık problem çözümü gerçekleştirilebilmektedir. Akış hareketi; kütle, enerji ve momentum korunumunu ifade eden diferansiyel denklemler ile tanımlanmaktadır (Bardakcı, 2018).

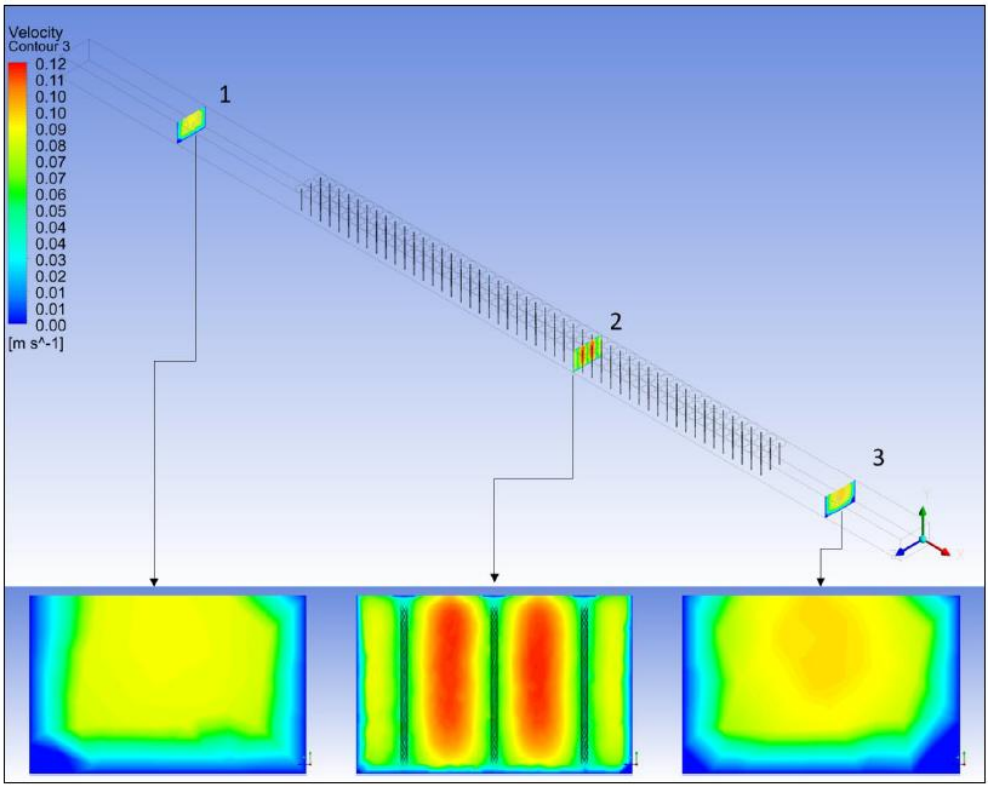
Hesaplamlalı akışkanlar dinamiğinde özellikle hidrolik mühedisliğinde en çok kullanılan sayısal modelleme programları: Star CCM$^+$, Ansys Fluent, Flow 3D gibi programlardır.

### 2.1. Hidrolik Mühendisliğinde HAD Kullanımı

Açık-kanal akımı daha önce birçok çalışmada değerlendirilmişidir. Bu çalışmalar deneysel ya da sayısal analizlerden oluşmaktadır. Farklı hidrolik parametrelere göre açık kanal akımına ait hız alanları ve su yüzü profillerine ait hidrodinamik özellikler Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) programı olan Ansys Fluent ile çalışılmıştır. Bu yazılım ile iki boyutlu akışkan hacimleri yöntemi ve farklı türbülans modelleri çalışılmıştır (Şibil, 2024; İspir ve diğ., 2016; Şimşek, 2020; Şimşek ve diğ., 2011).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Şibil (2024) çalışmasında, bitki örtüsü yüzeyinin, dikdörtgen kesitli açık kanaldaki akıma etkisini, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği metodunu kullanarak incelemiştir. Çalışmaya ait şekil Görsel 3‘te verilmiştir.

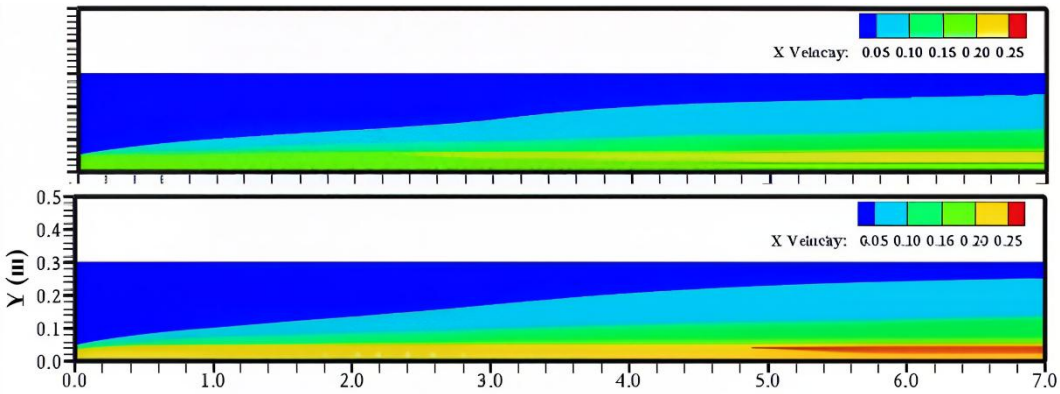



**Görsel 3. Kanalda farklı bölgelerde enkesit boyunca hız dağılımları**

Şibil (2023), aynı zamanda bitki örtüsüne sahip açık kanalların akım özelliklerinin nümerik analiz ile tahmin edilmesinde önemli parametrelerden biri olan yakın duvar davranışı yaklaşımlarının sonuçlara etkisini incelemiştir. Bu nedenle nümerik çalışmalar, Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) analizi ile çalışan Ansys Fluent yazılımını kullanmıştır. Böylece üç boyutlu, türbülanslı, sıkıştırılamayan ve kararlı akım koşullarında bitki örtüsüne sahip dikdörtgen kesitli bir kanal için sayısal çalışma gerçekleştirilmiştir.

Gümüş vd., (2019) çalışmasında, açık kanal içinde daralma ve genişlemeyi sağlayan trapez başlıklı yapı ile etkileşimde bulunan akım, deneysel ve nümerik çalışılmıştır. Deneysel çalışmalar için, hız alanı Akustik Doppler Hız Ölçer (ADV) ve su yüzü profili ise limnimetre ile ölçülmüştür. Sayısal modellemelerde farklı türbülans kapatma modelleri kullanılmıştır. Bu modellerin akım alanını ve su yüzü profilini tahmin etmedeki başarısı test edilmiştir. Çalışmaya ait şekil Görsel 4‘te verilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3



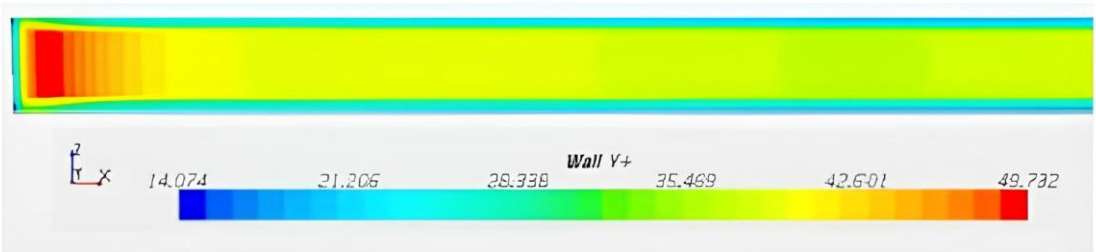

**Görsel 4. Farklı akım durumları için sayısal hız kontörleri**

İlkentapar ve Öner (2017) çalışmasında, açık kanal içindeki dikdörtgen kesitli geniş başlıklı savak akımını deneysel olarak incelemiştir. Deney düzeneğinde 3 farklı debi durumu için savak memba ve mansabındaki su yüzü profilleri ve hız dağılımları ölçülmüştür. Akım alanı için deneyler ile aynı koşullar kullanılarak nümerik olarak modellenmiştir. Çalışma Flow-3D programı ile yapılmıştır. Bu programda da sonlu hacimler metodu sayısal ayrıklaştırma yöntemi olarak kullanılmaktadır.

Yıldız ve Yarar (2020), çalışmasında farklı şev açılarındaki geniş başlıklı savak modellerinin akım üzerindeki etkilerini deneysel olarak incelemiştir. Bu deneysel çalışma için üç değişik geniş başlıklı savak modeli oluşturulmuştur. Bu savak modelleri için 41 farklı debi için savak yükü okuması yapılmıştır. Yapılan deney sonuçları ile aynı şartları sağlayan sayısal modelleme oluşturulmuş ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği programı Ansys-Fluent ile çözülmüştür.

Yontar vd., (2019) çalışmasında, küçük ölçekli Francis türbinine ait bileşenlerin tasarımını ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği programı ile analizlerini yapmıştır. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) ile analizler yapılmıştır. Bu analizlerde türbülans modeli k-ε kullanılmıştır.

Kahramanoğlu, vd., (2017) sayısal çalışmasında, en kesit geometrisinin ve yüzey pürüzlülüğünün borulardaki hidrodinamik giriş uzunluğuna olan etkileri incelenmiştir. Bu çalışmada farklı Reynolds (Re) sayıları ile alışılmıştır. HAD kullanarak dairesel, kare ve eşkenar üçgen kesitli borulardaki türbülanslı akışı analiz etmek için standart k-ε türbülans modelini kullanmıştır. Çalışmaya ait şekil Görsel 5'te verilmiştir.




**Görsel 5. Duvar $Y^+$ dağılımının boru boyunca gösterimi**

Bhandari and Singh (2012) çalışmasında, bir boru içindeki türbülanslı akışın hesaplamalı incelemesini yapmıştır. Bu makalede, ANSYS FLUENT 12.0 yazılımı yardımıyla bir borudaki

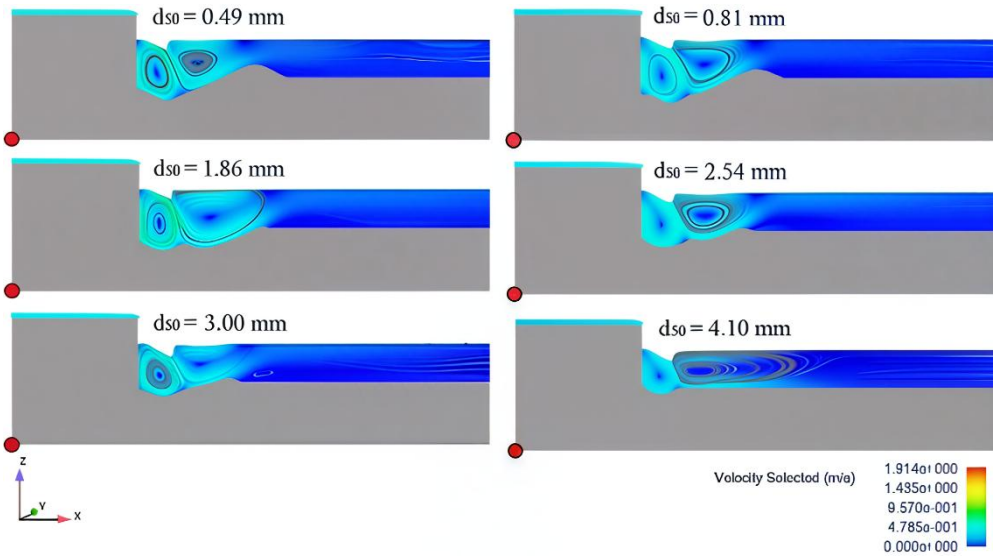
ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

tam gelişmiş türbülanslı akışın hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) modeli uygulanmış ve boru uzunluğu boyunca eksenel hız ve deri sürtünme katsayısının değişimi analiz edilmiştir.

Tongpun et al. (2014) çalışmasında daire, üçgen, kare ve altıgen kesitli kanallar dahil olmak üzere dairesel ve dairesel olmayan kanalların giriş uzunluğunu hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) kullanarak tahmin etmiştir.

Ulu vd., (2019), çalışmasında ise akarsulardaki bir eşik yapısı mansabındaki su jetinin altında kohezyonsuz üniform kum yatakta meydana gelen yerel oyulmaları incelemiştir. Bu oyulmalar için geçmişte yapılan deney datalarını kullanmış ve hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) metoduyla sayısal analizlerini oluşturmuştur. Çalışmasında eşik yapısı altındaki oyulmaları tespit etmek amacıyla, Flow 3D yazılımıyla birlikte Sediment Oyulma Modeli (Sediment Scour Model) yöntemlerini kullanmıştır.

Aydın vd., (2019), Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yöntemi kullanarak, dört faklı savak yan duvar açısına sahip trapez labirent savakların farklı hidrolik koşullar altında analizlerini yapmıştır. Ayrıca, elde edilen sonuçları deneysel verilerle karşılaştırmıştır. Çalışmaya ait şekil Görsel 6'da verilmiştir.




**Görsel 6. Farklı dane çapları için akım çizgileri ve oyulma profilleri**

Sorgun ve Ülker (2016), farklı debi, boru dönme ve delme hızları için geniş kapsamlı bir deneysel çalışma gerçekleştirmiştir. Deney sonuçlarına göre, içte yer alan borunun dönme hareketi ile sediment taşınımının daha kolay olduğu ve taşınım için önemli olan kritik akış hızının ve basınç gradyanının da düştüğü gözlemlenmiştir. İki boru arasındaki sediment taşınımını Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) programından yararlanılarak modellemiştir.

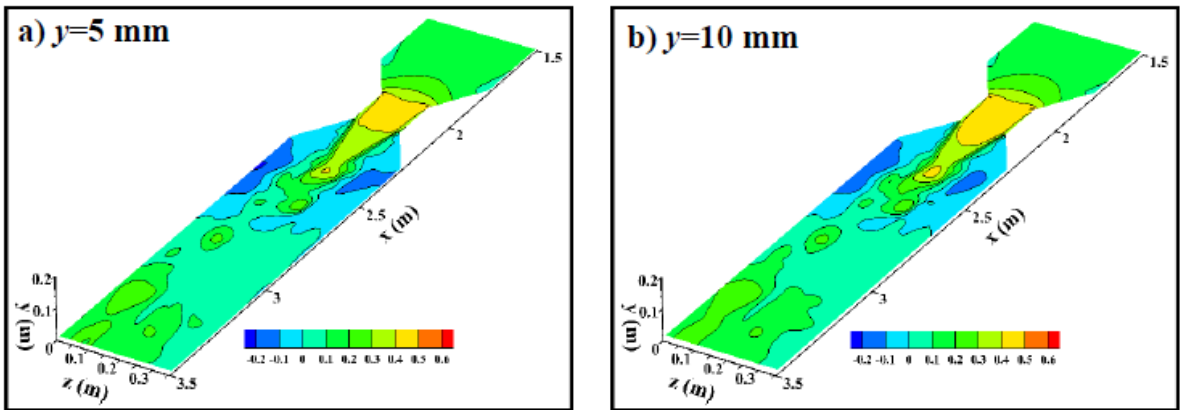
Demirçelik vd., (2025) kret kısmı eğimli, memba ve mansap yüzleri kademeli olan geniş tepeli savakların akış karakteristikleri üzerindeki etkisi sayısal olarak incelemiştir. Sayısal analiz için OpenFOAM açık kaynak yazılımı ve k-ε türbülans modeli kullanmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Oğraş (2022), çalışmasında, fiziksel model çalışmalarla ortaya çıkan deşarj yapılarındaki hidrolik karakteristikler ve enerji kırıcı yapıların etkinliğini Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) yöntemi ile nümerik olarak incelemiştir.

Çelik (2025), köprü ayaklarının su yüzeyine etkisini deneysel ve sayısal olarak analiz etmiştir. Sayısal analiz için hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile 3 boyutlu çözüm yapan Flow-3D paket programı ile HEC-RAS paket programı kullanmış ve sonuçları karşılaştırmıştır.

Gümüş vd., (2021), kritik altı akım koşullarına sahip eğimli açık kanal akımını çalışmıştır. Çalışmada farklı şartlarda sayısal modellemesi yapmıştır. Nümerik çalışmasında akım hareketini sağlayan temel denklemler, sonlu hacimler yöntemine dayalı çözüm yapan Ansys Fluent ile iki boyutlu olarak çözülmüştür. Su yüzü profillerinin belirlenmesinde de Akışkan Hacimleri Yöntemini kullanılmıştır. Sayısal modellemede, türbülansın çözümünde Re-Normalization Group (RNG), Kayma Gerilmesi Taşınımı (Shear Stress Transport-SST), Reynolds Gerilme Modeli (Reynolds Stress Model-RSM) ve Detached Eddy Simülasyon (DES) modellerini kullanmıştır. çalışmaya ait şekil Görsel 7'de verilmiştir.




**Görsel 7. DES (Detached Eddy Simulation) ile hesaplanan U hızının topolojisinin derinlikle değişimi**

Demirci vd., (2012)'a göre, hesaplamalı akışkanlar dinamiği esaslarına dayanan sayısal modeller, akarsu köprülerinin büyük taşkınlar esnasında genellikle hasar görmesine veya yıkılmasına neden olmaktadır. Bu sebeple problemlerin çözümünde ve verilerin değerlendirilmesinde farklı araçlara ihtiyaç duyulmaktadır. Dikdörtgen kesitli, silindir ve trapez kesitli köprü kenar ayağı etrafındaki hız dağılımlarını incelemek için FLOW- 3D ile 3 boyutlu sayısal modelleme yapmışlardır.

İkincioğulları vd., (2018) çalışmasına göre, klasik yan savakların yerine labirent yan savakları kullanmayı önermektedir. Bu yapıların hidrolik karakteristiklerini nümerikl çözümlemeler ile belirlemektedir. Çalışmasında, aynı savak açıklığına sahip klasik ve labirent yan savakların debi değerleri hesaplamalı akışkanlar dinamiği programı olan Flow-3D kullanılarak karşılaştırmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği geniş kullanım alanı sayesinde özellikle akışkan hareketlerinin incelenmesine büyük katkı sağlamaktadır. Bu sebeple farklı mühendislik

alanlarında yaygın kullanıma sahiptir. Problemin akışkan olduğu her alanda kullanılan sayısal modelleme yöntemleri farklı programlar ile piyasada yer almaktadır. Bu programların en çok kullanım sağlananları Star CCM$^+$, Ansys Fluent ve Flow 3D olup, bunların dışında da birçok farklı programlar kullanılmaktadır. Bu programların genel özelliği sayısal ayrıklaştırma yöntemlerini kullanıyor olmasıdır. Bu yöntemlerin en yaygın olanları sonlu hacimler ile sonlu elemanlar metodudur.

Hidrolik mühendisliği problemleri karmaşık yapılar olduğu için diferansiyel denklem çözümleri de bir o kadar zordur. Bu sebeple HAD programları sayesinde akışkan hareketlerin denklem çözümleri yapılabilmektedir. Akışkan problemleri farklı alanlarda karşılaşılan ve çözüm gerektiren yapılar olduğu için HAD sayesinde sonuca ulaşılabilmektedir. Hidrolik alanında özellikle açık kanal akımları, boru hidroliği, sediment, kararlı/kararsız akım koşulları, türbülanslı ve laminer akış, savak akışı, değişken en kesitli kanallar, Hidroelektrik Santral (HES) Türbin tasarımı, farklı geometrik boru hidroliği, oyulmalar, baraj deşarj yapıları, köprü ayakları oyulmaları gibi birçok problemin çözümünde kullanılmaktadır. Bu yaygın kullanım çoğu zaman deney koşullarının oluşturulamadığı durumlarda problem simüle edilerek çalışılabildiği için de tercih edilmektedir. Fakat problem tanımlamalarında uygun tasarım, mesh, fizik özelliklerinin doğru bir biçimde tanımlanması durumunda HAD verileri ve sonuçları güvenilirlik kazanmaktadır.

Hidrolik Mühendisliği için son yıllarda artan HAD programları ve çözüm alanları sayesinde birçok mühendislik problemlerin çözümü yapılabilmekte ve deneysel veriler ile de karşılaştırılmaktadır. Yapılan çalışmalarda deneysel veriler ile uyumlulukları oldukça iyi düzeyde olup, bu durum HAD programlarının yaygın kullanım alanları oluşturmasına da katkı sunmaktadır.

## KAYNAKÇA

Aydın, M.C., *Alttan alışlı dolusavak havalandırıcıların CFD analizi*, Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, 2005.

Aydın, M.C., Bilhan, Ö. ve Emiroğlu, M.E., *Trapez Labirent Savakların Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği (HAD) Kullanılarak Analizi*, DÜMF MD, 10(2), 731–742, 2019, doi: 10.24012/dumf.416869.

Bardakcı, A.T., *Dalgalı Kanatlı Isı Değiştirilerinin Isıl ve Hidrolik Performansının Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Yaklaşımı İle İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2018.

Bhandari D, Singh S., *Analysis of fully developed turbulent flow in a pipe using computational fluid Dynamics,* International Journal of Engineering Research and Technology, 1(5), 1-8, 2012.

Bilgin, E., *Geri Dönümlü Göçertmeli Uzunayak Yönteminde Ocak Havasının Göçük İçinde Hareketinin Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Yöntemi (HAD) ile Analizi*, MT Bilimsel(17), 51-73, 2020.

Çelik, M., İlkentapar, M., Akşit, S., Öner, A. A., *Computational and experimental investigation of water surface around bridge piers*, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 14(1), 289-296, 2025. https://doi.org/10.28948/ngumuh.1537850

Demirci, M., Kocaman, S., ve Varli, B., *Farklı geometrilerdeki köprü kenar ayakları etrafındaki hız dağılımının sayısal incelenmesi*, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi, 28(3), 161-173, 2012.

Demirçelik, A., Duman, M. M., ve İkincioğulları, E., *Numerical Investigation of Flow Characteristics of Broad-Crested Weirs with Different Geometry*, International Journal of Engineering Research and Development, 17(1), 247-256, 2025. https://doi.org/10.29137/umagd.1519268

Gümüş, V., Şimşek, O., ve Bal, Ş., *Değişken Enkesitli Açık Kanal Akımının Deneysel ve Sayısal Modellemesi*, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji, 7(4), 938-956, 2019. https://doi.org/10.29109/gujsc.592989

Gümüş, V., Seven, A., ve Şimşek, O., *Eğimli kritik altı açık kanal akımının sayısal modellemesi*, Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 11(1), 73-90, 2021. https://doi.org/10.17714/gumusfenbil.734550

İkincioğulları, E., Emiroğlu, M. E., ve Aydın, M. C., *Baraj Rezervuarlarında Kullanılan Labirent Yan Savakların HAD Analizi*, Su Kaynakları, 3(1), 1-8, 2018.

İlkentapar, M., & Öner, A. A., *Geniş başlıklı savak etrafındaki akımın incelenmesi*, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 6(2), 615-626, 2017. https://doi.org/10.28948/ngumuh.341819

İmal, M., *Hiperbolik Soğutma Kulelerinin Soğutma Performansının Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği ile Değerlendirilmesi*, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 46, 1-8, 2023. https://doi.org/10.31590/ejosat.1134400

İspir, M. A., Kırkgöz, M. S., ve Gümüş, V., *Yavaş Değişen Kritik-Altı Açık Kanal Akımının k-ε Türbülans Kapatma Modelleri ile Sayısal Hesabı*, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 29(1), 145-156, 2016. https://doi.org/10.21605/CUKUROVAUMMFD.242859

Kahramanoğlu, E., Sezen, S., ve Bayraktar, S., *İç akışlardaki hidrodinamik giriş uzunluğu üzerine hesaplamalı akışkanlar dinamiği analizleri,* Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23(4), 372-377, 2017. doi: 10.5505/pajes.2017.58908

Karamanoğlu, Y., Ertöz, Ö., Mobedi, M., *Pompa Tasarımının Geliştirilmesinde Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğinin Kullanılması*, MMO Tesisat Mühendisliği Dergisi Sayı: 91, s. 46-55, 2006.

Malekjani N., Jafari SM., *Simulation of food drying processes by Computational Fluid Dynamics (CFD); recent advances and approaches*, Trends in Food Science & Technology, 78: 206– 223, 2018.

Norton T., Sun DW., *CFD: An innovative and effective design tool for the food industry. In: Food engineering interfaces*, Springer; 45–68, 2010.

Oğraş, S. ve Önen, F., *Barajların deşarj yapılarındaki akış karakteristikleri ve enerji kırıcı yapıların etkinliğinin sayısal analizi*, DÜMF MD, 13(4), 749–770, 2023, doi: 10.24012/dumf.1184570.

Rajaonary, T.T., *Design and Optimization of a Hydrokinetic Turbine Duct with CFD*, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep, 2016.

Scotti, C.M. and Finol, E.A., *Compliant biomechanics of abdominal aortic aneurysms: a fluid–structure interaction study*, Computers & Structures, 85, 11–14, 1097–1113, 2007.

Salman, H. E., *Numerical Modeling of the Sound Generated on an Intracranial Aneurysm Using Computational Fluid Dynamics*, Duzce University Journal of Science and Technology, 11(2), 908-921, 2023. https://doi.org/10.29130/dubited.1061673

Savaş, E., *Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Yazılımı (Fluent) Kullanılarak Bir İşyerinde Yangın Acil Durumunda Duman Tahliyesi Modellenmesi*, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, Ankara, 2015.

Saygılı, Y. S., & Çakmak, B., *Tarımsal Üretimde Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Yöntemi Kullanım Modelleri*, Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 9(1), 583-595, 2022. https://doi.org/10.35193/bseufbd.1003649

Sılını, S.R., *Wınd Assessmnt For Deffernts Sıtes In Lıbya And Proper Wınd Turbıne Blade Desıgn Usıng CFD,* Doktora Tezi, Türk Hava Kurumu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2018.

Sorgun, M., ve Ülker, E., *İki boru arasındaki katı madde taşınımının hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile modellenmesi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 18(54), 455-465, 2016.

Şibil, R., *Bitki Örtülü Kanalların Akım Özelliklerinin Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği ile Belirlenmesinde Yakın Duvar Davranışının Etkisi*, Recep Tayyip Erdogan University Journal of Science and Engineering, 4(2), 109-123, 2023. https://doi.org/10.53501/rteufemud.1323845

Şibil, R., *Hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile açık kanal akımında bitki örtüsünün akım özelliklerine etkisinin analizi*, Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 29(1), 155-172, 2024. https://doi.org/10.17482/uumfd.1309112

Şimşek, O., Aköz, M. S., ve Gümüş, V., *Eğrisel Geniş Başlıklı Savak Üzerinden Geçen Açık Kanal Akımının Deneysel ve Teorik Analizi*, Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, 26(2), 47-55, 2011.

Şimşek, O., *Farklı Akım Koşullarına Sahip Açık Kanal Akımının Sayısal Modellemesi*, Türk Doğa ve Fen Dergisi, 91-100, 2020. https://doi.org/10.46810/TDFD.725612

Tokgoz, N., & Süfer, Ö., *Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiğine Genel Bir Bakış*, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 6(3), 2392-2408, 2023. https://doi.org/10.47495/okufbed.1191498

Tongpun P.T., Bumrungthaichaichan E., Wattananusorn S., *Investigation of entrance length in circular and noncircular conduits by computational fluid dynamics simulation*, Songklanakarin Journal of Science and Technology, 36(4), 471-475, 2014.

Ulu, A.E., Aydın, M.C., Emiroğlu, M.E. ve İkincioğulları, E., *Eşik yapısı mansabında oluşan yerel oyulmaların hesaplamalı akışkanlar dinamiği ile analizi*, DÜMF MD, 10 (1), 239–248, 2019, doi: 10.24012/dumf.394030.

Yıldız, M.C. ve Yarar, A., G*eniş başlıklı savaklardaki savak yüklerinin deneysel ve sayısal olarak modellenmesi*, KONJES, 8(1), 164–174, 2020, doi: 10.36306/konjes.579528.

Yontar, H., Karaaslan, S., ve Yücel, N., *Küçük Ölçekli Francis Türbini Tasarımı ve Hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği Analizi*, International Journal of Engineering Research and Development, 11(2), 713-729, 2019. https://doi.org/10.29137/umagd.557597

Zhang, H., Zhang, X., Ji, S., Guo, Y., Ledezma, G., Elabbasi, N. and Cougny, H., *Recent development of fluid–structure interaction capabilities in the ADINA system*, Computers & Structures, 81 (8-11), 1071–1085, 2003.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# KONVEYÖR BANT SİSTEMİNDE DAMGALAMA SİSTEMİ

**Ercan Başar**

ercanbsrr@gmail.com- 0009-0001-1961-1835

**Aziz Mahmut Çolak**

Karabük Üniversitesi,

aziz@azizmahmutcolak.com- 0009-0007-9505-6558

**Dr. Öğr. Üyesi Mustafa BUĞDAY**

Eskipazar Vocational School Rail Systems Machining Program, Karabuk University, Karabuk, Türkiye

mustafabugday@karabuk.edu.tr- 0000-0003-4413-509X

## ÖZET

Bu projede, üretim hattı uygulamalarına yönelik olarak konveyör bantlı bir damgalama sistemi tasarlanmış ve entegre edilmiştir. Sistem; bant mekanizması, damgalama başlığı ve bu başlığa hareket sağlayan hidrolik ve pnömatik sistemlerden[1] oluşmaktadır. Konveyör bant sistemi, ürünlerin belirli bir hızda ve düzenli biçimde ilerlemesini sağlar. Bu taşıma sistemi, üretim sürecinde otomasyonu[3] artırarak iş gücünü azaltmayı ve işlem süresini kısaltmayı amaçlamaktadır. Damgalama sistemi, ürünler bant üzerinde hareket halindeyken belirli bir noktada durdurularak üzerine baskı uygulanmasını sağlar. Bu baskı işlemi, ürün üzerine logo, tarih, seri numarası veya kalite işareti gibi bilgilerin kalıcı olarak işlenmesi amacıyla yapılmaktadır. Damgalama başlığının hareketi, yüksek hassasiyet gerektiren uygulamalarda pnömatik sisteme[1]; daha büyük kuvvet gereken durumlarda ise hidrolik sistemle sağlanmaktadır. Bu sistemler, zamana duyarlı olarak senkronize biçimde çalışmakta, böylece yüksek doğrulukta damgalama işlemi gerçekleştirilmektedir. Sonuç olarak, bu proje; üretim hatlarında otomatik damgalama ihtiyacını karşılayan, verimli ve güvenilir bir sistem sunmaktadır. Geliştirilen yapı modüler ve farklı ürün tiplerine uyarlanabilir olup, sanayide çeşitli alanlarda kullanılmaya uygundur.

**Anahtar Kelimeler:** Konveyör bant, Damgalama sistemi, Üretim hattı, Otomasyon, Pnömatik sistem,

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. KONVEYÖR BANT SİSTEMİNDE DAMGALAMA SİSTEMİ

Endüstriyel üretim hatlarında ürünlerin tanımlanması, kalite kontrolü ve izlenebilirliği açısından damgalama sistemleri önemli bir rol oynamaktadır. Geleneksel damgalama yöntemleri çoğunlukla manuel olup hem zaman hem de iş gücü açısından verimsizliklere yol açmaktadır. Bu nedenle otomatik damgalama sistemlerine olan ihtiyaç giderek artmaktadır.

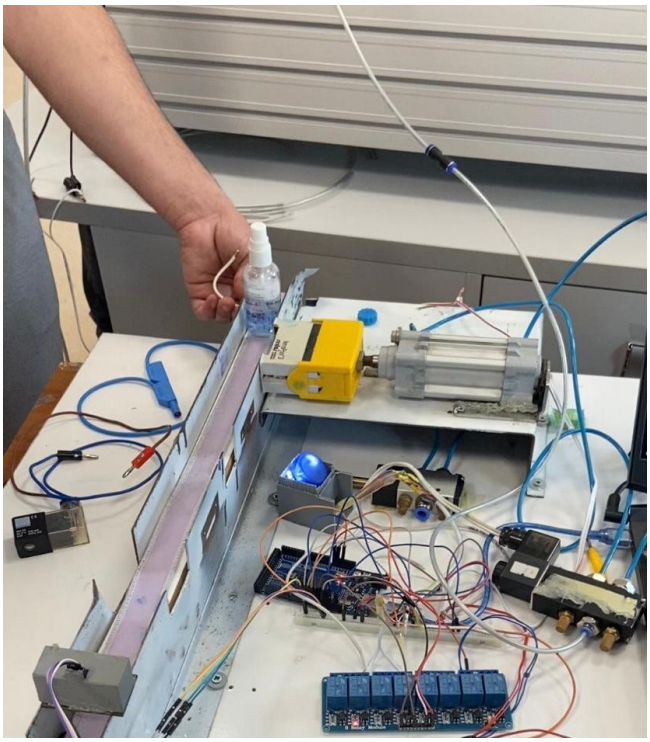
Bu proje kapsamında, üretim hatlarında kullanılmak üzere otomasyon[3] tabanlı bir konveyör bantlı damgalama sistemi tasarlanmış ve uygulanmıştır (Şekil 1). Sistem, ürünlerin bant üzerinde ilerlerken doğru konumda algılanması, konveyörün durdurulması, damgalama işleminin gerçekleştirilmesi ve sonrasında ürün akışının devam ettirilmesi prensibine dayanmaktadır.

**Şekil 1** Sistem Akış Diyagramı

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu proje kapsamında, geliştirilen sistemin ilk prototipi üniversitemizin ilgili mühendislik laboratuvarında oluşturulmuş ve çeşitli testlere tabi tutulmuştur. Prototip düzeyindeki sistemde konveyör mekanizması, 12V DC motor aracılığıyla çalıştırılmış ve ürünleri belirli bir hızla hareket ettirmiştir. Ultrasonik sensör[4], ürünün konveyör üzerindeki mesafesini sürekli olarak ölçmüş ve önceden belirlenmiş bir eşik değere ulaşıldığında Arduino[2] tarafından konveyör durdurulmuştur. Bu esnada pnömatik sistem[1] aktif hâle gelmiş, silindir valf yardımıyla ileri hareket ederek damgalama işlemini gerçekleştirmiştir. Damgalama işleminin ardından silindir geri çekilmiş, konveyör yeniden çalıştırılmış ve süreç tekrarlanmıştır (Şekil 2). Laboratuvar ortamında yapılan denemelerde sistem, temel işlevlerini başarıyla yerine getirmiştir. Ürünlerin algılanması, zamanlamanın doğru şekilde yürütülmesi, damgalama işleminin senkronize biçimde uygulanması gibi kritik aşamalarda sistem kararlı ve verimli çalışmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3



**Şekil 2:** Sistem Tasarımı

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Sonuç olarak, laboratuvar ortamında gerçekleştirilen deneysel çalışmalar projenin uygulanabilirliğini ve teknik başarımını ortaya koymuş, geliştirilen otomasyon[3] sisteminin pratikte de çalıştığını kanıtlamıştır. Bu prototip, daha gelişmiş ve sanayiye yönelik sistemlerin temelini oluşturabilecek niteliktedir.

Bu proje kapsamında geliştirilen konveyör bantlı damgalama sistemi, üretim hatlarında otomasyonun[3] artırılması yönünde başarılı bir adım olmuştur. Sistemin uyarlanabilir yapısı, farklı boyut ve tipteki ürünler için kolayca adapte edilebilmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda sistemin uyarlanabilir olması sayesinde, projenin hedefine uygun sensörler[4] kullanılarak ve kontrol kodları[2] düzenlenerek farklı sistemlere kolayca entegre edilebilir. Sonuç olarak, bu proje üretim hatlarında otomatik, hızlı, güvenilir ve esnek bir damgalama sistemi ihtiyacına yönelik etkili bir çözüm sunmaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## KAYNAKÇA


1. Akçalı, A., Pnömatik ve Hidrolik Sistemler, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 2016.
2. Demirtaş, A., Otomasyon Sistemlerinde Arduino Tabanlı Kontrol Uygulamaları, 3. Uluslararası Mühendislik Teknolojileri Sempozyumu (IMETS), 112-117, Konya, 2021.
3. Yıldırım, M., Konveyör Bant Sistemlerinin Endüstriyel Otomasyon Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karabük, 2020.
4. Çetin, R., Endüstriyel Otomasyon Sistemlerinde Sensör Kullanımı ve Verimlilik Analizi, Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, Cilt 9, Sayı 2, 2021.
5. Polat, H., Sensör Teknolojileri ve Endüstriyel Uygulamaları, Birsen Yayınevi, İstanbul, 2019.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# SEMICONDUCTING POLYMERS FOR BIOSENSOR APPLICATIONS

**Assit. Prof. Dr. Zehra Gülten YALÇIN[1], zaltin@karatekin.edu.tr, Res. Asist. Dr. Mustafa DAĞ[1] mudag@karatekin.edu.tr, Assoc. Dr. Ercan AYDOĞMUŞ[2], ercanaydogmus@firat.edu.tr**

1 Karatekin University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Çankırı, Türkiye

2Fırat University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Elazığ, Türkiye

## Abstract

This study presents an innovative energy storage approach by utilizing photoresponsive semiconducting polymers as battery electrodes, enabling self-charging capability under illumination. These hybrid systems, capable of harvesting and storing solar energy simultaneously, show great potential for wearable electronics and autonomous portable devices. The concept not only offers a promising solution for sustainable energy technologies but also addresses a critical gap in the current literature. In the proposed system, P3HT or a similar polymer is dissolved and deposited onto an ITO-coated glass substrate via spin-coating. ZnO nanoparticles are incorporated as an interlayer to enhance electron transport. The electrode was characterized through UV-Vis absorption and photovoltaic response measurements. Charge–discharge cycles were recorded under both illuminated and dark conditions.

**Keywords:** Biosensor, semiconducting polymers, energy storage, photovoltaic effect

## 1. INTRODUCTION

Biosensors are analytical devices that convert biological interactions into electrical, optical, or mechanical signals with high sensitivity [1]. Semiconducting polymers have emerged as key materials that enhance the performance and sensitivity of biosensors, while also improving their responsiveness to environmental changes [2]. These devices are widely used in clinical diagnostics, environmental monitoring, food quality control, and bioprocess regulation [3]. Materials such as conducting polymers and sol-gels have been employed to enhance the stability of biomolecules used in sensor fabrication [4–5]. Therefore, polymers have become materials of choice in modern biotechnological developments.

Initially regarded as insulators, polymers gained renewed attention following the discovery of polysulfur nitride [$(SN)_x$], which exhibits superconductivity at low temperatures [6]. The electrical conductivity of [$(SN)_x$] can reach up to $10^5$ S/cm when doped with oxidizing agents like $I_2$, $AsF_5$, and $NOPF_6$ or reduced using sodium naphthalide. Subsequent research introduced new classes of conductive polymers, including polyparaphenylene (PPP), polyphenylensulfide

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

(PPS), and polypyrrole (PPy), which demonstrated enhanced conductivity and high environmental stability.

Recently, numerous semiconducting polymers such as poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT), polyfuran, polyindole, and polyaniline (PANI) have been synthesized and investigated for advanced applications [7]. Unlike saturated polymers, semiconducting polymers have distinct electrical structures, characterized by unpaired electrons and π-bonded backbones that facilitate electron delocalization along the polymer chain [8]. These delocalized charges endow semiconducting polymers with unconventional properties such as electrical conductivity, low ionization potentials, strong electron affinities, and unique optical responses [9].

Positioned between conductors and insulators, semiconducting polymers play a crucial role in signal detection and transmission [10]. Widely used examples include PANI, PPy, PT, and PEDOT [11]. Studies have shown the potential of these polymers in biosensors and biofuel cells, with an emphasis on signal transduction and biocompatibility [12]. PANI and PPy, in particular, enhance sensitivity and selectivity in electrochemical biosensors [13]. PANI is favored for its low cost, biocompatibility, and ease of synthesis, supporting a wide range of biomolecular detection [14], while PPy offers an effective platform for biomolecule immobilization [15]. PEDOT/PSS, known for its high conductivity and biocompatibility, has been employed in cancer biomarker detection and biomolecular immobilization [16]. Table 1 summarizes the tunable properties of PANI and its applications in various biosensor platforms [17].

Biosensors are gaining momentum in both clinical and industrial settings, particularly in medical diagnostics and food safety monitoring. By integrating biological recognition elements with transducers, biosensors offer high sensitivity and specificity, enabling rapid and portable analysis [18]. Clinically, biosensors are widely used for monitoring metabolic parameters and diagnosing infectious and chronic diseases. Glucose biosensors remain one of the most common applications in diabetes management [19]. Recent advancements in wearable biosensors further enable real-time health monitoring and personalized medicine [20].

In the food industry, biosensors are employed to detect microbial contamination, assess shelf life, and monitor production processes. Enzyme-based biosensors enable rapid and precise detection of compounds such as glucose, lactate, and alcohol [21], while immunological and DNA-based sensors play a critical role in ensuring food safety [22].

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

This study aims to design a self-charging energy storage system by employing photoresponsive semiconducting polymers as battery electrodes, which can transport electrons upon light stimulation.

**Table 1.** Application Areas and advantages of Semiconductor Polymers in Biosensors[17].

| Tunable Properties of PANI | Approaches to Tune These Properties | Applications | References |
|---|---|---|---|
| Conductivity | (i) Adjusting solution pH (protonated form at pH ≤3).<br>(ii) Varying dopant type and doping degree.<br>(iii) Modifying oxidation state chemically/electrochemically.<br>(iv) Composite formation with CNTs, GNPs, etc.<br>(v) Film thickness control.<br>(vi) Morphological regulation during protonation/deprotonation. | Batteries, sensors, actuators, electromagnetic shielding, antistatic coatings, corrosion protection, electro-optic and electrochromic devices. | Genies et al., 1990; MacDiarmid et al., 1987; Chandrasekhar, 1999; Hu et al., 2007; Grennan et al., 2006; Saraswathi et al., 1992 |
| Electrochemical behaviour | - Composite formation with electro-active materials (e.g., CNTs, GNPs, Fe2O3).<br>- Use of different dopants. | Chemical sensors, biosensors, actuators. | Wu et al., 2005; Zhang et al., 2009; Dhand et al., 2008 |
| Electrochromism | - Color transitions (pale yellow–green–blue–violet) based on oxidation state and pH. | OLEDs, electrochromic displays, smart windows. | Watanabe et al., 1987; Rodrigues et al., 1991; Gaponik et al., 1999 |
| Porosity | - Controlled via doping and dedoping processes. | Separation membranes. | Anderson et al., 1991 |

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1 Selection and Preparation of Materials

The materials selected for constructing the biosensor system, along with their functional roles, are summarized in Table 2.

**Table 2.** Materials selected for the fabrication of biosensors

| Component | Material Suggestions | Features |
|---|---|---|
| Photoresponsive Polymer | P3HT (poly(3-hexylthiophene)) or PCPDTBT | Photoexcitable, semiconducting |
| Cathode | Lithium cobalt oxide ($LiCoO_2$) or PEDOT:PSS | Standard cathode materials for lithium batteries |
| Anode | Lithium metal / CNT-supported structure | Lightweight, high electrical conductivity |
| Electrolyte | Ionic liquid or gel electrolyte ($LiPF_6$ solution) | Conductive and stable medium |
| Separator | Glass fiber or polyethylene | Provides physical isolation |

### 2.2 Fabrication of the Photoresponsive Electrode

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

The selected photoresponsive polymer (e.g., P3HT) was dissolved in an appropriate solvent such as chloroform or toluene. The solution was then deposited onto an indium tin oxide (ITO)-coated glass substrate using the spin-coating technique. ZnO nanoparticles were optionally added as an interlayer to enhance electron transport between the polymer and electrode surface. The photoelectrode was characterized using UV-Vis absorption spectroscopy and photovoltaic response measurements.

### 2.3 Device Assembly and Illumination-Based Testing

The full cell was assembled in a sandwich structure consisting of Anode / Photoresponsive Polymer Electrode / Electrolyte / Cathode. The assembled device was sealed in an airtight configuration to prevent moisture or air contamination.

To evaluate the self-charging behavior, charging and discharging tests were conducted under simulated solar illumination (AM1.5 light source, 100 mW/cm²). Charge–discharge cycles were recorded in both light-on and light-off conditions to analyze photocharging capability and storage behavior.

## 3. Results

This study proposed a novel energy storage design based on the use of photoresponsive semiconducting polymers as active battery electrodes. The fabricated photoelectrode, comprising P3HT deposited on an ITO substrate and optionally enhanced with a ZnO nanoparticle interlayer, exhibited strong photoabsorption in the UV-Vis spectrum. The characteristic absorption peaks confirmed efficient photon harvesting in the visible region, which is essential for enabling photovoltaic activity. Photovoltaic response measurements demonstrated that the photoelectrode generated a measurable open-circuit voltage (Voc) and photocurrent under simulated solar illumination. This confirms the photo-induced charge separation and the material's potential for light-driven energy conversion. Charge–discharge profiles were recorded under two conditions: with illumination (light-on) and without illumination (light-off). In the light-on condition, the device showed a significant increase in the charging rate and reached higher voltage levels compared to the dark state. These results clearly indicate that the light exposure enabled partial charging of the device without an external electrical power source. The device architecture, including the use of a polymer-based photoelectrode and gel/ionic liquid electrolyte, supported stable electrochemical performance

over multiple cycles. The addition of ZnO nanoparticles was found to improve electron transport and reduce interfacial resistance, further enhancing the light response.

The results demonstrate that photoresponsive semiconducting polymers, when configured appropriately, can serve as functional electrodes in self-charging energy storage devices. This hybrid system presents a promising route toward solar-assisted, self-powered technologies, particularly for portable and wearable electronics.

## 4. Conclusion

This study successfully demonstrated the feasibility of using photoresponsive semiconducting polymers as active electrodes in self-charging energy storage systems. The proposed hybrid structure, combining energy harvesting and storage functions within a single device, exhibited significant photocharging behavior under simulated solar illumination. The incorporation of P3HT as the photoactive polymer and ZnO nanoparticles as an interfacial layer enhanced the device's optical absorption and electron transport capabilities.

The ability to charge the device under light without an external power source makes it highly attractive for future energy-autonomous applications. In particular, the developed system holds strong potential for wearable electronics, portable sensors, and low-power consumer devices that require lightweight, flexible, and environmentally friendly energy solutions. By bridging the gap between photovoltaics and electrochemical storage, this research paves the way for new directions in sustainable energy technologies. Further studies may focus on improving efficiency, integrating flexible substrates, and developing scalable fabrication methods to bring these systems closer to commercial use.

## REFERENCES

**1.** Chadha, U., Bhardwaj, P., Agarwal, R., Rawat, P., Agarwal, R., Gupta, I., & Chakravorty, A. Recent progress and growth in biosensors technology: A critical review. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 109, 21-51. 2022

**2.** Feng, L., Song, S., Li, H., He, R., Chen, S., Wang, J., ... & Zhao, X. 2023. Nano-biosensors based on noble metal and semiconductor materials: emerging trends and future prospects. Metals, 13(4), 792. 2023.

**3.** Tao, J., Sun, W., & Lu, L. Organic small molecule semiconductor materials for OFET-based biosensors. Biosensors and Bioelectronics, 216, 114667. 2022.

**4.** Devnani, H., Sharma, C., & Jain, P. Immobilization Techniques in the Fabrication of Nanomaterial-Based Electrodes for Biosensing. In Nanomaterial-Modified Electrodes: Design and Applications (pp. 135-156). Cham: Springer International Publishing. 2024.

**5.** Botewad, S. N., Gaikwad, D. K., Girhe, N. B., Thorat, H. N., & Pawar, P. P. Urea biosensors: A comprehensive review. Biotechnology and Applied Biochemistry, 70(2), 485-501.2023.

**6.** Sumdani, M. G., Islam, M. R., Yahaya, A. N. A., & Safie, S. I. Recent advancements in synthesis, properties, and applications of conductive polymers for electrochemical energy storage devices: A review. Polymer Engineering & Science, 62(2), 269-303. 2022.

**7.** Kressler, J., Radicke, J., Busse, K., Amsharov, K., Golitsyn, Y., Reichert, D., ... & Hasan, N. Synthesis and Characterization of 15N-Labeled Poly (sulfur nitride) in Bulk and in Superconductor Composites. Chemical Engineering & Technology, 46(11), 2285-2291. 2023.

**8.** Dimov, I. B., Moser, M., Malliaras, G. G., & McCulloch, I. Semiconducting polymers for neural applications. Chemical reviews, 122(4), 4356-4396. 2022.

**9.** Mu, Y., Xiong, C., Cui, M., Sun, M., Chen, X., Xiao, B., ... & Wan, X. (2025). A recyclable dynamic semiconducting polymer consisting of Pauli-paramagnetic diradicaloids promoted and stabilized by catechol–boron coordination. Chemical Science, 16(3), 1364-1373.

**10**. Namsheer, K., & Rout, C. S. Conducting polymers: a comprehensive review on recent advances in synthesis, properties and applications. RSC advances, 11(10), 5659-5697.2021.

**11.** Acar, T., Nur Çimen, K., Özalp, E., Ilıca, Ö., & Ahlatcıoğlu Özerol, E. Recent advances in biosensors based on conducting polymers for biomedical applications. ChemistrySelect, 8(30), e202300819.2023.

**12.** Kuznetsova, L. S., Arlyapov, V. A., Plekhanova, Y. V., Tarasov, S. E., Kharkova, A. S., Saverina, E. A., & Reshetilov, A. N. (2023). Conductive polymers and their nanocomposites: Application features in biosensors and biofuel cells. Polymers, 15(18), 3783.

**13.** Kaur, G., Kaur, A., & Kaur, H. Review on nanomaterials/conducting polymer based nanocomposites for the development of biosensors and electrochemical sensors. Polymer-Plastics Technology and Materials, 60(5), 504-521. 2021.

**14.** Kaur, G., Kaur, A., & Kaur, H. (2021). Review on nanomaterials/conducting polymer based nanocomposites for the development of biosensors and electrochemical sensors. Polymer-Plastics Technology and Materials, 60(5), 504-521.

**15.** Purushothaman, P., Mohanapriya, D., Thenmozhi, K., & Karpagam, S. Designing a ferrocene biphenyl pyridine modified electrode for the non-enzymatic electrochemical detection of catechol. New Journal of Chemistry, 48(15), 6893-6901. 2024.

**16.** Gao, N., Yu, J., Tian, Q., Shi, J., Zhang, M., Chen, S., & Zang, L. Application of PEDOT: PSS and its composites in electrochemical and electronic chemosensors. Chemosensors, 9(4), 79. 2021.

**17.** Feng, L., Song, S., Li, H., He, R., Chen, S., Wang, J., ... & Zhao, X. Nano-biosensors based on noble metal and semiconductor materials: emerging trends and future prospects. Metals, 13(4), 792. 2023.

18. Justino, C. I. L., Rocha-Santos, T. A. P., & Duarte, A. C. Review of analytical figures of merit of sensors and biosensors in clinical applications. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 29(10), 1172–1183.

19. Pullano, S. A., Greco, M., Bianco, M. G., Foti, D., Brunetti, A., & Fiorillo, A. S. Glucose biosensors in clinical practice: Principles, limits and perspectives of currently used devices. Theranostics, 12(2), 493. 2022.

**20.** Yin, L., Mantri, Y., Wang, Y., Tu, J., Wang, X., & Yu, C. (2021). Wearable biosensors and devices for real-time non-invasive sweat monitoring. Trends in Analytical Chemistry, 148, 116540.

**21.** Zhang, J., Huang, H., Song, G., Huang, K., Luo, Y., Liu, Q., ... & Cheng, N. Intelligent biosensing strategies for rapid detection in food safety: A review. Biosensors and Bioelectronics, 202, 114003. 2022.

22. Dincer, C., Bruch, R., Costa-Rama, E., Fernández-Abedul, M. T., Merkoçi, A., Manz, A., Urban, G. A., & Güder, F. Disposable sensors in diagnostics, food, and environmental monitoring. Advanced Materials, 31(30), 1806739. 2019.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# BIODEGRADABLE POLYMER-BASED SOLID POLYMER ELECTROLYTES FOR SUSTAINABLE APPLICATIONS

**Assit. Prof. Dr. ZEHRA GÜLTEN YALÇIN[1] zaltin@karatekin.edu.tr, Res. Asist. Dr. MUSTAFA DAĞ[1] mudag@karatekin.edu.tr, Assoc. Dr. ERCAN AYDOĞMUŞ[2] ercanaydogmus@firat.edu.tr**

[1] Karatekin University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Çankırı, Türkiye

2Fırat University, Faculty of Engineering, Department of Chemical Engineering, Elazığ, Türkiye

## Abstract

Ensuring the safety and environmental compatibility of lithium-ion batteries has become increasingly important in recent years. In this study, solid polymer electrolytes (SPEs) were developed using biodegradable polymers derived from renewable sources. Polymer matrices based on biopolymers such as cellulose derivatives and poly(lactic acid) (PLA) were evaluated in terms of ionic conductivity, mechanical strength, and electrochemical stability. The analyses revealed that SPEs derived from biodegradable polymers offer significant environmental advantages over conventional petroleum-based electrolytes. These results highlight the great potential of biodegradable polymer electrolytes in the development of sustainable energy storage systems.
**Keywords:** Biodegradable polymer, polymer electrolyte, eco-friendly, lithium-ion batteries

## 1. Introduction

The technological significance of polymer electrolytes was first recognized in the 1980s, with Fenton and colleagues being among the pioneers in this field [1]. Due to their potential applications in the generation, storage, and conversion of electrochemical and electrical energy, polymer electrolytes have attracted significant attention from researchers over the past three decades. These systems typically involve dissolving salts in high molecular weight polymer matrices, forming membranes known as solid polymer electrolytes (SPEs).

Thanks to their unique ionic conductivity, such solvent-free materials have found widespread application in electrochemical devices, including lithium-ion storage cells and solid-state rechargeable batteries. Recent advances have demonstrated their potential use in cutting-edge technologies such as fuel cells, supercapacitors, dye-sensitized solar cells, electrochemical sensors, analog memory devices, and smart windows. The emergence of solid-state ionic conductors, including intercalation compounds and superionic conductors, has further intensified research interest in this area [2].

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Technologically, polymer electrolytes are classified into three main categories: polymer matrices, liquid ionic conductors, and solid-state ionic conductors [3]. Dissolving metal salts into polar polymer matrices facilitates the formation of SPEs [4]. Since their initial development, SPEs have been incorporated into numerous electrochemical devices [5], primarily to function as separators and alternatives to liquid electrolytes in battery systems [6]. Compared to traditional liquid electrolytes, SPEs offer several advantages such as transparency, solvent-free operation, lightweight structure, flexibility, thin-film formability, robust ionic conductivity, and ease of processing. Furthermore, they exhibit transport properties similar to certain ionic liquids and enable wide electrochemical windows [7]. The use of SPEs enhances safety by mitigating issues such as internal short circuits, electrolyte leakage, corrosive solvents, harmful gas emissions, and flammable by-products at electrode interfaces [8].

From a materials perspective, polymer electrolytes can be divided into two broad classes: (i) natural polymer electrolytes and (ii) synthetic polymer electrolytes. Examples of extensively studied natural SPEs include rice starch and chitosan. According to their physicochemical and compositional characteristics, SPEs can also be categorized as: (1) gel-based polymer electrolytes, (2) solid-state polymer electrolytes, and (3) composite polymer electrolytes, with each type defined by its ionic conductivity [9].

As global energy demands rise, the environmental impact of energy storage systems has become a major concern. Conventional polymers used in SPEs are typically non-biodegradable and generate significant waste. In contrast, biodegradable polymers are environmentally friendly, degrade naturally without forming toxic residues, and reduce the carbon footprint during production. Literature indicates a growing interest in the use of SPEs in ionic conduction applications. Solid ion-dipole complex materials are particularly important in flexible solar cells, supercapacitors, fuel cells, opto- and iontronic sensors, and especially high-performance solid-state lithium-ion batteries.

SPEs offer unique advantages for battery applications, including lightweight construction, leak-free operation, mechanical flexibility, enhanced safety, compact size, and longer cycle life [10–11]. They are also easy to fabricate in film form, exhibit adequate mechanical strength, show good thermal stability during charge/discharge cycles, and operate under solvent-free conditions with broader electrochemical stability [12–13]. Common host matrices include semi-crystalline and amorphous polar polymers such as poly(ethylene oxide) (PEO), poly(vinyl pyrrolidone) (PVP), poly(vinylidene fluoride) (PVDF), PVDF-HFP, poly(vinyl chloride) (PVC), poly(vinyl alcohol) (PVA), poly(methyl methacrylate) (PMMA), poly(propylene

carbonate) (PPC), poly(ethylene glycol) (PEG), and poly(propylene oxide) (PPO), as well as their combinations [14].

To initiate ionic conductivity in these matrices, various lithium salts are added as dopants to form ion–dipole complexes [15–16]. For example, PEO–LiTFSI based SPEs have been widely studied for their commercial potential in solid-state batteries, although challenges remain in achieving satisfactory ionic conductivity. One study employed additive manufacturing to deposit SPEs on 3D-printed $LiNi_{0.8}Mn_{0.1}Co_{0.1}O_2$ (NMC811) cathodes. A recent approach by Wang et al. utilized a composite SPE containing hydrophilic silica and 2,2'-azobis(2-methylpropionitrile) (AIBN) as a thermal initiator and vinyl ethylene carbonate (VEC) as a crosslinking agent [17].

This study explores the applicability of new-generation biodegradable SPEs in energy storage systems. Most current SPEs contain environmentally hazardous, non-degradable polymers, leading to sustainability challenges. Therefore, this work aims to develop eco-friendly SPEs using biodegradable polymers for sustainable and green energy storage technologies.

## 2. Materials and Methods

### 2.1 Materials Used

**Table 1.** Characteristics of the materials used in the study

| Material | Supplier | Purity |
|---|---|---|
| Polylactic acid (PLA) | NatureWorks | 99% |
| Polycaprolactone (PCL) | Sigma-Aldrich | 99% |
| Polyhydroxybutyrate (PHB) | Goodfellow | 98% |
| Lithium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide (LiTFSI) | Sigma-Aldrich | 99.5% |
| Nano-Silica ($SiO_2$) | Evonik | ---- |
| Solvents (Acetone, Chloroform) | Merck | A.R. |

### 2.2 Preparation of Electrolyte Films

1. The polymers were dissolved in suitable solvents at a concentration of 5% (w/v).
2. LiTFSI was added to the polymer solutions at 20 wt%.
3. Nano-silica was incorporated by dispersing it at 5 wt%.
4. The mixtures were cast onto glass plates and left to dry at room temperature for 48 hours.
5. The resulting films were subjected to final drying under vacuum conditions.

### 2.3 Characterization Techniques

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Table 2. Characterization methods used in the study**

| Analysis | Equipment | Property Measured |
|---|---|---|
| FTIR | Bruker Tensor II | Functional group analysis |
| DSC/TGA | TA Instruments Q2000 | Thermal transition temperatures and stability |
| EIS | Gamry Interface 1010 | Ionic conductivity |
| XRD | PANalytical Empyrean | Degree of crystallinity |
| SEM | ZEISS Evo 40 | Surface morphology |

## 3. Results and Discussion

### 3.1 Structural Properties (FTIR Analysis)

In the FTIR spectra of PLA and PCL/LiTFSI films, peak shifts were observed, indicating the formation of new bonds. Notably, the shifts in the carbonyl (C=O) stretching region around 1750 $cm^{-1}$ confirmed the presence of ion–polymer interactions within the matrix.

### 3.2 Thermal Analysis (DSC and TGA)

**Table 3. Thermal properties of the samples after processing**

| Sample | $T_g$ (°C) | $T_m$ (°C) | Weight Loss at 300°C (%) |
|---|---|---|---|
| PLA | 55 | 160 | %20 |
| PCL | -60 | 65 | %10 |
| PHB | 5 | 175 | %18 |

### 3.3 Ionic Conductivity (EIS Analysis)

**Table 4. Ionic conductivity values of the samples**

| Sample | Ionic Conductivity (S/cm) |
|---|---|
| PLA/LiTFSI | $3.2 \times 10^{-4}$ |
| PCL/LiTFSI | $5.8 \times 10^{-4}$ |
| PHB/LiTFSI | $2.5 \times 10^{-4}$ |

The EIS measurements revealed that the PCL-based electrolyte exhibited the highest ionic conductivity among the tested formulations. The increased chain flexibility and lower crystallinity of PCL may have facilitated ion transport, thus improving conductivity performance.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

### 3.4 Morphological Analysis (SEM)

SEM images showed a homogenous dispersion of nano-silica throughout the polymer matrix. It was observed that increased surface roughness, induced by nano-silica addition, contributed positively to ionic conductivity by providing more active pathways for ion migration.

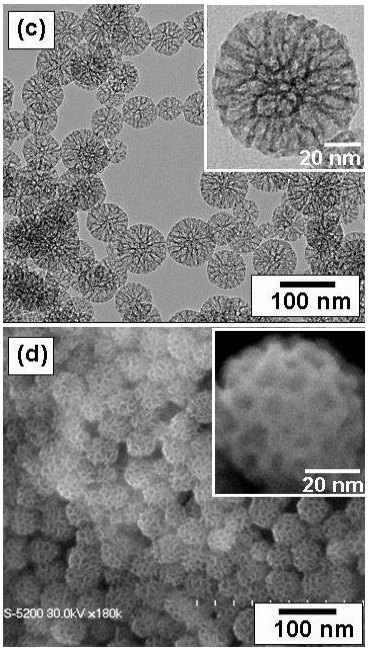



**Figure 1.** SEM image showing nano-silica dispersion [18]

## 4. Conclusion and Recommendations

This study demonstrates that solid polymer electrolytes (SPEs) developed from biodegradable polymers offer great potential for eco-friendly energy storage systems. The experimental results revealed that these materials can provide sufficient ionic conductivity, exhibit high amorphous content, and possess a significantly improved environmental profile compared to conventional petroleum-based polymer electrolytes. These findings support the feasibility of using biodegradable SPEs in lithium-ion batteries and similar energy technologies.

Future studies should focus on enhancing the stability at the electrode–electrolyte interface, integrating bio-based plasticizers to improve flexibility and ionic mobility, and developing scalable fabrication methods suitable for industrial production. Advancing these areas will contribute to the development of next-generation sustainable energy storage devices, aligning with global goals for cleaner and greener technologies.

**References**

1. Ngai, K. S., Ramesh, S., Ramesh, K., & Juan, J. C. (2016). A review of polymer electrolytes: fundamental, approaches and applications. Ionics, 22, 1259–1279.
2. Murata, K., Izuchi, S., & Yoshihisa, Y. (2000). An overview of the research and development of solid polymer electrolyte batteries. Electrochimica Acta, 45(8–9), 1501–1508.
3. Alhajj, M., Liau, L. S., & Al-Fakih, A. M. (2025). Polymer Electrolytes for Sustainable Energy: A Minireview on Zero-Carbon Storage and Conversion. ACS Applied Polymer Materials.
4. Moradi, G., Heydari, R., Zinadini, S., Rahimi, M., Zinatizadeh, A. A., & Gholami, F. (2022). Fouling alleviation and enhanced salt rejection in NF membranes via incorporation of 5-amino-1-phenyl-3-(thiophen-2-yl)-1H-pyrazole-4-carbonitrile functionalized pectin in PES matrix. Journal of Water Process Engineering, 48, 102888.
5. Fan, X., Zhong, C., Liu, J., Ding, J., Deng, Y., Han, X., ... & Zhang, J. (2022). Opportunities of flexible and portable electrochemical devices for energy storage: expanding the spotlight onto semi-solid/solid electrolytes. Chemical Reviews, 122(23), 17155–17239.
6. An, Y., Han, X., Liu, Y., Azhar, A., Na, J., Nanjundan, A. K., ... & Yamauchi, Y. (2022). Progress in solid polymer electrolytes for lithium-ion batteries and beyond. Small, 18(3), 2103617.
7. Zheng, J., Li, W., Liu, X., Zhang, J., Feng, X., & Chen, W. (2023). Progress in gel polymer electrolytes for sodium-ion batteries. Energy & Environmental Materials, 6(4), e12422.
8. Xi, G., Xiao, M., Wang, S., Han, D., Li, Y., & Meng, Y. (2021). Polymer-based solid electrolytes: material selection, design, and application. Advanced Functional Materials, 31(9), 2007598.
9. Cabañero Martínez, M. A., Boaretto, N., Naylor, A. J., Alcaide, F., Salian, G. D., Palombarini, F., ... & Casas-Cabanas, M. (2022). Are polymer-based electrolytes ready for high-voltage lithium battery applications? An overview of degradation mechanisms and battery performance. Advanced Energy Materials, 12(32), 2201264.
10. Zhu, J., & Ye, J. (2023). Development of 3D Printing Techniques for Solid-State Lithium Batteries: Energy Storage Internship (No. LLNL-TR-841963). Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL), Livermore, CA (United States).

11. Winie, T., Arof, A. K., & Thomas, S. (Eds.). (2029). Polymer electrolytes: characterization techniques and energy applications. John Wiley & Sons.
12. Zhao, S., Wu, Q., Ma, W., & Yang, L. (2020). Polyethylene oxide-based composites as solid-state polymer electrolytes for lithium metal batteries: a mini review. Frontiers in Chemistry, 8, 640.
13. Arya, A., Sadiq, M., & Sharma, A. L. (2019). Structural, electrical and ion transport properties of free-standing blended solid polymeric thin films. Polymer Bulletin, 76(10), 5149–5172.
14. Aziz, S. B., Nofal, M. M., Abdulwahid, R. T., Ghareeb, H. O., Dannoun, E. M., Abdullah, R. M., & Kadir, M. F. Z. (2021). Plasticized sodium-ion conducting PVA based polymer electrolyte for electrochemical energy storage—EEC modeling, transport properties, and charge-discharge characteristics. Polymers, 13(5), 803.
15. Borah, S., Saikia, L., Guha, A. K., & Deka, M. (2023). $SiO_2$ nanofiber reinforced P(VdF-HFP) based microporous polymer electrolytes for advanced energy storage applications. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 673, 131819.
16. Arum, C. T., Bbumba, S., Kigozi, M., Karume, I., Nsubuga, H., Kato, M., & Ntale, M. (2024). Solid-state Batteries: Overcoming Challenges and Harnessing Opportunities for a Sustainable Energy Future. Physical Science International Journal, 28(5), 96–108.
17. Harte, T., Dharmasiri, B., Eyckens, D. J., & Henderson, L. C. (2024). Closing the Loop: Recyclable Solvate Ionic Liquids in Solid Polymer Electrolytes for Circular Economy. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 12(43), 16114–16125.
18. Mesoporous silica – Wikipedia. Retrieved April 28, 2025, from https://en.wikipedia.org/wiki/Mesoporous_silica

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# PHASE CHANGE MATERIALS (PCM) USED IN MEDIUM TEMPERATURE APPLICATIONS: THERMAL PROPERTIES, MATERIAL SELECTION AND A LITERATURE-BASED ASSESSMENT

**Erdem CUCE**

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkiye,

erdem.cuce@erdogan.edu.tr

ORCID: 0000-0003-0150-4705

**Pinar Mert CUCE**

Department of Architecture, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkiye, pinar.mertcuce@erdogan.edu.tr

ORCID: 0000-0002-6522-7092

**Tamer GUCLU**

Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Bayburt University, Dede Korkut Campus, 69000 Bayburt, tamerguclu@bayburt.edu.tr

ORCID: 0000-0002-5864-3864

## ABSTRACT

In line with the efficiency and energy efficiency targets of renewable energy systems, the importance of thermal energy storage systems is increasing. Especially in medium temperature applications operating in the range of 60–120°C, the latent heat storage method using phase change materials (PCM) comes to the fore. This study comprehensively evaluates the PCM types used in medium temperature applications in terms of their thermophysical properties, chemical stabilities, environmental effects and application areas. The advantages and limitations of organic PCMs (paraffins, fatty acids), inorganic PCMs (salt hydrates) and eutectic mixtures are compared based on literature; their use in various systems is analysed with examples. PCMs such as stearic acid, palmitic acid and calcium chloride, which are prominent in the literature, are discussed in terms of their application suitability and the decisive effect of the right PCM selection on system efficiency is emphasised. As a result, it has been revealed that when selecting a PCM for medium temperature applications, not only thermal capacity but also multi-faceted criteria such as chemical stability, thermal conductivity, cycle life, and cost should be evaluated together.

**Keywords:** Phase change material, latent heat storage, thermal energy storage

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. INTRODUCTION

The increasing importance of efficiency, continuity and sustainability targets in today's energy systems has brought about the need for energy storage technologies. In particular, in order to reduce dependency on fossil resources and to use renewable energy systems more effectively, reliable energy storage solutions that can balance energy supply and demand over time are required. In this context, thermal energy storage systems (TES) offer great potential both at home and on an industrial scale [1].

Thermal energy storage systems can be classified under three main headings [2]:

- Sensible heat storage,
- Latent heat storage,
- Thermochemical storage.

Among these, latent heat storage systems are based on the principle of energy storage during the phase change of a substance and can provide high energy density per unit mass [3]. Phase change materials (PCM), which are the basic components of these systems, can store heat energy at a constant temperature or within a narrow temperature range [4]. In this respect, PCMs provide great advantages, especially for applications requiring constant temperature.

PCMs are generally divided into three main groups [5]:

- Organic PCMs: Paraffins (n-alkane chains), fatty acids (stearic acid, palmitic acid, etc.)
- Inorganic PCMs: Salt hydrates, metallic salts, some metals
- Eutectic mixtures: Special compounds formed by mixing two or more substances in certain proportions

Each type of PCM offers different advantages and disadvantages. Paraffins are stable, non-toxic and chemically inert, but have low thermal conductivity. Salt hydrates have high latent heat capacity but can suffer from supercooling and phase separation. Fatty acids are environmentally friendly, biodegradable and very stable in the mid-temperature range [6].

The medium temperature range (approximately 60–120°C) is a widely used energy storage region in both residential and industrial applications. PCM systems operating in this range can be effectively evaluated in the heat storage of solar collector outputs, steam production, heat recovery of low-temperature industrial processes, provision of thermal comfort (heating-cooling balance) and cogeneration systems.

This study comprehensively evaluates different PCM types developed for use in systems operating in the medium temperature range in terms of their thermo-physical properties, environmental and economic suitability, and performance in application areas. The aim is to emphasise the importance of choosing the right PCM in engineering applications and to support the selection of materials compatible with the system with scientific foundations.

## 2. MEDIUM TEMPERATURE APPLICATIONS

Unbalanced production and consumption timing in energy systems is one of the most fundamental problems that prevent the stable use of renewable energy sources. In order to solve this problem, it is of great importance to store energy when it is produced in excess and to provide it back in a controlled manner when needed. In this context, TESs play a critical role especially in thermal-based applications such as solar energy, waste heat recovery and cogeneration [7]. The method and material selection for thermal energy storage varies

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

depending on the temperature range, intended use and continuity of the system. The medium temperature range (60–120 °C) is at the intersection of both low-temperature (e.g. heating systems, hot water production) and high-temperature (e.g. industrial steam production, turbine feed) applications and therefore has a very wide range of uses [8].

The main application areas operating in the medium temperature range are listed below:

- Solar water heating systems:

PCM systems are integrated for the storage of hot water obtained with parabolic corrugated collectors, flat plate collectors and vacuum tube systems and for its use in the evening hours. In conditions where solar radiation is variable, PCMs store this energy at a constant temperature throughout the day and enable its use in the evening hours [9].

- Domestic hot water systems:

PCM-supported systems are used to heat and store daily domestic water between 60–80 °C, especially to reduce energy costs and increase the comfort of use [10].

- Thermal comfort applications (heating-cooling):

PCM modules integrated into walls, floors or ventilation systems in order to keep the indoor temperature stable in buildings can reduce energy consumption by balancing day-night temperature differences. Although the 18–28 °C range is generally preferred in such systems, heat storage modules up to 60 °C are used in some combined systems [11].

- Industrial waste heat recovery:

In sectors such as chemical, textile, food and metal processing, waste heat released from processes in the range of 70–100 °C can be stored by PCM systems and reused in other processes. This both increases energy efficiency and reduces operating costs [12].

- Cogeneration systems:

In cogeneration systems where both electrical and thermal energy are produced simultaneously, the medium temperature waste heat at the turbine outlet can be stored with PCM systems. This energy can be used for water heating, heating support or process feeding when needed [13].

## 3. CLASSIFICATION AND COMPARISON OF PCM TYPES FOR MEDIUM TEMPERATURE APPLICATIONS

### 3.1. Organic PCMs

Organic PCMs consist of carbon-based chemical structures and are divided into two main subgroups:

a) Paraffins (n-Alkanes): Paraffins consist of straight-chain hydrocarbons and are chemically stable. Paraffins containing 18–28 carbon atoms generally have melting points of 40–70°C and can therefore be used in the intermediate temperature range [14].

Advantages:

- Chemically inert, non-toxic
- Does not deteriorate in the melting-freezing cycle
- No supercooling or phase separation problems

Disadvantages:

- Low thermal conductivity (~0.2 W/m K) Can be flammable

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

- Relatively low energy density

b) Fatty Acids: Fatty acids such as stearic acid, palmitic acid, and myristic acid can be obtained from renewable resources and are ideal for intermediate temperature applications as they operate in the 60–80°C range [15].

Advantages:

- Natural, environmentally friendly, biodegradable
- High thermal stability
- Clear and repeatable phase transition at the melting point

Disadvantages:

- May leave a slight odour
- May show colour and structure changes in long-term storage
- Some types may react with moisture

### 3.2. Inorganic PCMs

Inorganic PCMs are generally salt hydrates or metal-based compounds. Due to their high density and high latent heat capacity, they are preferred in applications where high energy density is required.

a) Salt Hydrates: Salt hydrates such as calcium chloride hexahydrate and sodium sulphate decahydrate can operate in the range of 60–100°C [16…9.

Advantages:

- High latent heat value (~250–300 kJ/kg), High thermal conductivity
- High energy storage capacity in a compact volume

Disadvantages:

- Supercooling problem
- Phase separation → liquid on top and solid at bottom during condensation

b) Metal and Metallic Salts: They are generally preferred in high temperature applications; however, some compounds with low melting points can also be used in the medium temperature range [17]. They are rarely used in medium temperatures due to their limitations.

### 3.3. Eutectic Mixtures

They are compounds obtained by mixing two or more PCMs in certain proportions. Eutectic mixtures have a fixed and sharp melting point, and this feature provides advantages in some applications.

Advantages:

- Precise phase transition temperature
- Customizable for the application

Disadvantages:

- Long-term stability is not always guaranteed
- Chemical reactions may occur
- The number of stable commercial products widely used in the literature is limited

## 4. MEDIUM TEMPERATURE PCM APPLICATIONS IN LITERATURE

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

There is an increasing number of studies in the literature on the use of PCM in systems operating in the medium temperature range (60–120°C). A significant part of these studies focuses on comparing the thermal performance of different PCM types, determining suitability criteria and modelling application scenarios. Sharma et al. [18] showed that fatty acids such as stearic acid can be used successfully in domestic hot water systems. Stearic acid, with a melting point of 69°C, attracts attention due to its stable structure, environmental friendliness and high latent heat capacity (~200 kJ/kg), especially in low and medium temperature heating applications. In a study conducted by Zhou et al. [19], it was reported that palmitic acid showed successful performance in solar collectors supporting residential heating systems. Palmitic acid was suggested as both an efficient and economical solution with its melting point of 63°C and latent heat capacity of 205 kJ/kg.

Table 1 compares the basic features of commonly used PCMs for medium temperature applications:

**Table 1. Comparison of PCM Types for Medium-Temperature Applications**

| PCM Type | Example PCM | Melting Point (°C) | Latent Heat (kJ/kg) | Thermal Conductivity (W/m·K) | Stability | Application Notes |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Paraffin | n-Octadecane | ~60 | ~244 | ~0.2 | Good | Low cost, flammable |
| Fatty Acid | Stearic Acid | 69 | 200–230 | ~0.2 | Very Good | Renewable, environmentally friendly |
| Salt Hydrate | $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ | 84 | 190–210 | ~0.6 | Poor | Risk of supercooling |
| Eutectic Mixture | Palmitic + Stearic | 65–75 | 180–210 | ~0.25 | Moderate | Customizable, experimental |

These literature studies show that the selection of PCM in systems operating in the medium temperature range depends not only on thermal properties but also on long-term stability, material compatibility and application environment conditions. Fatty acids, especially stearic acid, are preferred by many researchers as environmentally friendly and stable materials that meet most of these requirements.

## 5. CONCLUSION

Phase change materials (PCM) have gained an important place in thermal systems operating especially in the medium temperature range (60–120°C) due to their high latent heat capacity and constant temperature energy storage properties. In many applications from solar water heating systems to industrial waste heat recovery, from thermal comfort applications to cogeneration systems, PCMs increase energy efficiency and ensure system continuity.

In this study, PCMs are classified, types suitable for the medium temperature range are examined in detail, and important application examples in the literature are presented comparatively. While organic PCMs (especially paraffins and fatty acids) stand out due to their chemical stability, low toxicity, and environmentally friendly structures; inorganic PCMs (salt hydrates), despite providing higher energy density, require careful integration due to problems

such as supercooling, phase separation, and corrosion. Eutectic mixtures offer new potential for researchers with their customizable properties.

## REFERENCES

[1] U. Pelay, L. Luo, Y. Fan, D. Stitou, and M. Rood, "Thermal energy storage systems for concentrated solar power plants," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 79, pp. 82–100, Nov. 2017, doi: 10.1016/J.RSER.2017.03.139.

[2] G. Alva, Y. Lin, and G. Fang, "An overview of thermal energy storage systems," *Energy*, vol. 144, pp. 341–378, Feb. 2018, doi: 10.1016/J.ENERGY.2017.12.037.

[3] I. Sarbu and C. Sebarchievici, "A Comprehensive Review of Thermal Energy Storage," *Sustainability 2018, Vol. 10, Page 191*, vol. 10, no. 1, p. 191, Jan. 2018, doi: 10.3390/SU10010191.

[4] A. A. M. Omara, • Abuelnuor, A. A. Abuelnuor, H. A. Mohammed, and M. Khiadani, "Phase change materials (PCMs) for improving solar still productivity: a review," *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 2019 139:3*, vol. 139, no. 3, pp. 1585–1617, Aug. 2019, doi: 10.1007/S10973-019-08645-3.

[5] C. V. Podara, I. A. Kartsonakis, and C. A. Charitidis, "Towards Phase Change Materials for Thermal Energy Storage: Classification, Improvements and Applications in the Building Sector," *Applied Sciences 2021, Vol. 11, Page 1490*, vol. 11, no. 4, p. 1490, Feb. 2021, doi: 10.3390/APP11041490.

[6] N. Ravikiran, B. Padya, A. Rao, R. Kali, and P. K. Jain, "Classification of phase change materials," *Multifunctional Phase Change Materials: Fundamentals, Properties and Applications*, pp. 95–112, Jan. 2023, doi: 10.1016/B978-0-323-85719-2.00004-3.

[7] W. D. Steinmann, "Thermal Energy Storage for Medium and High Temperatures: Concepts and Applications," *Thermal Energy Storage for Medium and High Temperatures: Concepts and Applications*, pp. 1–395, Dec. 2021, doi: 10.1007/978-3-658-02004-0/COVER.

[8] A. Crespo, C. Barreneche, M. Ibarra, and W. Platzer, "Latent thermal energy storage for solar process heat applications at medium-high temperatures – A review," *Solar Energy*, vol. 192, pp. 3–34, Nov. 2019, doi: 10.1016/J.SOLENER.2018.06.101.

[9] P. M. Cuce, T. Guclu, and E. Cuce, "Design, modelling, environmental, economic and performance analysis of parabolic trough solar collector (PTC) based cogeneration systems assisted by thermoelectric generators (TEGs)," *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, vol. 64, p. 103745, Apr. 2024, doi: 10.1016/J.SETA.2024.103745.

[10] A. M. Nair, C. Wilson, M. J. Huang, P. Griffiths, and N. Hewitt, "Phase change materials in building integrated space heating and domestic hot water applications: A review," *J Energy Storage*, vol. 54, p. 105227, Oct. 2022, doi: 10.1016/J.EST.2022.105227.

[11] E. Rodriguez-Ubinas, L. Ruiz-Valero, S. Vega, and J. Neila, "Applications of Phase Change Material in highly energy-efficient houses," *Energy Build*, vol. 50, pp. 49–62, Jul. 2012, doi: 10.1016/J.ENBUILD.2012.03.018.

[12] D. Li, J. Wang, Y. Ding, H. Yao, and Y. Huang, "Dynamic thermal management for industrial waste heat recovery based on phase change material thermal storage," *Appl Energy*, vol. 236, pp. 1168–1182, Feb. 2019, doi: 10.1016/J.APENERGY.2018.12.040.

[13] E. Assareh, A. Keykhah, L. Cao Nhien, M. Ghodrat, M. Firoozzadeh, and M. Lee, "A proposal on a co-generation system accompanied with phase change material to supply energy demand of a hospital to make it a zero energy building (ZEB)," *Energy Build*, vol. 318, p. 114478, Sep. 2024, doi: 10.1016/J.ENBUILD.2024.114478.

[14] M. M. Kenisarin, "Thermophysical properties of some organic phase change materials for latent heat storage. A review," *Solar Energy*, vol. 107, pp. 553–575, Sep. 2014, doi: 10.1016/J.SOLENER.2014.05.001.

[15] S. S. Magendran *et al.*, "Synthesis of organic phase change materials (PCM) for energy storage applications: A review," *Nano-Structures & Nano-Objects*, vol. 20, p. 100399, Oct. 2019, doi: 10.1016/J.NANOSO.2019.100399.

[16] Y. Lin, G. Alva, and G. Fang, "Review on thermal performances and applications of thermal energy storage systems with inorganic phase change materials," *Energy*, vol. 165, pp. 685–708, Dec. 2018, doi: 10.1016/J.ENERGY.2018.09.128.

[17] S. A. Mohamed *et al.*, "A review on current status and challenges of inorganic phase change materials for thermal energy storage systems," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 70, pp. 1072–1089, Apr. 2017, doi: 10.1016/J.RSER.2016.12.012.

[18] A. Sharma, V. V. Tyagi, C. R. Chen, and D. Buddhi, "Review on thermal energy storage with phase change materials and applications," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 13, no. 2, pp. 318–345, Feb. 2009, doi: 10.1016/J.RSER.2007.10.005.

[19] D. Zhou, C. Y. Zhao, and Y. Tian, "Review on thermal energy storage with phase change materials (PCMs) in building applications," *Appl Energy*, vol. 92, pp. 593–605, Apr. 2012, doi: 10.1016/J.APENERGY.2011.08.025.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# DESIGN AND ENERGY ANALYSIS OF A PASSIVE THERMAL STORAGE SYSTEM WITH PCM-INTEGRATED SPIRAL HEAT EXCHANGER

**Erdem CUCE**
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkiye, erdem.cuce@erdogan.edu.tr
ORCID: 0000-0003-0150-4705

**Pinar Mert CUCE**
Department of Architecture, Faculty of Engineering and Architecture, Recep Tayyip Erdogan University, Zihni Derin Campus, 53100 Rize, Turkiye, pinar.mertcuce@erdogan.edu.tr
ORCID: 0000-0002-6522-7092

**Tamer GUCLU**
Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering, Bayburt University, Dede Korkut Campus, 69000 Bayburt, Turkiye, tamerguclu@bayburt.edu.tr
ORCID: 0000-0002-5864-3864

## ABSTRACT

This study presents the design and energy analysis of a spiral tube passive thermal energy storage system integrated with phase change material (PCM). The system aims to store thermal energy carried by water at a certain temperature by means of PCM with high latent heat capacity. Stearic acid was chosen as PCM due to its suitable melting temperature, chemical stability and environmental safety. Parameters such as spiral heat exchanger geometry, tube diameter, number of turns and tube length were optimised to ensure that the fluid remains in the tube for a sufficient time. The stored thermal energy is aimed to be used in low-temperature applications such as space heating at night. The study theoretically investigates the energy storage potential of the system, the interaction time with PCM and its engineering feasibility.

**Keywords:** Phase change material, spiral heat exchanger, thermal storage, latent heat, stearic acid

## 6. INTRODUCTION

The increasing global demand for energy and the increasing depletion of fossil fuel resources have made it necessary to develop renewable energy systems and use existing energy more efficiently [1]. However, renewable energy sources have inherently intermittent and unpredictable production profiles. Energy obtained from sources such as solar and wind energy often does not coincide with the hours when demand is high. This requires that energy be stored under appropriate conditions until the time of need. Thermal energy storage systems offer a cost-effective, reliable and environmentally friendly solution, especially for systems operating in low and medium temperature ranges [2-4]. Thermal energy storage technologies are generally divided into three main categories:

- sensible heat storage,
- latent heat storage,
- thermochemical energy storage [5].

Among these, latent heat storage systems stand out due to their potential to store large amounts of energy during a material's phase change (usually from solid to liquid) [6]. Phase change materials (PCMs), which form the basis of these systems, can store large amounts of energy in a small volume at a fixed or narrow temperature range. PCMs are widely used in heating, cooling, solar energy applications, and industrial processes [7]. In the literature, a significant portion of PCM applications focuses on advantages such as high efficiency, low maintenance requirements, and long service life. However, the performance of these systems is directly dependent on engineering parameters such as the geometry of the heat exchange surface, flow pattern, and material-fluid interaction, as well as the physical and chemical properties of the PCM. In particular, the form of the heat exchanger is a critical factor that determines the efficiency of the system by maximising the contact surface with the PCM [8,9]. In this context, spiral tube exchangers are quite advantageous in terms of heat exchange with PCM due to their compact structure and the fact that they extend the heat transfer period by allowing the fluid to travel a long distance along the tube. The spiral structure provides both thermal and volumetric efficiency by providing maximum tube length within a certain volume. It also facilitates the direction of flow in systems operating with natural circulation or gravity. These features provide great advantages for passive energy storage systems, especially in off-grid regions [10, 11].
1.451 / 5.000
In this study, the engineering design and energy analysis of a spiral tube passive thermal energy storage system integrated with stearic acid-based PCM are presented. Stearic acid is highly compatible with the system due to its melting temperature of 69°C, high latent heat capacity (~200–230kJ/kg) and environmental safety [12]. The system is based on the principle that hot water sent at certain intervals transfers the energy it carries while passing through the spiral tube to the PCM. In this process, the geometric properties of the spiral tube (diameter, number of turns, pitch range, total length), fluid residence time in the tube and heat transfer surface are analyzed in detail. In the literature, studies on spiral tube PCM systems are limited in number and holistic design analyses, especially for configurations operating with gravity-assisted passive flows, are rare. Therefore, the originality of the study lies in both the detailed consideration of engineering calculations and the holistic evaluation of theoretical energy

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

analysis with the system geometry. In this paper, the engineering parameters that form the basis of the design of the system are calculated; The heat exchange dynamics of the fluid with the PCM are explained; energy storage capacity, usability period and potential application areas were examined. The results obtained are aimed to be a reference for passive storage systems applicable in regions with similar energy needs.

## 7. METHODOLOGY

In this study, a passive thermal energy storage system is designed to store waste heat obtained from a solar cogeneration system operating intermittently throughout the day. The system consists of an insulated tank containing PCM and a spiral tube heat exchanger placed inside this tank. The design parameters are calculated and optimised considering the real operating scenario and heat transfer capacity of the system.

The energy storage requirement was determined by multiplying the amount of heat transferred in each cycle in the system by the total number of cycles. In each cycle, 0.2 kg of water vapor passes through the spiral tube at a temperature of approximately 80°C, giving heat to the PCM and cooling down to approximately 25°C.

The schematic diagram of the designed thermal storage tank with a spiral heat exchanger is presented in Fig. 1.

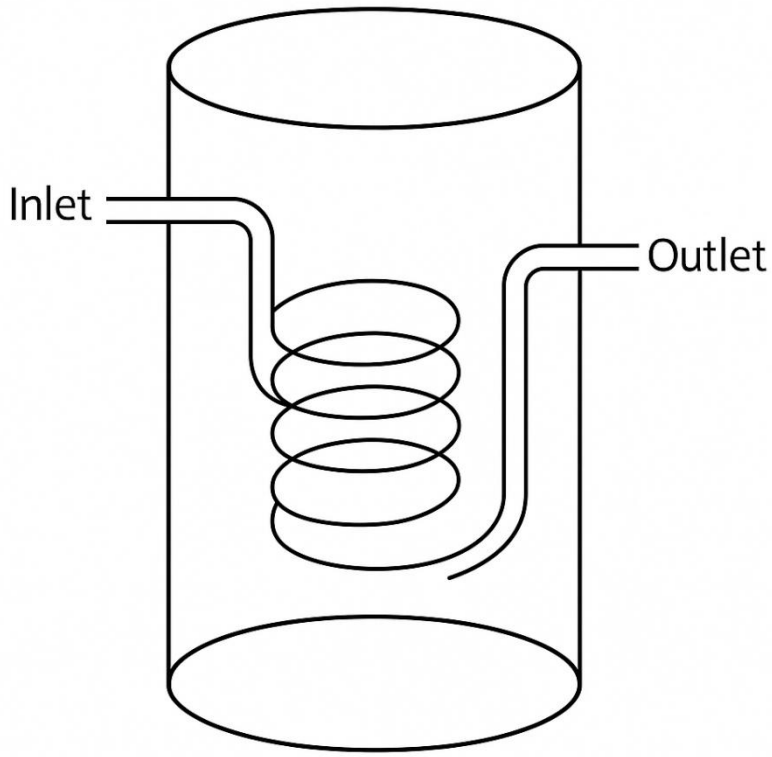



**Figure 1.** The schematic diagram of the designed thermal storage tank with a spiral heat exchanger

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 8. RESULTS AND DISCUSSIONS

Energy transferred in one cycle:

$$Q = m \times cp \times (Tin - Tout)$$
$$= 0.2\ kg \times 4.18\ kJ/kg{\cdot}K \times (80°C - 25°C) = 46\ kJ$$

The system operates for 8 hours per day. Each cycle consists of 142 seconds of flow and 230 seconds of idle time, totalling 372 seconds

Number of cycles per day: $n = 28800\ s / 372\ s \approx 77$

Total energy transferred: $Q = 46\ kJ \times 77 = 3542\ Kj$

Total energy that stearic acid can store per 1 kg:
Sensible heat: $c \times \Delta T = 2100 \times (78 – 25) = 111300\ J$
Latent heat: 199000 J
Total: 310300 J/kg
Amount of PCM required: $m = 2656000 / 310300 \approx 8.7\ kg$
Volume of PCM = $8.7 / 940 \approx 0.0093\ m^3 = 9.3$ liters
When the aim is to bring a space from 18 °C to 21 °C internal temperature with 8.7 kg PCM and keep it at this temperature for 8 hours;
Internal temperature: 21 °C
Initial temperature: 18 °C
External temperature: 10 °C
U-value: 0.4 $W/m^2\ K$ (medium insulation)
Height: 2.3 m
Width and length: X = Y = a (square shape assumed)
Volume: $V = 2.3a^2 \rightarrow m_{air} = 1.2 * 2.3a^2 = 2.76a^2$ kg
Energy required for heating: $Q_{heating} = 2.76a^2 * 1.005 * 3 = 8.32a^2$ kJ
Surface area for heat loss: $A = 2a^2 + 2.3a + 2.3a = 2a^2 + 4.6a$
$Q_{loss} = U * A * \Delta T * t = 0.4 * (2a^2 + 4.6a) * 11 * 28800 = 126720 * (2a^2 + 4.6a)$
Total energy requirement: $Q_{total} = 8320a^2 + 126720(2a^2 + 4.6a) = 8320a^2 + 253440a^2 + 582912a = 261760a^2 + 582912a$
If it is equalized with PCM energy: $261760a^2 + 582912a = 2656000$
$a \approx 1.92$ m
Width = Length ≈ 1.92 m, Volume ≈ 8.48 $m^3$
As a result, with 8.7 kg of Stearic Acid, a room with a height of 2.3 m and a floor area of 1.92 m × 1.92 m can be raised from 18 °C to 21 °C and kept constant at 21 0C for 8 hours.
Although the calculated energy values confirm the storage potential, real-world efficiency may vary depending on thermal conductivity limits within the PCM mass. The need for heat transfer enhancements is evident, especially in peripheral PCM zones far from the spiral coil.

## 9. CONCLUSION

In this study, a passive thermal energy storage system integrating a spiral tube heat exchanger with stearic acid-based phase change material (PCM) was theoretically designed and analysed. The system was intended to store thermal energy from intermittent heat sources and release it during low-temperature heating needs, such as space heating.

Energy transfer calculations based on periodic fluid input showed that approximately 3542 kJ of heat could be delivered over 77 cycles. By considering both sensible and latent heat contributions of stearic acid, the required PCM mass was determined to be between 8.7 kg and 9.95 kg depending on the intended energy storage target.

The spiral coil geometry, tube length, and number of turns were optimised to maximise heat transfer surface area within a limited volume while ensuring sufficient residence time for effective energy exchange. Additionally, the feasibility of using the stored energy for space heating applications was evaluated by estimating heat loss and internal temperature maintenance in a defined room volume.

The outcomes of this theoretical study provide a useful design basis for future experimental implementations and low-temperature thermal storage applications using passive PCM systems.

## REFERENCES

[1] Cuce PM, Guclu T, Cuce E. Design, modelling, environmental, economic and performance analysis of parabolic trough solar collector (PTC) based cogeneration systems assisted by thermoelectric generators (TEGs). Sustainable Energy Technologies and Assessments 2024;64:103745. https://doi.org/10.1016/J.SETA.2024.103745.

[2] Qazi A, Hussain F, Rahim NABD, Hardaker G, Alghazzawi D, Shaban K, et al. Towards Sustainable Energy: A Systematic Review of Renewable Energy Sources, Technologies, and Public Opinions. IEEE Access 2019;7:63837–51. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2906402.

[3] Ang TZ, Salem M, Kamarol M, Das HS, Nazari MA, Prabaharan N. A comprehensive study of renewable energy sources: Classifications, challenges and suggestions. Energy Strategy Reviews 2022;43:100939. https://doi.org/10.1016/J.ESR.2022.100939.

[4] Sharma A, Tyagi V V., Chen CR, Buddhi D. Review on thermal energy storage with phase change materials and applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2009;13:318–45. https://doi.org/10.1016/J.RSER.2007.10.005.

[5] Sarbu I, Sebarchievici C. A Comprehensive Review of Thermal Energy Storage. Sustainability 2018, Vol 10, Page 191 2018;10:191. https://doi.org/10.3390/SU10010191.

[6] Alva G, Lin Y, Fang G. An overview of thermal energy storage systems. Energy 2018;144:341–78. https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2017.12.037.

[7] Omara AAM, Abuelnuor •, Abuelnuor AA, Mohammed HA, Khiadani M. Phase change materials (PCMs) for improving solar still productivity: a review. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry 2019 139:3 2019;139:1585–617. https://doi.org/10.1007/S10973-019-08645-3.

[8] Ravikiran N, Padya B, Rao A, Kali R, Jain PK. Classification of phase change materials. Multifunctional Phase Change Materials: Fundamentals, Properties and Applications 2023:95–112. https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85719-2.00004-3.

[9] Rodriguez-Ubinas E, Ruiz-Valero L, Vega S, Neila J. Applications of Phase Change Material in highly energy-efficient houses. Energy Build 2012;50:49–62. https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2012.03.018.

[10] Vivekanandan M, Saravanan G, Vijayan V, Gopalakrishnan K, Krishna JP. Experimental and CFD investigation of spiral tube heat exchanger. Mater Today Proc 2021;37:3689–96. https://doi.org/10.1016/J.MATPR.2020.09.824.

[11] Abdelmagied M. Thermal performance characteristics of a triple spiral tube heat exchanger. Chemical Engineering and Processing - Process Intensification 2020;149:107707. https://doi.org/10.1016/J.CEP.2019.107707.

[12] Sari A, Kaygusuz K. Thermal Energy Storage Characteristics of Myristic and Stearic Acids Eutectic Mixture for Low Temperature Heating Applications. Chin J Chem Eng 2006;14:270–5. https://doi.org/10.1016/S1004-9541(06)60070-0.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# VERİ ARTTIRMA TEKNİĞİNİN ENDÜSTRİYEL BİR PROBLEMDE İNCELENMESİ

**Alptekin KAVAKOĞLU**
Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İmalat Mühendisliği Anabilim Dalı
alptekinkavakoglu@gmail.com - 0009-0003-8979-9014

**Dr.Öğr.Üyesi Garip ERDOĞAN**
Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
gerdogan@sakarya.edu.tr - 0000-0002-3924-9984

## ÖZET

Bu çalışmada, kültür taşı üretiminde karşılaşılan kırılma probleminin hava sıcaklığı, hava nemi, harç sıcaklığı, fırın sıcaklığı, fırın nemi ve fırında kalma süresi gibi değişkenlere bağlı olarak ortaya çıkan yüzdesinin istatistiksel veri işleme teknikleri ile arasındaki ilişkinin açıklanması amaçlanmıştır. Endüstriyel verilerin çeşitli istatiksel yöntemler ile etkin parametrenin belirlenmesi ve kestirimci yaklaşımlar ile önceden belirlenmesi için çeşitli istatiksel yaklaşımların (Tam Faktöriyel, Rastgele Orman) etkinliği değerlendirilmiştir. Bu durum veri miktarının azlığından kaynaklanmaktadır. Özellikle sınırlı veriyle çalışan üretim ortamlarında, veri artırma yöntemlerinin model başarımı üzerindeki etkisi incelenmiş ve çeşitli deneysel senaryolarla doğrulanmıştır. Günümüz üretim süreçlerinde yapay zekâ tabanlı veri arttırma teknikleri üretim sistemlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmektedir. Ancak örnek azlığı gibi veriye dayalı sınırlılıklar, öğrenme algoritmalarının doğruluk oranını düşürebilmektedir. Veri artırma teknikleri, bu sınırlılıkların aşılmasına olanak tanıyarak sentetik veri üretimi ve örnek çeşitlendirme yöntemleriyle daha dengeli veri setleri oluşturulmasına katkı sağlar. Bu çalışma kapsamında, Gauss Gürültüsü ile veri arttırma ve Bootstrap ile veri artırma yöntemleriyle elde edilen modellerinin performans ölçütleri kıyaslanmış; veri artırmanın $R^2$'ye olan katkısı deneysel olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar, sınırlı veri durumlarında bile yapay zekâ destekli veri arttırma tekniklerinin, doğru artırma teknikleri ile anlamlı başarılar elde edebileceğini göstermiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Anahtar Kelimeler: Veri Artırma (Data Augmentation), Rastgele Orman (Random Forest), Lineer Regresyon, Yapay Zeka.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# KENTLERDEKİ AĞAÇLARIN ESTETİK VE FONKSİYONEL DEĞERLENDİRMESİ

**Mevhibe DEMİRCAN**

Yük Lis. Ögr., Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Erzurum/TÜRKİYE, demircanmevhibe55@gmail.com ORCID ID: 0009-0008-1096-8230

**Prof. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU YILDIZ**

Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Erzurum/TÜRKİYE, nalandemircioglu25@hotmail.com ORCID ID:0000-0002-4871-1579

## ÖZET

Kentlerdeki ağaçlar, tek başına peyzaj öğesi olarak değil, aynı zamanda ekolojik katkılar sunan önemli unsurlar olarak da değerlendirilmelidir. Estetik açıdan kent dokusuna görsellik katarken, fonksiyonel olarak hava kirliliğini azaltma, su döngüsünü destekleme, ısı birikimini önleme ve biyolojik çeşitliliği artırma gibi kritik roller üstlenmektedirler. Halkın bu katkıların farkında olması, sürdürülebilir kentleşme açısından büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışma, kent ağaçlarının estetik ve fonksiyonel katkılarını çeşitli yönleriyle ele alarak değerlendirmektedir. Literatür taramaları doğrultusunda yapılan araştırmalar, halkın ağaç seçiminde öncelikli olarak estetik kaygıları dikkate aldığını ancak fonksiyonel katkılar konusunda farkındalıklarının yeterli bilinç düzeyine sahip olmadığını ortaya koymaktadır.

Genellikle yapılan çalışmalarda geniş yapraklı ve gölge sağlayan ağaç türleri daha fazla tercih edilmekte, kök yapıları altyapıya zarar verebilecek türlerden kaçınılmaktadır. Kent ağaçlarının hava kalitesi, su döngüsü ve sıcaklık düzenleme gibi ekolojik katkıları konusunda farkındalığın artırılmasının, sürdürülebilir yeşil alan yönetimi açısından önemli olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışma, kentsel ağaçlandırma stratejilerinin toplumun beklentileriyle uyumlu hale getirilmesine katkı sağlayarak, sürdürülebilir ve ekolojik açıdan bilinçli bir planlama sürecine rehberlik etmeyi amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Kentsel ağaçlandırma, Kentsel planlama, Peyzaj

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. GİRİŞ

Kentsel alanlar, insan ihtiyaçlarını karşılamak üzere tasarlanmış, farklı çevresel koşullara sahip bölgelerdir (Czech vd., 2000; Berkowitz, vd., 2003). Kentsel alanlardaki betonlaşma ve yapılaşma doğal yaşamın korunmasını ve kentsel gelişimi zorlaştırsa da kentlerdeki ağaçların varlığı bu dengeyi sağlamakta kritik bir rol oynar (Konijnendijk vd., 2005). Ağaçlar kent ekosisteminin dengesini korumada ve insanların yaşam kalitesini iyileştirmede önemli bir noktada yer alır (Bolund ve Hunhammar, 1999). Kentsel alanlarda ki ağaçların varlığı, hızla artan betonlaşma ve yapılaşmaya rağmen sürdürülebilir kent yaşamı oluşturmak için oldukça önemlidir (Konijnendijk vd., 2005). Ağaçlar kentlerin ekolojik dengesini korumada, insanların hayat kalitesini iyileştirmede büyük bir öneneme sahiptir (Bolund ve Hunhammar, 1999; Gül ve Küçük, 2001). Hava kirliliğinin azaltılması, gölge alanları oluşturarak kentsel ısı adasının etkilerinin hafifletilmesi (Akbari, 2002), su döngüsünün düzenlenmesi (Xiao ve McPherson, 2003) ve biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi (Alvey, 2006) gibi özellikler ağaçların önemli faydalarındandır. Ağaçlar aynı zamanda kent sakinlerine doğayla iç içe olma ve stresli kent yaşamından uzaklaşma fırsatı sunarak psikolojik ve sosyal hayatlarında da katkıda bulunur (Ulrich, 1984). Kentsel alanlarda bulunan ağaçlar, çevresel katkılarının yanı sıra kentteki peyzajın estetik değerini de arttırır (Kaya ve Uzun, 2024).

Ağaçlar; formaları, renkleri ve mevsimsel değişim özellikleriyle etrafa görsel çeşitlilik ve estetik zenginlik kazandırır (Eren ve Tarakcı, 2016). Bu unsurlar kentteki insanların mekanla olan ilişkilerini güçlendirirken kent kimliğini ve mekânsal estetiği de ön plana çıkarır (Yılmaz ve Yılmaz, 2009). Yapılan çalışmalarda doğrultusunda da kullanıcıların ağaç tercihlerinde estetik özelliklere öncelik verdiği ortaya koyulmuştur. Fakat bu tercihler işlevselliği göz ardı ederek kent planlama süreçlerinde uzun vadeli sürdürülebilirlik hedeflerinin geri planda tutulduğunu göstermiştir (Lohr vd., 2004; Gül ve Küçük, 2001). Fonksiyonel olarak kent ağaçlarının ekosisteme katkıları da göz ardı edilemez, yazları gölgelik alan olanağı sağlar, karbon yutakları olarak iklim değişikli ile mücadele de katkıda bulunur, kent sağlığı açısından da gürültü engelleyici ve toz yutucu etkileriyle fayda sağlar (Yılmaz, Bulut ve Yeşil, 2006; Korkut, Kiper, ve Topal, 2017).

Kentsel ağaçlandırma çalışmalarının başarısı ve sürdürülebilirliği, halkın ağaçlara yönelik algılarına ve tercihlerine bağlıdır (Schroeder ve Anderson, 1984). Ağaçların sağladığı faydaların ve kentsel ekosistemdeki öneminin farkında olan bir toplum, yeşil alanların korunması ve geliştirilmesi için daha fazla destek verecektir (Kaplan ve Kaplan, 1989). Halkın ağaçlara yönelik algıları, estetik tercihleri, fonksiyonel beklentileri ve çevresel farkındalık düzeyleri çeşitli faktörlerden etkilenir. Bu faktörlerin anlaşılması ile kentsel yeşil alanların planlanması ve yönetiminde, halkın beklentilerini karşılayan ve daha fazla kabul gören projelerin geliştirilmesine olanak tanır (Sommer vd., 1991; Tyrväinen vd., 2003).

Bu çalışma, kent ağaçlarının halk tarafından nasıl algılandığını ve bu algının estetik, fonksiyonel değerlendirmelerle nasıl şekillendiğini incelemeyi amaçlamaktadır. Escobedo ve Chacalo (2008), ABD ve İngiltere'de yaptığı anket çalışmasında, sokak ağaçlarına dair

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

tercihlerin estetik değerler (görsellik, yapraklılık) ile ekolojik katkılar (gölge, oksijen üretimi) arasında bir dengeye dayandığı belirtmişlerdir. İnsanların genellikle büyük yapraklı ve çiçek açan ağaçları tercih ettiğini bulmuşlardır.

Çalışmanın diğer bir hedefi ise, halkın ağaçlara yönelik tercihleri, sağladığı gölge, hava temizliği ve biyolojik çeşitlilik gibi faydalar üzerindeki görüşleri araştırılarak, bu verilerin kentsel yeşil alanların planlanması ve yönetiminde kullanılabilecek önemli bir kaynak sunmasıdır. Schroeder ve Flannigan (2006)'nın Meksiko Şehri'nde yaptıkları çalışmada, insanların ağaç tercihlerinde ekosistem hizmetlerinin (hava kalitesi, sıcaklık düzenleme, gürültü azaltma) önemli bir faktör olduğunu bulmuşlardır. Bununla birlikte, estetik özellikler (çiçek renkleri ve genel görünüm) de sıklıkla vurgulanmıştır.

Sonuç olarak kentsel alanlarda bulunan ağaçlar, sadece estetik değil fonksiyonel olarak da büyük bir öneme sahiptir. Halkın ağaçlara yönelik algıları çoğunlukla estetik şekiller üzerine şekillense de bu durumun aynı zamanda ekolojik altyapısının olması da önemlidir. Estetik ve fonksiyonellik arasında ki dengeyi kurmak kentsel ağaçlandırma projelerinin en önemli noktalarındandır. Bu doğrultuda, halkın ağaçlara yönelik farkındalığının artması ve ekolojik durumu gözetmek kentsel yeşil alanların daha etkili planlanması ve yönetilmesini sağlayacaktır.

## 2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, kentsel ağaçlandırma uygulamalarının kentsel planlama ve peyzaj mimarlığı bağlamında literatürde nasıl yer aldığını incelemek için bibliyometrik analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Bibliyometrik analiz, belirli alanlardaki akademik çalışmaları istatistiksel olarak değerlendirerek kavramsal yapıları, akademik araştırma eğilimlerini, araştırma boşluklarını bilimsel sonuçlara uyarlayan nicel bir analiz yöntemidir (Sun ve ark. 2022). Makaleler, kitaplar, kitap bölümleri, konferans bildirileri ve diğer bilimsel yayınların ve literatürün istatistiksel değerlendirmesini ifade etmektedir (Kumar ve ark. 2023).

Veri toplama sürecinde Scopus veri tabanı kullanılmıştır. Scopus multidisipliner ve geniş kapsamlı uluslararası akademik taramalarında sıklıkla tercih edilen güvenilir bir kaynaktır. Çalışma kapsamında, "**urban forestry**", "**urban planning**" ve "**landscape**" anahtar kelimeleri kullanılarak, başlık, özet ve anahtar kelime alanlarını kapsayan bir arama gerçekleştirilmiştir. Arama, **1975–2025** yılları arasında yayımlanmış, makale, kitap bölümü ve konferans bildirisi türündeki yayınları kapsayacak şekilde sınırlanmıştır. Bu kapsamda **toplam 64 bilimsel yayına** ulaşılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde **VOSviewer** yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım literatürdeki verilere dayalı haritalar oluşturmak ve bu haritaları görselleştirerek anahtar kelime eş-frekans haritaları, yazar iş birliği ağları ve yayınların yıllık dağılımları gibi grafikleri oluşturmuştur.

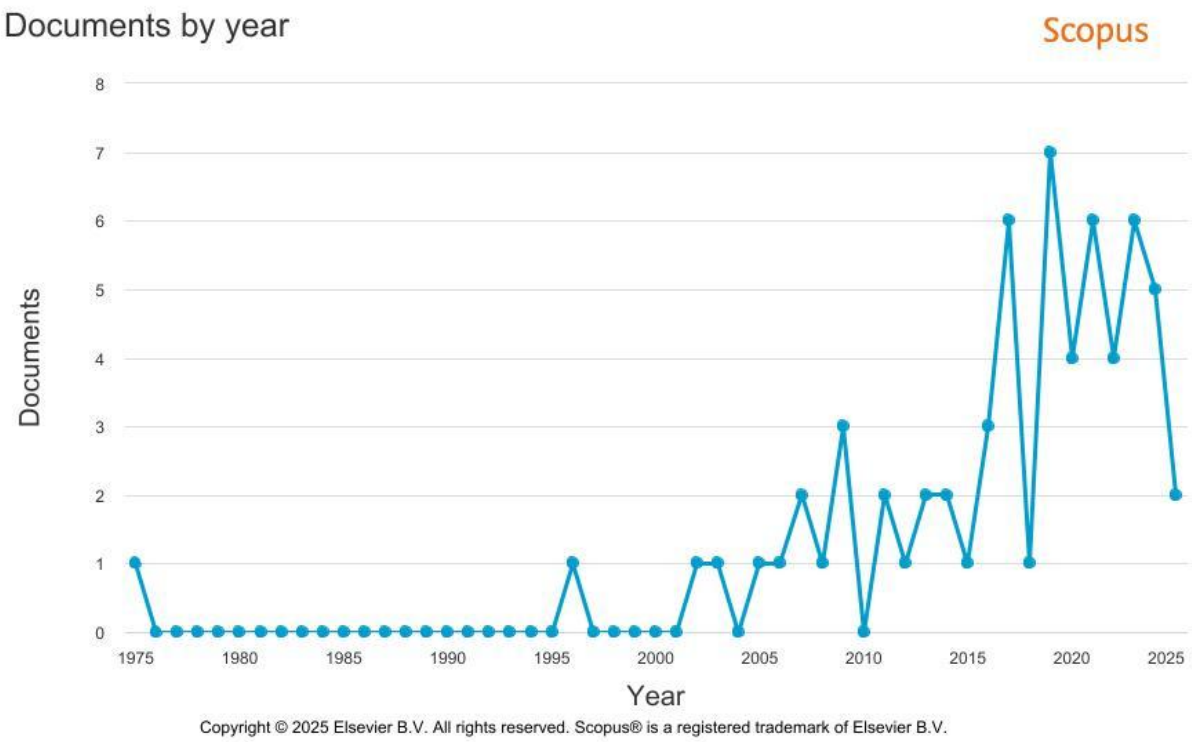
## 3. BULGULAR

Görsel 1'de, Scopus veri tabanından elde edilen veriler doğrultusunda 1975-2025 yılları arasında "kentsel ağaçlandırma", "kentsel planlama" ve "peyzaj" anahtar kelimeleri kullanılarak akademik çalışmaların yıllara göre dağılımı verilmektedir. İncelenen 64 yayına

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

göre yıllar içerisinde yayın sayılarının düzensiz bir şekilde seyrettiği gözlemlenmektedir. 1975-1990 yılları arasında konuyla alakalı sınırlı sayıda yayın yapılmış ve durum kavramların literatürde geniş bir yer kaplamadığını göstermiştir. Bu yıllar arasında konuyla ilgili teorik altyapının yeni oluşmakta olduğu ve kent planlamada ağaçlandırmanın öncelikli araştırma konusu olarak verilmediği gözlemlenmektedir.

1990'lı yıllardan sonra, özellikle çevre bilinci ve sürdürülebilirlik kavramlarının öne çıkmasıyla yayın sayılarında artışlar gözlemlenmiştir (Scopus, 2025). 2000'li yıllarla beraber artış eğilimi daha da belirginleşmiş kentsel ağaçlandırma teması öne çıkmaya başlamıştır. 2010 yılı sonrasında yayınlarda dikkat çekici bir ivme görülmektedir. Özellikle 2018-2021 yılları arasında yayın sayısı belirgin bir biçimde artmıştır. 2022-2023 yıllarında ise azda olsa bir düşüş gözlemlenmiştir. 2024 yılında yeniden artış yaşanırken, 2025 yılı verilerinin tam yıl verisi olamaması nedeniyle düşüş gözlemlenmiştir.




Görsel 1. Yıllara göre yayın sayılarının değişim grafiği (1975-2025)

Kaynak: Scopus https://www.scopus.com

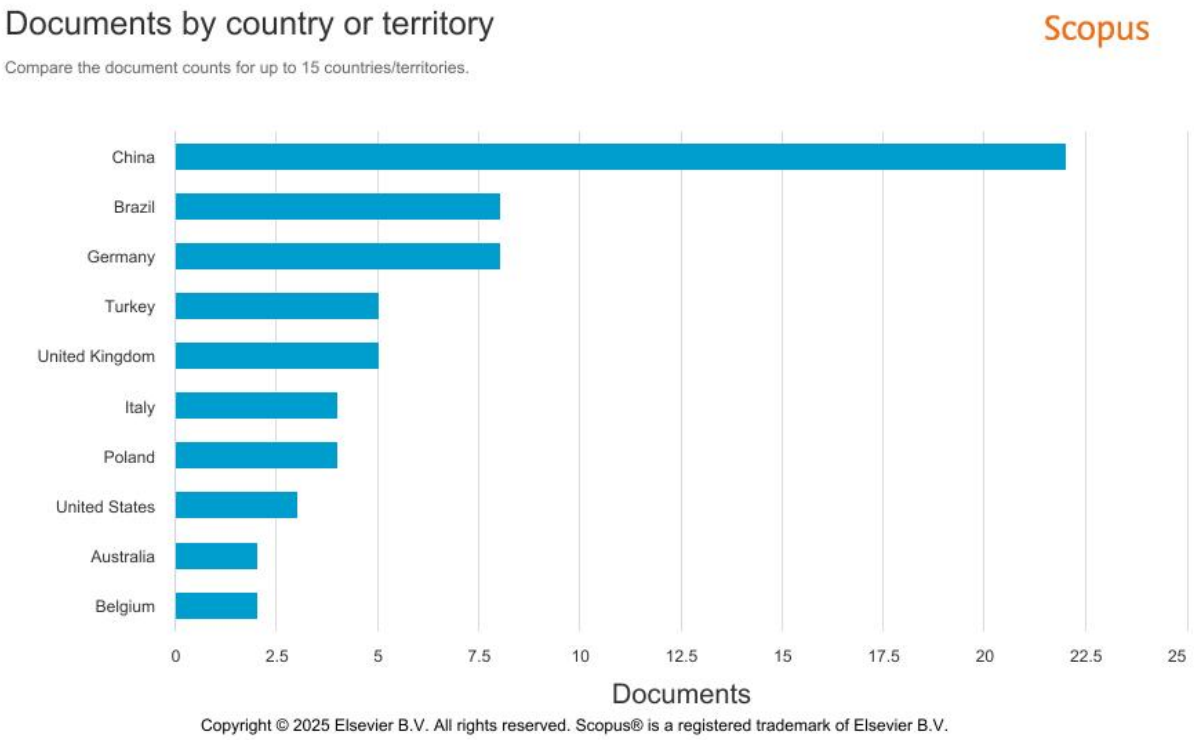
Görsel 2'de scopus veri tabanından elde edilen 64 bilimsel çalışmada, kentsel ağaçlandırma, peyzaj ve planlama ilişkilerinin farklı ülkelerde nasıl ele alındığı gösterilmektedir. Bu verilere göre Çin bu alanda en fazla yayın yapan ülke olarak 22 yayın yapmıştır. Çin'de yapılan çalışmalar çoğunlukla büyük ölçekli olup ağaçların ekosistemle ilişkisi hakkındadır. Bu durum

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Çin'in hızlı kentleşme sürecinde kent ağaçlarının fonksiyonel katkılarına farkındalık sağladığını yansıtmaktadır.

Brezilya ve Almanya ise her biri 8'er yayın yaparak Çin'den sonra gelmektedir. Bu çalışmalarda kentsel yeşil alanlar kullanıcı odaklı bir yaklaşımla incelenip bu alanlarda ki toplumsal işlevlere odaklanılmaktadır. Brezilya ve Almanya ülkelerinde, halkın algısı, yeşil altyapını toplumsal etkilerini ve estetik kaygılarını da öne çıkarmaktadır. Almanya'da ki araştırmalarda özellikle peyzaj estetiği ve çevresel planlama ön plandadır.

Türkiye'de 5 akademik çalışma yapılmıştır. Çalışmamızın konu başlığı olan estetik ve fonksiyonel değerlendirme açısından önemli ölçüde bahsedilmiştir. Daha az sayıda yayın yapan Amerika Birleşik Devletleri, İtalya, İngiltere, Avusturalya, Hindistan, İspanya gibi ülkelerde yapılan çalışmalar daha çok multidisipliner bir yaklaşımla yapılmıştır. Kentsel ağaçlandırma, peyzaj ve ekoloji konularıyla da ilişkilidir.




Görsel 2. Yayın Sayılarının Ülkelere Göre Dağılımı (1975-2025)

Kaynak: Scopus https://www.scopus.com

Görsel 3'de 1975-2025 yılları arasında yayımlanmış akademik çalışmalardan faydalanılarak oluşturulan anahtar kelime ağı kentsel ağaçlandırma konusunun literatürde ki hangi temalarla ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Her bir düğüm, bir anahtar kelimeyi temsil ederken, düğümün büyüklüğü terimin literatürde ki sıklığını, düğümlerin arasında ki çizgiler ise bu terimlerin birlikte kullandığı yayın sayısını

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

ifade etmektedir. Anahtar kelime ağı analizinde farklı renklerde kullanılan gruplaşmış kümeler araştırma alanında ki konu yoğunluğunu yansıtmaktadır.

Yeşil kümede, "climate change" (iklim değişikliği) anahtar kelimesi merkezde konumlanmış, "land use and land cover" (arazi kullanımı ve arazi örtüsü), "social services" (sosyal hizmetler) ve "rain" (yağmur) gibi kavramlarla güçlü bağlantılar kurmuştur. Bu durum, iklim değişikliği ve kentlerdeki arazi kullanım değişimlerinin ekosistem hizmetleriyle nasıl iç içe geçtiğini göstermektedir. Sosyal hizmetlerin bu kümede yer alması, çevresel değişimlerin insan yaşam kalitesi üzerindeki etkilerinin sürdürülebilir kent planlaması bağlamında ele alındığını düşündürmektedir.

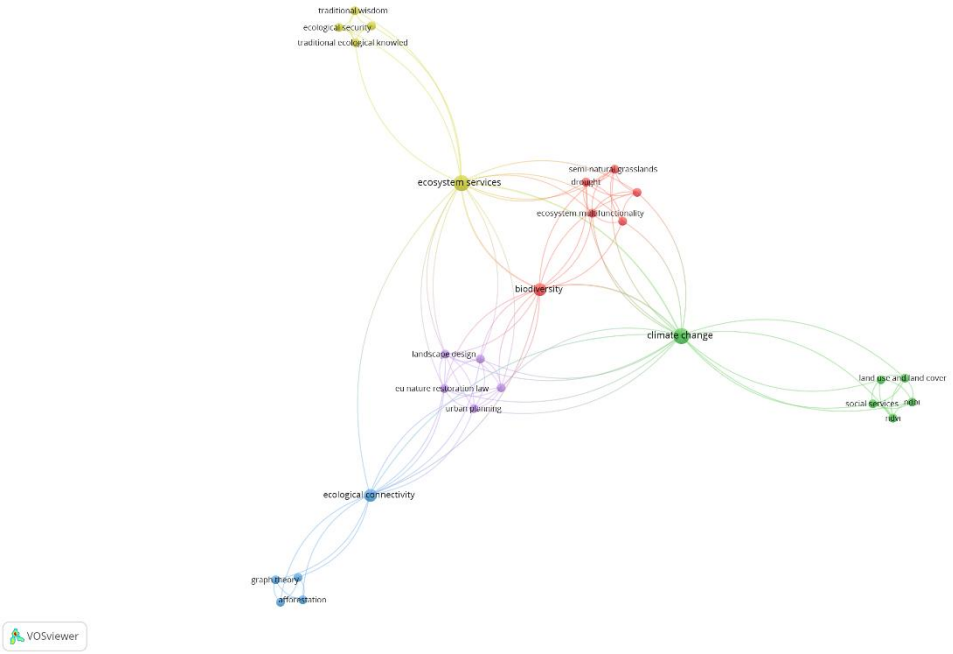
Kırmızı kümede, "biodiversity" (biyoçeşitlilik), "ecosystem multifunctionality" (ekosistemin çok işlevliliği) ve "semi-natural grasslands" (yarı-doğal çayırlar) gibi anahtar kelimeler öne çıkmaktadır. Bu küme, özellikle kentsel doğanın biyoçeşitlilik açısından taşıdığı potansiyele ve ağaçların çok işlevli (gölgelik, yaşam alanı, karbon yutucu vb.) yapısına odaklanan çalışmaları temsil etmektedir. "Drought" (kuraklık) gibi stres faktörleriyle birlikte ele alınması, kentsel ağaçların iklim adaptasyonu açısından önemini göstermektedir.

Mor kümede bulunan "urban planning" (kentsel planlama), "landscape design" (peyzaj tasarımı) ve "EU nature restoration law" (AB doğa restorasyon yasası) gibi terimler, planlama süreçleri ve bu süreçlerin hukuki çerçevelerini ortaya koymaktadır. Avrupa Yeşil Mutabakatı ve doğa restorasyonu gibi politikaların araştırmalarda ele alınması, peyzaj tasarımında mevzuatın giderek artan bir şekilde vurgulandığını göstermektedir.

Mavi küme, "ecological connectivity" (ekolojik bağlantısallık), "afforestation" (ağaçlandırma) ve "graph theory" (graf teorisi) kavramlarını içermektedir. Bu grup, mekânsal analizlerin ve ekolojik bağlantıların kent peyzajında nasıl modellenebileceğine odaklanmaktadır. Graf teorisinin kullanılması, kent içinde yeşil alanların bağlantısallığını ve erişilebilirliğini sayısal verilerle değerlendirmeye yönelik yenilikçi yaklaşımların kullanıldığını göstermektedir.

Sarı kümede ise "ecosystem services" (ekosistem hizmetleri) merkezde yer almakta ve "traditional ecological knowledge" (geleneksel ekolojik bilgi), "ecological security" (ekolojik güvenlik) ve "traditional wisdom" (geleneksel bilgelik) gibi kavramlarla ilişkilendirilmektedir. Bu tematik yapı, halkın doğayla ilgili geleneksel bilgi birikiminin günümüzdeki ekolojik planlamaya katkı sağladığını ortaya koymaktadır. Aynı zamanda bu yaklaşım, kentsel halkın ağaçlara yüklediği işlevsel ve kültürel anlamların, çevresel güvenlik ve sürdürülebilirlik açısından nasıl değerlendirildiğini göstermektedir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




Görsel 3. Anahtar Kelime Ağı Analizi

Kaynak: VOSviewer programında analiz edilmiştir.

Görsel 4'de, 1975-2025 yılları arasında gerçekleştirilen akademik çalışmaların anahtar kelime dağılımı yıllara göre analiz edilmiştir. Renk skalası, anahtar kelimenin çalışma yıllarına göre hangi dönemde daha fazla kullanıldığını göstermektedir.

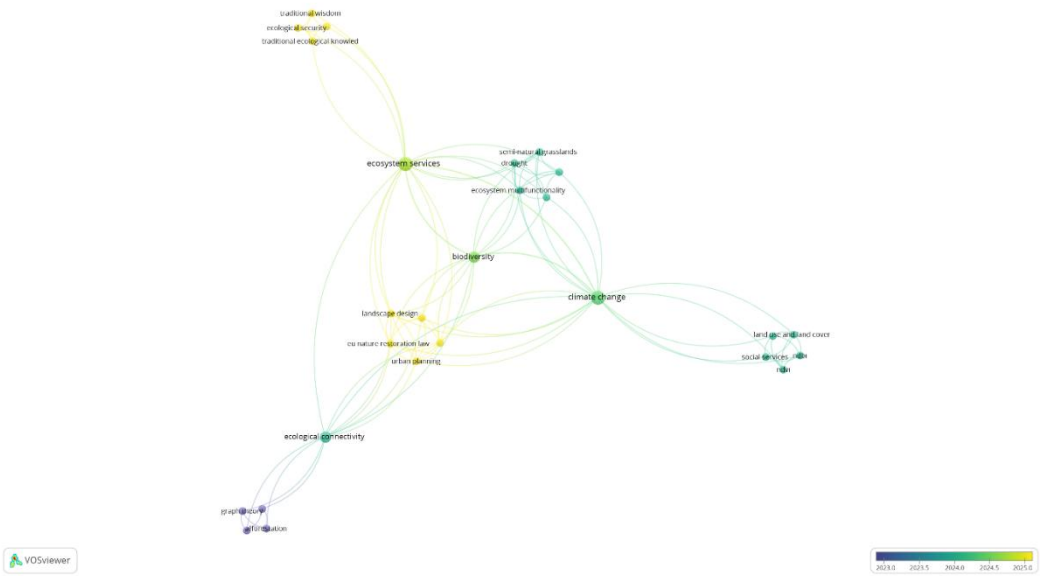
2024-2025 yıllarında öne çıkan temaların başında "ecosystem services" (ekosistem hizmetleri) gelmektedir. Bu kavramın yanı sıra "landscape design" (peyzaj tasarımı), "urban planning" (kentsel planlama), "EU nature restoration law" (AB doğa restorasyon yasası) gibi politik ve mekânsal planlama odaklı kavramlar da sarı renkli olarak haritada belirginleşmiştir. Aynı zamanda "traditional ecological knowledge" (geleneksel ekolojik bilgi) ve "traditional wisdom" (geleneksel bilgelik) gibi anahtar kelimelerin son dönemdeki artışı, ekolojik sürdürülebilirlik konularına önem verildiğini göstermektedir.

Bunların yanı sıra 2023-2024 yılları arasında öne çıkan yeşil tonlarıyla temsil edilen anahtar kelimeler arasında climate change" (iklim değişikliği), "biodiversity" (biyoçeşitlilik), "ecosystem multifunctionality" (ekosistem çok işlevliliği) ve "land use and land cover" (arazi kullanımı ve örtüsü) yer almaktadır. Bu anahtar kelimeler küresel çevre sorunlarına yönelik araştırma eğilimlerini yansıtmaktadır. Ayrıca "social services" (sosyal hizmetler) ve "NBS" (nature-based solutions / doğa temelli çözümler) gibi sosyal-ekolojik anahtar kelimeler de bu dönemin öne çıkan kavramlarındandır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Haritanın mor ve mavi kısımlarında gösterilen bölümleri daha çok 2023 yılında kullanılan ve zamanla daha az odaklanılan konuları temsil etmektedir. Bu bağlamda **"**graph theory" (graf teorisi), "afforestation" (ağaçlandırma) ve "ecological connectivity" (ekolojik bağlantısallık) gibi kavramlar dikkat çekmektedir. Bu kavramların teorik altyapı ya da ekolojik ağların kurulması gibi daha teknik alanlarla ilgili olduğu ve son yıllarda çalışmalarda önceliğini kaybettiği görülmektedir. Ayrıca "semi-natural grasslands" (yarı doğal çayırlar) ve "drought" (kuraklık) gibi çevresel temalar da önceki çalışmalarla ilişkilidir.

Sonuç olarak zamana bağlı anahtar kelime analizinde ekolojik planlama, iklim değişikliği ve biyoçeşitlilik konularının öneminin korunduğu fakat son yıllarda bu alanlara doğa temelli çözümler gibi yeni yaklaşımlar getirilmiştir. Bu durum ekolojik sürdürülebilirliğe yönelik çalışmaların daha geniş çaplı bir araştırmaya evrildiğini göstermektedir.




Görsel 4. Akademik Çalışmalarda Yıllara Göre Anahtar Kelime Analizi

Kaynak: VOSviewer programında analiz edilmiştir.

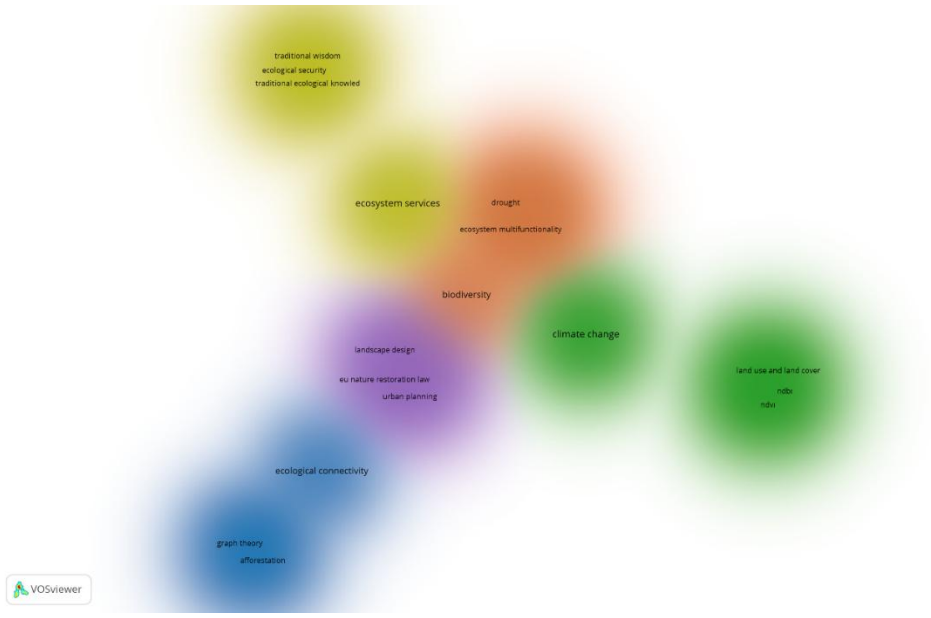
Görsel 5'de gösterilen yoğunluk haritası "urban forestry", "urban planning" ve "landscape" anahtar kelimeleriyle yapılan bibliyometrik tarama sonuçlarının VOSviewer yazılımı ile görselleştirilmiş halidir. Harita literatürde sık kullanılan kavramları renk skalasıyla ifade etmektedir.

Sarıdan yeşile doğru ilerleyen renk skalası terimlerin kullanım sıklığını göstermektedir. Haritanın merkezinde "urban planning" ve "urban forestry" kavramlarının yer alması, bu konuların literatürde temel kavramlar olduğunu ortaya koymaktadır. Bu iki terim, diğer pek çok anahtar kelime ile sıklıkla bağlantılar kurmuş ve yüksek sıklıkla tekrarlandığı için en parlak renk tonlarıyla (sarı) gösterilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Ayrıca “ecosystem services”, “climate change”, “green infrastructure”, “sustainability” gibi kavramlar da haritada belirgin yoğunluk gösteren diğer anahtar kelimeler arasındadır. Bu durum, kentsel planlama ve ağaçlandırma konularının sadece fiziksel çevre düzenlemeleriyle sınırlı kalmadığını, aynı zamanda iklim değişikliği, ekosistem hizmetleri ve sürdürülebilirlik gibi çevresel konularla da güçlü ilişkiler taşıdığını göstermektedir. Haritanın daha dış bölgelerinde ise “tree species”, “public perception”, “psychological benefits” konuları yer almaktadır. Bu anahtar kelimeler, araştırma alanının multidisipliner bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

Yoğunluk haritası genel olarak, kent ağaçlarının ve yeşil altyapının, kentsel planlamanın ayrılmaz bir parçası haline geldiğini; sürdürülebilirlik, iklimle mücadele ve insan yaşam kalitesiyle olan ilişkilerinin bilimsel literatürde oldukça vurgulandığını ortaya koymaktadır. Bu veriler, kentsel yeşil alanların planlanmasında hem ekolojik hem de sosyal unsurların dikkate alındığını ve bu alandaki çalışmaların giderek çeşitlendiğini göstermektedir.




Görsel 5. Akademik Çalışmalarda Yoğunluk Haritası

Kaynak: VOSviewer programında analiz edilmiştir.

## 4. SONUÇ

Bu araştırma, sürdürülebilirlik (sustainability) çerçevesinde kentsel ağaçlandırmaya (urban forestry / urban tree planting) yönelik akademik literatürün genel durumunu değerlendirmeyi, yayınların zamansal dağılımını, içeriksel odaklarını ve öne çıkan tematik yapıları analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bibliyometrik analiz (bibliometric analysis) yöntemiyle gerçekleştirilen bu çalışma, bilimsel üretkenliğin yıllar içindeki değişimini, öne çıkan ülkeleri ve araştırmacıları, literatürde sık kullanılan anahtar kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri ortaya

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

koymaktadır. Bu bağlamda gerçekleştirilen bibliyometrik analiz, bu alanla ilgili akademik birikimi anlamak ve gelecekteki araştırmalar için yönlendirici olabilecek bilgi kümelerini ortaya çıkarmak açısından önemlis veriler sunmaktadır.

Çalışmanın analiz sonuçları; 2010-2016 yılları arasında sürdürülebilirlik ve kent parkları ilişkisinin literatürdeki yerini sınırlı bulmuşken, 2017 yılından sonrası için bu konuda önemli bir artış gözlemlenmektedir. Bu artış, uluslararası düzeyde artan çevresel sorunları, iklim değişikliğini ve kentleşmenin olumsuz etkilerini doğrudan ilgilendirmektedir. Literatürde ki bu durum, sürdürülebilirliğin kentsel tasarımın (urban design) olmazsa olmaz bir ilkesi olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelime analizinde öne çıkan kavramlar listesinde “sustainability” (sürdürülebilirlik), “urban parks” (kentsel parklar), “public space” (kamusal alan), “green infrastructure” (yeşil altyapı), “ecosystem services” (ekosistem hizmetleri) ve “urban landscape” (kentsel peyzaj) yer almaktadır. Bu kavramların birbiriyle bağlantıları gözlemlenmekte ve bu bağlantılar doğrultusunda kentsel parkların sosyal, çevresel ve ekolojik sürdürülebilirliğin ortak noktası olduğu ortaya koyulmaktadır. Özellikle yeşil altyapı ve ekosistem hizmetleri, parkların hava kalitesini artırma, biyolojik çeşitliliği destekleme ve ısı adası etkisini azaltma gibi çevresel katkıları ortaya koymaktadır. Kamusal alan ve sosyal etkileşim kavramları ise parkların kullanıcı deneyimi, erişilebilirlik ve kent sakinlerinin yaşam kalitesi üzerindeki etkilerini vurgulamaktadır.

Çalışma kapsamında yapılan ülke ve yazar analizleri ABD, Çin, Birleşik Krallık gibi ülkelerin bu konuda ki akademik üretkenliğinin yüksek olduğunu göstermektedir. Türkiye ise sınırlı sayıda çalışma ile geride kalmıştır. Fakat 2020 yılı sonrası için Türkiye’de ki akademik çalışmalarda artış gözlemlenmiştir. Kent parkları ve sürdürülebilirlik temalarını elen alan çalışmalarda akademiye çeşitli kaynaklar sunmaya başlanıldığı dikkat çekmektedir. Bu durum Türkiye için sürdürülebilirlik odaklı kentsel peyzaj tasarımına olan ilginin arttığını ve konunun önem kazandığını göstermektedir.

Literatürde yer alan çalışmalarda kent parklarının estetik değer (aesthetic value), mekânsal bütünleşme (spatial integration), güvenlik algısı (perception of safety), erişilebilirlik (accessibility), sosyal etkileşim (social interaction) ve kullanıcı memnuniyeti (user satisfaction) gibi çok çeşitli kavramlarla ilişkili olduğu görülmektedir. Bu bağlamda kentsel parkların, yalnızca çevresel sürdürülebilirlik değil; aynı zamanda toplumsal sürdürülebilirlik (social sustainability) açısından da değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bazı çalışmalar, parkların kullanım yoğunluğu, kullanıcı profilleri ve davranış biçimleriyle doğrudan ilişkilendirilebileceğini ve bu alanların kent sakinlerinin fiziksel ve ruhsal sağlığı üzerinde olumlu etkiler yaratacağını göstermektedir.

Çalışma kapsamında elde edilen bulgular, kentsel ağaçlandırmanın sadece peyzaj estetiğini geliştiren bir unsur değil, aynı zamanda kentlerin sürdürülebilirlik ilkesine doğrudan katkı sağlayan çok yönlü bir araç olduğunu ortaya koymaktadır. Akademik araştırmalar, kent

ağaçlarının sosyal çevreyle uyumunu, iklimsel adaptasyonunu ve halk sağlığına etkilerini düzenli bir şekilde ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, mekânsal analiz araçlarının (örneğin Coğrafi Bilgi Sistemleri- GIS, uzaktan algılama, mekân dizimi gibi) bu alandaki araştırmalara birleştirilmesi, kentsel ağaç örtüsünün dengesiz dağılımını daha görünür kılmakta ve bu dengesizliği planlama süreçlerinde nasıl giderilebileceğine dair veri temelli çözümler sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma kentsel ağaçlandırmanın fonksiyonel ve estetik değerlendirilmesi alanında yapılmış bilimsel kaynakların genel eğilimlerini, anahtar kelimeleri, odak temalarını birleştirerek analiz etmiştir. Elde edilen bilimsel veriler, gelecek çalışmalar için yönlendirme niteliğindedir. Planlama, peyzaj mimarlığı, kentsel tasarım ve çevre politikaları alanlarında çalışan araştırmacılar için bu bulgular; daha kapsayıcı, dirençli ve sürdürülebilir kentler inşa edebilmenin temel yapı taşlarından biri olan kentsel ağaçlandırmaya dair disiplinler arası bir bakış açısı geliştirmeyi kolaylaştıracaktır.

## KAYNAKÇA


- Akbari, H. (2002). Shade trees reduce building energy use and CO2 emissions from power plants. Environmental Pollution, 116, S119–S126. https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00264-0
- Alvey, A. A. (2006). Promoting and preserving biodiversity in the urban forest. *Urban Forestry & Urban Greening*, 5(4), 195–201.
- Berkowitz AR, Nilon CH, Hollweg KS (2003) Understanding urban ecosystems. Springer, New York Bonaiuto M, Aiello A, Perugini M, Bonnes M, Ercolani AP (1999) Multidimensional perception of residential environment quality and neighbourhood attachment in the urban environment. J Environ Psychol 19:331–352
- Bolund, P., & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological Economics*, 29(2), 293–301.
- Czech B, Krausman PR, Devers PK (2000) Economic associations among causes of species endangerment in the United States. Bioscience 50:593–601
- Eren, M., & Tarakcı, E. (2016). Parkların bitkisel tasarımında kullanılan taksonlar: Trabzon kent merkezi örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 17(2), 200–213
- Escobedo, F. J., & Chacalo, A. (2008). Urban forest structure in Mexico City: Implications for local environmental services and management. *Interciencia*, *33*(5), 303–311.
- Gül, A., & Küçük, V. (2001). Kentsel açık-yeşil alanlar ve Isparta kenti örneğinde irdelenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2(1), 27–48. https://doi.org/10.18182/tjf.23277

- Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). The experience of nature: A psychological perspective. Cambridge University Press.
- Kaya, E., & Uzun, O. (2024). *Kentsel açık ve yeşil alan planlamasında katılımcılık görüşlerini birlikte kullanan uluslararası çalışmaların bibliyometrik analizi*. Kent Akademisi, 17(1), 1–19.
- Konijnendijk, C. C., Nilsson, K., Randrup, T. B., & Schipperijn, J. (2005). *Urban Forests and Trees*. Springer.
- Korkut, A., Kiper, T., & Topal, T. Ü. (2017). Kentsel peyzaj tasarımda ekolojik yaklaşımlar. Artium, 5(1), 14–26.
- Kumar, A., Bhattacharya, T., Shaikh, W. A., Roy, A., Chakraborty, S., Vithanage, M., & Biswas, J. K. (2023). Multifaceted applications of biochar in environmental management: a bibliometric profile. *Biochar*, *5*(1), 11.
- Lohr, V. I., Pearson-Mims, C. H., Tarnai, J., & Dillman, D. A. (2004). How urban residents rate and rank the benefits and problems associated with trees in cities. *Journal of Arboriculture*, 30(1), 28–35.
- Saghapour, T., Moridpour, S., & Thompson, R. (2019). Sustainable transport in neighbourhoods: effect of accessibility on walking and bicycling. *Transportmetrica A: transport science*, *15*(2), 849-871.
- Schroeder, H. W., Flannigan, J., & Coles, R. (2006). Residents' attitudes toward street trees in the UK and US communities. *Arboriculture & Urban Forestry*, *32*(5), 236–246.
- Scopus. (2025). *Scopus database*. Elsevier. https://www.scopus.com (Erişim Tarihi: 05.05.2025)
- Sommer, R., Guenther, H., & Barker, P. (1991). Ecological psychology: A paradigm for people and environment. Cambridge University Press.
- Sun, Y., Yang, W., Shi, H., Tanveer, S. K., & Hai, J. (2022). Past, present, and future perspectives of biodegradable films for soil: A 30-year systematic review. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *10*, 1006388.
- Tyrväinen, L., Silvennoinen, H., & Kolehmainen, O. (2003). Ecological and aesthetic values in urban forest management. Urban forestry & urban greening, 1(3), 135-149.
- Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), 420–421.
- Xiao, Q., & McPherson, E. G. (2003). Rainfall interception by Santa Monica's municipal urban forest. *Urban Ecosystems*, 6(4), 291–302.
- Yılmaz, H., & Yılmaz, S. (2009). Kentsel açık-yeşil alanların kullanıcı tercihleri açısından değerlendirilmesi: Erzurum örneği. *Ekoloji Dergisi*, 18(70), 30–39.
- Yılmaz, S., Bulut, Z., & Yeşil, P. (2006). Kent ormanlarının kentsel mekana sağladığı faydalar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37(1), 131–136.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ERZURUM KENT ÇEPERİNDE KENTSEL TARIM POTANSİYELİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA[1]

**Selvi Karasungur**
Atatürk Üniversitesi Kentsel Tasarım Anabilim Dalı
selvi.karasungur18@ogr.atauni.edu.tr- 0009-0001-5399-8893

**Doç. Dr. Merve Yavaş**
Atatürk Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü
merve.yavas@atauni.edu.tr - 0000-0002-4340-4174

## ÖZET

Sanayi Devrimi ile hızlanan kentleşme süreci kırdan kente göçü artırmış, bu durum artan kent nüfusu ve kentsel büyüme ile birlikte gıda güvenliği, sağlık ve yaşam kalitesi gibi sorunları beraberinde getirmiştir. Kentlerin kontrolsüz büyümesi, doğal kaynaklar üzerinde baskı oluşturmakta ve tarımsal üretimi tehdit etmektedir. Tarım arazilerinin kaybı, gıda güvenliğini ve ekosistem hizmetlerini olumsuz etkilerken, artan karbon salınımı çevresel sorunları derinleştirmektedir. Bu çerçevede, kent çevresindeki verimli tarım arazilerinin korunması sürdürülebilirlik açısından kritik önem taşımaktadır. Kentsel tarım, yerel, ekonomik gıda üretimi ve çevresel sürdürülebilirlik için alternatif bir çözüm olarak öne çıkmaktadır.

Çalışma alanı olan Erzurum kent merkezi yıllar içerisinde düzenli bir mekânsal gelişim gösterememiş, özellikle 1990'lar sonrası hızlanan plansız büyüme kentsel saçaklanmayı artırmıştır. Bu süreç, tarım arazilerinin kaybı, yeşil alanların azalması, kentsel altyapının düzensiz bir şekilde genişlemesine neden olmuş ve çevresel dengenin bozulması gibi sorunlara zemin hazırlamıştır.

Çalışmada, Erzurum'daki kentsel saçaklanma sorununa yönelik olarak, kent çevresindeki tarım alanlarının kentsel tarım amacıyla kullanılabilirliği incelenmiştir. Araştırma kapsamında, Erzurum'un batısında yer alan bazı mahallelerde kentsel tarıma uygun alanların tespiti için analiz parametreleri belirlenmiş, parametrelerin analizi için grid bazlı mekânsal veriler kullanılmıştır. Bulgularda özellikle kentin batısında kentsel tarıma elverişli bölgeler tespit edilmiştir. Veri analizleri ve görselleştirmeler için Google Earth, AutoCAD 2024 ve Photoshop 2021 yazılımlarından faydalanılmıştır. Sonuçlar farklı uygunluk düzeyine göre farklı kentsel tarım uygulamalarının ve tipolojilerinin Erzurum'da yapılabilir olduğunu göstermiştir.

[1] Bu çalışma, **Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Tasarım Anabilim Dalı, 2025** yılına ait ''**Kış Kentlerinde Kentsel Tarım Uygulamaları: Erzurum Örneği"** başlıklı ve yayımlanmamış yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Anahtar Kelimeler :** Kentsel Tarım, Kentsel Saçaklanma, Erzurum

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# TÜRKİYE'DE AKILLI ULAŞIM SİSTEMLERİ (AUS) MİMARİSİ: MEVCUT DURUM, GELİŞMELER VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

**YL Öğrencisi, Rümeysa TORTUM**

Atatürk Üniversitesi,

tortumrumeysa@gmail.com- 0009-0007-0636-4816

**Öğr. Gör. Şeyma SÜNBÜL**

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi,

seyma.sunbul@erzincan.edu.tr- 0000-0003-2571-1709

**Doç. Dr. Ahmet ATALAY**

Atatürk Üniversitesi,

ahatalay@atauni.edu.tr- 0000-0002-8476-8900

## ÖZET

Günümüzde hızla artan kentleşme, nüfus yoğunluğu, trafik sıkışıklığı ve çevresel sorunlar, ulaşım alanında daha akıllı, güvenli ve sürdürülebilir çözümler geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda Akıllı Ulaşım Sistemleri (AUS), yalnızca ulaşımın verimliliğini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda kent yaşamının kalitesini yükseltmek, trafik güvenliğini sağlamak, enerji verimliliğini artırmak ve karbon salınımını azaltmak açısından da stratejik bir öncelik haline gelmiştir. Türkiye'de de son yıllarda, artan trafik yoğunluğuna, nüfus baskısına ve şehirleşmenin getirdiği karmaşık yapıya çözüm bulmak amacıyla çeşitli AUS projeleri geliştirilmiş ve sahaya uygulanmaya başlanmıştır. Bu çalışmada, Türkiye'deki AUS uygulamalarının tarihsel gelişimi, mevcut durum analizi ve geleceğe yönelik potansiyeli kapsamlı bir şekilde ele alınmaktadır. Çalışmada, literatür taraması yöntemi kullanılarak hem Türkiye'deki hem de dünya genelindeki iyi uygulama örnekleri incelenmiş, uygulamalar arasındaki benzerlikler ve farklılıklar ortaya konulmuştur. Değerlendirmeler, Türkiye'de AUS projelerinin ağırlıklı olarak yerel düzeyde ve sınırlı kapsamda yürütüldüğünü; şehirlerarası entegrasyon, açık veri kullanım altyapısı ve kurumlar arası koordinasyonun ise henüz istenilen seviyeye ulaşmadığını göstermektedir. Dünya genelinde başarılı kabul edilen uygulamaların ise veri odaklı karar destek sistemleri, merkezi mimari tasarımlar ve çok paydaşlı yönetişim modelleriyle daha etkin sonuçlar ürettiği görülmektedir. Sonuç olarak, Türkiye'nin AUS alanındaki ilerlemesini sürdürülebilir kılabilmesi için ulusal düzeyde bütünleşik ve uzun vadeli bir strateji oluşturması, açık veri politikalarını yaygınlaştırması ve yeni nesil teknolojilere bütünleşmiş, ölçeklenebilir çözümler geliştirmesi büyük önem taşımaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı Ulaşım Sistemleri, AUS Mimarisi, Sürdürülebilir Ulaşım, Kentleşme, Veri Paylaşımı, Şehirlerarası Entegrasyon.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. GİRİŞ

Dijital endüstri devrimi, kent yaşamının birçok bileşeni üzerinde köklü değişimlere yol açmış; enerji, barınma, sağlık ve eğitim gibi temel hizmet alanlarının yanı sıra, ulaşım sistemleri ve ulaşım ağlarının dinamiklerini de önemli ölçüde etkilemiştir (Batal ve Tuğlu., 2018). Bu dönüşümün yalnızca teknolojik ve maddi temellere dayanmadığı, aynı zamanda küresel ve bölgesel ölçekte etkili olan iklim değişikliği gibi çevresel sorunlarla da doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir. Küresel ölçekte artan kentleşme, motorlu taşıt sahipliğindeki hızlı yükseliş ve ulaşım talebindeki çeşitlenme, şehir içi trafik yönetimini büyük bir dönüşüm sürecine sokmuştur. Geleneksel trafik sistemleri, dinamik ve gerçek zamanlı veri gereksinimlerine yanıt vermekte yetersiz kalırken; dijitalleşme ve ileri teknolojilerle desteklenen AUS, sürdürülebilir, güvenli ve verimli ulaşım modelleri için öncü bir rol üstlenmektedir. İklim değişikliğinin mevcut ve gelecekte ortaya çıkarabileceği etkiler, kentlerin çok boyutlu bir bakış açısıyla ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Giderek karmaşıklaşan yapılarıyla çeşitli sorunlara çözüm üretme kapasitesine sahip olması gereken kentler, hızlı teknolojik gelişmeleri kendi altyapılarına entegre ederek daha akıllı bir yapıya evrilme çabası içindedir. Bu bağlamda nesnelerin interneti (IoT), büyük veri, açık veri, bulut bilişim ve veri madenciliği gibi ileri teknolojiler, kentlerin daha etkin, verimli ve sürdürülebilir hale gelmesini sağlayacak temel araçlar olarak öne çıkmaktadır. Ancak, bu dönüşüm süreci; ekonomi, toplumsal yapı, yönetişim, yaşam kalitesi, hareketlilik (ulaşım) ve çevre gibi birçok bileşende çeşitli zorlukları da beraberinde getirmektedir [2] Akıllı kent yaklaşımının en kritik bileşenlerinden biri, uzun yıllardır çözüm bekleyen ulaşım sorunlarıdır. AUS; sürdürülebilir, çevre dostu, yenilikçi, dirençli, rekabetçi ve yaşam kalitesini önceleyen kentsel altyapılar geliştirmeyi hedeflemektedir [3]. AUS, çok katmanlı bir mimari yapıda; fiziksel sensör ağlarından yapay zekâ tabanlı karar destek sistemlerine, 5G destekli haberleşme protokollerinden bulut tabanlı büyük veri işleme altyapılarına kadar geniş bir teknik yelpazeyi kapsamaktadır [4]. Bu doğrultuda; verimli ve çevreye duyarlı enerji kullanımı, otomobil bağımlılığının azaltılması, toplu taşımanın teşvik edilmesi ve bisiklet yollarının yaygınlaştırılması gibi stratejik adımlar, akıllı ulaşım politikalarının temel öncelikleri arasında yer almaktadır. Kent yönetimleri, bu hedeflere ulaşmak adına bütüncül, veri temelli ve teknolojik gelişmelerle uyumlu politikalar geliştirme sorumluluğu taşımaktadır.

Gelişmiş ülkelerde AUS uygulamaları, ulaşım yönetiminde bir norm haline gelmiştir. Örneğin, ABD'de "Intelligent Transportation Systems Joint Program Office (ITS JPO)" çatısı altında geliştirilen V2X (vehicle-to-everything) teknolojileri ile otonom araçlar ve trafik kontrol sistemleri arasında çift yönlü iletişim sağlanmakta; Japonya'da Smart Mobility Challenge kapsamında yapay zekâ destekli trafik ışıkları ile ortalama seyahat süreleri %12 azaltılmaktadır [5,6]. Güney Kore ise AUS konusunda dünyada öncü ülkelerden biridir. 1999 yılında kabul edilen Ulusal Ulaştırma Sistemi Verimliliği Yasası AUS'nin yasal temelini oluşturmuştur. Bu yasaya göre AUS; ulaştırma sistemlerinin elektronik, kontrol ve haberleşme teknolojileriyle daha verimli ve güvenli yönetilmesini amaçlar. 1988 Seul Olimpiyatları sonrası artan trafik sıkışıklığı ve maliyetler, klasik yöntemlerin yetersiz kalmasına neden olmuş; bu da AUS sistemlerinin gelişimini hızlandırmıştır. 2001 yılında "Gelişmiş Yeşil Şehir" programı kapsamında AUS öncelikli bir kalkınma alanı olarak belirlenmiştir. Güney Kore'deki AUS uygulamaları, gelişmiş trafik yönetimi, elektronik ücret toplama, gelişmiş toplu taşıma

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

hizmetleri, trafik bilgisi hizmetleri, ticari araç işlemleri, yolcu bilgilendirme sistemleri ve akıllı araç-otoyol hizmetleri olarak yedi ana başlık altında toplanmaktadır. Singapur'da AUS, karayolu ve tünellerin güvenli işletilmesini sağlayan sistemlerin merkezinde yer almaktadır. AUS uygulamaları, Ulaştırma Bakanlığı'na bağlı Kara Ulaştırması İdaresi tarafından özel sektör iş birliğiyle yürütülmektedir. "i-Transport" platformu; trafik sinyalizasyonu, izleme, kaza yönetimi, tünel ve otoyol takibi gibi işlevleri bütünleşmiş şekilde yürüten bir AUS merkezidir. Bu merkezin kalbinde yer alan AUS Operasyon Kontrol Merkezi, 7/24 kesintisiz hizmet vermektedir [7]. Almanya'nın Hamburg şehri, 5G altyapılı AUS sistemlerini otonom otobüslerle entegre ederek Avrupa'nın en gelişmiş şehir içi mobilite ağlarından birini kurmuştur [8]. Bu örnekler, AUS'nin sadece ulaşım verimliliği değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik, yol güvenliği ve ekonomik kalkınma açısından da stratejik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Türkiye'de ise özellikle büyükşehirlerde AUS'ne geçiş süreci son yıllarda belirgin bir ivme kazanmıştır. Artan kentleşme, nüfus yoğunluğu ve araç sayısındaki artış; ulaşımda verimliliği artıracak, güvenliği sağlayacak ve çevresel etkileri azaltacak teknolojik çözümlerin hayata geçirilmesini zorunlu kılmıştır [9]. Türkiye'de AUS gelişim süreci, aşağıdaki zaman çizelgesinde yıllara göre önemli politika belgeleri, kurumsal yapılar ve uygulamalar ekseninde özetlenmiştir (Görsel 1).

**Görsel 1. Türkiye'de AUS Gelişimi Zaman Çizelgesi.**

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

AUS kapsamında yerel yönetimlerin ulaşım planlama vizyonları yeniden şekillenmiş; İstanbul, Ankara, İzmir ve Bursa gibi büyükşehirlerde adaptif sinyalizasyon sistemleri, plaka tanıma teknolojileri, akıllı kavşaklar, toplu taşıma önceliklendirme uygulamaları ve trafik yönetim merkezleri gibi birçok AUS bileşeni devreye alınmıştır. Ayrıca, mobil uygulamalar, dinamik yolculuk bilgilendirme sistemleri ve elektronik denetleme sistemleri gibi kullanıcı odaklı çözümler de giderek yaygınlaşmaktadır. Bununla birlikte, Türkiye'deki AUS uygulamaları hâlâ gelişim sürecindedir ve mevcut sistemler; teknolojik altyapı, sistem entegrasyonu, veri güvenliği, kurumsal iş birliği ve kullanıcı alışkanlıkları açısından çeşitli zorluklarla karşı karşıyadır. Bu durum, akıllı ulaşım sistemlerinin sadece teknolojik değil, aynı zamanda yönetimsel ve mevzuatsal boyutlarıyla da ele alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu çalışmada, Türkiye'deki AUS mimarisi teknik ve yönetsel düzeyde analiz edilerek; dünyadan örneklerle kıyaslamalı bir bakış sunulmakta, mevcut altyapının güçlü ve zayıf yönleri ortaya konulmakta ve geleceğe dönük stratejik perspektifler geliştirilmektedir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Türkiye'deki AUS mimarisi; mevcut durum, gelişim süreci ve geleceğe dönük perspektifler kapsamında teknik ve yönetsel açıdan analiz edilmiştir. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum analizi tekniği benimsenmiş olup hem literatür taraması hem de karşılaştırmalı analiz yoluyla kapsamlı bir değerlendirme yapılmıştır. Durum analizi tekniği, karmaşık yapıya sahip sistemlerin kendi bağlamı içinde çok yönlü olarak incelenmesine olanak tanımaktadır (Tellis vd., 2003). AUS sistemlerinin çok faktörlü, çok bileşenli ve sürekli dönüşüm içinde olan doğası dikkate alındığında, bu yöntem uygun bir analiz çerçevesi sunmaktadır. Veri toplama sürecinde, başta Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü, TÜİK, EGM Trafik Daire Başkanlığı, büyükşehir belediyeleri ve AUS Türkiye Platformu olmak üzere, ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının yayımladığı politika belgeleri, stratejik planlar, teknik raporlar ve açık veri setleri kullanılmıştır. Ayrıca yerel yönetimlerin AUS yatırımlarına dair proje raporları, saha uygulamalarına ilişkin görsel ve sayısal veriler ile özel sektörün sunduğu teknolojik çözümler de kaynak olarak değerlendirilmiştir. Dünya genelindeki başarılı AUS uygulamalarına dair karşılaştırmalı analiz ise ABD (USDOT ITS Joint Program Office), Avrupa Birliği (ERTICO-ITS Europe), Güney Kore, Japonya ve Singapur gibi ülkelerin ulusal AUS stratejileri ve uygulama pratikleri üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu ülkelerdeki akıllı ulaşım politikaları, uygulama alanları, teknolojik altyapı tercihi, kullanıcı entegrasyonu ve kurumsal yapılanma özellikleri incelenmiş ve Türkiye'deki örneklerle benzerlikler ve farklar ortaya konulmuştur. Analiz sürecinde, AUS'nin temel bileşenleri olan adaptif sinyalizasyon, trafik yönetim merkezleri, araç-içi bilgi sistemleri, toplu taşıma önceliklendirme, akıllı kavşaklar, veri toplama ve analiz altyapısı gibi alanlar teknik boyutuyla ele alınmıştır. Aynı zamanda sistemlerin yasal ve kurumsal çerçevesi, aktörler arası iş birliği, finansman modelleri ve kullanıcı eğilimleri de değerlendirilmiştir.

## 3. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 3.1.Türkiye'de Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Gelişim Süreci ve Eğilimler

Türkiye'de AUS alanındaki gelişmeler, yıllar içinde benimsenen stratejiler, oluşturulan kurumlar ve uygulamaya konulan projeler doğrultusunda şekillenmiştir. Bu süreç, çizelge 1'de zaman çizelgesinde kronolojik olarak sunulmuştur.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Çizelge 1. Türkiye'de AUS Gelişiminin Kronolojik Sıralaması**

| Yıl | Olay | Açıklama |
|---|---|---|
| 2000 | İlk AUS uygulamaları başladı | Büyükşehirlerde sinyalizasyon, kamera ve trafik kontrol merkezleri kullanılmaya başlandı. |
| 2003 | Karayolu Trafik Güvenliği Stratejisi yayımlandı | Akıllı sistemlerin trafik güvenliğine entegrasyonu ilk kez gündeme geldi. |
| 2010 | AUS kavramı resmi belgelerde yer aldı | Ulaştırma Bakanlığı politika metinlerinde AUS terimi kullanılmaya başlandı. |
| 2012 | AUS Ulusal Strateji Belgesi ve Eylem Planı (2014-2023) hazırlık süreci başladı | Türkiye'de AUS için ilk kapsamlı stratejik plan çalışmaları başlatıldı. |
| 2013 | AUS Türkiye Forumu kuruldu | Kamu, akademi ve özel sektörün birlikte çalıştığı platform oluşturuldu. |
| 2014 | AUS Ulusal Strateji Belgesi (2014-2023) yayımlandı | Türkiye'nin ilk uzun vadeli AUS yol haritası belirlendi. |
| 2016 | Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı altında AUS Daire Başkanlığı kuruldu | AUS politikaları tek elde toplanmaya başlandı. |
| 2017 | Yerli ve milli AUS ürünleri geliştirme desteklendi | TÜRKSAT ve ASELSAN gibi kurumlar yerli çözümler üretmeye başladı. |
| 2019 | Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı (2020-2023) yayımlandı | AUS, akıllı şehir bileşenleri arasında tanımlandı. |
| 2020 | C-ITS (Kooperatif Akıllı Ulaştırma Sistemleri) çalışmaları başlatıldı | V2X, RSU-OBU gibi ileri düzey uygulamalar test edildi. |
| 2021 | AUS Alanında Ulusal Mimari Tasarım Güncellemesi | Mevcut yapıya uyumlu, standartlaştırılmış AUS mimarisi hazırlandı. |
| 2022 | AUS standardizasyon ve veri paylaşımı çalışmaları yoğunlaştı | TSE, BTK ve UAB koordinasyonunda teknik standartlar geliştirildi. |
| 2023 | AUS 2014-2023 Stratejik Planı tamamlandı | Eski plan süresi doldu, yeni eylem planı hazırlıklarına geçildi. |
| 2024 | AUS 2024-2025 Kısa Vadeli Eylem Planı yayımlandı | Yeni dönemin odakları: veri yönetimi, yerli üretim, V2X, insan kaynağı ve girişimcilik. |
| 2025 | Yerli üretim AUS cihazlarının pilot uygulamaları başladı (devam ediyor) | Belediyeler ve özel sektörle birlikte akıllı kavşaklar, akıllı duraklar, RSU sistemleri testte. |

2000-2013 yılları arasında AUS'nde elektronik teknolojilerden yararlanarak ulaşım sistemlerinde kaynak kullanım performansı ve verimliliğini artırmaya yönelik önemli gelişmeler meydana gelmiştir [6]. Bu kapsamda, AUS geliştirme planları, mimarisi ve yerel yönetimlerin çalışmaları tanımlanmış; e-ödeme sistemlerinin önemi, ulusal ulaşım portalı, ulaşım talep yönetimi gibi başlıklarda çalışmalar ortaya konmuştur. Tüm ulaşım türlerinde, özellikle karayollarında trafik güvenliğinin artırılması, mevcut altyapının korunması, etkin

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

kullanımı ve bilgi ve iletişim teknolojilerinden üst düzeyde faydalanılması hedeflenmiştir. AUS uygulamalarının geliştirilmesi orta vadeli hedefler arasında yer almış, akıllı yollar ve akıllı araçlar detaylı biçimde ele alınmıştır. AUS kurulumunun sağlanması ve denetlenmesine ilişkin hükümler belirlenmiş, karayolu ağı ve kentsel ulaşımda AUS kullanımının yaygınlaştırılması amaçlanmıştır [11]. 2013-2015 Orta Vadeli Program'da, otomatik toplu taşıma sistemlerinin yaygınlaştırılması, sürücü bilgilendirme ve trafik yönetim sistemlerinin kurulması hedeflenmiş; merkezi ve yerel yönetimlerin yönetim ve koordinasyon kapasitelerinin AUS ile güçlendirilmesi öngörülmüştür. Trafik Elektronik Denetim Sistemlerinin AUS ile bütünleşmiş kullanımı, trafik kazalarına bağlı can kayıplarını %50 oranında azaltma hedefi doğrultusunda yaygınlaştırılmak istenmiştir [9]. Kent içi raylı sistem projeleri, deniz yolu taşımacılığının payını artırmaya yönelik uygulamalar, bisiklet kullanımının yaygınlaştırılması, elektrikli ve hibrit araçlar, akıllı bisiklet ağları ve yaya yolları gibi sürdürülebilir ulaşım çözümleri de gündeme gelmiştir. Ayrıca, ulaşım modları arasında entegrasyon sağlanması, yük taşımacılığında daha verimli, hızlı ve güvenli lojistik altyapıya duyulan ihtiyaç ve geri kalmış bölgelerin ulaşım bağlantılarının iyileştirilmesi gibi hedefler ortaya konmuştur. 2013-2023 yılları arasında AUS'nde, teknolojik yeniliklerle uyumlu, dengeli ve sürdürülebilir ulaştırma, denizcilik ve iletişim altyapılarının geliştirilmesine yönelik stratejik politikalar benimsenmiş ve bu doğrultuda kapsamlı adımlar atılmıştır. 2013-2015 Eylem Planı'nın uygulanması ve takibi, 2023 hedefleri kapsamında belirlenmiştir. Türkiye'de ilk Ulusal AUS Strateji Belgesi ve buna bağlı Eylem Planı hazırlanmış, 2014 yılında resmî gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir [12]. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin AUS ve iletişim altyapılarına entegrasyonu, akıllı uygulamaların yaygınlaştırılması ve çevresel olarak sürdürülebilir, kesintisiz ve güvenli ulaşım sistemlerinin kurulması temel hedefler arasında yer almıştır. Bu bağlamda etkili düzenlemeler, uygulamalar ve denetim mekanizmalarının hayata geçirilmesi benimsenmiştir. Türkiye'nin yerli otomotiv markalarıyla küresel pazarda söz sahibi olma vizyonu doğrultusunda; acil frenleme sistemleri, sürücü destek sistemleri, aktif hız sabitleyici, e-Call, şerit takip sistemleri ve otonom araçların test süreçleri gibi akıllı sistemlerde uluslararası standartların uygulanması önem kazanmıştır [13]. Akıllı uygulamalara geçişin hızlandırılması, Ar-Ge ve yenilikçilik faaliyetlerinin teşvik edilmesi temel stratejiler arasındadır. Geniş bant altyapısının geliştirilmesi stratejisi çerçevesinde AUS'nin geliştirilmesi hedeflenmiş; hızlı, güvenli, bütünleşmiş ve akıllı bir ulaşım ağı kurulması amaçlanmıştır. Farklı kurumların çalışmaları tek bir ulusal politika çerçevesinde koordine edilerek dijitalleşme, sürdürülebilir ulaşım, yerli ürün geliştirme ve mobilite odaklı hedefler ortaya konmuştur [8]. Bu doğrultuda; Ulusal AUS Strateji Belgesi ve Eylem Planı tamamlanmış ve uygulamaya alınmış, AUS mimarisi projesi geliştirilmiş, özellikle büyükşehirlerde yolcu, sürücü ve yaya bilgilendirme sistemleri kurulmuş, sanayi dahil öncelikli sektörlerde dijitalleşmeyi destekleyecek akıllı ürün ve sistemler geliştirilmiş, otonom ve bağlantılı araçlar için teknik şartnameler, mevzuat ve altyapı gereksinimleri belirlenmiştir. Mobilite ihtiyaçlarına yönelik çözümler geliştirilmiş, özellikle dezavantajlı genç gruplar için ulaşılabilir ulaşım politikaları uygulanmıştır. Yenilikçi ve yerli üretimi destekleyecek sanayileşme birimleri ve kamu alım programları hayata geçirilmiş, ulaşım yatırımlarında verimlilik odaklı talep yönetimi anlayışı benimsenmiştir [14]. Veri yönetimi, yapay zekâ, derin öğrenme ve iletişim teknolojilerinin AUS kapsamında kullanımı öne çıkmış; bu amaçla IoT tabanlı ağların kurulması, büyük veri ortamlarında verilerin analiz edilebilir şekilde saklanması

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

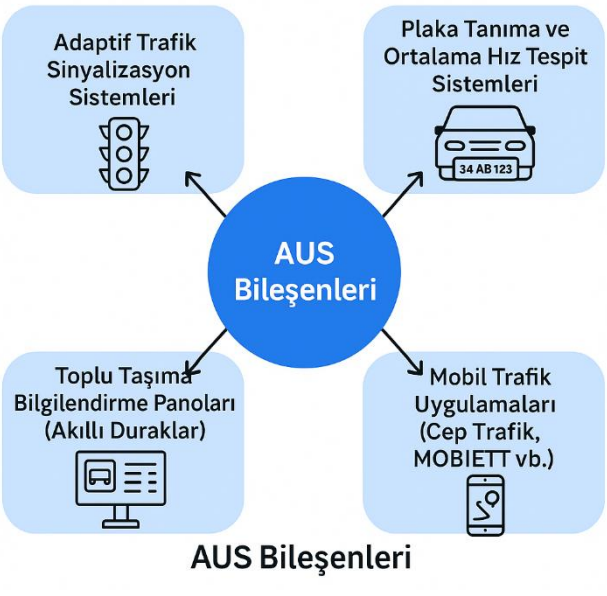
hedeflenmiştir. Paylaşımlı elektrikli scooter operasyonları, kombine taşımacılık ve lojistik merkezleri gibi düzenlemelerle sürdürülebilir AUS hedefi desteklenmiştir [15]. Çeşitli yükseköğretim kurumlarında otonom araçlar çalışma grupları kurulmuş, bu alandaki teknolojik ihtiyaçlar ve mevzuat boşlukları belirlenmiştir. Akıllı ve sürdürülebilir mobilite ile insan kaynağı yeterliliğinin artırılması hedeflenmiş, yenilikçilik, dijitalleşme, mesleki eğitim ve ekonomik rekabetçilik önceliklendirilmiştir. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'na bağlı İletişim Genel Müdürlüğü, AUS alanında ulusal düzeyde strateji belirleme, teknik kriter geliştirme, eylem planlarını hazırlama ve veri yönetim merkezi kurma gibi görevlerle yetkilendirilmiştir. Bu kapsamda, düşük karbonlu ve sürdürülebilir ulaşıma geçişi kolaylaştıracak teknolojik dönüşüm projeleri, özellikle demiryolu ve kentsel ulaşım alanında uygulamaya konulmuştur. Ek olarak, tek kart ödeme sistemi ile toplu taşıma sistemlerinin yaygınlaştırılması, AUS mimarisinin enerji ve zaman tasarrufu, trafik güvenliği ve yol kapasitesinin verimli kullanımı açısından uygulanabilir hale getirilmesi planlanmıştır [8]. Böylece, Türkiye'de AUS kapsamı, etkinliği ve sürdürülebilirliği önemli ölçüde artırılmıştır.

### 3.2.Türkiye'de AUS Mimarisi: Mevcut Durum

Türkiye'de AUS uygulamaları, son on yılda özellikle büyükşehir belediyeleri öncülüğünde ivme kazanmıştır. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı'nın koordinasyonunda, AUS Ulusal Strateji Belgesi (2020-2023) ve AUS 2023 Eylem Planı, bu alandaki gelişmeleri yönlendiren temel çerçeveyi sunmaktadır [8,12]. AUS bileşenleri, ülke genelinde farklı seviyelerde yaygınlaşmış olsa da uygulama düzeylerinde belirgin farklılıklar görülmektedir.

Uygulamada en yaygın AUS bileşenleri arasında adaptif trafik sinyalizasyon sistemleri, plaka tanıma ve ortalama hız tespit sistemleri, toplu taşıma bilgilendirme panoları (akıllı duraklar), mobil trafik uygulamaları (Cep Trafik, MOBİETT gibi) ile trafik yönetim merkezleri ve SCADA tabanlı izleme sistemleri yer almaktadır (Görsel 2). Ancak bu projeler genellikle şehir ölçeğinde dağınık bir şekilde yürütülmekte, kurumlar arası koordinasyon eksikliği yaşanmakta ve veri paylaşımı sınırlı platformlarla kısıtlı kalmaktadır. Bu durum AUS çözümlerinin bütüncül ve sürdürülebilir şekilde uygulanmasını zorlaştırmaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




**Görsel 2. Türkiye'deki AUS Bileşenleri**

Entegrasyon eksikliği nedeniyle sistemler, potansiyel verimlilikten uzak kalmakta ve karar destek mekanizmaları sınırlı çalışmaktadır. Türkiye'de AUS, birçok kamu kurumu ve kuruluşunun koordinasyonuyla, ulaşım modlarının tamamını kapsayacak şekilde yaygınlaştırılmaktadır. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, otomotiv sektörüne yönelik strateji belgeleriyle sürücü destek sistemleri, şerit takip, e-Call gibi AUS bileşenlerinin yerli üretimini ve uyumluluğunu desteklemekte, aynı zamanda TÜBİTAK, KOSGEB, San-Tez ve kalkınma ajansları gibi kurumlar aracılığıyla çeşitli teşvikler sağlamaktadır. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, akıllı kent bileşenlerinin yaygınlaştırılmasına öncülük etmektedir. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, farklı genel müdürlükleri aracılığıyla karayolu, demiryolu ve denizyolu taşımacılığında kapsamlı AUS uygulamaları yürütmektedir. Demiryollarında sinyalizasyon ve kamera sistemleri; denizyollarında Otomatik Tanımlama Sistemi (OTS) ve Gemi Trafik Hizmetleri Sistemi (GTHS); karayollarında ise sinyalizasyon, ücret toplama, tünel kontrol, değişken mesaj işaretleri ve trafik kontrol merkezleri öne çıkmaktadır. Ayrıca, ulusal e-ödeme sistemi olan Türkiye Kart altyapısı da geliştirilmektedir. İçişleri Bakanlığı, 112 Acil Çağrı Merkezleri ve Uyumlaştırılmış Araç İçi Acil Çağrı Sistemi (e-Call) gibi projelerle AUS'ne katkı sunarken; Emniyet Genel Müdürlüğü (EGM) ve Jandarma Genel Komutanlığı (JGK) ise elektronik denetleme sistemleri (EDS), plaka tanıma sistemleri (PTS), trafik yoğunluk haritaları ve ortalama hız denetimi uygulamalarıyla karayolu güvenliğini artırmayı hedeflemektedir. Bu çalışmalar, kamu kurumlarının AUS alanındaki rollerinin yalnızca teknik değil; aynı zamanda stratejik, mevzuatsal ve yönetimsel boyutlar taşıdığını ortaya koymaktadır. AUS geliştirme sürecinde yerel yönetimler, üniversiteler, özel sektör kuruluşları ve sivil toplum örgütleri etkin birer paydaş olarak yer almaktadır. Özellikle büyükşehir belediyeleri, ulaşım altyapılarını daha verimli ve sürdürülebilir hâle getirmek amacıyla çeşitli AUS uygulamalarını hayata geçirmiştir. Hız ve kırmızı ışık ihlallerinin tespiti, trafik yoğunluğunun izlenmesi, toplu taşıma hatlarının dijital kontrolü, otomatik plaka tanıma sistemleri, akıllı duraklar, akıllı otoparklar, yolcu bilgilendirme sistemleri ve elektronik ücret toplama gibi çözümler, bu kapsamda yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca hareket kısıtlılığı olan bireyler için erişilebilirlik odaklı yaya yolları,

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

rampalar ve toplu taşıma çözümleri de sistemin kapsayıcılığına katkı sunmaktadır. Belediyeler, AUS uygulamalarının vatandaşlar tarafından daha etkin kullanılmasını sağlamak amacıyla mobil tabanlı yazılımlar da geliştirmektedir. Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından geliştirilen "EGO Cepte", İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin "MOBİETT" ve "İBB CepTrafik", İzmir Büyükşehir Belediyesi'nin "İZUM" ve Bursa'da "BURULAŞ" tarafından sunulan uygulamalar, toplu taşıma planlaması, anlık trafik durumu takibi ve kullanıcı geri bildirimleri açısından önemli işlevler üstlenmektedir. Üniversiteler, AUS kapsamında bilimsel bilgi üretimi ve insan kaynağı yetiştirme bağlamında kritik bir rol oynamaktadır. Türkiye genelinde yaklaşık 20 üniversitede otomotiv mühendisliği bölümü yer almakta; bu bölümler ve ilgili araştırma merkezleri AUS teknolojileri üzerine çeşitli Ar-Ge projeleri yürütmektedir. Örneğin, Orta Doğu Teknik Üniversitesi BİLTİR Merkezi; akıllı araçlar, ulaşım altyapısı ve haberleşme sistemleri üzerine yoğunlaşmaktadır. Boğaziçi Üniversitesi'nde toplu taşıma planlaması, trafik güvenliği ve otobüs öncelikli yol stratejileri konularında akademik çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul genelinde kurulu sensör, kamera ve radarlar aracılığıyla trafik verilerini toplayarak bu verileri akademik analizlerde kullanmaktadır. Okan Üniversitesi, akıllı ve çevreci ulaşım sistemleri ile otonom araç teknolojileri üzerinde uzmanlaşırken, Sabancı Üniversitesi çevresel etkileri minimize eden güzergâh planlamaları ve elektrikli araç lojistiği üzerine çalışmaktadır. Ayrıca, Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) tarafından AUS alanında ihtisas üniversitesi olarak yetkilendirilmiştir. Özel sektör de AUS ekosisteminin gelişiminde öncü aktörlerden biridir. Mobil ağ operatörleri, yazılım ve donanım firmaları ile otomotiv üreticileri; trafik yönetimi, otomasyon sistemleri, coğrafi bilgi teknolojileri, ücret toplama altyapıları, acil çağrı sistemleri ve büyük veri analitiği gibi alanlarda çözümler üretmektedir. Kamu kurumlarıyla iş birliği içerisinde yürütülen projeler, AUS sistemlerinin daha entegre ve etkin çalışmasına olanak tanımaktadır. Sivil toplum kuruluşları ise AUS politikalarının şekillendirilmesinde ve paydaşlar arası koordinasyonun sağlanmasında önemli roller üstlenmektedir. Türkiye Akıllı Ulaşım Sistemleri Derneği (AUSTÜRKİYE), AUS alanında faaliyet gösteren tüm paydaşları bir araya getirerek ulusal ve uluslararası ölçekte çalışmalar yürütmektedir. Türkiye Belediyeler Birliği (TBB), belediyelere yönelik eğitim, danışmanlık ve teknik destek faaliyetleri ile AUS uygulamalarının yaygınlaştırılmasına katkı sunmaktadır. Otomotiv Sanayii Derneği (OSD) ise elektrikli, bağlantılı ve otonom araç teknolojilerinin gelişimi ve üretimi konusunda sektöre öncülük etmektedir [8]. Türkiye'de büyük şehirlerde uygulanan AUS, özellikle trafik sıkışıklığını azaltmak, yol güvenliğini artırmak ve toplu taşıma verimliliğini yükseltmek amacıyla devreye alınmıştır. İstanbul, Ankara, İzmir ve Bursa gibi büyükşehirlerde farklı ölçek ve kapsamda hayata geçirilen AUS uygulamaları, Türkiye'deki mimarinin gelişimini somut biçimde ortaya koymaktadır. İstanbul'da, yoğun trafik akışı nedeniyle yıllardır sensörler, kamera sistemleri ve akıllı trafik ışıkları gibi teknolojilerle desteklenen merkezi kontrol sistemleri kullanılmaktadır. Ankara'da ise toplu taşıma ile bireysel araç trafiğinin dengelenmesine yönelik olarak otobüs ve metro güzergahlarına yerleştirilen sensörlerden elde edilen veriler, trafik ışıklarının dinamik kontrolünde kullanılmaktadır. İzmir'de sürdürülen pilot projeler hem toplu taşıma entegrasyonunu hem de bireysel araç kullanımını optimize etmeyi hedeflemekte; sürekli veri analiziyle desteklenen bu sistemler trafik yoğunluğunu azaltmaktadır. Bursa'da ise akıllı trafik ışıkları ve dinamik trafik yönetim sistemleriyle

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

yürütülen AUS projeleri, anlık veri takibi sayesinde yoğun saatlerde yönlendirme yapılmasına imkân tanımakta ve trafik sıkışıklığının azalması hedeflenmektedir [6]. Bu dört şehirdeki uygulamalar, Türkiye'de AUS teknolojilerinin sahadaki karşılığını göstermekte ve altyapının potansiyelini somut verilerle ortaya koymaktadır.

### 3.3.Teknik ve Kurumsal Zorluklar

Türkiye'de AUS'nin yaygınlaştırılması sürecinde çeşitli teknik, yönetsel, hukuki ve toplumsal zorluklarla karşılaşılmaktadır. Bu zorluklar, sistemlerin etkinliğini ve sürdürülebilirliğini doğrudan etkileyen faktörler olarak karşımıza çıkmaktadır. Öncelikle, AUS projelerinde kurumlar arası koordinasyon eksikliği önemli bir sorun olarak öne çıkmaktadır. Merkezi ve yerel yönetimler, özel sektör ve akademi arasında yeterli düzeyde bilgi paylaşımı ve ortak vizyon geliştirilememesi, sistemlerin bütünleşik çalışmasını zorlaştırmaktadır. Farklı kurumların kendi öncelikleri doğrultusunda bağımsız sistemler geliştirmesi, veri entegrasyonunda uyumsuzluklara yol açmakta; bu da ulusal ölçekte birlikte çalışabilirliği engellemektedir. Bununla birlikte, standardizasyon eksikliği AUS uygulamalarının etkinliğini sınırlayan bir diğer temel sorundur. Hem donanım hem de yazılım tarafında farklı üreticilerin kullandığı teknolojiler arasında uyum sorunları yaşanmakta; bu da bakım, güncelleme ve entegrasyon süreçlerini zorlaştırmaktadır. Ulusal ölçekte geçerli standartların oluşturulamamış olması, akıllı sistemlerin tüm şehirlerde homojen bir yapıya kavuşmasının önünde engel teşkil etmektedir. Bir diğer önemli zorluk, veri yönetimi konusundadır. Trafik yoğunluğu, araç hareketleri, toplu taşıma zaman çizelgeleri gibi çok sayıda dinamik verinin toplanması, saklanması, analiz edilmesi ve anlamlı çıktılara dönüştürülmesi için yeterli altyapı ve nitelikli insan kaynağı her kurumda bulunmamaktadır. Ayrıca, veri güvenliği ve kişisel verilerin korunması konularında gerekli yasal düzenlemeler ile uygulamalar arasında uyum sağlanmasında sorunlar yaşanabilmektedir. Finansal yetersizlikler de AUS yatırımlarının önündeki önemli engellerden biridir. Özellikle orta ve küçük ölçekli belediyeler, yüksek maliyetli teknolojik altyapı yatırımlarını gerçekleştirmekte zorlanmakta; dış kaynaklara bağımlı kalmaktadır. Bu durum, kentler arasında dijital ulaşım eşitsizliğine yol açmakta ve bazı bölgelerin teknolojik olarak geride kalmasına neden olmaktadır. Toplumsal düzeyde ise farkındalık eksikliği ve kullanıcı alışkanlıklarının değişime direnç göstermesi, AUS uygulamalarının benimsenmesini güçleştirmektedir. AUS'nin sunduğu olanaklar hakkında vatandaşların yeterli bilgiye sahip olmaması ya da dijital okuryazarlık düzeyinin düşük olması, sistemlerin etkin kullanılmasını sınırlandırmaktadır. Ayrıca bazı durumlarda AUS uygulamaları, özel hayatın gizliliği gibi etik tartışmalara da yol açmakta ve bu durum kamuoyunda güvensizlik oluşturabilmektedir. Son olarak, mevzuat altyapısının yetersizliği AUS sistemlerinin önündeki yapısal engellerden biridir. Gelişen teknolojilere uyum sağlayacak esneklikte ve güncellikte mevzuatın bulunmaması, özellikle otonom araçlar, veri paylaşımı ve yapay zekâ uygulamaları gibi alanlarda hukuki belirsizlikler yaratmaktadır. Bu durum hem özel sektör yatırımlarını hem de kamu kurumlarının uygulamalarını sınırlamaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

### 3.4.Gelecek Perspektifleri

Türkiye'de AUS alanında son yıllarda kaydedilen gelişmeler, ulaşım altyapısının dijitalleşmesi ve akıllı şehir uygulamalarının yaygınlaşması açısından umut verici bir tablo sunmaktadır. Ancak mevcut potansiyelin etkin şekilde kullanılabilmesi, yalnızca teknolojik yatırımlarla değil; aynı zamanda stratejik planlama, mevzuat uyumu, kurumsal koordinasyon ve toplumsal dönüşümle mümkündür. Bu doğrultuda, Türkiye'nin AUS alanındaki gelecek perspektifi birkaç temel eksen etrafında şekillenmektedir.

İlk olarak, ulusal düzeyde bütünleşik ve sürdürülebilir bir AUS mimarisinin oluşturulması gerekmektedir. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı öncülüğünde yürütülen AUS Strateji Belgeleri ve Eylem Planları bu yönde önemli bir adımdır; ancak bu belgelerin yerel düzeyde uygulanabilirliğini artıracak mekanizmaların geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Gelecekte, şehirler arası veri paylaşımı, birlikte çalışabilir altyapılar ve merkezi kontrol sistemleri ile desteklenen entegre AUS platformlarının yaygınlaşması hedeflenmelidir.

İkinci olarak, yapay zekâ, büyük veri ve makine öğrenmesi gibi ileri teknolojilerin AUS uygulamalarına entegrasyonu ön plana çıkmaktadır. Bu teknolojiler sayesinde trafik tahmini, adaptif sinyalizasyon, otonom araç koordinasyonu ve kaza önleme sistemlerinde daha proaktif ve veriye dayalı çözümler geliştirilebilecektir. Türkiye'nin bu alanda yerli ve milli yazılım ve donanım geliştirme kabiliyetini artırması, dışa bağımlılığı azaltma ve teknoloji ihracatçısı bir ülke olma yolunda stratejik bir öneme sahiptir. Ayrıca, şehir içi ulaşımın sürdürülebilirlik ekseninde yeniden kurgulanması gerekliliği ön plana çıkmaktadır. Karbon emisyonlarının azaltılması, toplu taşımanın cazip hale getirilmesi, mikromobilite çözümleri (scooter, bisiklet vb.) ve paylaşımlı ulaşım modellerinin teşvik edilmesi, AUS sistemlerinin yalnızca teknolojik değil çevresel etkiler açısından da optimize edilmesini sağlayacaktır. Bu çerçevede, Türkiye'nin ulusal iklim hedefleri ile AUS politikalarının eşgüdüm içinde ilerlemesi gerekmektedir. İnsan kaynağı ve toplumsal farkındalık boyutu da gelecekteki gelişimin temel yapı taşlarından biridir. AUS alanında uzmanlaşmış mühendis, şehir plancısı ve veri bilimci yetiştirilmesi; üniversite-sanayi iş birliğinin artırılması ve nitelikli Ar-Ge projelerinin desteklenmesi öncelikli hedefler arasında yer almalıdır. Öte yandan, vatandaşların akıllı sistemlere adaptasyonu için dijital okuryazarlık eğitimleri, bilgilendirme kampanyaları ve kullanıcı dostu arayüzler geliştirilmelidir. Son olarak, mevzuat altyapısının dinamik ve kapsayıcı biçimde güncellenmesi, teknolojik ilerlemeye paralel şekilde yapılmalıdır. Otonom araçlar, veri paylaşımı, siber güvenlik ve yapay zekâ kullanımı gibi konularda ortaya çıkabilecek etik, hukuki ve teknik sorunlara karşı hazırlıklı olunmalı; gerekli düzenlemeler önceden planlanmalıdır.

Tüm bu perspektifler doğrultusunda, Türkiye'nin AUS'nde sürdürülebilir, katılımcı ve yenilikçi bir vizyonla ilerlemesi mümkündür. Bu sürecin başarıya ulaşması, yalnızca teknik altyapı yatırımlarına değil; aynı zamanda stratejik yönetişim ve toplumun aktif katılımına bağlıdır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

### 3.5.Dünyada AUS Politikaları

Dünya genelinde AUS, trafik yönetimi ve ulaşım altyapısının iyileştirilmesi için büyük bir öneme sahiptir. Gelişmiş şehirlerde, AUS yalnızca trafik akışını düzenlemekle kalmaz, aynı zamanda çevre dostu ulaşım çözümleri ve sürdürülebilir şehir planlaması açısından da önemli bir rol oynamaktadır. Örneğin, Singapur'da Elektronik Yol Ücreti (ERP) sistemi, otoyollardaki trafik yoğunluğunu dinamik bir şekilde kontrol ederek araçların geçişine bağlı olarak ücretlendirme yapmaktadır [7]. Bu yöntem, trafik akışını düzenlemede ve yoğunluğu azaltmada etkili bir çözüm sunmaktadır. Londra'da uygulanan yoğunluk ücreti sistemi de, şehir merkezindeki trafik yoğunluğunu azaltmayı hedeflemekte ve dünya çapında bu tür sistemlerin etkinliği örnek gösterilmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde, özellikle New York ve San Francisco gibi büyük şehirlerde, AUS ve otonom araç teknolojileriyle ulaşım altyapıları güçlendirilmektedir. Bu şehirlerde anlık trafik verileri toplanarak, halkla paylaşılmakta ve San Francisco'daki açık veri uygulamaları, topluluk katkılarıyla sistemlerin sürekli iyileştirilmesine olanak tanımaktadır [16]. Avrupa'da ise Helsinki, Kopenhag ve Amsterdam gibi şehirlerde çevre dostu ulaşım çözümleri, bisiklet yolları ve toplu taşıma entegrasyonu ön plandadır. Bu şehirlerdeki AUS, trafik akışını iyileştirirken çevresel etkileri azaltmayı da hedeflemektedir [6].

Gelişmiş ülkeler, ulaşım sorunlarını çözmek ve sürdürülebilirliği sağlamak amacıyla AUS'nin yaygınlaştırılması için çeşitli stratejik politikalar geliştirmektedir. Japonya, 1995-2013 yılları arasında üç aşamalı bir gelişim planı uygulamış ve 2013 sonrasında büyük veri ve otonom sürüş sistemlerine odaklanmıştır [17]. Japonya'nın AUS çalışmaları, trafik sıkışıklığını azaltma, emisyonları düşürme ve yaşlı nüfus için erişilebilir ulaşım gibi öncelikler taşımaktadır. Avrupa Birliği ise, 2010/40/EU Direktifi ve Beyaz Kitap belgesiyle AUS'nin gelişimini yönlendirmiş, güvenli, çevre dostu ve verimli ulaşıma yönelik çözümler geliştirmiştir [18]. Ayrıca, Amerika Birleşik Devletleri, MAP-21 ve FAST yasalarıyla AUS için yasal bir çerçeve oluşturmuş, Ar-Ge destekleri ve altyapı yatırımları ile AUS'i teşvik etmiştir. DSRC (Dedicated Short Range Communication) haberleşme teknolojisiyle bağlantılı araçlar üzerinde yoğunlaşarak, otonom araçlara uygun yasal düzenlemeler de yapmıştır.

Genel olarak dünya örnekleri, AUS'nin trafik sıkışıklığı, emisyon, enerji tüketimi ve yol güvenliği gibi sorunları çözmede etkin bir rol oynadığını göstermektedir. Bu ülkeler, AUS ile bütünleşmiş, güvenli, esnek ve çevre dostu ulaşım sistemleri kurmayı hedeflemektedir.

### 3.6.Dünya Uygulamalarıyla Kıyaslama

Türkiye'de AUS, özellikle büyükşehirlerde ve bazı sanayi bölgelerinde pilot projeler olarak başlatılmış ve giderek yaygınlaşmıştır. İstanbul, Ankara ve İzmir gibi büyükşehirlerde, toplu taşıma sistemlerine yönelik mobil uygulamalar, şehir içi ulaşımda dijitalleşmeye öncülük etmektedir. Örneğin İstanbul'daki MOBİETT ve İzmir'deki İZUM gibi uygulamalar, kullanıcıların toplu taşıma hizmetlerine kolay erişimini sağlamakta ve günlük ulaşımda dijital çözümler sunmaktadır. Ancak, dünya örneklerinde olduğu gibi, bu uygulamalar genellikle şehir içi ulaşım odaklı kalmakta ve şehir genelinde entegre bir yapıya kavuşturulması henüz tamamlanmamıştır. İstanbul ve diğer büyük şehirlerde trafik yönetimi konusunda akıllı sistemler kullanılmaya başlanmış olsa da Singapur'daki gibi dinamik yol ücretlendirme

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

sistemlerinin Türkiye'de henüz uygulanmadığı görülmektedir. Singapur'daki Elektronik Yol Ücreti (ERP) sistemi, trafik yoğunluğuna göre ücretlendirme yaparak, araçların geçişini denetlemekte ve trafik akışını optimize etmektedir. Türkiye'de benzer sistemlerin geliştirilmesi, trafik yoğunluğunu azaltma noktasında büyük bir adım olacaktır. Ayrıca, dünya genelindeki pek çok şehirde veriler açık veri politikalarıyla kamuya sunulurken, Türkiye'de bu konuda henüz atılması gereken adımlar bulunmaktadır. Türkiye'deki bazı şehirlerde akıllı otoparklar ve trafik izleme sistemleri devreye alınmış olsa da bu çözümler hâlâ sınırlı bölgelerle sınırlı kalmaktadır. Şehirlerarası ulaşımda tüm şehirleri kapsayan, birbirine bütünleşmiş sistemlerin kurulması büyük önem taşımaktadır.

Dünyada otonom araç altyapısı hızla gelişirken, Türkiye'de bu alandaki uygulamalar hala erken aşamalardadır. Otonom araçların altyapıya entegrasyonu, trafik güvenliği ve verimlilik açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Bu alandaki ilerlemeler, Türkiye'nin uluslararası rekabet gücünü artırabilir. Türkiye, bu alanda daha fazla yatırım yaparak, otonom araç teknolojisini entegre etme konusunda adımlar atmalıdır.

Dünyadaki öncü şehirlerde, AUS sistemleri sadece trafik yönetimi değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik ve güvenlik hedefleriyle de entegre edilmiştir. Örneğin, Seul (Güney Kore) trafik yoğunluğunu azaltmayı başarmıştır. Bu başarı, gerçek zamanlı veri işleme merkezlerinin etkin bir şekilde kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Singapur'da ise, ulusal bir AUS mimarisi merkezi otorite tarafından denetlenmekte ve tüm taşıtlar GPS ile izlenmektedir. Trafik yönetimi algoritmalarla optimize edilmekte ve bu süreçte veri analitiği büyük rol oynamaktadır. Hamburg (Almanya), 5G destekli AUS altyapısını otonom araçlarla entegre ederek ulaşım verimliliğini artırmakta ve çevresel etkileri minimize etmektedir. San Diego (ABD) ise ulaşım, acil durum yönetimi ve hava kalitesi izleme sistemlerini entegre ederek, çevresel sürdürülebilirliği desteklemektedir.

Türkiye'nin bu örneklerle kıyaslandığında, özellikle veri odaklı yönetim sistemleri, şehirlerarası entegrasyon ve akıllı mobilite stratejileri açısından önemli gelişim alanları olduğu görülmektedir. Türkiye, bu eksiklikleri gidererek, çevre dostu ulaşım çözümleri ve AUS'ni bütünleşmiş bir şekilde uygulamaya almalıdır. Örneğin, veriler açık veri politikaları ile halka sunulmalı, otonom araçlar ve AUS birbirine entegre edilerek şehirlerarası ulaşımda verimlilik artırılmalıdır. Bu adımlar, Türkiye'yi küresel ölçekte daha rekabetçi bir konuma taşıyacaktır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye'de AUS üzerine yürütülen çalışmalar, özellikle büyükşehirlerde artan trafik yoğunluğu, çevresel sorunlar ve toplu taşımada verimlilik arayışıyla ivme kazanmış; yerel ölçekte çeşitli teknolojik çözümler uygulamaya geçirilmiştir. MOBİETT, EGO CEP ve İZUM gibi mobil uygulamalar; plaka tanıma, ortalama hız tespiti, akıllı sinyalizasyon ve SCADA tabanlı izleme sistemleri gibi bileşenler, bu dönüşümün somut örneklerini oluşturmaktadır. Ancak bu uygulamaların çoğu, şehir içi ulaşım odaklı ve birbirinden bağımsız projeler olarak kalmakta; ulusal ölçekte bütüncül bir AUS mimarisi henüz tam anlamıyla hayata geçirilememektedir. Kurumlar arası veri paylaşımı, sistemler arası entegrasyon ve ortak yönetişim anlayışı konularında belirgin eksiklikler mevcuttur. Güncel tablo, AUS alanında atılan adımların teknolojik olarak önemli olsa da yapısal olarak yetersiz kaldığını göstermektedir. Özellikle veri tabanlı karar alma süreçlerinin sınırlı oluşu, açık veri politikalarının yaygınlaştırılamaması ve dinamik trafik yönetimi gibi ileri düzey uygulamaların eksikliği, sistemlerin etkisini azaltmaktadır. Oysaki, dünya genelinde AUS sistemleri artık yalnızca trafik yönetimi değil; çevresel sürdürülebilirlik, afet ve kriz yönetimi, hava kalitesi takibi ve enerji verimliliği gibi çok boyutlu hedeflerle bütünleşik şekilde yürütülmektedir. Seul, Singapur, Hamburg ve San Diego gibi şehirler, bu dönüşümün başarılı örneklerini sunmakta; açık veri temelli, gerçek zamanlı ve otonom teknolojilere entegre yapılarla şehir içi yaşam kalitesini artırmaktadır. Türkiye'nin bu gelişmeleri dikkate alarak AUS stratejilerini yeniden yapılandırması gerekmektedir. Ulusal düzeyde çerçevesi çizilmiş bir AUS mimarisi oluşturulmalı; bu çerçevede yerel yönetimlere rehberlik edecek politikalar geliştirilmelidir. Şehirlerarası veri paylaşımı, ulaşım sistemlerinin entegrasyonu ve otonom teknolojilere uygun altyapı yatırımları bu süreçte öncelikli adımlar olmalıdır. Aynı zamanda yapay zekâ destekli karar mekanizmalarının ulaşım planlamasında aktif biçimde kullanılması; trafik yoğunluğunun azaltılması, toplu taşımanın cazip hale getirilmesi ve kullanıcı deneyiminin iyileştirilmesi açısından büyük katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak, Türkiye'nin AUS sistemlerine yönelik geçmiş deneyimlerini göz önünde bulundurarak, geleceğe yönelik daha vizyoner ve entegre bir yol haritası belirlemesi elzemdir. Bu bağlamda yalnızca teknolojik altyapı değil; yönetişim modeli, kullanıcı katılımı, veri yönetimi ve sürdürülebilirlik ekseninde çok yönlü bir dönüşüm hedeflenmelidir. Böylece AUS uygulamaları, sadece ulaşımın değil, şehir yaşamının bütünsel olarak daha akıllı, çevreci ve erişilebilir hale gelmesine hizmet edebilir.

## Kaynakça

[1] Batal, S., & Tuğlu, K. (2018). Endüstri 4.0 Ve Yeni Teknolojiler Karşisinda Yerel Yönetimlerde Yaşanan Değişimler. Avrasya Uluslararası Araştırmalar Dergisi, 6(14), 216-232.

[2] V. Sharma, I. You, G. Pau, M. Collotta, J.D. Lim, J.N. Kim, Lorawan-Based Energy-Efficient Surveillance By Drones For İntelligent Transportation Systems, Energies 11 (3) (2018) 573.

[3] Rudskoy, A., Ilin, I., & Prokhorov, A. (2021). Digital Twins İn İntelligent Transport Systems. Transportation Research Procedia, 54, 927-935.

[4] Garg, T., & Kaur, G. (2023). A Systematic Review On İntelligent Transport Systems. Journal of Computational and Cognitive Engineering, 2(3), 175-188.

[5] Abdellah, A. R., Alshahrani, A., Muthanna, A., Koucheryavy, A., 2021. Performance Estimation in V2X Networks Using Deep Learning-Based M-Estimator Loss Functions in the Presence of Outliers. Symmetry, 13(11), 2207.

[6] Talih, Ö., & Çelikok, K. (2023). Intelligent Transportation Systems and Policies in the World and in Türkiye: Assessment from A Sustainable Transportation Perspective. Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 14(100. Yıl Özel Sayısı), 254-279.

[7] Tufan, H. (2014). Akilli Ulaşim Sistemleri Uygulamalari ve Türkiye İçin Bir Aus Mimarisi Önerisi. Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi, T.C. Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı.

[8] Ulaştırma, D., & Bakanlığı, A. (2019). Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve 2020-2023 Eylem Planı. 2020.

[9] Özmen, T., Özmen, E., Taskın, S., & Bulut, S. (2022). Akıllı ulaşım uygulamaları özelinde Manisa ili incelemesi. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 5(1), 1-21.

[10] Tellis, G. J., Stremersch, S., & Yin, E. (2003). The İnternational Takeoff Of New Products: The Role Of Economics, Culture, And Country İnnovativeness. Marketing Science, 22(2), 188-208.

[11] Üneş, M., & Közkurt, C. (2021). Üniversite Yerleşkesi Ulaşım Planlamasında Akıllı Ulaşım Sistemleri Ve Teknolojilerinin Kullanılması. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 4(2), 99-119.

[12] T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı. (2014). Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi (2014-2023) ve Eki Eylem Planı (2016-2016).

[13] Taştan, N. S., & Taştan, K. Otomotiv Sektörü 2017-2023: Küresel Bir Analiz ve Türkiye. Stratejik Yönetim Araştırmaları Dergisi, 6(2), 120-143.

[14] Uzer, O., & Özaslan, A. (2023). Bursa Ve Antalya'nın Akıllı Kentiçi Ulaşım Denemeleri. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 6(2), 238-252.

[15] Kaya, Ö., Alemdar, K. D., Atalay, A., Çodur, M. Y., & Tortum, A. (2022). Electric Car Sharing Stations Site Selection From The Perspective Of Sustainability: A GIS-Based Multi-Criteria Decision-Making Approach. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 52, 102026.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

[16] Akbaş, L. C. (2022). Kent İçi Ulaşımda Akıllı Ulaşım Sistemleri: Aksaray Örneği (Master's thesis, Kapadokya Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü).

[17] Dilek, E., Talih, Ö., & Ceylan, H. (2023). Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Mimarisinin Yaygınlaştırılması: Türkiye Önerisi. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 6(2), 353-392.

[18] Karlı, R. G. Ö., & Çelikyay, H. S. (2022). Akıllı ulaşım sistemleri (AUS) üzerine Türkiye'deki politikaların araştırılması. Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi, 5(2), 1-14.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# SÜT YAĞI VE OLEOJEL KATILARAK YAPILAN REKOMBİNE DONDURMALARIN KALİTESİ

**Prof. Dr. Salih ÖZDEMİR[1]**
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
ozdemirs@atauni.edu.tr - https://orcid.org/0000-0002-9583-4379

**Sümeyye KAÇALİN[2]**
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
sumeyye.kacalin21@ogr.atauni.edu.tr - https://orcid.org/0009-0007-6137-0397

## ÖZET

Bu yüksek lisans tezinde, süt yağı yerine balmumu ve ayçiçek yağı kullanılarak elde edilen oleojelin dondurma üretiminde alternatif yağ kaynağı olarak kullanımının, ürünün fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Ayrıca, süt yerine vals ve püskürtme yöntemiyle üretilmiş süt tozlarının kullanımının dondurma kalitesi üzerindeki etkisi de değerlendirilmiştir. Çalışmada üretilen dondurma örneklerinde kurumadde oranı %30,35 ile %35,43, kül oranı %0,75 ile %1,15 ve yağ oranı %5,30 ile %6,50 arasında değişmiştir. Oleojel ilavesinin, dondurmaların hacim artışı oranını ve ilk erime süresini anlamlı düzeyde ($p<0,01$) azalttığı, süt yağı kullanılan örneklerin ise tam erime süresinin oleojel kullanılanlardan daha uzun olduğu belirlenmiştir. Viskozite analizlerinde, süte süt yağı ilave edilen mikslerin daha yüksek viskoziteye sahip olduğu; ancak süttozu bazlı rekombine dondurmalarda oleojel ilavesinin viskoziteyi artırdığı gözlenmiştir. Renk analizlerinde, süt yağı içeren örneklerin L* renk değerlerinin daha yüksek olduğu, yani daha açık renkli bir yapıya sahip oldukları tespit edilmiştir. Aroma bileşenleri analizinde, oleojel kullanılan dondurma örneklerinde toplam doymamış yağ asidi oranlarının arttığı, buna karşılık doymuş yağ asidi oranlarının azaldığı bulunmuştur. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, panelistler süt yağı içeren dondurma örneklerini oleojel ilaveli örneklere göre daha fazla beğenmiştir. Elde edilen bulgular, oleojel kullanımının dondurma formülasyonlarında sağlıklı bir yağ alternatifi sağlayabileceğini göstermekte; ancak bazı kalite parametrelerinde ve duyusal özelliklerde geleneksel süt yağına kıyasla farklılıklar oluşturabileceğini ortaya koymaktadır. Bu çalışma, fonksiyonel ve daha sağlıklı dondurma üretimi konusunda oleojel kullanımının potansiyelini destekler niteliktedir.
Anahtar Kelimeler: Süttozu, dondurma, oleojel, aroma bileşenleri, yağ asitleri

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# QUALİTY EVALUATION OF RECOMBINED ICE CREAM FORMULATIONS INCORPORATİNG MİLK FAT AND OLEOGEL

## ABSTRACT

In this master's thesis, the effects of using oleogel, prepared from a mixture of beeswax and sunflower oil, as an alternative fat source to milk fat in ice cream production were investigated in terms of physical, chemical, and sensory properties. Additionally, the use of milk powders obtained by roller-drying and spray-drying methods instead of liquid milk was evaluated regarding its impact on ice cream quality. The dry matter content of the produced ice cream samples ranged between 30.35% and 35.43%, ash content between 0.75% and 1.15%, and fat content between 5.30% and 6.50%. The addition of oleogel significantly ($p<0.01$) reduced the overrun and initial melting time of the ice cream samples, whereas samples containing milk fat showed longer complete melting times compared to those with oleogel. Viscosity analyses revealed that mixes containing milk fat had higher viscosity, although oleogel addition increased viscosity in recombined ice creams made with milk powder. Color analysis indicated that samples with milk fat had higher L* values, corresponding to a lighter color. Volatile compound analysis showed an increase in total unsaturated fatty acid content and a decrease in saturated fatty acid content in samples formulated with oleogel. Sensory evaluation results demonstrated that panelists generally preferred samples containing milk fat over those formulated with oleogel. These findings suggest that oleogel can be used as a healthier fat alternative in ice cream production by reducing saturated fat content, although it may cause certain differences in some physical and sensory properties compared to conventional formulations. Overall, this study supports the potential of oleogel use in the development of functional and health-oriented ice cream products.

**Keywords:** Milk powder, ice cream, oleogel, aroma compounds, fatty acids

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. GİRİŞ

Dondurma, tarihsel kökeni eski Çin'e kadar uzanan ve zamanla tüm dünyaya yayılan, süt bazlı yarı katı bir gıda ürünüdür. Hem sıcak iklimlerde hem de modern soğutma teknolojileri sayesinde tüm mevsimlerde tüketilebilen dondurma; protein, yağ, karbonhidrat, vitamin ve mineral içeriği ile besleyici bir atıştırmalık olmanın ötesinde, duyusal tatmin, yenilikçi aroma çeşitliliği ve fonksiyonel formülasyonlarla gıda endüstrisinde sürekli bir Ar-Ge alanı haline gelmiştir. Son yıllarda küresel dondurma pazarı 50 milyon dolara yaklaşmaktadır. Dondurma endüstrisi ABD ve Avrupa'da süt teknolojisinin önemli bir kolunu oluşturmaktadır. En fazla dondurma üreten ve tüketen ABD'de toplam süt üretiminin %10'u dondurmaya işlenmekte (5.542.000.000 litre/yıl) ve kişi başına yıllık tüketim yaklaşık 25 litreyi bulmaktadır. Ülkemizde ise toplam süt üretiminin sadece %0,4'ünün dondurmaya işlendiği, yıllık üretimin 27.500.000 litre civarında olduğu ve kişi başına tüketimin 0.6-1,0 kg/yıl olduğu tahmin edilmektedir (Mukan, 2002).

Dondurma, sahip olduğu özgün doku, lezzet ve serinletici etkisi nedeniyle tüm dünyada yaygın olarak tüketilen süt ürünlerinden biridir. Besleyici değerinin yüksekliği ve tüketiciye sunduğu duyusal tatmin, bu ürünü hem çocuklar hem de yetişkinler için cazip kılmaktadır. Günümüzde küresel dondurma pazarı büyük bir ekonomik hacme ulaşmış olup, üretim ve tüketim oranları sürekli artış göstermektedir. Ancak artan sağlık bilinci ile birlikte, dondurma gibi geleneksel olarak yüksek yağ ve şeker içeren ürünlerde daha sağlıklı alternatif formülasyon arayışları da ön plana çıkmıştır. Dondurma üretiminde süt yağı, ürünün kremsi yapısının, ağız hissiyatının ve genel yapısal stabilitesinin korunmasında temel bir bileşendir. Ancak, süt yağının yüksek doymuş yağ içeriği, özellikle kalp-damar hastalıkları ve obezite gibi kronik hastalık risklerini artırması nedeniyle dezavantajlı görülmektedir. Buna bağlı olarak, dondurma formülasyonlarında daha sağlıklı yağ alternatiflerinin kullanımı büyük önem kazanmıştır. Diğer taraftan, dünyada süt üretiminin kısıtlı olduğu veya maliyetlerin azaltılmak istendiği durumlarda, süt yerine süttozu kullanılarak üretilen rekombine dondurmalar da yaygınlaşmaktadır. Rekombine dondurma üretimi, hammaddenin saklanabilirliğini artırmakta ve üretimde standardizasyon sağlamaktadır. Ancak kullanılan süttozu türü (vals veya püskürtme yöntemiyle üretilmiş olması) dondurmanın fiziksel ve duyusal özelliklerini önemli ölçüde etkileyebilmektedir.

Ayrıca son yıllarda düşük kalorili, sağlıklı, fonksiyonel bileşenlerce zengin besinlere talebin artmasıyla dondurma için de farklı alternatifler aranmaya başlandı. Her ne kadar dondurmanın stabilitesini ve yapısını kalite açısından etkileyen önemli bir parametre olsa da

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

katı yağ içeriği yeni gıda trendlerinde azaltılması istenmektedir. Küresel pazarda önemli ölçüde süt bazlı olmayan yağlarla formülize edilmiş dondurma çeşidi bulunmaktadır. Tüketici talepleri doğrultusunda dondurma ürünlerinde doymuş yağ oranı azaltılırken bunun yanında besin değerini artıracak bitkisel kaynaklı yağlar fonksiyonel içerik olarak kullanılmaktadır. Ancak katı yağ içeriğini sadece bitkisel yağ ile değiştirmek dondurmanın yapı ve stabilitesinin uygunluğu için yeterli bir değişiklik değildir. Bu durum yeni araştırma konuları arasında yer almaktadır. Yeni gıda trendleri sağlıklı beslenme için bitki bazlı diyetlere doğru yönelimin arttığını göstermektedir.

### 1.1. Küresel ve Türkiye Pazarı

- **Küresel Trendler:** Dünya dondurma pazarı 2024 yılı itibarıyla yaklaşık 50 milyar USD hacme ulaşmış, yıllık %4–5 oranında büyüme göstermektedir. Özellikle "sağlıklı", "bitki bazlı" ve "fonksiyonel" etiketli ürün segmentleri, tüketici taleplerindeki değişimin en belirgin işaretlerindendir.
- **Türkiye Gerçekleri:** Türkiye'de yıllık dondurma üretimi yaklaşık 30 milyon litre düzeyindedir; kişi başına tüketim ise 1 kg civarındadır. Bu değerler gelişmiş ülkelerin (ABD: ~25 L/kişi; İtalya: ~7 L/kişi) oldukça gerisindedir. Mevsimsellik, geleneksel tüketim alışkanlıkları ve yüksek doymuş yağ içeriği tüketimi sınırlayan temel etmenlerdir.

### 1.2. Sağlık ve Beslenme Açısından Yeni Yaklaşımlar

Geleneksel dondurma formülasyonları %10–14 süt yağı, %30–36 kuru madde ve %12–16 şeker içerir. Yüksek doymuş yağ ve serbest şeker oranları uzun vadede:

- Metabolik sendrom riskini artırır,
- Kardiyovasküler hastalık olasılığını yükseltir,
- Obezite ve insülin direncine katkıda bulunur.

Bu nedenlerle "düşük yağlı", "şekersiz" ve "fonksiyonel katkılı" dondurma ürünleri geliştirme çalışmaları artmıştır. Bitki bazlı yağlar, prebiyotik lifler, omega-3 kaynakları ve antioksidan polifenoller gibi bileşenler, modern dondurma formülasyonlarında sağlık iddiası yaratmak için kullanılmaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

### 1.3. Rekombine Dondurma

Rekombine dondurma, sıvı süt yerine süttozu ve suyun karıştırılmasıyla oluşturulan bir süt bazlı karışımın kullanıldığı dondurma türüdür. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde ve mevsimsel süt arzının değişken olduğu bölgelerde tercih edilen bu yöntem, süt kaynağı eksikliğini gidermekte ve üretimde süreklilik sağlamaktadır. Üretimde kullanılan süttozlarının özellikleri, elde edilen dondurmanın kalite parametrelerini doğrudan etkiler**.** Püskürtme yöntemiyle kurutulan süttozları, daha hızlı çözünürlük ve daha düşük kül içeriği sunarken; vals yöntemiyle kurutulan süttozları, daha yoğun bir yapı ve farklı bir çözünme davranışı göstermektedir. Bu farklılıklar, dondurmanın viskozitesi, hacim artışı, erime davranışı ve duyusal kabulü üzerinde belirleyici olmaktadır.

**Avantajları:**

- Hammaddenin depolanabilirliği ve tedarik güvenliği artar,
- Mevsimsel süt dalgalanmalarından etkilenme azalır,
- Formülasyon standardizasyonu ve üretim maliyet kontrolü sağlanır.

**Dezavantajları:**

- Süt tozu tipi (vals vs. püskürtme) kaynaklı fizikokimyasal farklılıklar,
- Duyusal profilde taze süte kıyasla hafif değişimler.

Türkiye' de dondurma tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. Günlük üretilen süt artık bu sektörün ihtiyaçlarına karşılık verememektedir. Bu nedenle süt tozundan dondurma yapımı ihtiyacın karşılanması açısından çok önemlidir. Eriyebilirlik oranı düşük olan vals süt tozunun ve erime oranı yüksek olan püskürtme metodu ile üretilen süt tozunun dondurma kalitesine etkisinin karşılaştırılması önemlidir. Bu konuda yapılmış bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu tez çalışmasında; vals ve püskürtme metodu ile elde edilmiş süt tozundan yapılan rekombine dondurmaya yağ kaynağı olarak süt yağı ile balmumu ve ayçiçek yağı oleojelinin dondurma kalitesine etkisi araştırılmıştır. Süt yağı yerine oleojel katılmış dondurma örnekleri incelenerek dondurmanın fiziksel, kimyasal ve duyusal kalitesini olumsuz olarak etkileyip etkilemediği belirlenmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

### 1.4. Oleojel Kullanımı

Son yıllarda sağlıklı yağ alternatifleri arayışları ile birlikte oleojeller, gıda endüstrisinde yenilikçi bir yaklaşım olarak ön plana çıkmıştır. Oleojeller, bitkisel sıvı yağların doğal jel yapıcı maddeler (örneğin balmumu, kandelilla mumu) kullanılarak yarı katı bir forma dönüştürülmesiyle elde edilen sistemlerdir. Bu teknoloji sayesinde sıvı yağlar, kimyasal yapıları bozulmadan, fiziksel olarak katı yağ benzeri özellikler kazanır. Böylelikle doymamış yağ asitlerinden zengin, trans yağ içermeyen ve daha sağlıklı ürünler geliştirilmesi mümkün olmaktadır. Dondurma üretiminde oleojel kullanımı, ürünün yapısal bütünlüğünü koruyarak süt yağı kullanımını azaltma potansiyeline sahiptir. Oleojeller, dondurmada hava tutulumu, yağ globüllerinin stabilizasyonu ve kremamsı yapı gibi özellikleri sağlarken, sağlık açısından da daha avantajlı bir yağ asidi profili sunmaktadır. Ancak oleojel kullanımının dondurmanın erime karakteristiği, viskozitesi ve duyusal özellikleri üzerinde bazı farklılıklar oluşturabileceği de bilinmektedir.

Organojel olarak isimlendirilen jel yapı bitkisel yağ kullanıldığı durumlarda "oleojel", jel ajanı "oleojelator" ve kullanılan teknik de "oleojelasyon" olarak isimlendirilmektedir(Co & Marangoni, 2012). 20.yüzyılın başlarında Hidrojenasyon süreci başlamış olup sağlık açısından önemli bir yer almaya başlayan çoklu doymamış yağ asitlerince zengin bitkisel yağlar, kolesterol alımını ve hayvansal doymuş yağların tüketimini azaltacak şekilde geliştirilmiştir (Remig, 2010). Geliştirilmekte olan bu yağlara "organojeller" veya "oleojeller" denir (Marangoni A. G., 2011). Oleojel; tüketilebilir bitkisel yağ içerisinde sınırlı çözünebilirliğe sahip ve düşük moleküler ağırlıklı oleojelatörün asimetrik kristalizasyonu veya kendiliğinden kümeleşme ile oluşturduğu sürekli, termo dönüşümlü ve üç boyutlu ağ yapısına sahip jel formunda yapılar olarak tanımlanmaktadır. Oleojelasyon (organojelasyon) tekniği gelecek vaad eden ve çeşitli ürünlere uygulanabilecek önemli bir teknik olarak görülmektedir (Co & Marangoni, 2012). Gıda ürünlerindeki katı yağ miktarını azaltmak için yeni bir yol olarak sıvı yağların kimyasal bileşiminde belirgin bir değişikliğe neden olmadan sıvı yağın yapılandırılarak katı yağ gibi davranabileceği kristal özellik gösterilebilir. Burada temel yaklaşım şudur; çeşitli mekanizmalarla sıvı yağın fiziksel özelliklerini ve reolojik tepkilerini katı yağlarınkine benzetmeye çalışan jelatörlerin müdahil olmasını sağlamaktır. Bu yeni yağ bazlı ürünlere “oleojel” denir. Gıda uygulamalarında oleojelleştirme işlemi gerçekleştirilirken kullanılan yağların türü, oleojelatötörün yapısı, kullanılan yağın miktarı ve işleme koşulları son ürünün kalitesini etkilediği gibi oleojellerin yapısal özelliklerine de etki eder. Son yıllarda

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

gıdalarda kullanılan trans ve doymuş yağ asitleri içeren yağların sağlığa olumsuz etkilerinden dolayı oleojelasyon işlemine olan ilgi önemli düzeyde artmıştır. Oleojellerin gıda endüstrisinde uygulanmasının asıl amacı, ürünlerin sağlık yönünden daha güvenilir bir yağ asidi profili kazandırılması ve aynı zamanda katı benzeri özellik sağlamak için yağların yapısının değiştirilmesidir (EFSA, 2010). Lipofilik bileşenlerin bir jel içinde kapsüllenmesi, oksidasyona karşı dayanıklılığını arttırmaktadır (Marangoni A. G., 2012). Oleojelatör karışımlarının, tek bir oleojelatöre kıyasla daha iyi sonuç verdiğinden dolayı, ikili ve üçlü oleojelatör sistemleri üzerinde çalışılmaktadır. Oluşturulan jelin özellikleri büyük ölçüde oleojelatör ve yağın bileşimine bağlıdır. Gıdalarda kullanılan bazı oleojelatörler gıdaların duyusal özelliklerini olumsuz şekilde etkilemektedir. Son zamanlarda oleojellerin gıdalarda kullanımı ile ilgili araştırmalar yaygınlaşmaktadır. Oleojellerin, kekler, bisküviler, sosisler, hamburgerler, hazır kızarmış erişteler, fıstık ezmeleri ve diğer birçok gıda ürünlerinde kullanımı ile ilgili çok sayıda çalışmaya rastlanmaktadır (Marangoni A. G., 2011).

Ülkemizde bitkisel yağların dondurmada yağ kaynağı olarak kullanımıyla ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Çünkü bitkisel yağlar genel olarak sıvı olduklarından dondurma miksinde tamamen emülsiye olamamakta ve emülsiyonda yağ sızmaları görülmektedir. Bu sıvı yağların yapısını bozmadan katı hale getirip dondurmaya katmak ve iyi bir emülsiyon stabilitesi sağlamak önemli bir başarıdır. Yani sıvı yağların oleojel haline getirilip dondurmada stabil bir emülsiyon oluşturması önemli bir aşamadır. Bu şekilde sıvı yağlar tabi bir şekilde dondurma formülasyonlarında yer alabileceklerdir. Günümüzde gıda formülasyonlarında düşük oleojel konsantrasyonlarına sahip büyük hacimlerde sıvı yağların kullanımı, doymuş yağların kullanımını azaltmanın bir yolu olarak büyük ilgi görmektedir. Oleojelatörler, sıvı yağları, yağ asidi bileşimlerini değiştirmeden katı hale getirir; bu nedenle, oleojel formundaki sıvı yağlar, dondurma formülasyonunda doymuş yağı azaltmak için kullanılabilir. Bununla birlikte, oleojellerin gıdalara uygulama yöntemleri ve düzeyleri hala oldukça sınırlıdır. Bitkisel sıvı yağ ile yapılan oleojeller süt yağına göre daha ucuz bir yağ kaynağıdır. Dondurma yapımında süt yağının yerine oleojellerin kullanımı çalışmaları başarılı olduğu takdirde hem üretici ekonomisi ve hem de tüketici sağlığı açısından büyük katkı sağlayacaktır. Dondurma miksine bitkisel yağ oleojellerinin katılmasıyla ilgili az sayıda çalışma bulunmaktadır. Dondurmada bulunan doymuş yağlara alternatif bir çözüm olarak bitkisel yağların kullanımı kardiyovasküler problemleri azaltabileceği gibi, antidiyabetik, antimikrobiyal, antioksidan aktivite sağlayarak sağlımıza katkıda bulunabilir. Fitokimyasallar açısından zengin yağların kullanımı farmasötik ve nutrasötik açıdan fayda sağlar. Bitkisel kaynakların kullanımı sürdürülebilirlik ve maliyet

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

açısından büyük bir yenilik olması yanında yüksek lif ve yüksek oranda çoklu doymamış yağ asidi, protein ve vitamin içeriğine sahip besin içeriğini de zenginleştirmektedir. Kullanılan bitki ve tohumlarının müsilajları emülsifiye edici, köpürtücü, koyulaştırıcı, stabilize edici ve jelleştirici özelliklere sahip olduğu saptanmıştır. Bu nedenle dondurma yapımında süt yağı yerine bitkisel yağ oleojellerinin ilavesi önemli bir konu olup öncelikli araştırma konularını kapsamaktadır. (Özdemir, 2023) yaptığı çalışmada, dondurma üretiminde yağ kaynağı olarak süt yağı yerine balmumu oleojellerinin ve salep yerine stabilizatör olarak konjak sakızının kullanımını araştırmıştır. Süt yağı içeren dondurma örneklerinde hacim artışı oranının oleojel ilave edilen örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Oleojel ve konjak sakızlı örneklerin yağ destabilizasyon oranları süt yağı ve salepten daha düşük bulunmuştur. Oleojel içeren örneklerin doymamış yağ asidi (C18:1, C18:2 ve C18:3) içeriğinin süt yağı içeren örneklere göre anlamlı derecede yüksek ($p<0,01$) olduğu tespit edilmiştir. Ancak süt yağı yerine oleojel ilave edilen örneklerde alifatik yağ asitlerinden bütirik ve kaproik asitlerin eksik olduğu tespit edilmiştir. Mikroskobik görünüm açısından oleojelli dondurma örneklerde su ve yağ parçacıkları homojen olarak dağılmazken, süt yağı ilaveli dondurma örneklerde tamamen homojen olarak dağılmıştır. Ayrıca panelistlerin C numunelerini (yağ kaynağı olarak süt yağı, emülgatör olarak salep ve PG) tercih ettikleri belirlenmiştir. Panelistler yağ kaynağı olarak oleojel ilave edilen örneklerden ise J numunesini (yağ kaynağı olarak oleojel, konjak sakızı) daha çok beğendikleri belirlenmiştir. (Corradini, Madrona, Visentainer, Bonafe, Carvalho, & Prado, 2014)dondurma karışımına palm yağı, hurma yağı ve hindistancevizi yağı eklendiğinde, dondurma numunelerindeki hacim artışı değerlerinin %48,8 ile %50,4 arasında yüksek düzeyde değiştiğini bulmuşlardır. Araştırıcılar, palm yağı ve hindistancevizi yağı içeren dondurma numunelerinin L* renk değerinin 57,7 ile 64,5 düşük değerlerde bulmuşlardır. (Özdemir, C., Özdemir, S., 2018) yaptıkları çalışmada, çeşitli bitki ve baharat katılarak dört farklı rekombine dondurma örneği (tarçın, yeşil çay, nane ve kekik) hazırlamışlardır. Dondurma örneklerinin pH'sının 5,38 ile 6,46 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Dondurma miksine katılan tarçın ve yeşil çay, dondurmada hacim artışı oranını azaltmıştır. En yüksek viskozite değeri (20,59 Pa.s) yeşil çay katılmış örneklerde belirlenmiştir. Dondurma örneklerinin ilk erime zamanı naneli (989,40s) ile 1627,20s (kekikli) arasında değişmiştir. (Parsons, J. D., 1985) tarafından yapılan araştırmada, dondurma yapımında yağsız süt tozu kullanımı yerine tatlı peyniraltı suyu tozu, peyniraltı suyu proteini konsantresi ve sodyum kazeinat kullanılmıştır. Araştırmada tüm karışımlar, %10.5 yağ, %22 toplam kurumadde, %13 sükroz, %3 mısır şurubu ve %3 stabilizatör-emülgatör içerecek şekilde hazırlanmıştır. Araştırma sonucunda dondurmaların

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

aroma, yapı ve tekstür özellikleri üzerinde tatlı peyniraltı suyu tozu, peyniraltı suyu proteini konsantresi ve sodyum kazeinat kullanımının etkisinin bulunmadığı belirtilmiştir. Hiçbir dondurma örneğinde kumlanma ya da kristalizasyona rastlanmadığı ifade edilmiştir. Duyusal analizler sonucunda örnekler arasında istatistiksel olarak bir farklılık tespit edilmediği bildirilmiştir. Ancak, tatlı peyniraltı suyu tozu ve sodyum kazeinat karışımı ilavesiyle elde edilen dondurmaların duyusal nitelikler bakımından en zayıf özelliği gösterdiği belirtilmiştir.

### 1.5. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, geleneksel dondurma üretiminde yaygın olarak kullanılan süt yağı yerine, balmumu ve ayçiçek yağı karışımından elde edilen oleojel kullanımının, rekombine dondurma üretiminin fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri üzerindeki etkilerini incelemektir. Süt yağı, dondurma üretiminde önemli bir bileşen olmakla birlikte, içerdiği yüksek doymuş yağ oranı nedeniyle sağlık üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Bu nedenle, dondurma gibi yüksek yağ içeren gıda ürünlerinde alternatif yağ kaynaklarının kullanılması önemli bir araştırma konusudur.

Balmumu ve ayçiçek yağı karışımından elde edilen oleojel, sıvı yağların katı yağ benzeri özellikler kazandırılması ile daha sağlıklı bir yağ profili sunmakta ve aynı zamanda doymamış yağ asitleri açısından zenginleştirilen bir yapı sağlamaktadır. Bu çalışmada, oleojelin dondurma üretimindeki kullanımının, yağ asidi profili, dondurmanın erime süresi, viskozite, hacim artışı gibi fiziksel özelliklere etkisi detaylı olarak incelenmiştir. Ayrıca, oleojel ile yapılan dondurmaların renk, doku, lezzet ve aroma profili gibi duyusal özellikleri de araştırılmaktadır.

Çalışmanın bir diğer amacı, rekombine dondurma üretimi yönteminin, özellikle süttozu kullanımının, oleojel eklenmiş dondurmalar üzerindeki etkilerini karşılaştırmaktır. Rekombine dondurma üretiminde kullanılan süttozları (vals ve püskürtme yöntemleriyle elde edilenler), dondurmanın fiziksel özelliklerini belirleyici faktörler arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, oleojel ile üretilen dondurmaların süttozu türü ile olan ilişkisi ve bunun sonuçları değerlendirilmiştir. Çalışma, oleojelin dondurma ürünlerinin sağlıklı ve fonksiyonel hale getirilmesi açısından potansiyel bir alternatif olduğunu, ancak bununla birlikte duyusal kalite üzerinde bazı olumsuz etkiler oluşturabileceğini gözler önüne sermeyi hedeflemektedir. Bu doğrultuda, araştırmanın sonuçları, sağlıklı yağ alternatifleri arayışında, dondurma üretiminde

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

yenilikçi çözümler ve gıda endüstrisinde fonksiyonel gıda üretimi için önemli bilimsel veriler sağlayacaktır.

Bu çalışmanın hedefleri aşağıdaki gibi;

- Balmumu-ayçiçek yağı oleojelinin rekombine dondurma formülasyonunda süt yağına ikame edilebilirliğini test etmek,
- Vals ve püskürtme yöntemleriyle elde edilen süt tozlarının oleojel etkisi altındaki kalite parametrelerine katkısını karşılaştırmak,
- Fiziksel (kurumadde, viskozite, hacim artışı, erime kinetiği), kimyasal (yağ asidi profili, aroma bileşenleri) ve duyusal (panel değerlendirmesi) sonuçları bütüncül olarak analiz etmek,
- Elde edilen bulgular ışığında, fonksiyonel ve sağlıklı dondurma üretimi için optimize edilmiş formülasyon önerileri sunmak.

şeklinde sıralanabilir. Çalışma, gıda mühendisliği, özellikle dondurma üretiminde daha sağlıklı alternatiflerin geliştirilmesi, besin değeri iyileştirilmiş ürünlerin pazara sunulması ve gıda güvenliği gibi konularda endüstriyel uygulamalara da katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Ayrıca, oleojel kullanımının ekonomik ve çevresel avantajları, özellikle düşük maliyetli ve sürdürülebilir yağ kaynakları sağlanarak endüstriyel ölçekte üretim kapasitesinin artırılmasına olanak tanıyacaktır.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Dondurma örneklerinin üretiminde kullanılan yarım yağlı (%1,5) ve yağsız (%0,2) UHT süt, salep, emülgatör, krema, toz şeker ve süttozu (vals ve püskürtme metodu) Erzurum piyasasından temin edilmiştir. Dondurma üretimi Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

### 2.2. Yöntem

#### 2.2.1.Balmumu Oleojeli Hazırlama

Oleojeli hazırlamak için bal mumu, paslanmaz çelik bir kap içindeki rafine ayçiçek yağına ağırlıkça %10 oranında ilave edilmiştir. Oleojeli eritmek için karışımın sıcaklığı 65°C'ye yükseltilmiştir. Mumun yağ içerisinde tam ve homojen dağılımını garanti altına almak için sıcak karışım 65°C'de 10.000 rpm'de 5 dakika süreyle homojenizatör (Ultra-Turrax T 25;

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

IKA, Staufen, Almanya) kullanılarak homojenize edilmiştir. Oleojeller daha sonra dondurma karışımına katılmıştır.

### 2.2.2. Dondurma örneklerinin üretimi

Deneme dondurma miks örneklerinin formülasyonu Çizelge 1'de verilmiştir. 2 litre yarım yağlı (%1,6 yağlı) UHT süte 100 g yağsız süttozu ve 100 g krema (%55 yağlı),500g toz şeker 25 g salep, 12,5 g emülgatör ilave edilmiş ve kontrol örneği(A) hazırlanmıştır. B örneğinin hazırlanmasında yağsız(%0,2 süt yağı) UHT süt örneğine 100g oleojel ,100gsüttozu,500g toz şeker,25 g salep ve 12,5g emülgatör ilave edilmiştir. C örneğinin hazırlanmasında 2 litre suya 300 g yağsız süttozu(vals metodu) ve 150 g krema (%55 yağlı) 500g toz şeker , 25 g salep ve 12,5 g emülgatör ilave edilmiştir. D örneğini hazırlamak için 2 litre suya 300g yağsız süttozu(vals) 100g oleojel, 500g toz şeker ,25 g salep ve 12,5g emülgatör ilave edilmiştir. E örneğinin hazırlanmasında 2 litre suya 300 g yağsız süttozu(püskürtme metodu) ve 150 g krema (%55 yağlı), 500g toz şeker , 25 g salep, 12,5 g emülgatör ilave edilmiştir. F örneğinin hazırlanmasında 2 litre suya 300g yağsız süttozu(püskürtme metodu) 100g oleojel,25g salep ve 12,5g emülgatör ilave edilmiştir. Elde edilen miksler 70$^0$C 'de 10 dakika pastörize edilmiştir. Deneme dondurma örneklerinin formülasyonu Tablo 2'de görülebilmektedir Bu dondurma miksleri hızlı bir şekilde karıştırılarak 5$^0$C'ye soğutulmuş ve bu sıcaklıkta 12 saat olgunlaştırılmıştır. Bu miksler dondurma makinasında dondurmaya (-7$^0$C) dönüştürülmüştür. Dondurma örnekleri plastik ambalajlara alınmış ve -18 $^0$C deki derin dondurucuda 24 saat tutularak sertleştirilmiştir.

Tablo1. Deneme dondurma miks örneklerinin formülasyonu

| **Kod** | **Süt veya su** | **Krema veya oleojel** | **Süttozu (g)** |
|---|---|---|---|
| A | Süt(%1,6yağlı) | Krema | 100(püskürtme) |
| B | Süt(%0,2yağlı) | Oleojel | 100 (püskürtme) |
| C | Su(Kaynak suyu) | Krema | 300 (püskürtme) |
| D | Su(Kaynak suyu) | Oleojel | 300(vals) |
| E | Su(Kaynak suyu) | Krema | 300 (püskürtme) |
| F | Su(Kaynak suyu) | Oleojel | 300 (vals) |

### 2.2.3. Örnek alma ve örneklerin analize hazırlanması

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Üretimden 1 gün sonra derin dondurucuda muhafaza edilmekte olan dondurmaların her birinden fiziksel ve kimyasal analizler için 6 adet ambalaj açılmıştır.

**2.2.4. Dondurma yapımında kullanılan ingrediyentlerin bileşim ve asitlik analizi**

Dondurma formülasyonunda kullanılan süt, yağsız süt tozu ,krema ve oleojelin kuru madde, yağ, kül ve % asitlik derecesi analizleri Kurt vd. (2012) [13] tarafından bildirilen metotlara göre yapılmıştır.

**2.2.4. Dondurma örneklerinin fizikokimyasal analizleri**

**2.2.4.a. pH analizleri**

Tampon çözeltiler (pH 4,0 veya 7,0) yardımıyla ayarlanan pH metre ile (Thermo Scientific Orion 4-Star Benchtop pH/Conductivity Meters markalı) dondurma örneklerine ait karışımların pH değerleri 20±1°C'de tespit edilmiştir [14] (Öner ve Aloğlu 2018).

**2.2.4.b. Titrasyon asitliği analizi**

Titrasyon asitliği değeri sütte ve dondurmalarda alkali titrasyon yöntemine göre yapılmış olup veriler SH (Soxelet Henkel) cinsine çevrilerek yazılmıştır (Anonim 1983). Titrasyon asitliği aşağıda formüle göre belirlenmiştir.
%Asitlik= [Harcanan Miktar (V)×0,9/10]/100]×44,4

**2.2.4.c. Kurumadde oranı**

Önceden temizlenmiş, kurutulmuş ve darası alınmış kuru madde kaplarına hassas bir şekilde yaklaşık olarak 10'ar gram örnek tartılmış ve 100±5°C 'deki etüvde 3 saat süreyle kurutulduktan sonra soğumaya bırakılmıştır. Örnekler sabit ağırlığa geldiğinde kurutma işlemi sonlandırılmıştır (Kurt vd 2012). Kurutmadan önceki ağırlık ve kurutmadan sonraki ağırlık farkından %kurumadde miktarı hesaplanmıştır. Dondurmaların kurumadde oranları, aşağıdaki formüle göre tespit edilmiştir.
%Kurumadde=[ (Kurumadde×100)/Örnek Miktarı)]
Kurumadde =(kurumadde+dara)-dara(g) Ö=Örnek miktarı(g)

**2.2.4.d. Kül tayini**

Dondurma numunelerindeki kül miktarı tayininde porselen krozeler öncelikle 105°C sıcaklıktaki etüvde 1 saat bekletilmiş, ardından desikatörde soğutulmuş ve hassas terazide tartılarak daraları alınmıştır. Krozelere 45°C'lik su banyosunda eritilen dondurma numunesinden 5 g tartılmış, 105°C sıcaklıktaki etüvde 2 saat kurumaya bırakılmış, bu süre sonunda 550°C sıcaklıktaki kül fırınına yerleştirilmiştir. Krozeler 6 saat lik yakma işleminin ardından desikatöre alınmış ve soğuduktan sonra tartılıp kül fırınına tekrar konulmuştur.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Krozenin son tartımı ile bir önceki tartımı eşitlendiği anda işlem sonlandırılmıştır. % kül miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Kurt vd 2012).
% Kül Miktarı = Kül (g)×100/Örnek Miktarı Kül= ( kül+dara)-dara (g) Ö= Örnek Miktarı (g)

**2.2.4.e. Hacim artışı**

Darası belirlenmiş ölçülü silindir içerisine belirli hacme kadar dondurma, boşluk olmayacak şekilde doldurulmuş ve tartılmıştır. Aynı dondurma numunesi bir beher içerisine koyularak su banyosunda erimesi sağlanmıştır. Eriyen karışım, temizlenmiş ölçülü silindire aynı hacme kadar aktarılıp tekrar tartılmıştır (Jimenez-Florez *et al.* 1993).Hacim artış oranları aşağıdaki formüle göre belirlenmiştir.
Hacim artışı oranı (%) = [ (Dondurmanın hacmi - Erimiş Dondurmanın Hacmi) / Erimiş Dondurmanın Hacmi] x 100

**2.2.4.f. İlk damlama zamanının belirlenmesi**

10 g dondurma örneği darası alınmış kaplar üzerindeki tel süzgece konularak 24°C' de erimeye bırakılmıştır. Dondurmaların erimeye başladığı ve ilk damlaların düştüğü süre tespit edilmiştir (Cotrell *et al.* 1979).

**2.2.4.g. Tam erime zamanının belirlenmesi**

Sertleşmiş dondurma örnekleri 20°C'de bir beherin üstünde 0,2 cm'lik bir tel örgü ekran üzerinde erimeye bırakılmıştır ve dondurmalar tamamen eridikten sonra geçen süre (dk) kaydedilmiştir (Güven ve Karaca 2002).

**2.2.4.h. Viskozite tayini**

Dondurma karışımlarının viskoziteleri, dondurma karışımının 4˚C'de 24 saat olgunlaştırıldıktan sonra dijital Brookfield viskozimetre (Model DV-II) kullanılarak belirlenmiştir (Brookfield Engineering Laboratories, USA) (Soukoulis *et al.* 2014). Viskozite ölçümlerinde 6 nolu başlık kullanılmış olup ölçümler 20 ve 50 rpm kayma hızında gerçekleştirilmiştir.

**2.2.4.i. Aroma Bileşenleri**

Dondurma örneklerinin aroma bileşikleri, Condurso *et al.* (2008) tarafından tarif edildiği gibi yapılmıştır. Ekstraksiyonlar, 50 / 30µm kalınlığında Sulpeco® divinilbenzen / karboksen / polidimetilsiloksan (DVB / CAR / PDMS) lifleri kullanılarak katı fazlı mikro ekstraksiyon (SPME) ile gerçekleştirilip, her bir örnekden 11 g alınarak berrak şişeye aktarılacak ve şişeye 40 ° C'de 10 mL doymuş NaCl sulu çözeltisi ilave edilmiştir. Ekstraksiyon sırasında, numune sürekli olarak manyetik bir karıştırma çubuğu (750 rpm) ile karıştırılmıştır. Uçucu bileşiklerin tanımlanması, GC-ME (Gaz Kromatografisi-Kütle Spektrometresi) ile

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

yapılıp analiz koşulları belirtildiği gibi hazırlanmıştır. Mobil fazın enjeksiyonu, 260 ° C'lik enjektör sıcaklığı (2mL / dak mobil faz akış hızı); fırın sıcaklığı başlangıçta 45 ° C'ye ayarlanıp, sıcaklık rampası 10 ° C / dak hızında 80 ° C'ye yükseltilerek programlandıktan sonra 240 ° C'ye kadar çıkartılmıştır. CP-Wax 52 CB kolonu (60m uzunluğunda, 0.25mm iç çap, 0.25µm film kalınlığı) ve 30-200 m / z aralığında bir kütle spektrometrisi detektörü (MSD) kullanılıp C8-C40 alkan standartları da aynı kromatografi ve kütle spektrometrisi koşulları altında kromatografiye enjekte edilmiştir. Standart ve numunelerden elde edilen alıkonulma süreleri karşılaştırılarak uçucu bileşiğin cinsi tespit edilmiştir.

### 2.2.4.j. Dondurma örneklerinin yağ asitleri profili

Yağ asidi analizinin temeli, gaz kromatografisine verilen metillenmiş yağ asitleri esterlerinin alıkonma sürelerindeki farklılıklara göre belirlenmesi ve elde edilen piklere göre oranlarının % olarak belirlenmesidir. Dondurma numunelerinin yağ asidi analizleri Sukhija ve Palmquist (1988) tarafından önerilen yöntemler kullanılarak yapılmıştır.

### 2.2.4.k Renk ölçümü

Renk ölçümü, Hunter renk sistemine göre ölçülmüş olup bu sistemde L renk değeri 0-100 arasında olup aydınlık ve karanlığın ölçüsüdür.0 siyaha,100 beyaza karşılık gelirken a ve b renk değerlerinin ise belirli sınırları yoktur. a'nın pozitif (+) değerleri kırmızılığı, negatif (-)değerleri de yeşilliği, b'nin pozitif (+) değerleri sarılığı, negatif (-) değerleri de maviliği ifade etmektedir. Hunter renk değerleri (L, a* ve b*) renk ölçüm cihazı kullanılarak yüzeyden ölçüm yapılarak tespit edilmiştir. Renk okumaları yapılmadan önce cihaza ait standart kalibrasyon plakası ile (L*= 97,79, a*= -0,44 ve b*= +2,04) olacak şekilde kalibre edilmiştir (Mc Guire 1992).

### 2.2.5. Duyusal analizler

Dondurma örnekleri 5 kişilik eğitimli panelist tarafından değerlendirilmiştir. Dondurma örnekleri panelistlere yaklaşık -10 derecede sunulmuştur. Duyusal değerlendirmeler 9 puan üzerinden yapılmıştır (Bodyfelt *et al.* 1988).

### 2.2.6. İstatistiksel Analizler

Araştırma, 2(süt yağı veya oleojel ilavesi) x 3(süt, vals süttozu veya püskürtme süt tozu) (2x3) faktöriyel düzenlemede Tam Şansa Bağlı Deneme Planına göre kurulmuş ve yürütülmüştür. Elde edilen veriler SPSS 20 paket programı (SPSS 20 for Windows, SPSS Inc., USA) kullanılarak varyans analizlerine tabi tutulmuş önemli çıkan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalama değerler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile analiz edilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Bu tez çalışmasında, süt yağı yerine balmumu ve ayçiçek yağı karışımından elde edilen oleojel kullanılarak hazırlanan rekombine dondurma örneklerinin fiziksel, kimyasal ve duyusal özellikleri detaylı biçimde incelenmiştir. Çalışma kapsamında, farklı formülasyonlarla elde edilen dondurma örneklerinin içerik analizi, reolojik davranışları, erime özellikleri, renk, viskozite ve duyusal profilleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Bu kapsamlı analizler sonucunda, oleojelin sadece bir yağ ikamesi olarak değil; aynı zamanda ürünün stabilitesini, besin değerini ve fonksiyonel özelliklerini şekillendiren önemli bir bileşen olduğu anlaşılmıştır. Elde edilen bulgular, oleojelin geleneksel süt yağına alternatif olarak kullanılabilirliğini hem sağlık hem de teknolojik açıdan çok yönlü olarak ortaya koymakta; bu yaklaşımın fonksiyonel gıda üretimi bağlamında önemli bir potansiyel taşıdığını göstermektedir.
Dondurma örneklerinin hazırlanmasında kullanılan ham maddelerin bileşimleri ve asitlik düzeyleri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

**Çizelge3.1.** Dondurma Örneklerinin Hazırlanmasında Kullanılan Ham Maddelerin Bileşimleri ve Asitlik Düzeyleri

| Dondurma Bileşenleri | Kuru Madde (%) | Yağ (%) | Kül (%) | Asitlik (%) |
|---|---|---|---|---|
| **Süt(yağsız)** | 10,05 | 0,2 | 0.78 | 0.14 |
| **Süt(yarım yağlı)** | 12,45 | 1,6 | 0,75 | 0,15 |
| **Krema** | 65.50 | 62.00 | 0.55 | 0.35 |
| **Ayçiçek yağı** | 99,75 | 99.55 | - | 0,50 |
| **Oleojel** | 95,50 | 93,25 | | 0,45 |
| **Sprey Süttozu** | 96.05 | 4,3 | - | 0,23 |
| **Vals Süttozu** | 97,15 | 5,2 | | 0,18 |

Rekombine dondurma örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 3.2 ve 3.3'te verilmiştir.

**Çizelge 3.2.** Rekombine dondurma örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları ve Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

| Örnek | KM (%) | Kül (%) | Yağ (%) | Asitlik (SH) | İlk Erime (dak.) | Tam erime (dak.) | pH | Hacim artışı(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Süt+Krema** | $34,50^{a}$ | $0,95^{b}$ | $5,75^{b}$ | $6,79^{ab}$ | $67^{bc}$ | $161^{b}$ | $6,27^{c}$ | $25,00^{a}$ |
| **Süt+Oleojel** | $35,43^{a}$ | $0,75^{c}$ | $6,25^{ab}$ | $8,39^{a}$ | $55^{de}$ | $126^{d}$ | $6,64^{a}$ | $18,35^{b}$ |
| **Vals+krema** | $30,71^{b}$ | $1,15^{a}$ | $5,30^{c}$ | $7,59^{a}$ | $94^{ab}$ | $126^{d}$ | $6,40^{a}$ | $24,89^{a}$ |
| **Vals+oleojel** | $30,35^{b}$ | $0,98^{b}$ | $6,50^{a}$ | $6,39^{abc}$ | $64^{cd}$ | $214^{a}$ | $6,32^{bc}$ | $17,70^{b}$ |
| **Sprey+Krema** | $30,76^{b}$ | $1,05^{ab}$ | $5,35^{c}$ | $6,20^{cd}$ | $74^{b}$ | $141^{c}$ | $6,30^{c}$ | $25,70^{a}$ |
| **Sprey+Oleojel** | $31,48^{b}$ | $0,88^{bc}$ | $6,45^{a}$ | $5,19^{e}$ | $50^{e}$ | $161^{b}$ | $6,64^{a}$ | $19,86^{ab}$ |

**Çizelge 3.3.** Rekombine Dondurma Örneklerinin Duncan Çoklu Test Sonuçları

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| Örnek No | Viskozite(20 rpm)Pa.s | Viskozite(50 rpm)Pa.s | Renk(L*) | Renk(a*) | Renk(b*) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Süt+Krema** | 16,55$^{b}$ | 7,40$^{bc}$ | 76,82$^{a}$ | -3,00$^{bc}$ | 7,95$^{b}$ |
| **Süt+Oleojel** | 14,91$^{c}$ | 7,40$^{bc}$ | 72,88$^{abc}$ | -3,33$^{bc}$ | 7,18$^{b}$ |
| **Vals+krema** | 16,50$^{b}$ | 7,90$^{ab}$ | 74,02$^{ab}$ | -1,78$^{a}$ | 4,93$^{b}$ |
| **Vals+oleojel** | 18,47$^{a}$ | 8,21$^{a}$ | 73,55$^{abc}$ | -1,74$^{a}$ | 13,06$^{a}$ |
| **Sprey+Krema** | 14,41$^{c}$ | 6,81$^{c}$ | 64,50$^{d}$ | -3,12$^{bc}$ | 6,41$^{b}$ |
| **Sprey+Oleojel** | 18,48$^{a}$ | 8,00$^{ab}$ | 68,29$^{e}$ | -3,12$^{bc}$ | 7,01$^{b}$ |

Süt ve süttozundan yapılan dondurma örneklerinde kurumadde oranı %30,35 ile %35,43 arasında değişmiştir. Örnekler arasındaki farklılık önemli($p<0,01$) bulunmuştur. Kuru madde oranları %30,35 - %35,43 arasında değişmiş olup, özellikle süt tozu kullanılan formülasyonlarda bu oranın belirgin şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kuru madde, dondurmanın su dışındaki tüm bileşenlerini (yağ, protein, şeker, stabilizatör vs.) ifade eder ve ürünün genel yapısal stabilitesi, viskozitesi, erime dayanıklılığı gibi pek çok fiziksel özelliği üzerinde doğrudan etkili bir parametredir. Yüksek kuru madde oranı, dondurmanın ağızda daha dolgun, yoğun ve kremsi bir his bırakmasını sağlamakta; ayrıca dondurma karışımının donma noktasını düşürerek buz kristali oluşumunu azaltmaktadır. Bu durum, ürünün raf ömrünü uzatmakta ve mikroyapısal homojenliğini korumasına yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda süt tozunun dondurma üretiminde kullanımı, yalnızca süt ikamesi olarak değil; aynı zamanda ürünün kalitesini artırıcı bir bileşen olarak öne çıkmaktadır. Özellikle süt tozunun sağladığı protein ve laktoz katkısı, dondurma karışımının tekstürel özelliklerini iyileştirerek tüketici açısından daha cazip bir ürün elde edilmesini mümkün kılmaktadır. (Özdemir, 2023) oleojel ilavesi ile yaptıkları dondurma örneklerinin kurumadde oranını %28,98 ile %33,13arasında bulmuşlardır. Bu bulgu bu araştırma sonuçları ile paralellik arzetmektedir. (Parsons, 1985)tarafından yapılan araştırmada, dondurma yapımında yağsız süt tozu kullanımı yerine tatlı peyniraltı suyu tozu, peyniraltı suyu proteini konsantresi ve sodyum kazeinat kullanılmıştır. Araştırmada tüm karışımlar, %22 toplam kurumadde bulmuşlardır. Bu ortalama değer bu araştırma sonuçlarından oldukça düşüktür.

Kül oranı bakımından elde edilen %0,75 - %1,15 aralığındaki değerler, ürünlerin sahip olduğu toplam mineral içeriğini yansıtmaktadır. Bu değerler, formülasyonda yer alan süt tozu ve oleojel bileşenlerinin önemli ölçüde mineral katkısı sunduğunu ortaya koymaktadır. Süt

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

tozu, kalsiyum, fosfor, potasyum gibi temel mineraller bakımından zengin bir kaynaktır ve oleojel içerisinde kullanılan ayçiçeği yağı da eser miktarda magnezyum ve E vitamini gibi mikrobesin ögeleri içerebilmektedir. Bu mineraller, sadece beslenme açısından değil, aynı zamanda ürünün pH stabilitesi ve mikrobiyal dayanıklılığı açısından da önemlidir. Kül oranı ile fonksiyonel gıda niteliği arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır; çünkü bu parametre, ürünün vücuda mineral desteği sağlama kapasitesini belirlemektedir. Bu nedenle, kül oranının optimize edilmesi, hem besin değerini artırmakta hem de sağlık odaklı ürün geliştirme sürecine katkı sağlamaktadır. Deneme dondurma örneklerinin kül oranı %0,75 ile%1,15 arasında değişmiştir. (Özdemir, 2023)oleojel ilave ederek yaptığı dondurma örneklerinde %0,72 ile %0,96 arasında belirlemiştir. Bu bulgu bu araştırma sonuçları ile paralellik arzetmektedir.

Asitlik 6,19 – 8,39 SH ˚ ve pH 6,27 – 6,64 arasında değişmiştir. Bu değerler, mikrobiyolojik stabilite ve lezzet açısından genel kabul gören sınırlar dahilindedir. Geleneksel süt bazlı dondurmalarda asitlik genellikle 7–9 SH˚ aralığında, pH ise 6,2–6,5 arasında değişmektedir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde, çalışmada elde edilen pH ve asitlik değerlerinin çoğu, geleneksel dondurma profili ile örtüşmekte; özellikle kremalı kontrol grubu bu sınırlar içerisinde kalmaktadır. Oleojel içeren örneklerde ise daha düşük asitlik değerleri ve buna karşılık daha yüksek pH değerleri tespit edilmiştir. Bu durum, oleojelin ürün içerisinde daha nötr bir ortam oluşturduğunu ve bu nedenle daha az keskin, yumuşak bir tat profili sağladığını göstermektedir. Ayrıca oleojel formülasyonlarının mikrobiyolojik stabiliteyi olumsuz etkilemeden, daha hafif ve nötr aromalı ürünler geliştirilmesine olanak sağladığı da değerlendirilmektedir. Bu veriler ışığında, oleojel kullanımı ile geliştirilen ürünlerin hem geleneksel yapıya yakın, hem de alternatif lezzet profili sunan fonksiyonel dondurmalar üretmek açısından uygun olduğu söylenebilir.

Dondurma örneklerinin yağ oranı %5,30 ile %6,50 arasında değişmiştir. Bu araştırma sonuçlarına paralel olarak Özdemir(2023) süt yağı ve oleojel katılmış dondurma örneklerinde yağ oranını %4,65 ile %6,55 arasında bulmuştur. Yağ oranı %5,30 - %6,50 arasında ölçülmüş olup, oleojel içeren örneklerde bu oranın daha düşük çıkması beklenen ve hedeflenen bir durumdur. Bu sonuç, doymuş yağ alımını azaltma amacıyla yapılan formülasyon değişikliklerinin etkili olduğunu ve özellikle sağlık odaklı ürün geliştirme stratejilerinin doğru yönde ilerlediğini göstermektedir. Doymuş yağların azaltılması, kalp-damar sağlığı açısından önemli bir hedef olduğundan, bu tür formülasyonlar halk sağlığı politikalarıyla da uyumlu olarak değerlendirilebilir. Ancak yağ oranındaki bu düşüş, dondurmanın yapısal ve duyusal

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

özellikleri üzerinde belirli etkiler yaratmıştır. Özellikle yağın dondurma içerisindeki taşıyıcılık, kremsilik, ağızda yayılma hissi ve tat moleküllerinin çözünmesi gibi fonksiyonları göz önünde bulundurulduğunda, oleojel içeren örneklerde daha az yağ kullanılması; ürünün kıvamında ve ağız hissinde hafif bir zayıflama yaratmış, bu durum duyusal analiz sonuçlarına da yansımıştır. Bu nedenle yağ oranının azaltılmasıyla birlikte bu kaybı dengeleyecek stabilizatörler, emülgatörler veya aromatik bileşenlerle formülasyonun desteklenmesi önerilmektedir. Böylece hem sağlıklı hem de duyusal olarak tatmin edici ürünler geliştirilebilir.

Hacim artışı, dondurmanın hafifliği, hacimsel dolgunluğu ve ağızda bıraktığı yapı hissi açısından kritik bir kalite parametresidir. Bu çalışma kapsamında hacim artışı değerleri %17,70 - %25,70 aralığında bulunmuştur. Özellikle geleneksel süt yağı içeren SK kontrol örneğinde hacim artışı en yüksek seviyede gerçekleşmiş ve bu da klasik formülasyonların hava tutma kapasitesinin oldukça başarılı olduğunu göstermiştir. Geleneksel dondurma üretiminde hedeflenen hacim artışı genellikle %30-50 aralığında olup, bu değerler sanayi tipi üretimde bile istikrarlı köpük yapısının korunması adına önemlidir. Ancak oleojel içeren SO, SPO ve VO numunelerinde hacim artışı anlamlı derecede daha düşük bulunmuştur ($p<0,01$). Bu düşüş, oleojelin süt yağına kıyasla daha düşük emülsifikasyon ve hava tutma kapasitesine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Özellikle balmumu yapısının sertliği ve hidrofobik karakteri, havanın ürün yapısına entegre edilmesini zorlaştırmakta ve böylece daha kompakt, ağır bir dondurma yapısına neden olmaktadır. Bu durum, köpüksü yapının yeterince gelişmediğini ve dolayısıyla ürünün tekstürel anlamda daha yoğun ve sert algılandığını göstermektedir. Öte yandan, hacim artışındaki bu düşüklük; belirli pazar segmentleri için yoğun, dolgun ve daha az şişirilmiş ürün tercihleri açısından avantaj sağlayabilir. Ancak genel tüketici beklentileri göz önünde bulundurulduğunda, oleojel formülasyonlarının hacim artırıcı ajanlarla desteklenmesi önerilebilir. Oleojel ilavesinin hacim artışına etkisi Özdemir(2023) tarafından da belirlenmiştir. Corradini vd.(2014) palm yağı ve hindistan cevizi yağı ilave ettikleri dondurma örneklerinde hacim artış oranını %48,8 ile %50,4 arasında bu çalışma sonuçlarından oldukça yüksek düzeyde bulmuşlardır.

İlk erime süresi 50 – 94 dakika, tam erime süresi ise 126 – 214 dakika arasında bulunmuştur. Geleneksel dondurmalarda genellikle ilk erime süresi 70 – 100 dakika, tam erime süresi ise yaklaşık 180 – 240 dakika aralığında seyretmektedir. Bu bağlamda değerlendirildiğinde, çalışmada yer alan süt yağı içeren SK kontrol numunesinin bu geleneksel değer aralığına daha yakın sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir. Özellikle ilk erime süresinin uzun

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

olması, dondurmanın tüketim esnasında daha yavaş çözünmesini sağlayarak daha iyi bir yapı dayanıklılığı sunmakta ve tüketicinin ürünle daha uzun süre etkileşimde bulunmasına imkân tanımaktadır.

Oleojel ilavesi yapılan SO, SPO ve VO numunelerinde ise tam erime süresi anlamlı derecede uzamış; bu durum, balmumu ve ayçiçeği yağı karışımından elde edilen oleojel yapıların yüksek sıcaklık koşullarına karşı daha dirençli bir matris oluşturduğunu göstermektedir. Ancak bu örneklerde ilk erime süresinin kısa olması, özellikle ambalaj açıldıktan sonra dondurmanın yüzeyinde hızlı bir çözülme başladığını ve bunun tüketici tarafından "erken dağılma" ya da "yumuşaklık" olarak algılanabileceğini düşündürmektedir. Bu da, klasik dondurma tüketim deneyiminden bir miktar uzaklaşılması anlamına gelmektedir.

Geleneksel süt yağı, çok katmanlı kristal yapısıyla ısı karşısında daha yavaş çözünme sağlar ve bu durum dondurmada sabit ve dengeli bir erime profili yaratır. Buna karşın oleojel, yapı itibariyle homojen ama daha geçirgen bir yağ sistemi oluşturduğundan, ilk çözülmeye karşı direnç göstermekte zorlanabilmektedir. Ancak raf ömrü ve taşıma koşulları göz önünde bulundurulduğunda, oleojelin sunduğu tam erime dayanımı özellikle sıcak zincir dışı lojistikte ürün stabilitesini artırabilecek bir avantajdır. Bu nedenle, formülasyonlarda oleojel oranı ve yapısı dengeli bir şekilde planlanmalı; ayrıca bu zayıflığı telafi edecek viskozite artırıcı ajanlar, protein stabilizatörleri ve emülsiyon sistemleri ile desteklenmelidir. Böylece, hem geleneksel dondurma performansına yakın hem de yenilikçi, sağlık dostu bir ürün profili elde edilebilir. (Özdemir, 2023) tarafından oleojel ve süt yağı ile yapılmış dondurma örneklerinin ilk damlama süresi bu araştırma bulgularından oldukça düşüktür. Bu durum (Özdemir, 2023)'in kullandığı farklı stabilizatörlerden ve kullanılan sütlerden kaynaklanabilir. (Özdemir, 2023) bu çalışmadaki bulguların aksine genellikle oleojel katılmış örneklerin ilk damlama süresini daha uzun olarak belirlemiştir. Kontrol ve rekombine dondurma örneklerinin tam erime süreleri 126 dakika ile 214 dakika arasında değişmiştir. Oleojel katılan tüm rekombine örneklerin son erime süresi süt yağı katılan örneklerden önemli düzeyde($p<0,01$) uzun bulunurken süte krema katılarak yapılan örneklerin son erime süresi oleojel ilavesinden daha uzun bulunmuştur. Bu durum süt tozu ile oleojelin süte göre daha iyi uyum sağladığını göstermektedir.

Viskozite değerleri 14,19 Pa.s – 18,48 Pa.s arasında değişmiştir. Krema içeren geleneksel örneklerde viskozite düzeyinin daha yüksek olması, süt yağının doğal emülsifiye edici özelliği ile ilişkilidir. Bu yapı, dondurma örneklerinde daha yoğun ve stabil bir kıvam

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

kazanmasını sağlar. Süt tozu ve oleojel kombinasyonuyla hazırlanan numunelerde ise viskozitenin benzer şekilde artış göstermesi, bu iki bileşenin sinerjik etkisiyle karışımın yapısal bütünlüğünü koruduğunu göstermektedir. Özellikle oleojelin balmumu içeriği, karışıma kıvam verici ve bağlayıcı özellik kazandırarak, dondurma örnekleri akışkanlık sınırlarını daraltmaktadır. Bu da, dondurma üretiminde işlenebilirlik açısından avantaj sağlayabilir. Geleneksel dondurma örneklerinde viskozite değerleri 18 – 22 Pa.s aralığında seyrederken, çalışmada kullanılan formülasyonlar bu sınıra yakın sonuçlar vermiştir. Bu durum, alternatif yağ kaynakları ile yapılan üretimlerde de istenilen reolojik özelliklerin büyük ölçüde sağlanabildiğini ve klasik ürün yapısına yaklaşılabildiğini göstermektedir. Ayrıca yüksek viskozite, hava tutma kapasitesini dolaylı olarak artırarak, dondurmanın hacim artışına da olumlu katkı sağlayabilir. Bu bağlamda, oleojel içeren formülasyonların viskozite yönünden geleneksel dondurmalara benzer davranış sergilemesi, yenilikçi ürünlerin endüstriyel ölçekte uygulanabilirliği açısından umut vericidir. 20rpm kayma hızında dondurma örneklerinin viskozitesi 14,19 Pa.s ile 18,48 Pa.s arasında değişmiştir. Süte süt yağı(krema) katılarak yapılan dondurma miks örneklerinin viskozitesi oleojel katılan örneklerden daha yüksek iken, süttozu ile yapılan rekombine dondurmalarda oleojel ilavesi viskoziteyi önemli düzeyde artırmıştır. Buna karşılık Marianove Alamprese süte oleojel katılmasının miks viskozitesini azalttığını saptamıştır. Bu sonuç sütle yapılan örnekler ile paralellik arzederken, rekombine dondurmalar ile farklıdır. Bu araştırmada belirlenen viskozite değerleri Özdemir(2023)'in bulgularından daha yüksektir.50rpm kayma hızında miks örneklerinin viskozite değerleri 6,81 ile 5,21 arasında değişim göstermiştir. Tablo.5(devamı)'nda görülebileceği gibi süte krema veya oleojel katılması viskoziteyi değiştirmezken, süttozuna krema yerine oleojel katılması miks viskozitesini önemli düzeyde artırmıştır. Viskozite dondurmanın kalitesini oluşturan önemli faktörlerden biri olduğuna göre rekombine dondurmalara oleojel katmak dondurma yapısını süte göre daha fazla kuvvetlendirdiği söylenebilir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Çizelge 3.4.** Rekombine Dondurma Örneklerinin Uçucu Aroma Bileşenlerinin Oranları

| Örnekler | **Etanol** | **Heksanal** | **1-bütanol 3-metil** | **2-bütanon 3-hidroksi** | **1-hekzanol** | **Asetik asit** | **Benzaldehit** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Süt+Krema** | 30,08 | ND | 20,96 | 5,45 | 23,14 | 0,81 | 0,18 |
| **Süt+oleojel** | 26,99 | 0,04 | 10,33 | 1,50 | 26,27 | 10,19 | 0,07 |
| **Sprey+ Krema** | 30,73 | 0,49 | 8,60 | 5,74 | 23,92 | 3,88 | 0,45 |
| **Sprey+oleojel** | 32,41 | 0,14 | 15,95 | 4,99 | 19,85 | 0,61 | 0,13 |
| **Vals+Krema** | 27,48 | 0,20 | 26,40 | 5,91 | 17,66 | 0,74 | 0,46 |
| **Vals+oleojel** | 27,48 | 0,20 | 26,40 | 5,91 | 17,59 | 5,34 | 0,25 |

**Çizelge 3.4 (devamı).** Rekombine Dondurma Örneklerinin Uçucu Aroma Bileşenlerinin Oranları

| Örnekler | **1-oktanol** | **Bütanoik asit** | **Benzil alkol** | **2-3-bütandion** | **1-pentanol** | **Hekzanoik asit** | **D-limonen** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Süt+krema** | 4,69 | 2,31 | 3,44 | 0,28 | 0,90 | 0,25 | nd |
| **Süt+oleojel** | 2,18 | nd | 1,72 | 5,15 | Nd | nd | 0,93 |
| **Sprey+ krema** | 4,69 | 1,82 | 8,19 | 0,11 | 1,26 | 0,22 | nd |
| **Sprey+oleojel** | nd | 2,15 | 2,71 | 0,17 | Nd | nd | 1,01 |
| **Vals+krema** | 1,75 | 1,95 | 4,01 | 0,08 | 1,00 | 0,21 | 1,56 |
| **Vals+oleojel** | 1,46 | nd | 2,64 | 0,13 | 0,74 | 0,33 | 1,15 |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Çizelge 3.5. Rekombine Dondurma Örneklerinin Yağ Asidi Profili

| Örnekler | **Bütürik** asit (C4:0) | **Kaproik Asit (C6:0)** | **Kaprilik Asit (C8:0)** | **Kaprik asit (C10:0)** | **Laurik asit (C12:0)** | **Miristik asit (C14:0)** | **Miristooleik Asit (C14:1)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sprey+süt yağı** | 1,74 | 1,34 | 0,86 | 1,94 | 2,38 | 9,30 | 0,82 |
| **Vals+süt yağı** | 3,39 | 2,10 | 1,09 | 2,05 | 2,46 | 11,43 | 0,51 |
| **Süt+süt yağı** | 3,50 | 2,21 | 1,14 | 2,14 | 2,52 | 11,72 | 1,22 |
| **Sprey+oleojel** | 3,31 | 2,06 | 1,08 | 2,05 | 2,47 | 11,58 | 0,61 |
| **Süt+oleojel** | 3,21 | 2,00 | 1,04 | 1,96 | 2,31 | 10,67 | 0,51 |
| **Vals+oleojel** | 3,17 | 1,96 | 1,02 | 1,94 | 2,32 | 10,73 | 0,50 |

**Çizelge 3.5devamı**

| Örnekler | **Palmitik asit (C16:0)** | **Palmitooleik asit(C16:1)** | **Stearik asit (C18:0)** | **Oleik asit (C18:1)** | **Linoleik Asit (C18:2)** | **Araşidonik asit (C24:0)** | **Toplam doymamışYA** | **Toplam doymuş YA** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sprey+süt yağı** | 38,13 | 1,25 | 14,89 | 21,10 | 2,05 | 0,33 | 28,07 | 70,91 |
| **Vals+süt yağı** | 34,64 | 1,46 | 15,67 | 19,09 | 1,63 | 0,42 | 24,32 | 73,25 |
| **Süt+süt yağı** | 33,43 | 1,37 | 14,44 | 20,28 | 1,56 | 0,44 | 25,99 | 71,54 |
| **Sprey+oleojel** | 13,04 | 1,39 | 14,11 | 22,16 | 24,75 | 0,43 | 48,91 | 49,69 |
| **Süt+oleojel** | 14,89 | 1,11 | 16,80 | 19,98 | 22,19 | 0,43 | 43,79 | 53,31 |
| **Vals+oleojel** | 15,00 | 1,14 | 16,85 | 19,76 | 22,04 | 0,43 | 43,44 | 53,42 |

tüm örneklerde bütürik, kaproik, kaprilik, kaprik miristik ve miristooleik asit oranları arasında bariz bir farklılık yoktur. Yağ asidi profili açısından değerlendirildiğinde, oleojel içeren dondurma örneklerinde doymuş yağ asitlerinin (C14:0, C16:0) oranlarının belirgin şekilde düştüğü, doymamış yağ asitlerinin ise (C18:1, C18:2) arttığı görülmüştür. Özellikle Vals+oleojel örneği %43,75 toplam doymamış yağ asidi oranı ile en yüksek değeri sunarken, süt+krema örneğinde bu oran %28,07'de kalmıştır. Palmitik asit (C16:0) düzeyleri de süt yağı içeren örneklerde daha yüksek olup, sağlık açısından istenmeyen doymuş yağ yükünün arttığını

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

göstermektedir. Buna karşın, oleojel içeren formülasyonlarda oleik asit (C18:1) ve linoleik asit (C18:2) gibi kardiyovasküler sağlık açısından faydalı bileşenlerin oranı anlamlı şekilde artmıştır. Bu durum, oleojel kullanımının lipid profilini iyileştirici etkisini açıkça ortaya koymaktadır. Ayrıca toplam doymuş yağ oranı süt yağı içeren ürünlerde %73,25'e kadar çıkarken, oleojel kombinasyonlarında bu oran %49,90 seviyelerine kadar gerilemiştir. Bu, özellikle sağlıklı beslenme perspektifinden önemli bir kazanımdır.

Süte süt yağı yerine oleojel katılan örneklerde palmitik asit seviyelerinde belirgin azalmalar saptanmıştır. Örneklerin palmitooleik asit, stearik asit ve oleik asit seviyelerinde de önemli bir değişiklik görülmemektedir. Nitekim süte oleojel katarak dondurma yapan (Özdemir, 2023) yaptığı çalışma sonucunda bilhassa doymamış yağ asitlerinden linoleik asit oranını süt yağı katılmış örneklerden önemli düzeyde yüksek bulmuştur.Süt ve süt tozlarına oleojel katılarak yapılan dondurma örneklerinin süt yağı katılan örneklerden linoleik asit yağ asidi seviyesi (Özdemir, 2023)'in bulgularına paralel olarak önemli düzeyde yüksek bulunmuştur. Ayrıca süte oleojel katılarak yapılan dondurma örneklerinin süt yağı katılan örneklerden toplam doymamış yağ asitleri seviyesi önemli derecede yüksek toplam doymuş yağ asitleri seviyesi de önemli derecede düşük bulunmuştur(Çizelge 4.5).

| Örnekler | **Bütürik** asit (C4:0) | **Kaproik Asit (C6:0)** | **Kaprilik Asit (C8:0)** | **Kaprik asit (C10:0)** | **Laurik asit (C12:0)** | **Miristik asit (C14:0)** | **Miristooleik Asit (C14:1)** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sprey+süt yağı** | 1,74 | 1,34 | 0,86 | 1,94 | 2,38 | 9,30 | 0,82 |
| **Vals+süt yağı** | 3,39 | 2,10 | 1,09 | 2,05 | 2,46 | 11,43 | 0,51 |
| **Süt+süt yağı** | 3,50 | 2,21 | 1,14 | 2,14 | 2,52 | 11,72 | 1,22 |
| **Sprey+oleojel** | 3,31 | 2,06 | 1,08 | 2,05 | 2,47 | 11,58 | 0,61 |
| **Süt+oleojel** | 3,21 | 2,00 | 1,04 | 1,96 | 2,31 | 10,67 | 0,51 |
| **Vals+oleojel** | 3,17 | 1,96 | 1,02 | 1,94 | 2,32 | 10,73 | 0,50 |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| Örnekler | **Palmitik asit (C16:0)** | **Palmitoleik asit(C16:1)** | **Stearik asit (C18:0)** | **Oleik asit (C18:1)** | **Linoleik Asit (C18:2)** | **Araşidonik asit (C24:0)** | **Toplam doymamışYA** | **Toplam doymuş YA** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Sprey+süt yağı** | 38,13 | 1,25 | 14,89 | 21,10 | 2,05 | 0,33 | 28,07 | 70,91 |
| **Vals+süt yağı** | 34,64 | 1,46 | 15,67 | 19,09 | 1,63 | 0,42 | 24,32 | 73,25 |
| **Süt+süt yağı** | 33,43 | 1,37 | 14,44 | 20,28 | 1,56 | 0,44 | 25,99 | 71,54 |
| **Sprey+oleojel** | 13,04 | 1,39 | 14,11 | 22,16 | 24,75 | 0,43 | 48,91 | 49,69 |
| **Süt+oleojel** | 14,89 | 1,11 | 16,80 | 19,98 | 22,19 | 0,43 | 43,79 | 53,31 |
| **Vals+oleojel** | 15,00 | 1,14 | 16,85 | 19,76 | 22,04 | 0,43 | 43,44 | 53,42 |

Yapılan panel testi sonucunda genellikle süt yağı katılmış dondurma örneklerini oleojel katılmış örneklerden daha çok beğenmişlerdir. Duyusal analizlerde, geleneksel süt yağı içeren örnekler tat, doku ve genel beğeni açısından daha yüksek skorlar almış; bu da süt yağının aroma taşıyıcılığı ve ağızda bıraktığı hissiyat bakımından avantajını ortaya koymuştur. Bununla birlikte, bazı oleojel içeren örneklerde de özellikle doku ve görünüm kriterlerinde yüksek kabul edilebilirlik düzeyine ulaşıldığı gözlemlenmiştir. Bu durum, ürünlerin hedef pazar stratejileri doğrultusunda çeşitlendirilerek, hem geleneksel tatlardan vazgeçmeyen hem de sağlık odaklı tercihlere yönelen tüketici gruplarına hitap edebilecek şekilde yeniden konumlandırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. (Özdemir, 2023) de oleojel katılmış dondurmaların duyusal analizde süt yağı katılmış örneklere göre daha düşük puan aldıklarını tespit etmiştir.

| **Panelist ismi** | **Süt+ krema** | **Süt+ oleojel** | **Vals+ krema** | **Vals+ oleojel** | **Sprey+ krema** | **Sprey+ oleojel** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Renk vegörünüş** | 8,20 | 8,00 | 6,00 | 6,50 | 8,00 | 7,50 |
| **Tekstür** | 7,00 | 7,00 | 7,00 | 6,50 | 6,75 | 6,50 |
| **Sakızımsılık** | 7,80 | 7,00 | 7,20 | 6,00 | 7,00 | 7,00 |
| **Lezzet** | 7,00 | 7,00 | 6,50 | 6,50 | 7,00 | 6,50 |
| **Şekerlilik** | 6,80 | 7,00 | 6,30 | 6,00 | 7,00 | 7,00 |
| **Genel kabuledilebilirlik** | 7,50 | 7,00 | 6,50 | 6,00 | 7,00 | 6,80 |

**Tablo.** Duyusal Analiz Sonuçları

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu araştırmada dondurma yapımında süt yağı yerine ayçiçek yağı ve balmumu karışımından oluşan oleojel kullanımının ve süt yerine süttozu kullanımının dondurmanın fiziksel, kimyasal ve duyusal özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular, süt yağı yerine oleojel kullanımının dondurma üretiminde çeşitli avantajlar sunduğunu açıkça göstermektedir. Fiziksel, kimyasal ve duyusal analizler doğrultusunda, oleojelin doymuş yağ asidi oranını azaltması, toplam doymamış yağ oranını artırması ve özellikle linoleik ve oleik asit gibi sağlıklı yağ asitlerini desteklemesi açısından önemli bir fonksiyonel bileşen olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Dondurma örneklerinde oleojel kullanımının, pH ve asitlik dengesini daha nötr bir seviyeye çektiği, renk üzerinde ise sarı tonlarını artırdığı belirlenmiştir. Ancak hacim artışı ve aroma taşıyıcılığı gibi bazı parametrelerde süt yağı içeren geleneksel formülasyonlara kıyasla sınırlılıklar gözlemlenmiştir. Bu bağlamda aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

1. **Formülasyon İyileştirmeleri**: Oleojel içeren dondurma ürünlerinde aroma kayıplarını önlemek için doğal aromatik yağlar ve emülgatörlerle desteklenmiş formülasyonlar önerilmektedir. Böylece aroma yoğunluğu ve kalıcılığı artırılarak tüketici beğenisi yükseltilebilir.
2. **Fonksiyonel Katkı Maddeleri Kullanımı**: Hacim artışı ve yapı stabilitesinin iyileştirilmesi amacıyla hava tutma kapasitesi yüksek stabilizatörler veya doğal kıvam artırıcılar (örneğin: guar gam, karragenan) ile kombinasyonlar denenmelidir.
3. **Hedef Kitleye Yönelik Ürün Geliştirme**: Duyusal analizlerde geleneksel süt yağı içeren ürünlerin daha fazla beğeni aldığı göz önünde bulundurularak, oleojel içeriği optimize edilerek hem sağlık açısından avantajlı hem de tatmin edici ürünler hedeflenmelidir. Özellikle düşük kolesterollü veya vegan alternatifler olarak pazarlanabilecek ürün çeşitliliği artırılabilir.
4. **Endüstriyel Ölçekli Uygulamalar**: Pilot ölçekli denemeler sonrası, sanayi tipi üretim koşullarında oleojel içeren dondurmaların stabilitesi ve raf ömrü değerlendirilerek üretim süreçlerine entegrasyonu sağlanmalıdır.
5. **Tüketici Eğilimlerinin İzlenmesi**: Sağlıklı beslenme trendlerine paralel olarak tüketicilerin oleojel bazlı ürünlere olan ilgisi takip edilmeli, ürünlerin etiketleme ve pazarlama stratejileri bu doğrultuda belirlenmelidir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Sonuç olarak, oleojel bazlı yağ ikamelerinin dondurma endüstrisinde uygulanabilirliği oldukça yüksektir. Ancak duyusal kalite ile fonksiyonel faydalar arasında optimal dengenin sağlanması için ileri düzeyde Ar-Ge çalışmaları ve pazar testleri gerekmektedir. Bu çalışmanın sonuçları, hem akademik literatüre katkı sunmakta hem de sürdürülebilir ve sağlıklı gıda üretimi açısından yol gösterici niteliktedir.

Dondurma miksine oleojel katılması süt yağına göre genellikle dondurma kalitesine olumlu yönde etkide bulunmuştur. Oleojel ilavesi bilhassa daha viskoz miks üretimi sağlamıştır. Ayrıca doymamış yağ asidi oranını bilhassa esansiyel olan linoleik asit seviyesini artırmıştır. Ancak oleojel ilaveli dondurmaların hacim artışı süt yağı ilavesine göre daha düşük olup ve duyusal özellikler yönünden daha az beğenilmiştir. Bu nedenle oleojel katılmış dondurmalarda hacim artışı sağlamaya yönelik ve duyusal özelliklerini geliştirmeye yönelik çalışmaların yapılması faydalı olacaktır. Süt tozundan yapılan dondurma kalitesinde süte nazaran azalma saptanmamıştır. Bu nedenle gerek sprey gerekse vals sistemiyle üretilen süt tozundan iyi kalitede dondurma yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

.

## KAYNAKÇA

Airoldi, R. d. (2022). Dondurmadaki doymuş yağın yerini almak için karnauba mumu oleojelinin potansiyel kullanımı. *Amerikan Petrol Kimyagerleri Derneği Dergisi* (99), s. 1085-1099.

Aschemann-Witzel J, G. R.-C. (2021). Plant-based food and protein trend from a business perspective: markets, consumers, and the challenges and opportunities in the future. *Crit Rev Food Sci Nutr* .

Bodyfelt, F. ,. (1988). Sensory evaluation of cultured milk products . *The Sensory Evaluation of Dairy Products* .

Bostan, K. A.-6. (2002). Endüstriyel dondurmaların mikrobiyolojik kalitesi üzerine bir araştırma. *Turk J Vet Anim Sci* (26), s. 623-629.

Co, E., & Marangoni, A. (2012). Organogels: an alternative edible oil-structuring method. *J Amer. Oil Chem. Soc.* (89), s. 749-80.

Condurso C, V. A. (2008). Flavour and shelf-life of dairy products by SPME/GC-MS. *Int Dairy J* , s. 18:819–825.

Corradini, S., Madrona, G., Visentainer, J., Bonafe, E., Carvalho, C. (., & Prado, I. S. (2014). Sensorial and fatty acid profile of ice cream manufactured with milk of crossbred cows fed palm oil and coconut fat. . *J. Dairy Sci.* (97, 6).

Cottrell, J. &. (1979). Evaluation of polysaccharides as ice cream stabilisers. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* (30), 1085-1088.

EFSA. (2010). EFSA (2010). Scientific opinion on dietary reference values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, trans fatty acids, and cholesterol. *Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA).*

GÜVEN, M. K. (2001). The Effects of the Varying Sugar Conted and Fruit Concentration on the Physical Properties of Vanilla and Fruit İce Cream-Type Frozen Yoghurts. *International Journal of Dairy Technology* (55(1)), s. 27-31.

Jing, P. U. ( 2012). Antioxidant properties and phytochemical composition of China-grown pomegranate seeds. *Food Chemistry, 132(3)* , s. 1457-1464.

Kara, S. (2019). Karnauba ve balmumu vaksları ile hazırlanan oleojellerin DSC ve FT-IR spektroskopisi ile karakterizasyonu . *Yüksek Lisans Tezi (Master's thesis)* . İstanbul: (İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı).

Kurt, A. Ç. (2012). *Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları (10.Basım).* Erzurum: Atatürk Üniversitesi Yayınları No:252/D: 254 s.

Marangoni, A. G. (2011). *An overview of the past, present, and future of organogels, Edible oleogels.*

Marangoni, A. G. (2012). Structure and properties of fat crystal networks. *CRC Press* .

McGuire, R. G. (1992). Reporting of Objective Color Measurements. . *HortScience HortSci,* (27(12)), s. 1254-1255.

Milci, S. &. (2005). Laktik asit bakterileri tarafından üretilen ekzopolisakkaritler ve süt ürünlerindeki fonksiyonları. *Gıda* (30(2)).

Moriano, M. E. (2017). Organogels as novel ingredients for low saturated fat ice creams. *Lwt* , s. 371-376.

Mukan, M. &. (2002). Adana piyasasında tüketime sunulan sade-kaymaklı dondurmalarının mikrobiyolojik kalitelerinin tüketici sağlığı açısından değerlendirilmesi. *Gıda* (27(6)).

Önder, F., Yazıcı, F., & İlter, Ö. (2022). MANDA SÜTÜNDEN OLEOJEL İLAVELİ FONKSİYONEL DONDURMA ÜRETİMİ.

Özdemir, C. (2023). An Investigation of Several Physicochemical Characteristics, as Well as the Cholesterol and Fatty Acid Profile of Ice Cream Samples Containing Oleogel, Various Stabilizers, and Emulsifiers. Erzurum/ Oltu, Türkiye.

Özdemir, C., Özdemir, S. (2018). Bitkisel Çay Kullanılarak Üretilen Re Kombine Dondurmaların Bazı Kalite Özellikleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi,(12)* , s. 27-31.

Parsons, J. D. (1985). "Acceptability of ice cream made with processed wheys and sodium caseinate". *Journal of Dairy Science* (68), s. 2880-2885.

Patel, A. R. (2016). *Food & Function.*

Patel, A. R., & Dewettinck, K. ((2015)). Comparative evaluation of structured oil systems: Shellac oleogel, HPMC oleogel, and HIPE gel. *European journal of lipid science and technology* (117(11) ), 1772-1781.

Pehlivanoğlu, H. D. (2018). Oleogels, a promising structured oil for decreasing saturated fatty acid concentrations: Production and food-based applications. *Critical reviews in food science and nutrition* , s. 1330-1341.

Pehlivanoğlu, H., Demirci, M., Toker, O. S., Konar, N., Karasu, S., & Sagdic, O. (2018). Oleogels, a promising structured oil for decreasing saturated fatty acid concentrations: Production and food-based applications. *Critical reviews in food science and nutrition* , 1330-1341.

Remig, V. F. (2010). Trans fats in America: a review of their use, consumption, health implications, and regulation. *Journal of the American Dietetic Association* (110(4)), s. 585-592.

Remig, V. F. (2010). Trans fats in America: a review of their use, consumption, health implications, and regulation. *Journal of the American Dietetic Association* , s. 585-592.

Sahan, N. G. (2004). Farklı asitliklerdeki yoğurtlardan torba yoğurdu üretimi ve natamisinin raf ömrü üzerine etkisi. *Gıda* (29(1)).

Samateh, M. S. (2018). *Molecular oleogels: Green approach in structuring vegetable oils. In Edible Oleogels.*

Soukoulis, C., Fisk, I. D., & Bohn, T. . (2014). Ice cream as a vehicle for incorporating health-promoting ingredients: Conceptualization and overview of quality and storage stability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* (13(4)), 627-655.

Sukhija, P. S. ( 1988). Rapid method for determi-nation of total fatty acid content and composition of feedstuffsand feces. *J. Agric. Food Chem.* , s. 36:1202–1206.

Şanlidere Aloğlu, H. Ö. ((2018)). Influence of transglutaminase treatment on the physicochemical, rheological, and melting properties of ice cream prepared from goat milk. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka* (68(2)), s. 126-138.

Zulim Botega, D. C. ((2013a)). The potential application of rice bran wax oleogel to replace solid fat and enhance unsaturated fat content in ice cream. *Journal of food science* (78(9)), s. C1334-C1339.

Zulim Botega, D., Marangoni, A., Smith, A., & Goff, H. (2013). The potential application of rice bran wax oleogel to replace solid fat and enhance unsaturated fat content in ıce cream. . *Journal Food Science* , s. 1334-1339.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# PALAMUT BALIĞINDA ULTRASON DESTEKLİ KURUTMA İŞLEMİNİN NEM DİFÜZYONU ÜZERİNE ETKİSİ[1]

**Fereshteh BABAEİ KALAM**

Atatürk Üniversitesi

fereshte.babaei98@gmail.com- 0009-0007-2803-7867

**Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE**

Atatürk Üniversitesi

akkose@atauni.edu.tr- 0000-0003-1580-5226

## ÖZET

Su ürünleri, yüksek su içerikleri nedeniyle kolay bozulabilir gıdalar arasında yer almakta ve bu nedenle etkili koruma yöntemlerine ihtiyaç duymaktadır. Kurutma işlemi, bu ürünlerin raf ömrünü uzatmak amacıyla yaygın olarak kullanılan yöntemlerden birisidir. Ancak geleneksel kurutma yöntemleri, yüksek sıcaklığa bağlı olarak kalite kayıplarına ve düşük enerji verimliliğine yol açabilmektedir. Bu nedenle son yıllarda düşük sıcaklıklarda uygulanan kontrollü ve enerji verimli kurutma sistemleri üzerine araştırmalar yapılmakta; özellikle vakum, mikrodalga ve ultrason destekli kurutma gibi yöntemler su ürünlerinin kurutulmasında denenmektedir. Kurutma işlemi ısı ve kütle transferinin beraberce gerçekleştiği bir proses olup bu işlem esnasında ürün içerisindeki nem yüzeye doğru difüze olmakta ve buradan kurutma ortamına doğru karışmaktadır. Kurutma sürecinin bilimsel temelde anlaşılması için kurutma kinetikleri ile etkin nem difüzyon katsayısı ($D_{eff}$) gibi parametrelerin belirlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada palamut balığı etinde farklı sıcaklıklarda gerçekleştirilen ultrason destekli kurutma işleminin nem $D_{eff}$ değerleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Bu amaçla ultrason işlemi uygulanmış veya uygulanmamış örnekler üç farklı sıcaklıkta (40°C, 50°C ve 60°C) kurutma işlemine tabi tutulmuş ve kurutma süresince elde edilen verilerden yola çıkılarak nem $D_{eff}$ değerleri tespit edilmiştir. $D_{eff}$ değerlerinin belirlenmesinde Fick'in ikinci eşitliğinin sonsuz dilim için analitiksel çözümü kullanılmıştır. Nem $D_{eff}$ değerlerinin kurutma sıcaklığına bağlı olarak ultrason uygulanmamış örneklerde $4{,}85 \times 10^{-10}$ - $5{,}95 \times 10^{-10}$ $m^2/s$ arasında, ultrason uygulanmış örneklerde ise $5{,}10 \times 10^{-10}$ - $6{,}41 \times 10^{-10}$ $m^2/s$ arasında değiştiği belirlenmiştir. Ultrason uygulamasının ve kurutma sıcaklığının nem $D_{eff}$ değerleri üzerinde önemli seviyede etkili olduğu ($p<0{,}01$), ultrason uygulamasının ve artan kurutma sıcaklığının nem $D_{eff}$ değerini önemli seviyede artırdığı tespit edilmiştir.

**Anahtar KelimelerF:** kurutma, ultrason, nem difüzyon katsayısı, palamut eti

[1] Yüksek lisans tez çalışmasından türetilmiştir. "Palamut balığında ultrason destekli kurutma kinetiklerinin belirlenmesi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2025, yayınlanmamış"

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ASSESSMENT OF BIOACCESSIBILITY IN WHITE TEA INFUSION

**Elif Feyza TOPDAS**[1]

Assoc. Prof. Dr., Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, efeyza.topdas@atauni.edu.tr - ORCID ID: 0000-0003-3778-3654,

**Hilal TASCI**

MSc., Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering,

hilal.tasci17@ogr.atauni.edu.tr - ORCID ID: 0009-0008-7105-7908

## Abstract

White tea is a type of tea rich in bioactive compounds obtained from the buds and young leaves of the tea plant (*Camellia sinensis* L.) with minimal processing. The present study aimed to investigate the bioaccessibility of white tea infusion in addition to total phenolic substance, total flavonoid and antioxidant activity analyses (ABTS, DPPH, FRAP and CUPRAC) before and after digestion in a simulated in vitro digestive system. TPC, TFC, DPPH, ABTS, FRAP and CUPRAC values of white tea infusion were calculated as 951.50 mg GAE/L, 655.74 mg QE/L, 641.51 µM TE/100 mL, 1067.38 µM TE/100 mL, 650.73 µM TE/100 mL and 1015.23 µM TE/100 mL, respectively. After stomach and intestinal digestion, the data obtained in all analyses except TFC showed decreases. This situation indicates that the phenolic compounds in the white tea infusion were degraded in the stomach and intestinal environment. The reduction of compounds with antioxidant activity also caused a decrease in their bioaccessibility**.** The bioaccessibility values calculated for the intestinal state are 26.35%, 45.63%, 4.03%, 21.77%, 9.69%, and 20.95% according to the previously mentioned analysis order.

**Key words:** White tea, İn vitro, Bioaccessibility, Antioxidant

[1] "Master's Thesis Title: Farklı Bitki Materyalleri İlavesiyle Hazırlanan Fonksiyonel Beyaz Çay İnfüzyonlarının Biyoerişilebilirliğinin Araştırılması, Atatürk University, Institute of Science, 2025, Unpublished"

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1.Introduction

Tea is a beverage that can be consumed mainly in Asian countries, both hot and cold, and it has been used in traditional medicine for about 5000 years (Nie & Xie, 2011). It is obtained from the leaves and buds of *Camellia sinensis* L. (O) Kuntze, a species belonging to the *Camellia* genus of the *Theaceae* family (Üstün & Demirci, 2013). Although different varieties of tea, such as black tea, green tea, oolong tea, white tea, and pu-erh tea, are produced based on the processing methods of fresh tea leaves and buds. Black and green tea are the most well-known and widely consumed tea types. In contrast, white tea remains relatively obscure due to its limited production, high cost, and insufficient research compared to other tea varieties.

White tea is also obtained from the tea plant, like black and green tea. However, this tea variety differs from others as it is produced through minimal processing of the silvery-white, downy buds found at the apical shoots of the tea plant (Salman & Ozdemir, 2018). White tea possesses specific characteristics that are different from other tea types due to its bioactive components. Its beneficial health effects are attributed to the high concentrations of catechins and other phenolic compounds, vitamins, minerals, alkaloids, and amino acids in its composition (Mao, 2013). In this regard, research on white tea continues worldwide. Due to its high levels of catechins and other phenolic compounds, white tea has been reported to exhibit antioxidant, antibacterial, anticarcinogenic, antimutagenic, and antiallergic activities (Salman & Özdemir, 2017). Existing studies indicate that white tea is richer in polyphenols, which exhibit antioxidant activity, than black and green tea (Ilgaz et al., 2006).

In the daily diet, polyphenols are present in complex mixtures within the food matrix (Bermúdez et al., 2007). In recent years, bioavailability studies conducted on humans have provided evidence regarding the absorption of most polyphenols, demonstrating that the extent of their utilisation by the human body varies significantly based on the type of compound and/or the food matrix (Manach et al., 2005).

Bioaccessibility is defined as the fraction of food taken into the body that can be dissolved in the liquid in the digestive system (Beceren, 2021; Kurt, 2021). Bioaccessibility is determined by simulating the human digestive system in vitro (Kurt, 2021). In vitro digestion is a widespread procedure that employs practical, reliable methods without the ethical constraints found in vivo techniques, simulating gastrointestinal conditions effectively (Wojtunik-Kulesza et al., 2020). In vitro conditions are carried out by imitating digestion by creating an artificial digestive process with the help of enzymes. Bioaccessibility can be determined by evaluating the fraction obtained after digestion with the help of antioxidant capacity analyses and by the ratio of the concentration of the solute to the total concentration (Quan et al., 2020).

Our study was planned to focus on white tea to promote its consumption, which exhibits superior benefits. A literature review reveals that white tea has a high antioxidant capacity and positive impacts on human health. However, no studies have been found to research the changes in antioxidant activity in the digestive system after consuming white tea infusions and their

bioaccessibility. Since the fraction of a food component that the body can absorb during digestion is crucial for discussing its bioavailability and health benefits (Horasan Sağbasan, 2015), the importance of such research is increasing daily. The current study aims to increase the recognition of white tea in Turkiye, the only tea-producing country in Europe in economic terms, and most importantly, to determine the bioaccessibility of antioxidant compounds after consumption of white tea, thanks to the results obtained in this study.

## 2. Material and Methods

### 2.1.Material

The white tea samples used in the current study were purchased from the General Directorate of Tea Enterprises (Çaykur) Erzurum Regional Dealer in December 2024.

### 2.2. Preparation of tea infusions

The white tea infusions used in the study were prepared with some modifications to the brewing methods of Salman (2017) and Kelebek (2016). For this purpose, 2 g of white tea with a particle size in the range of 1-2.2 mm was weighed, and hot pure water was added at 80ºC and brewed in a shaking water bath (JSR, JSSB-30T, Korea) at 78±2ºC for 5 min. Following the brewing, the tea infusion was filtered first through coarse filter paper and then through Whatman No. 1 filter paper. The filtered tea infusion was stored at -20ºC until analyses were performed.

### 2.3. Simulated In Vitro Gastrointestinal Digestion

The bioaccessibility of antioxidant-active compounds in tea infusions was determined using the standardized in vitro gastrointestinal digestion method as reported by Minekus et al. (2014) and Brodkorb et al. (2019), simulating digestion conditions in the oral, gastric, and intestinal phases. All enzymes were stored at -20 °C. Initially, stock solutions of the following compounds were prepared: KCl (37.3 g/L), $KH_2PO_4$ (68 g/L), $NaHCO_3$ (84 g/L), NaCl (117 g/L), $MgCl_2(H_2O)_6$ (30.5 g/L), $CaCl_2$( H2O )$_2$(44.1 g/L) and $(NH_4)_2CO_3$ (48 g/L).

Simulated gastric fluid (SGF) was prepared. For this purpose, previously mentioned stock solutions were combined in the following volumes: 6.9 mL of KCl, 0.9 mL of $KH_2PO_4$, 12.5 mL of $NaHCO_3$, 11.8 mL of NaCl, 0.4 mL of $MgCl_2(H_2O)_6$, and 0.5 mL of $(NH_4)_2CO_3$. The pH was adjusted to 3.0 using 6 mol/L HCl, and the final volume was brought to 400 mL with ultrapure water. Next, 10 mL of liquid sample was transferred into a tube, followed by 7.5 mL of SGF. Then, 1.6 mL of pepsin enzyme (25,000 U/mL), derived from porcine gastric mucosa (pepsin activity ≥3200 U/mg protein, Sigma), and 5 µL of 0.3 M $CaCl_2$ were added to the tube. The pH was adjusted to 3.0 using 1 mol/L HCl, and the final volume was brought to 20 mL with ultrapure water. The mixture was then incubated at 37°C and shaken for 2 hours using a tube shaker (Isolab, MX-RD-E, Wertheim, Germany) placed inside the incubator (JSR, JSBI-150C, Korea).

Simulated intestinal fluid (SIF) was prepared for the intestinal phase using the mentioned stock solutions, which were combined in the following volumes: 6.8 mL of KCl, 0.8 mL of $KH_2PO_4$, 42.5 mL of $NaHCO_3$, 9.6 mL of NaCl, and 1.1 mL of $MgCl_2(H_2O)_6$. The pH of the mixture was

adjusted to 7.0 using 6 mol/L HCl, and the final volume was brought to 400 mL with ultrapure water. Next, 20 mL of the gastric chyme was transferred into a tube, followed by the addition of 11 mL of SIF. In a separate preparation, 5.0 mL of pancreatin enzyme (800 U/mL), derived from porcine pancreas (pancreatin from porcine pancreas, Cat. No: 7545, Sigma), dissolved in SIF electrolyte stock solution, was mixed with 2.5 mL of freshly prepared bile extract containing 160 mM bile salts. Additionally, 40 µL of 0.3 M $CaCl_2$ was added, and the pH was adjusted to 7.0 using 1 M NaOH. The final volume was brought to 40 mL with ultrapure water.

The digestion solutions obtained from all the phases (gastric and intestinal) were centrifuged using a refrigerated centrifuge (Hettich, Mikro 22R, Germany) at 6000 rpm for 15 min at 4°C, was filtered using Whatman No. 1 filter paper and subsequently stored at -20°C.

### 2.4. Total phenolic content (TPC)

TPC values of white tea infusion and digestive media was analysed using the Folin-Ciocalteu reagent (FCR) with slight modifications to the method reported by Singleton et al. (1999). For this purpose, 100 µL of the sample was transferred into test tubes, and 2500 µL of 0.2 N FCR was added and vortexed (Heidolph Instruments, REAX top, D-91126, Germany). After 3 min, 2 mL of 7.5% $Na_2CO_3$ solution was pipetted and the tubes were vortexed. After incubation for 2 h under dark conditions at room temperature, absorbances were captured with a visible spectrophotometer (PG Instruments T60V, UK) at 760 nm. Gallic acid was selected as the standard phenolic compound, and the findings were given as mg GAE (Gallic Acid Equivalent) /L using the curve obtained from the standard graph. The analysis was repeated 3 times for each sample.

### 2.5. Total Flavonoid Content (TFC)

The spectrophotometric method reported by Koçak et al. (2018) was applied to determine the total flavonoid content of the prepared tea and gastrointestinal system extracts. Accordingly, 1.25 mL distilled water was added to the 0.25 mL sample. Then, 0.075 mL of 0.05 g/mL NaNO2 was added, vortexed, and kept for 6 min. Then, 0.15 mL 0.1 g/mL $AlCl_3$-$6H_2O$ was added to the mixture, vortexed, and kept for 5 min. Finally, 0.5 mL of 1 mol/L NaOH was pipetted and left for 15 min. Following the incubation period, the absorbance of the samples was read with a visible spectrophotometer at 510 nm wavelength. The total flavonoid amounts of the samples were evaluated using the equation obtained from the calibration curve prepared with quercetin, and the results were presented as quercetin equivalent (mg QE/L).

### 2.6. Antioxidant Analyses

#### DPPH radical scavenging activity

DPPH analysis was carried out using the method of Balaydın et al (2010). In the analysis, a 1 mM solution of DPPH- prepared with methanol was used as a free radical solution. After transferring 25µL/mL of the infused tea and digested medium solutions to the test tubes, arranged in spores with three parallels, the total volume was completed to 2 mL with ethanol. After adding 500 µL of the stock DPPH• solution to each tube, the tubes were vortexed and incubated for half an hour in the dark. Absorbances were measured against the blind at 517 nm

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

wavelength and recorded. The results were determined as µM Trolox Equivalent (TE)/mL using the equation from the Trolox curve generated at different concentrations (0.125-2.5 mM).

**ABTS radical scavenging activity**

ABTS analysis of the samples were determined according to the procedure described by Köksal et al. (2009). ABTS radical solution was generated by adding 2.45 nM $K_2S_2O_8$ solution to 2 mM ABTS (2,2´-Azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6- sulfonic acid)) solution and stirring for 16 h at ambient temperature and in the dark. The absorbance of the ABTS solution was adjusted to a value of 700±25 absorbance at 734 nm. The samples were transferred to test tubes to a concentration of 25 µL/mL, and then the total volume was adjusted to 2.5 mL with ABTS solution, vortexed, and incubated for 6 min under dark conditions at room temperature. Following the incubation period, the absorbance of the sample was read against the blank at 734 nm. The results were determined as µM TE/mL using the equation from the Trolox curve generated at different concentrations (0.125-2.5 mM).

**Iron (III) Ion Reduction Power (FRAP)**

The ferrous ion reduction capacity of the samples was performed following the procedure described by Koçak et al. (2018). For this purpose, solutions prepared daily were used. The first solution, acetate buffer, was prepared using 3.1 g sodium acetate + 16 mL acetic acid and adjusted to pH 3.6. The second solution was a 2,4,6-tripyridyl-triazine (TPTZ) solution prepared with ethanol at 10 mM. The third solution contained 0.5404 g $FeCl_3{\cdot}6H_2O$+2 mL HCl (37% m/m). The FRAP reagent was obtained by combining these solutions in a 10:1:1 ratio, respectively. A 2475 µL FRAP reagent was added to the 25 µL sample, and the mixture was vortexed. After 4 min incubation in the dark and under ambient conditions, absorbance at 593 nm was recorded. The results were expressed in µM TE/mL using the equation based on the calibration curve prepared with different Trolox concentrations (0.125-2.5 mM).

**Copper (II) reducing antioxidant capacity (CUPRAC)**

CUPRAC analysis was performed in accordance with the method reported by Apak et al. (2004) by adding 100 µL sample and 1 mL distilled water, 1 mL 10 mM $CuCl_2.2H_2O$ solution, 1 mL 1 M ammonium acetate ($CH_3COONH_4$) solution, and 1 mL 7.5 mM ethanolic Neocuprin ($C_{14}H_{12}N_2$) solution to the test tube, respectively. Test tubes incubated for 30 min at room temperature were read against the blank at 450 nm with a visible spectrophotometer. The results were calculated in µM TE/mL using the equation from the calibration curve obtained using different Trolox concentrations (0.125-2.5 mM).

**2.7. %Bioaccessibility Calculation**

Bioaccessibility (%) of the compounds was estimated using the following formula by the total phenolic content, total flavonoid substance, and ABTS, DPPH, and FRAP antioxidant activity values determined by the spectrophotometric method after digestion (Yu et al., 2019).

Bioaccessibility (%) = $(CF_D/CF_A)$x 100

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

$CF_D$ is the determined content of TPC, TFC, DPPH, ABTS, FRAP, or CUPRAC after *in vitro* digestion

$CF_A$ is the determined content of TPC, TFC, DPPH, ABTS, FRAP, or CUPRAC before *in vitro* digestion

### 2.8. Statistics

Statistical data analysis was conducted using SPSS 25.0 (IBM, Armonk, New York) software. The experimental results were presented as the mean ± standard deviation (SD) of three replicates. One-way ANOVA was used to compare the means. In determining the significant differences between the environments, the Duncan test from multiple comparison tests was applied. Differences between averages were considered significant when $p < 0.01$.

## 3. Results and Discussion

The total phenolic substance and total flavonoid content of white tea infusion were found to be statistically very significant ($p<0.01$) in terms of digestive environments. While the TPC value determined in white tea infusion was 951.50 mg GAE/L, it was determined as 401.93 and 250.72 mg GAE/L in gastric and intestinal environments, respectively, decreasing compared to the sample (Fig. 1). When the data were evaluated, a gradual decrease was observed from the gastric to the intestinal stage; The undigested sample had a higher TPC value. This decrease is thought to be caused by the degradation of phenolic compounds in food, depending on the changing pH values in the stomach and intestine. The pH of the environment affects the bioaccessibility and chemical stability of phenolic compounds, interacts with proteins, digestive enzymes, carbohydrates, lipids and other components of the food and affects phenolic and other compounds that show antioxidant activity (Swieca et al., 2013). Silva et al. (2021) also investigated the bioaccessibility of antioxidant compounds in 75% ethanol extract and microcapsules of green tea. They found that the TPC values of 87990.7 and 14964.4 mg GAE/100 g in the ethanol extract and microcapsules before digestion decreased to 22830.2 and 4223.2 mg GAE/100 g after digestion. The researchers observed a decrease in both results but reported that microencapsulation can increase the bioaccessibility of phenolics found in green tea. In a different study conducted by Annunziata et al. (2018), 80% lyophilised methanol extracts of white, green, and black teas were obtained, and the resulting powders were placed in acid-resistant capsules containing 1000 mg of polyphenolic extract. While the pre-digestion TPC values of white, green, and black tea extracts were 650.654, 1005.703, and 814.600 mg GAE/g, respectively, when the in vitro digestion model was applied, it was determined that the capsules did not disintegrate in the oral and gastric stages (because they were resistant to acidic conditions). During the duodenal digestion stage, they were 82.053, 62.507, and 42.111 mg GAE/g, respectively. The obtained data showed that the TPC values of the digested capsules were significantly reduced compared to the undigested samples. Similarly, in a study performed by Tenore et al. (2015) on simulated gastrointestinal digestion of green, white, and black tea polyphenols, it was reported that catechins from tea polyphenols were lost by 44.4-91.8% due to the pH of the intestinal environment. However, in contrast to our study, in a study carried out by Coe et al. (2013) in which the bioaccessibility of polyphenols of 18 different leaf and bag

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

tea infusions (black, white, green, and oolong tea) was evaluated, an overall increase in polyphenol release was reported following in vitro digestion from both bag and whole teas.

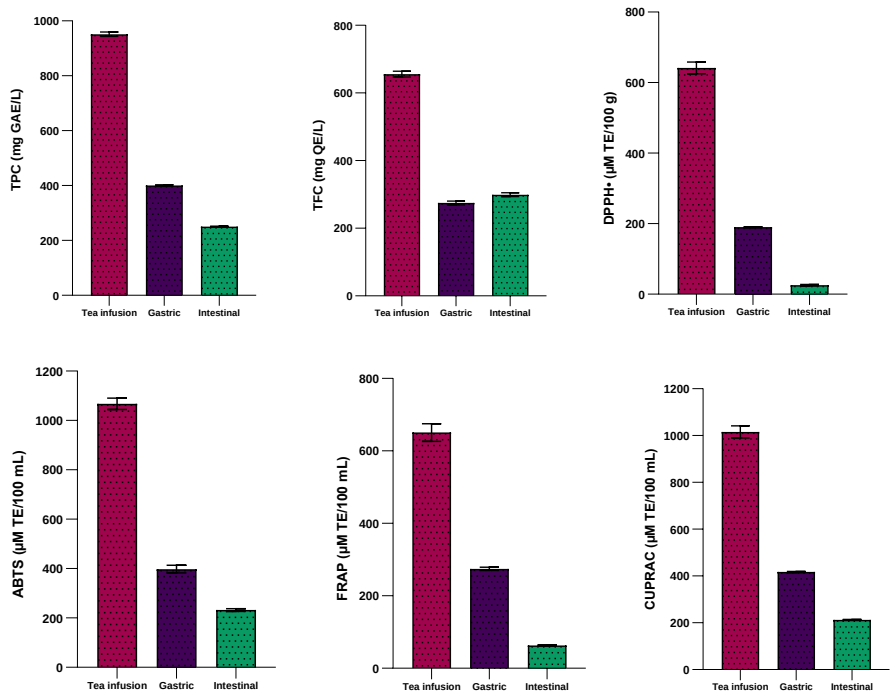



**Fig. 1.** TPC, TFC, ABTS, DPPH, FRAP, and CUPRAC contents of white tea infusion and digestive media

The TFC value of the white tea sample before digestion was determined as 655.74 mg QE/100 mL, while it was determined as 274.71 and 299.12 mg QE/L in the gastric and intestinal stages, respectively (Fig. 1). Unlike the TPC results in the digestive environments, it was found that the TFC values increased in the intestinal environment after the gastric states. This situation shows that the flavonoid group compounds are affected by the acidic environment of the stomach and are broken down. The increase in the TFC level in the intestinal stage after the decrease observed in the gastric stage is consistent with the studies in the literature (Kamiloğlu et al., 2014; Qin et al., 2022). It is reported that this situation is the result of the breakdown of the glycosides in the structure of the flavonoids into aglycones and the sudden increase in the pH of the environment after the stomach, in addition to the activities of bile salts and pancreatic enzymes (Kamiloğlu et al., 2014).

The antioxidant activity of white tea infusion and digestive media was determined by four different methods using DPPH, ABTS, FRAP, and CUPRAC analyses, and the obtained data are presented in Table 2. The antioxidant activity analyses regarding white tea infusion and digestive media were found to be statistically very significant ($p<0.01$). DPPH radical scavenging activity determined as 641.51 µM TE/100 mL in white tea infusion was determined as 190.18 and 25.84 µM TE/100 mL in gastric and intestinal stages, respectively (Fig. 1). The fact that DPPH radical scavenging activity values were lower in all digestive media compared to other antioxidant activity analyses performed was because DPPH analysis gives more effective results in determining the antioxidant activity of bioactive compounds that are

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

hydrophobic, i.e., dissolved in organic solvents (Büyüktuncel, 2013), and that sufficient effect was not observed in water infusion. Qin et al. (2025) reported the DPPH radical scavenging activity values of green tea infusions in powder and leaf forms as 810 and 636 µmol TE/g before digestion and 301 and 206 µmol TE/g in the intestinal stage. When the data were evaluated, a decrease in antioxidant activity occurred towards the intestinal stage, similar to our current study. This situation is thought to be due to the deterioration of the chemical structure of antioxidant compounds in the environment due to the effect of digestive enzymes and pH, or their transformation into different compounds. Consistent with our findings, Celep et al. (2017) also reported that DPPH radical scavenging activity in green tea infusion showed a gradual decrease (green tea infusion: 778.01 mg ascorbic acid equivalents (AAE)/g, gastric and intestinal stages: 513.44 and 251.52 mg AAE/g).

ABTS analysis, which allows measuring the antioxidant capacities of hydrophilic and hydrophobic compounds (Türkyılmaz et al., 2017), determined the highest antioxidant activity values in our current study. In addition, the stability of ABTS radical in a wide pH range for sample type and digestive media (Büyüktuncel, 2013) is thought to have positively affected the analysis performed. ABTS analysis results were calculated as 1067.38, 397.93 and 232.33 µM TE/100 mL for white tea infusion, gastric stage and intestinal stage, respectively (Fig. 1). Chen et al. (2013) investigated the in vitro bioaccessibility of antioxidant compounds in 9 different tea waters, namely Jasmine tea, Jasmine honey tea, Iron Goddess of Mercy, Longjing, oolong tea and iced tea, commercially supplied from China (Zhongshan), and determined ABTS values ranging from 3194.24 to 13795.07 µM TE/L in undigested samples. Similar to our study, they reported a general decrease from the gastric to the intestinal stages.

FRAP analysis is one of the antioxidant activity evaluation methods that has been used for more than twenty years (Benzie & Strain, 1996) and depends on the transformation of ferric ions to their divalent form (Švestková et al., 2024). FRAP analysis results in infusions and methanol extracts prepared from green tea samples dried at 80, 120, and 160 °C were 650.73, 274.59 and 62.97 µM TE/100 mL for tea infusion, gastric stage, and intestinal stage, respectively (Fig. 1). Donlao and Ogawa (2018) reported that the FRAP values initially determined as 2231, 2128 and 1905 µmol FeSO4 equivalent/g of dried sample and 2206, 2609, 2105 µmol FeSO4 equivalent/g dried sample, respectively, increased in the gastric stage after in vitro digestion and became 2237, 2186, and 1979 for infusions and 2263, 2590 and 2124 for methanol extracts, respectively. The researchers reported that the FRAP values, which were slightly increased in the gastric environment compared to the initial samples, decreased in the intestinal stage (1732, 1742, and 1315 µmol FeSO4 equivalent/ g dried sample in infusions, while 1773, 2338 and 1537 µmol $FeSO_4$ equivalent/ g dried sample in methanol extracts, respectively). Qin et al. (2022) emphasized that the decrease in FRAP analysis results in green tea infusion in the gastric (266.54 µmol FeSO4 equivalent/ g dried sample) and intestinal (170.40 µmol FeSO4 equivalent/ g dried sample) stages after digestion compared to the value obtained before digestion (446.98 µmol FeSO4 equivalent/ g dried sample) occurred due to the effect of digestive enzymes.

CUPRAC and FRAP analyses are similar because they are characterised by electron transfer ability, resulting in the reduction of metal ions (Craft et al., 2012). When the CUPRAC analysis

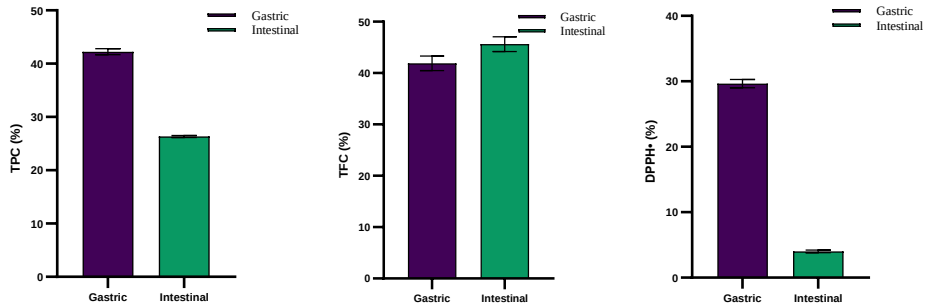
ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

results were evaluated, it was determined that the value calculated as 1015.23 µM TE/100 mL in white tea infusion before digestion decreased to 417.01 and 212.63 µM TE/100 mL in the gastric and intestinal states (Fig. 1). Celep et al. (2017), who reported results compatible with the present study, determined the copper ion-reducing capacity of the extracts obtained by infusing the seven herbal teas (elderberry, bilberry, raspberry, strawberry, rosehip, rooibos, and pomegranate) and green tea at 80 °C for 5 min and then lyophilising them before and after in vitro digestion. Researchers reported the CUPRAC value as 867.94 mg ascorbic acid equivalent/g in lyophilised green tea infusions, while it was 459.71 and 337.93 in the gastric and intestinal stages, respectively.

**Evaluation of In Vitro Bioaccessibility of White Tea**

Scientific studies have shown that white tea, which contains high amounts of antioxidant compounds, especially catechins, has many benefits for human health (Salman & Özdemir, 2018). In vitro gastrointestinal digestion models are widely used systems to evaluate the changes in antioxidant compounds before and after digestion and to determine the bioaccessibility of food (Kamiloğlu, 2019). The current study examined the % bioaccessibility levels of the antioxidant properties exhibited by white tea infusion in the in vitro digestion system (gastric and intestinal). Thus, it was tried to determine at which stages and to what extent the bioactive components contained in white tea, which has high antioxidant activity, are accessible in the body environment after digestion.

The bioaccessibility analyses of white tea infusion were found to be statistically very significant ($p<0.01$) in terms of digestion stages. When the % bioaccessibility data of white tea infusion were evaluated in terms of all analyses performed, there was a general decrease from the gastric to the intestinal stages. In vitro gastrointestinal digestion of foods significantly affects the bioaccessibility of bioactive compounds such as phenolics. Transition in the intestinal environment causes a decrease in all analysed polyphenol classes (Tagliazucchi et al., 2010).



ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

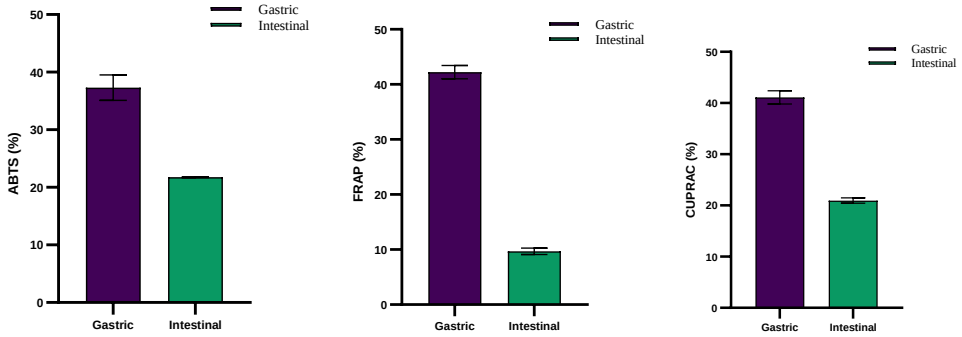



**Fig 2.** Bioaccessibility values of white tea infusion and digestive media

The TPC bioaccessibility results of white tea infusion were determined as 42.24% and 26.35% in the gastric and intestinal stages (Fig. 2). A gradual decrease was observed in the TPC bioaccessibility analysis results. Similar to the current study, Silva et al. (2021), in their study on green tea extract and extract-coated samples, determined the intestinal bioaccessibility of TPC analysis as 25.9% and 28.2%, respectively. The researchers explained this situation because polyphenolic structures found in foods, showing high antioxidant activity in vitro, will not have the same activity after the effect of gastrointestinal enzymes (Maria do Socorro et al., 2010). In a different study, the duodenal and colon bioaccessibility of acid-resistant capsules containing 80% methanol extract of white, green and black teas was tried to be determined (Annunziata et al., 2018). In the duodenum part of the intestine, the % bioaccessibility values of TPC analysis were reported as 23.77%, 19.33%, and 13% in green, white and black tea, respectively. In the additional colon stage, it was reported that TPC bioaccessibility increased (108.85%, 102.21% and 112.26% in green, white and black tea, respectively) (Annunziata et al., 2018). In the study, acid-resistant capsules prevented the degradation and/or alteration of bioactive compounds caused by changes in pH or the action of digestive enzymes and ensured that digestion began in the intestinal environment.

Compared with TPC, DPPH, ABTS, FRAP and CUPRAC data, an increase was detected only in TFC bioaccessibility when passing from the gastric to the intestinal stage. When the TFC bioaccessibility results of our current study were evaluated, it was determined that the results of the post-digestion gastric and intestinal stages were 41.90% and 45.63%. It is reported that this increase is the result of the breakdown of glycosides in the structure of flavonoids into aglycones and the sudden increase in the pH of the environment after the stomach, as well as the activities of bile salts and pancreatic enzymes (Kamiloğlu et al., 2014). In accordance with our current study, Qin et al. (2022) reported that TFC bioaccessibility in green tea infusion decreased to 25% in the gastric stage, while approximately 60% was recovered in the intestinal stage. In contrast, in a study investigating the in vitro bioavailability of TPC and TFC of 7 different popular herbal teas (rooibos, elderberry, blueberry, raspberry, strawberry, and rosehip fruits and pomegranate peels) may be due to differences in the tea material used, the applied method (such as pH, analysis time, amount of enzyme, and solvent) and environmental conditions.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

In antioxidant activity analyses, DPPH radical scavenging activity bioaccessibility analysis values were determined as 29.66% and 4.03% in the gastric and intestinal stages (Fig. 2). It has been observed that the research findings reported in the literature on the determination of DPPH radical scavenging activity bioaccessibility values in white and green teas are generally higher than in our study. In general, it is seen that the %DPPH bioaccessibility in the intestinal stage is lower than in the gastric stage, in agreement with our study and the studies conducted on this subject. The differences observed in the results suggest that our results may differ due to the differences in the tea material used, the applied method (such as pH, analysis time, amount of enzyme, and solvent) and environmental conditions. Shu et al (2019) reported in their study investigating the effect of particle size on the bioaccessibility of polyphenols and polysaccharides in green tea powder and antioxidant activity after in vitro digestion that the bioaccessibility values of DPPH analysis of tea infusions prepared with tea material of 4 different particle sizes (564.24 µm, 74.85 µm, 34.62 µm and 15.10 µm) varied between 65.35-70.09% in the stomach environment and decreased by 99.68-99.73% in the intestinal stage. The researchers reported that this decrease may be associated with decreased bioaccessible polyphenols and polysaccharides after digestion. In the study by Qin et al. (2022), the bioaccessibility values of DPPH analysis in green tea infusion were determined to be approximately 70% and 55% in the gastric and intestinal stages. In a different study, the bioaccessibility results of DPPH analysis of white tea infusion were determined to be approximately 66% in the gastric and 32% in the intestinal phases (Celep et al., 2017).

The bioaccessibility results of the ABTS analysis were determined to be 37.31% and 21.77% for the gastric and intestinal digestions (Fig. 2). The results show that the % ABTS bioaccessibility gradually decreased. In line with our study, Qin et al. (2022) found that the bioaccessibility results of the ABTS analysis in green tea infusion were approximately 57% and 44% in the gastric and intestinal environments. In another study, Chen et al. (2013) investigated the in vitro bioaccessibility of antioxidant compounds in 9 different herbal tea beverage types, including Jasmine tea, Jasmine honey tea, Iron Mercy Goddess, Longjing, oolong tea, and iced tea. In their study, the lowest and highest bioaccessibility values of the ABTS values in the gastric stage were determined as 57.8%-134.8%, while the lowest and highest bioaccessibility results in the intestinal stage were 31.9%-126.9% (Chen et al., 2013). In another study where green tea kombucha was used as a control, ABTS analysis of hydrolyzable antioxidant compounds reported bioaccessibility results as 38.64% and 44.68% before and after fermentation (Yildiz et al., 2020).

The bioaccessibility results of the FRAP analysis in our current study were determined as 42.22% in the gastric and 9.69% in the intestinal phase (Fig. 2). In the study conducted by Qin et al. (2022), the bioaccessibility of the FRAP analysis in green tea infusion was determined to be approximately 60% and 38% in the gastric and intestinal stages. Shu et al. (2019), in their study where they determined the in vitro gastrointestinal bioaccessibility of tea infusions prepared according to 4 different particle sizes of green tea, determined the FRAP analysis data as approximately 14.02-21.03% and 96.69-97.92% after gastric and intestinal digestion. In a different study, when the FRAP bioaccessibility analysis results of 9 different tea beverage types

were examined, it was stated that there was a gradual decrease between the gastric and intestinal environments (Chen et al., 2013).

The bioaccessibility results of the CUPRAC analysis were determined as 41.10% and 20.95% for the gastric and intestinal digestions (Fig. 2). In line with our study, Celep et al. (2017) reported that the bioaccessibility of CUPRAC analysis in green tea infusion gradually decreased in the gastric and intestinal stages. In a different study, the bioaccessibility of CUPRAC analysis of green tea infusion was found to be 104.5% in the gastric and 8.3% in the intestinal phase (Ceylan, 2015). In Yildiz et al. (2020), green tea was used as the control group in the study to determine the in vitro bioaccessibility of kombucha tea produced from black carrot varieties grown in Türkiye. CUPRAC analysis of green tea before and after fermentation reported the bioaccessibility values as 30.77% and 35.11%, respectively.

The results obtained in the present study suggest that catechins and other phenolics, which are the dominant phenolic compounds of white tea, are significantly reduced by the influence of pH and enzymes during gastrointestinal digestion. Our hypothesis is also supported by the studies of Chen et al. (2013), who reported that the total polyphenol content of 9 different herbal tea beverages was significantly reduced after duodenal digestion, and Green et al. (2007), who reported that more than 80% of the total catechins were degraded under simulated digestion conditions. Shu et al. (2019) also reported that the bioaccessibility of epigallocatechin gallate (EGCG), epicatechin gallate (ECG), epigallocatechin (EGC), epicatechin (EC), catechin (C) and gallocatechin (CG), which are green tea catechins that are highly sensitive to alkaline conditions, decreased by at least 84.49%, 98.67%, 99.15%, 91.88%, 91.35%, 57.73% and 19.06%, respectively, compared to the initial amounts. Green et al. (2007) reported that more than 80% of total catechins in green tea water infusions were degraded under in vitro digestion conditions.

## References

Annunziata, G., Maisto, M., Schisano, C., Ciampaglia, R., Daliu, P., Narciso, V., ... & Novellino, E. (2018). Colon bioaccessibility and antioxidant activity of white, green and black tea polyphenols extract after in vitro simulated gastrointestinal digestion. Nutrients, 10(11), 1711.

Apak, R., Güçlü, K., Özyürek, M. ve Karademir, SE (2004). Neocuproine varlığında bakır iyonu indirgeme kapasitelerini kullanarak diyet polifenolleri ve C ve E vitaminleri için yeni toplam antioksidan kapasite endeksi: CUPRAC yöntemi. Tarım ve gıda kimyası dergisi , 52 (26), 7970-7981.

Balaydın, H. T., Gülçin, İ., Menzek, A., Göksu, S., & Şahin, E. (2010). Synthesis and antioxidant properties of diphenylmethane derivative bromophenols including a natural product. Journal of enzyme inhibition and medicinal chemistry, 25(5), 685-695.

Beceren, Y. (2021). Piyasada satılan bebek bisküvilerinde bulunan C vitamininin in vitro ortamda biyoerişilebilirliğinin incelenmesi (Master's thesis, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi).

Benzie, IF ve Strain, JJ (1996). Plazmanın ferrik indirgeme yeteneği (FRAP) "antioksidan gücü"nün bir ölçüsü olarak: FRAP testi. Analitik biyokimya , 239 (1), 70-76.

Bermúdez-Soto, M. J., Tomás-Barberán, F. A., & García-Conesa, M. T. (2007). Stability of polyphenols in chokeberry (Aronia melanocarpa) subjected to in vitro gastric and pancreatic digestion. Food chemistry, 102(3), 865-874.

Brodkorb, A., Egger, L., Alminger, M., Alvito, P., Assunção, R., Ballance, S., ... & Recio, I. (2019). INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. Nature protocols, 14(4), 991-1014.

Büyüktuncel, E. (2013). Toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasite tayininde kullanılan başlıca spektrofotometrik yöntemler. Marmara Pharmaceutical Journal, 17(2), 93-103.

Celep, E., Akyuz, S., İnan, Y., & Yesilada, E. (2017). Stability of phenolic content of some herbal infusions and their antioxidant activity following in vitro digestion. Turkish Journal of Biochemistry, 42(4), 375-380.

Ceylan, F. D. 2015. Sade Ve Süt Eklenmiş Yeşil Çay Ve Yalancı İğde Yaprağı Çaylarının Antioksidan Özelliklerinin Ve Fenolik Bileşiklerin İn Vitro Biyoerişilebilirliklerinin Karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi. istanbul Teknik Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Chen, G. L., Hu, K., Zhong, N. J., Guo, J., Gong, Y. S., Deng, X. T., ... & Gao, Y. Q. (2013). Antioxidant capacities and total polyphenol content of nine commercially available tea juices measured by an in vitro digestion model. European Food Research and Technology, 236, 303-310.

Coe, S., Fraser, A., & Ryan, L. (2013). Polyphenol bioaccessibility and sugar reducing capacity of black, green, and white teas. International Journal of Food Science, 2013(1), 238216.

Craft, B. D., Kerrihard, A. L., Amarowicz, R., & Pegg, R. B. (2012). Phenol-based antioxidants and the in vitro methods used for their assessment. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 11(2), 148-173.

Donlao, N., & Ogawa, Y. (2018). Impacts of processing conditions on digestive recovery of polyphenolic compounds and stability of the antioxidant activity of green tea infusion during in vitro gastrointestinal digestion. Lwt, 89, 648-656.

Green, R. J., Murphy, A. S., Schulz, B., Watkins, B. A., & Ferruzzi, M. G. (2007). Common tea formulations modulate in vitro digestive recovery of green tea catechins. Molecular nutrition & food research, 51(9), 1152-1162.

Ilgaz, A. Ş., Kalcıoğlu, Z., & İslamoğlu, E. (2006). Türk beyaz çayı üretim yönetiminin optimizasyonu ve Türk beyaz çayının kalite parametrelerinin belirlenmesi. Çaykur Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü Atatürk Çay Ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü Teknoloji Kısım Müdürlüğü, 1-37.

Kamiloğlu, S., Paslı, A. A., Çapanoğlu, E., & Özçelik, B. (2014). Kuru meyvelerin kuruyemişler ile birlikte tüketiminin flavonoidlerin in vitro biyoyararlılığına etkisinin incelenmesi. Gıda, 39(4), 227-233.

Kamiloğlu, S. (2019). Endüstriyel Dondurma İşlemi ve in vitro gastrointestinal sindirim sırasında taze fasulyenin fenoliklerinde, flavonoidlerinde ve antioksidan kapasitesinde meydana gelen değişimler. Akademik Gıda, 17(2), 176-184.

Kelebek, H. (2016). Türk siyah çayındaki fenolik bileşenlerin LC-DAD–ESI-MS/MS ile karakterizasyonu: Demleme süresi ve sıcaklığının etkisi. Gıda Kimyası , 204 , 227-238.

Koçak, E., Demircan, E., & Özçelik, B. (2018). Antioxidant capacities and phenolic profiles of Ottoman strawberry fruit and Ottoman strawberry jam. Ecological Life Sciences, 13(3), 119-130.

Köksal, E., Gülçin, İ., Beyza, S., Sarıkaya, Ö. ve Bursal, E. (2009). Silymarinin in vitro antioksidan aktivitesi. Enzim inhibisyonu ve tıbbi kimya dergisi , 24 (2), 395-405.

Kurt. E. (2021). Diyabetik komplikasyonlara neden olan ileri glikasyon son ürünlerinin öncüllerinin farklı kurabiye çeşitlerinde in vitro gastrointestinal sistem ile incelenmesi (Master's thesis. İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi).

Manach, C., Williamson, G., Morand, C., Scalbert, A., & Rémésy, C. (2005). Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. The American journal of clinical nutrition, 81(1), 230S-242S.

Mao, J. T. (2013). White tea: the plants, processing, manufacturing, and potential health benefits. In Tea in health and disease prevention (pp. 33-40). Academic Press.

Maria do Socorro, M. R., Alves, R. E., de Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., & Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. Food chemistry, 121(4), 996-1002.

Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., ... & Brodkorb, A. (2014). A standardised static in vitro digestion method suitable for food–an international consensus. Food & function, 5(6), 1113-1124.

Nie, S. P., & Xie, M. Y. (2011). A review on the isolation and structure of tea polysaccharides and their bioactivities. Food Hydrocolloids, 25(2), 144-149.

Qin, W., Hu, F. F., & Hui, S. P. (2025). Comparative Study of Total Polyphenol Content and Antioxidant Activity of Yomogi Tea and Green Tea during Simulated In Vitro Gastrointestinal Digestion. ACS Food Science & Technology.

Qin, W., Ketnawa, S., & Ogawa, Y. (2022). Effect of digestive enzymes and pH on variation of bioavailability of green tea during simulated in vitro gastrointestinal digestion. Food Science and Human Wellness, 11(3), 669-675.

Quan, W., Qie, X., Chen, Y., Zeng, M., Qin, F., Chen, J., & He, Z. (2020). Effect of milk addition and processing on the antioxidant capacity and phenolic bioaccessibility of

coffee by using an in vitro gastrointestinal digestion model. Food chemistry, 308, 125598.

Horasan Sağbasan, B. (2015). Türkiye'de yaygın olarak tüketilen kuru kırmızı meyvelerin içerdiği antioksidan maddelerin biyoerişilebilirliğinin incelenmesi.

Salman, S. (2017). Kateşince zenginleştirilmiş çözünür yeşil çay üretimi ve elde edilen ürünün IN VITRO gastrointestinal sistemde salınımının incelenmesi.

Salman, S., & Özdemir, F. (2018). Beyaz çay: üretimi, bileşimi ve sağlık üzerine etkileri. Akademik Gıda, 16(2), 218-223.

Shu, Y., Li, J., Yang, X., Dong, X., & Wang, X. (2019). Effect of particle size on the bioaccessibility of polyphenols and polysaccharides in green tea powder and its antioxidant activity after simulated human digestion. Journal of Food Science and Technology, 56, 1127-1133.

Silva, F. M. R., da Silva, L. M. R., Duarte, A. S. G., da Silva Monteiro, C. E., Campos, A. R., Holanda, D. K. R., ... & de Figueiredo, R. W. (2021). Microencapsulation of green tea extract (Camellia sinensis var assamica) to increase the bioaccessibility of bioactive compounds and gastroprotective effects. Food Bioscience, 42, 101190.

Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). [14] Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In Methods in enzymology (Vol. 299, pp. 152-178). Academic press.

Švestková, P., Balík, J., & Soural, I. (2024). Synergistic effect of selected carboxylic acids and phenolic compounds detected by the FRAP method. Food Chemistry: X, 23, 101573.

Świeca, M., Gawlik-Dziki, U., Dziki, D., Baraniak, B., & Czyż, J. (2013). Protein-flavonoid etkileşimlerinin in vitro protein sindirilebilirliği ve soğan kabuğuyla zenginleştirilmiş ekmeklerin antioksidan kalitesi üzerindeki etkisi. Gıda Kimyası , 141 (1), 451-458.

Tagliazucchi, D., Verzelloni, E., Bertolini, D., & Conte, A. (2010). In vitro bio-accessibility and antioxidant activity of grape polyphenols. Food Chemistry, 120(2), 599-606.

Tenore, G. C., Campiglia, P., Giannetti, D., & Novellino, E. (2015). Simulated gastrointestinal digestion, intestinal permeation and plasma protein interaction of white, green, and black tea polyphenols. Food Chemistry, 169, 320-326.

Türkyılmaz, M., Tağı, Ş., & Özkan, M. (2017). Effects of Extraction Solvents on Polyphenol Contents, Antioxidant and Antibacterial Activities of Pomegranate Parts. Academic Food Journal/Akademik Gıda, 15(2).

Üstün, Ç., & Demirci, N. (2013). Çay bitkisinin (*Camellia sinensis* L.) tarihsel gelişimi ve tıbbi açıdan değerlendirilmesi. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 3(3), 5-12.

Wojtunik-Kulesza, K., Oniszczuk, A., Oniszczuk, T., Combrzyński, M., Nowakowska, D., & Matwijczuk, A. (2020). Influence of in vitro digestion on composition, bioaccessibility

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

and antioxidant activity of food polyphenols—A non-systematic review. *Nutrients*, *12*(5), 1401.

Yildiz, E., Guldas, M., & Gurbuz, O. (2020). Determination of in-vitro phenolics, antioxidant capacity and bio-accessibility of Kombucha tea produced from black carrot varieties grown in Turkey. Food Science and Technology, 41(1), 180-187.

Yu, Y., Zhang, B., Xia, Y., Li, H., Shi, X., Wang, J., & Deng, Z. (2019). Bioaccessibility and transformation pathways of phenolic compounds in processed mulberry (Morus alba L.) leaves after in vitro gastrointestinal digestion and faecal fermentation. Journal of Functional Foods, 60, 103406.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# THE ROLE AND EFFECTS OF EDIBLE FILMS AND COATINGS IN THE LOSS AND WASTE OF FRUITS AND VEGETABLES

**M.Sc., Seda UFUK**

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering,

seda.ufuk20@ogr.atauni.edu.tr- ORCID ID: 0000-0001-6250-6670

**M.Sc. Student, Sinem TUNC**

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering,

sinemtunc.9724@gmail.com- ORCID ID: 0009-0008-9776-6825

**Assoc. Prof. Dr., Elif Feyza TOPDAS**

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering,

efeyza.topdas@atauni.edu.tr - ORCID ID: 0000-0003-3778-3654

**Prof. Dr., Memnune SENGUL**

Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering,

memnune@atauni.edu.tr - ORCID ID: 0000-0003-3909-2523

## ABSTRACT

Food losses and waste, particularly fruits and vegetables, present a major global challenge with significant economic, environmental, and nutritional implications. These highly perishable commodities are prone to rapid spoilage during harvesting, storage, transportation, and distribution, contributing to substantial post-harvest losses. Edible film and coatings have emerged as sustainable solutions to mitigate these losses by extending shelf life, preserving quality, and reducing reliance on conventional plastic packaging. These biodegradable materials are derived from natural polymers such as chitosan, alginate, and starch and form protective barriers that regulate moisture, gas exchange, and microbial growth. In addition to their non-toxic nature, the effectiveness of edible films and coatings is further enhanced by their ability to contain antimicrobials, antioxidants, and nanomaterials capable of carrying various bioactives. Ongoing innovations focus on smart packaging technologies, multilayer structures, and integration with sensors to monitor freshness in real-time. Future trends emphasize the development of cost-effective, scalable, and eco-friendly edible packaging systems that align with global sustainability goals and consumer demand for safer, cleaner food preservation methods.

**Keywords:** Food loss and waste, edible films, edible coatings, sustainable alternative, future trends

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. INTRODUCTION

The Food and Agriculture Organization (FAO) distinguishes between food losses and food waste. Food loss occurs during the production and supply chain stages, from harvesting to slaughtering, but it does not include retail. Food waste, instead, occurs at the retail and consumer levels (FAO, 2019). Although these terms are often used interchangeably, they describe distinct types of wastage and are frequently misunderstood or misapplied (Uhlig et al., 2025). Both food loss and waste represent not only a direct loss of food but also of the resources such as energy, water, and labor used throughout the food supply chain (Campoy-Muñoz et al., 2021).

Sustainable Development Goal Target 12.3 emphasizes the need to halve global per capita food waste at the retail and consumer levels, while also aiming to reduce food losses throughout production and supply chains (Cattaneo et al., 2021). Fig. 1 demonstrates the stages at which food losses and waste occur along the supply chain.

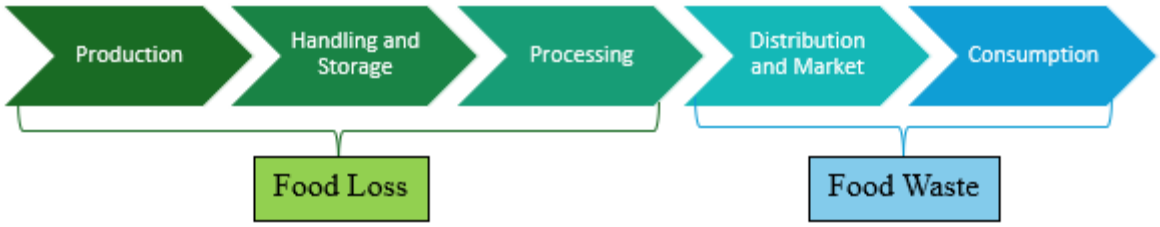



**Fig. 1.** Food losses and waste stages (Ishangulyyev et al., 2019)

In developing countries, food loss primarily occurs during the postharvest and processing stages. In contrast, in developed countries, most losses happen at the retail and consumer levels, commonly referred to as food waste (Perez-Vazquez et al., 2023). Fig. 2 presents the percentage of fruit and vegetable losses and waste across various stages of the food supply chain in different regions. Each circle in the figure represents 100% of global losses and waste, broken down by supply chain stage (Cassani & Gomez-Zavaglia, 2022).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

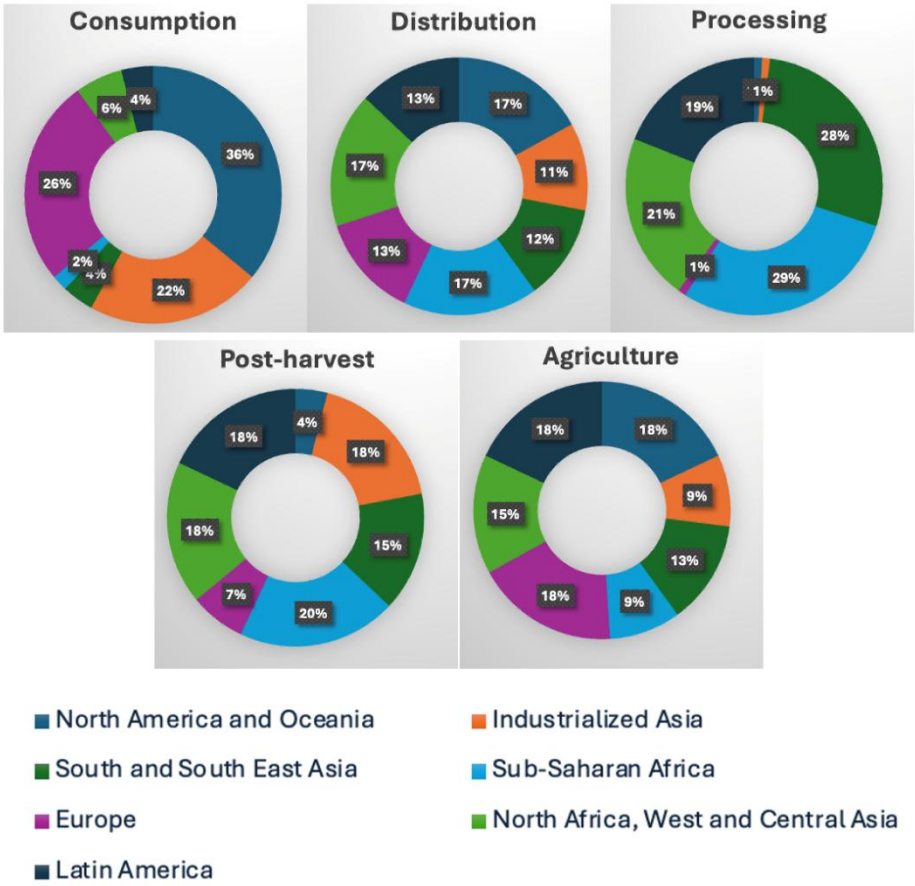



**Fig. 2.** Percentage of fruit and vegetable loss and waste at various stages of the food supply chain across various regions (Cassani & Gomez-Zavaglia, 2022)

Food loss and waste arise from different causes at each level of the food supply chain. At the production level, crops may go unharvested due to high harvesting costs or market surpluses. Food may be lost due to transportation or storage failures or rejected for not meeting visual or quality standards in processing and distribution. At the consumer level, in homes and food service establishments, waste often results from overbuying, inadequate meal planning, or discarding food that is still safe to eat due to misunderstandings about expiration labels (Read et al., 2020). Urbanization also plays a role by lengthening supply chains, increasing the risk of spoilage without proper transportation and storage practices (Nicastro & Carillo, 2021).

Fruits and vegetables are essential to the food system, human nutrition, and public health. However, their production and postharvest management face challenges such as climate change, sustainable practices, and maintaining quality and storage efficiency (Silue & Fawole, 2024). Fruits and vegetables, being highly perishable, account for the greatest postharvest losses, ranging from 28% to 55% of total production, resulting in an annual loss of about USD 750 billion (Ali et al., 2025). Vegetables and fruits are crucial to the global economy, valued at over $200 billion in 2020. They impact the economic, health, and environmental sectors. While 120 g/day of fruit and 300 g/day of vegetables are recommended, actual availability is lower, 104 g/day for fruits and 207 g/day for vegetables. Postharvest losses are a major issue,

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

especially in agriculture-driven economies. Fruits and vegetables are highly perishable, with 70% of food waste linked to their short shelf life and 20-30% loss due to poor transport, storage, and processing (Sapna et al., 2024). Fig. 3 illustrates postharvest losses and waste across various stages.

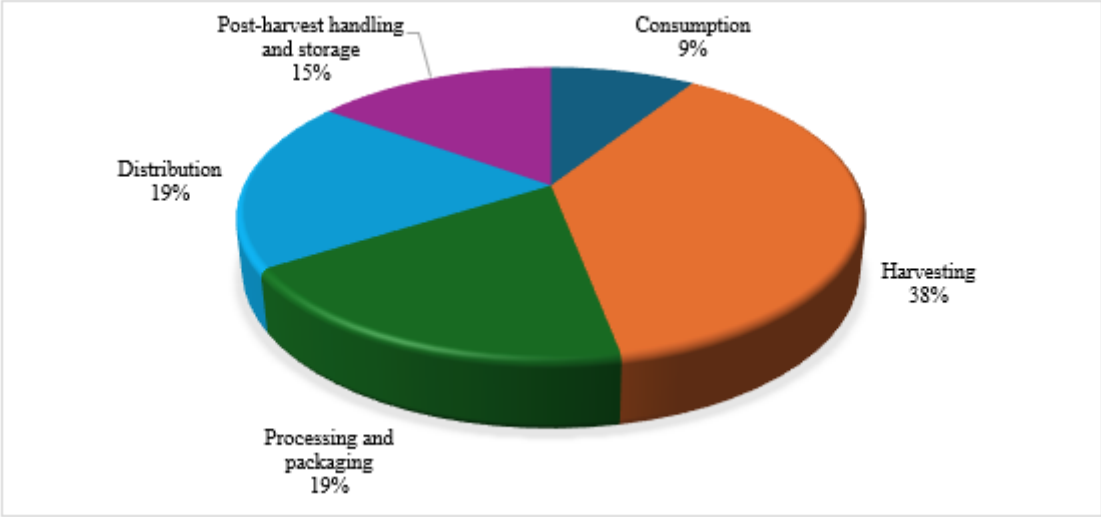



**Fig. 3.** Post-harvest losses and waste at various stages (Sapna et al., 2024)

Primary causes of postharvest losses include inadequate temperature control, poor handling, insufficient packaging, and a lack of awareness regarding produce quality. Strategies to reduce these losses involve education and training, improved hygiene, quality assurance, safe and efficient transport, modern storage solutions, and advanced harvesting techniques (Sapna et al., 2024).

A variety of preservation methods have been investigated, such as physical approaches (e.g., irradiation, ultraviolet (UV) light, and temperature control) and chemical approaches (such as natural acids and fungicides), along with conventional plastic packaging. While effective, many of these methods pose environmental and health risks (Ali et al., 2025).

Packaging plays a key role in food preservation, protecting against damage, contamination, and spoilage throughout the supply chain (Summo & De Angelis, 2022). It also aids in marketing, providing key product information, and facilitating storage and handling (Verghese et al., 2015). Various materials have long been used to package food products, including glass, paper, metal, and plastics such as polypropylene, polyethylene, and polyethylene terephthalate. Plastics are commonly used in food packaging because they are inexpensive, durable, and resistant to chemicals and oils. Despite these benefits, packaging for food and drinks is the largest source of plastic pollution globally (Gaspar & Braga, 2023). Most packaging materials are made from fossil fuels and do not break down naturally, posing a serious environmental challenge worldwide. The use of packaging materials has been growing at an annual rate of 8%. With less than 5% of plastics being recycled, plastic waste continues to accumulate significantly in the environment (Tavassoli-Kafrani et al., 2016).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

In response, there is growing interest in sustainable packaging alternatives like edible and biodegradable coatings and films derived from renewable resources. These materials can reduce reliance on plastic and prolong shelf life (Šuput et al., 2015; Summo & De Angelis, 2022).

This article addresses the issue of food loss and waste, particularly in fruits and vegetables, and explores how edible films and coatings can help reduce spoilage. These natural coatings extend shelf life by blocking moisture, oxygen, and microbes. The article examines their applications, advantages like reducing waste and improving quality, and challenges like cost and scalability. Future trends and innovations are also discussed, including incorporating active ingredients in coatings. Case studies and examples, such as chitosan-based coatings for apples, highlight this technology's potential and limitations.

## 2. DEFINITION OF EDIBLE FILMS AND COATINGS

The edible films and coatings are continuous layers made from food-safe materials. An edible coating is a thin layer made from edible materials that covers vegetables and fruits. In contrast, the edible film refers to a pre-formed layer applied to the raw material. Edible coatings are usually liquid and are applied by dipping the raw material into the solution. In contrast, edible films are solid sheets wrapped around the product (Kocira et al., 2021). Coatings are formed directly on the surface of the food, while films are free-standing sheets used to wrap or separate food components. These materials may be present on the outer surface of a product or as thin layers between its components (Rojas-Graü et al., 2012).

Edible coatings and films are thin, consumable barriers (0.3 mm thick) used on minimally processed fruits and vegetables. While their primary function is similar, they differ in processing: films are pre-formed, while coatings form directly on the surfaces. Both create thin, rigid barriers that can be enhanced for various uses (Liyanapathiranage et al., 2023).

Edible coatings and films are composed of food-grade additives and biopolymers that are safe for consumption. These film-forming biopolymers can include polysaccharides (such as carbohydrates and gums), lipids, proteins, or combinations of these components (Han, 2014). The key advantages of edible films and coatings are their edibility and biodegradability. Edibility is ensured when all ingredients used in their formulation, including plasticizers, biopolymers, and other additives, are food-grade (Tavassoli-Kafrani et al., 2016).

Biodegradable edible films, such as wax coatings, have been used for centuries to preserve moisture and enhance the appearance of fruits. The practice dates back to 12th-century China, and in the 15th century, Japan used soymilk (Yuba) for food preservation (Dehghani et al., 2018). In the 16th century in the United States, lipid-based coatings were applied to food products to reduce moisture loss. Later, materials such as carnauba wax, paraffin wax, and oil-in-water emulsions were utilized to preserve the freshness of fruits and vegetables. By the 20th century, coatings were increasingly used to minimize water loss and improve the visual appeal of produce (Galus & Kadzinska, 2015). As of 1967, edible films had limited use (primarily on

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

fruits and vegetables). However, the industry experienced significant growth, with approximately 600 companies active by 1996. Today, edible films are widely utilized in the food industry, generating over $100 million in annual revenue (Dehghani et al., 2018).

The effectiveness of edible films and coatings is typically evaluated through mechanical properties such as elasticity modulus (EM), elongation at break (E), and tensile strength (TS), which reflect their rigidity, flexibility and durability. They also exhibit mass transfer characteristics such as permeation, adsorption, and diffusion, that influence how substances move between the food and its environment. These properties are primarily determined by the type of materials used and the manufacturing process, which shape the biopolymer matrix structure. The following section explores the most widely used biopolymers, edible film, and coating development additives, and their key properties and functions in food packaging (Díaz-Montes & Castro-Muñoz, 2021).

The main materials used for film formation are biopolymers, including proteins, polysaccharides, lipids, and resins. These can be utilized individually or in combination. Common sources include starches, cellulose derivatives, gums, chitosan/chitin, proteins from animals or plants, and lipids, all of which are suitable for producing edible films that prolong the shelf life of fresh or processed foods (Mellinas et al., 2016). These biopolymers' physical and chemical characteristics are critical in defining the final product's performance. These materials can be either hydrophilic, hydrophobic or a combination of both. To ensure edibility, only water or ethanol is permitted as a solvent during the film formation process (Han, 2014).

Edible films and coatings are primarily categorized into four classes: hydrocolloid, composite, herbal-derived, and hydrophobic, which have distinct properties and applications. Edible coatings are made from polysaccharides, proteins, lipids, or combinations. Polysaccharides and proteins are hydrophilic in nature, whereas lipids are hydrophobic. Mixing these can create composite coatings with added benefits. Hydrocolloids, formed in water, help improve texture, thickness, and stability (Sapna et al., 2024). The classification of edible films and coatings is shown in Fig. 4.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

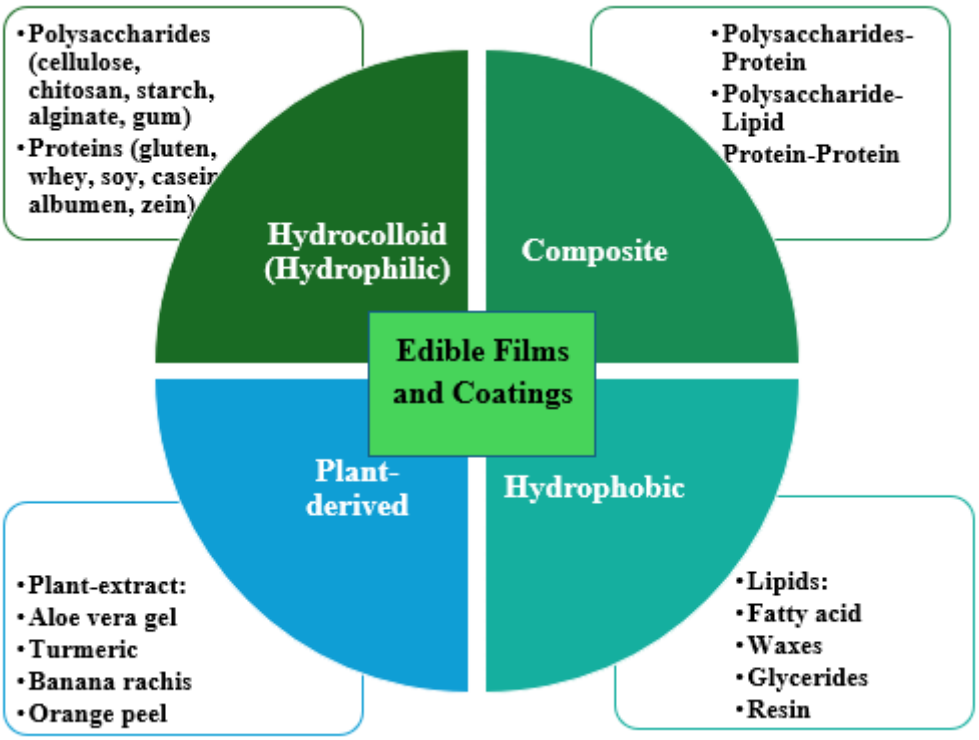



**Fig. 4.** Classification of edible films and coatings (Salgado et al., 2015; Galus et al., 2020; Sapna et al., 2024)

## 3. THE FUNCTIONS OF EDIBLE FILMS AND COATINGS

Many edible coatings are enriched with bioactive compounds such as antimicrobial and antioxidants agents, including silver nanoparticles, further enhancing food safety and preservation (Han, 2014). Some films are fortified with probiotics, contributing to improved gut health. Made from natural, biodegradable, and consumer-safe materials, these films present a sustainable alternative to conventional plastic packaging (Díaz-Montes & Castro-Muñoz, 2021). Moreover, Edible coatings made from mucilage, carboxymethyl cellulose, xanthan gum, and carrageenan can significantly reduce oil absorption and protein oxidation during frying, leading to healthier food products (Salehi et al., 2021; Gaurav et al., 2023).

Structurally, they offer robustness, melting at temperatures above 40°C without decomposing. They are also non-sticky, water-resistant, and dry efficiently. Importantly, they have minimal effects on the food's texture, flavor, and color, making them a versatile and environmentally friendly solution for modern food preservation needs (Liyanapathiranage et al., 2023).

## 4. APPLICATION AREAS AND EXAMPLES

Edible coatings are under investigation for application on perishable foods such as fruits, vegetables, meat, poultry, and fresh fish, which are highly prone to microbial contamination due to their high moisture content. In particular, fruits and vegetables are susceptible to

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

mechanical injury, dehydration, and sensory quality loss during storage, leading to considerable economic losses (Cassani & Gomez-Zavaglia, 2022).

Fruits and vegetables harvested at maturity stay firmer with minimal composition, color, and texture changes. However, before full maturity, they deteriorate gradually, shortening shelf life, increasing respiration, and making them more susceptible to diseases, leading to sensory changes and softening. These perishable products face significant postharvest losses, 20–30% for fruits and 30–35% for vegetables, mainly due to inadequate storage and processing facilities (Sharma et al., 2024).

Edible films and coatings have become valuable tools in minimizing postharvest loss and food waste in fruits and vegetables (Bajaj et al., 2023). Usually derived from natural biopolymers like polysaccharides, chitosan, and proteins, these coatings form protective layers that extend shelf life, maintain product quality, and reduce spoilage (Romanazzi & Moumni, 2022). Additionally, edible coatings or films on fruits and vegetables help reduce physical and mechanical damage, which often leads to fungal decay and nutrient loss during transportation in the food supply chain (Ali et al., 2025).

Edible coatings play a crucial role in prolonging the shelf life and preserving the quality of fruits and vegetables by acting as a protective barrier that reduces moisture loss, slows down respiration, and delays ripening and spoilage. According to a study by Nawab et al. (2017), mango kernel starch-based coatings significantly preserved tomato firmness, reduced weight loss, and maintained acidity and ascorbic acid levels, effectively extending shelf life up to 20 days at room temperature. Beyond preservation, edible coatings also support environmental sustainability by reducing reliance on plastic packaging. They can improve food safety by incorporating antimicrobial agents while helping retain fresh produce's nutritional and sensory qualities.
A study conducted by Zhang et al. (2022) presents a sustainable method to reduce food loss and waste by using a green composite edible coating made from loquat leaf extract and alginate to prolong the shelf life of citrus fruits. The coating showed strong antifungal activity against *Penicillium digitatum*, significantly lowering decay and weight loss while preserving the fruit's nutritional quality during storage. It also enhanced antioxidant defenses and slowed oxidative stress, helping to maintain freshness. This approach offers a promising solution for minimizing postharvest waste and supporting environmentally friendly food preservation by reducing spoilage naturally and effectively.

Another study by Zerihun et al. (2016) explored starch-based edible films infused with ginger oil for antimicrobial food packaging. The films inhibited common pathogens, including *Salmonella typhi, E. coli, S. aureus, and C. albicans*. Their properties were influenced by the proportions of starch, glycerol, and ginger oil, with the most effective formulation containing 20% ginger oil and a thickness of 0.4–0.64 mm. The research suggests that these films can enhance food safety and extend shelf life. According to Kumar et al. (2018), lac-based edible coating extended the Santa Rosa plums' shelf life by about 7 days compared to non-coated fruit by reducing weight loss, delaying softening, and maintaining quality.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Kumar et al. (2021) developed an edible film using modified moth bean starch and basil leaf extract to extend eggplant shelf life. The film improved moisture retention and firmness and slowed ripening, with the best results seen using 15% basil extract. Coated eggplants stayed fresh for up to 16 days, showing the film's potential as a natural and sustainable preservation method.

Moghimi et al. (2017) found that nanoemulsions of Hydroxylpropylmethylcellulose (HPMC) edible films with *Thymus daenensis* essential oil exhibited antimicrobial activity against Gram-positive and Gram-negative bacteria, as well as fungi. Due to differences in composition, the antimicrobial effectiveness varied based on whether the oil was from wild or cultivated T. daenensis.

Khodaei et al. (2021) investigated the effects of different edible coatings—Persian gum (PG), carboxymethyl cellulose (CMC), low methoxyl pectin (LMP), and tragacanth gum (TG)—on the shelf life of strawberries stored at 4°C. The results showed that TG and CMC coatings were most effective, resulting in the lowest weight loss (3.65%) and decay rate (32.66%) after 16 days. These coatings also slowed the degradation of total phenolics, ascorbic acid, and anthocyanins, thereby enhancing shelf life and helping to reduce food waste.

Kathirvelu et al. (2021) investigated composite edible coatings made from beeswax and gum Arabic, with and without the addition of hexanal, to prolong the shelf life of tomatoes. Their findings showed that these coatings, especially those containing 0.5% (v/v) hexanal, effectively extended tomato shelf life up to 35 days under refrigerated conditions. The coatings helped slow down senescence and postharvest deterioration, reducing food loss.

Romanazzi and Moumni (2022) suggest that applying chitosan and other edible coatings has demonstrated promising outcomes in prolonging shelf life, preserving quality by minimizing gas exchange, slowing ripening, and stimulating host defense mechanisms.

## 5. ADVANTAGES AND DISADVANTAGES

Edible films offer a significant advantage over traditional synthetic packaging because they can be consumed with the packaged product. Even if not eaten, edible films offer environmental benefits by minimizing packaging waste. Since they are made from renewable and edible materials, they break down more easily than traditional plastic packaging. Additionally, they can improve the sensory qualities of packaged foods by incorporating elements like flavorings and aromas, colorings, anti-browning agents, dyes, nutrients, sweeteners, and spices (Kocira et al., 2021). These films are also ideal for individually packaging small food portions, especially for products not typically packaged this way due to practical limitations, such as pears, nuts, beans, and strawberries (Bourtoom, 2008). These materials are used in food applications, especially in highly perishable products like fruits and vegetables, because of their specific advantages, including low cost, wide availability, beneficial functional and mechanical properties like flexibility and strength, visual qualities such as brightness and opacity, their

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

ability to block gases, resistance to moisture and microbes, and good sensory appeal (Falguera et al., 2011). Moreover, edible films provide several benefits for commercial use, including biocompatibility, moisture and gas barrier properties, nontoxicity, environmental friendliness, mechanical strength, and cost-effectiveness.

Additionally, edible films can incorporate antioxidant and antimicrobial additives, boosting food shelf life while maintaining their structural integrity and ease of handling. Antioxidant films prevent oxidation, off-flavors, and nutrient loss, while antimicrobial films guard against spoilage caused by harmful bacteria and the negative impacts of microbial growth, thereby promoting proper hygiene (Mellinas et al., 2016). It is considered a cost-effective, additive-free method for preserving quality and prolonging the shelf life of fresh fruits and vegetables (Romanazzi & Moumni, 2022). Furthermore, edible coatings or films help reduce the dependence on chemical or synthetic treatments, promoting better consumer health by lowering the use of these compounds (Ali et al., 2025).

When enhanced with antibacterial and antioxidant agents, edible films and coatings can reduce oxidation and prevent microbial spoilage. However, their ability to resist moisture and strength is usually not as good as synthetic films, which restricts their use to specific applications (Dehghani et al., 2018; Bourtoom, 2008). Moreover, edible films from natural sources are often assumed to be non-toxic, but many studies overlook cytotoxicity. Testing is essential, as natural compounds can become toxic through reactions or high concentrations. Edible films typically have limited mechanical strength and barrier properties, limiting their packaging potential. However, improvements through multilayers and nanotechnology have been made. Additionally, their hydrophilic nature presents challenges, which researchers are overcoming by adding new components to make them more competitive in the market (Gaspar & Braga, 2023).

The properties of edible films and coatings have led to their wide range of applications. Research in this area currently focuses on several key areas, including reducing oil consumption in deep-fried foods, delivering bioactive compounds, and extending the shelf life of highly perishable products (Falguera et al., 2011).

## 6. CONCLUSION

Post-harvest losses of fruits and vegetables remain a significant global challenge, primarily due to insufficient infrastructure, poor handling practices, and inadequate storage conditions. Edible coatings and films offer a promising and sustainable solution by extending shelf life, preserving nutrients, and reducing spoilage through natural, biodegradable packaging. These coatings are made from polysaccharides, proteins, lipids, nanoparticles, and plant extracts, and they reduce agro-waste and support environmental goals by potentially replacing plastic packaging. Their widespread adoption depends on effective formulation, affordability, and consumer acceptance. Continued research, innovation, and supportive policies are essential, along with integrating AI and digital technologies to enhance supply chain efficiency, predict crop yields, detect pests,

and minimize food waste, ultimately contributing to a more sustainable and resilient food system.

## REFERENCE

Ali, M., Ali, A., Ali, S., Chen, H., Wu, W., Liu, R., & Gao, H. (2025). Global insights and advances in edible coatings or films toward quality maintenance and reduced postharvest losses of fruit and vegetables: An updated review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 24(1), e70103.

Bajaj, K., Adhikary, T., Gill, P. P. S., & Kumar, A. (2023). Edible coatings enriched with plant-based extracts preserve postharvest quality of fruits: A review. Progress in Organic Coatings, 182, 107669.

Bourtoom, T. (2008). Edible films and coatings: characteristics and properties. *International food research journal*, 15(3), 237-248.

Campoy-Muñoz, P., Cardenete, M. A., Delgado, M. D. C., & Sancho, F. (2021). Food losses and waste: a needed assessment for future policies. International journal of environmental research and public health, 18(21), 11586.

Cassani, L., & Gomez-Zavaglia, A. (2022). Sustainable food systems in fruits and vegetables food supply chains. *Frontiers in Nutrition*, *9*, 829061.

Cattaneo, A., Sánchez, M. V., Torero, M., & Vos, R. (2021). Reducing food loss and waste: Five challenges for policy and research. Food Policy, 98, 101974.

Dehghani, S., Hosseini, S. V., & Regenstein, J. M. (2018). Edible films and coatings in seafood preservation: A review. *Food chemistry*, *240*, 505-513.

Díaz-Montes, E., & Castro-Muñoz, R. (2021). Edible films and coatings as food-quality preservers: An overview. *Foods*, *10*(2), 249.

Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A., & Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, *22*(6), 292-303.

FAO, 2019. The State of Food and Agriculture 2019. Moving forward on food loss and waste reduction. Rome

Galus, S., Arik Kibar, E. A., Gniewosz, M., & Kraśniewska, K. (2020). Novel materials in the preparation of edible films and coatings—A review. Coatings, 10(7), 674.

Gaspar, M. C., & Braga, M. E. (2023). Edible films and coatings based on agrifood residues: a new trend in the food packaging research. Current opinion in food science, 50, 101006.

Gaurav, K., Mehta, N. K., Majumdar, R. K., Priyadarshini, M. B., Pal, P., Xavier, K. M., & Sharma, S. (2023). Carboxy methyl cellulose, xanthan gum, and carrageenan coatings reduced fat uptake, protein oxidation, and improved functionality in deep-fried fish strips: An application of the Multiobjective Optimization (MOO) approach. *ACS omega*, *8*(36), 32855-32866.

Han, J. H. (2014). Edible films and coatings: a review. *Innovations in food packaging*, 213-255.

Ishangulyyev, R., Kim, S., & Lee, S. H. (2019). Understanding food loss and waste—why are we losing and wasting food?. *Foods*, *8*(8), 297.

Kathirvelu, T., Xavier, J. R., Innasimuthu, N., & Chauhan, O. P. (2024). Exploring composite edible coatings for shelf life extension and quality preservation of tomato (Solanum lycopersicum L.). *Future Postharvest and Food*, *1*(4), 401-413.

Khodaei, D., Hamidi-Esfahani, Z., & Rahmati, E. (2021). Effect of edible coatings on the shelf-life of fresh strawberries: A comparative study using TOPSIS-Shannon entropy method. *NFS Journal*, *23*, 17-23.

Kocira, A., Kozłowicz, K., Panasiewicz, K., Staniak, M., Szpunar-Krok, E., & Hortyńska, P. (2021). Polysaccharides as edible films and coatings: Characteristics and influence on fruit and vegetable quality—A review. *Agronomy*, *11*(5), 813.

Kumar, P., Sethi, S., Sharma, R. R., Srivastav, M., Singh, D., & Varghese, E. (2018). Edible coatings influence the cold-storage life and quality of 'Santa Rosa'plum (*Prunus salicina Lindell*). *Journal of food science and technology*, *55*, 2344-2350.

Kumar, R., Ghoshal, G., & Goyal, M. (2021). Effect of basil leaves extract on modified moth bean starch active film for eggplant surface coating. *Lwt*, *145*, 111380.

Mellinas, C., Valdés, A., Ramos, M., Burgos, N., Garrigós, M. D. C., & Jiménez, A. (2016). Active edible films: Current state and future trends. *Journal of Applied Polymer Science*, 133(2).

Moghimi, R., Aliahmadi, A., & Rafati, H. (2017). Antibacterial hydroxypropyl methyl cellulose edible films containing nanoemulsions of Thymus daenensis essential oil for food packaging. Carbohydrate polymers, 175, 241-248.

Nawab, A., Alam, F., & Hasnain, A. (2017). Mango kernel starch as a novel edible coating for enhancing shelf-life of tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit. *International Journal of Biological Macromolecules*, *103*, 581-586.

Nicastro, R., & Carillo, P. (2021). Food loss and waste prevention strategies from farm to fork. Sustainability, 13(10), 5443.

Perez-Vazquez, A., Barciela, P., Carpena, M., & Prieto, M. A. (2023). Edible coatings as a natural packaging system to improve fruit and vegetable shelf life and quality. *Foods, 12*(19), 3570.

Read, Q. D., Brown, S., Cuéllar, A. D., Finn, S. M., Gephart, J. A., Marston, L. T., & Muth, M. K. (2020). Assessing the environmental impacts of halving food loss and waste along the food supply chain. *Science of the Total Environment, 712*, 136255.

Rojas-Graü, M. A., Salvia-Trujillo, L., Soliva-Fortuny, R., & Martín-Belloso, O. (2012). Edible films and coatings. Decontamination of fresh and minimally processed produce, 247-275.

Romanazzi, G., & Moumni, M. (2022). Chitosan and other edible coatings to extend shelf life, manage postharvest decay, and reduce loss and waste of fresh fruits and vegetables. *Current Opinion in Biotechnology, 78*, 102834.

Salehi, F., Roustaei, A., & Haseli, A. (2021). Effect of surface coating with seeds mucilages and xanthan gum on oil uptake and physical properties of fried potato strips. *Food science & nutrition, 9*(11), 6245-6251.

Salgado, P. R., Ortiz, C. M., Musso, Y. S., Di Giorgio, L., & Mauri, A. N. (2015). Edible films and coatings containing bioactives. *Current Opinion in Food Science*, 5, 86-92.

Sapna, Sharma, C., Pathak, P., Yadav, S. P., & Gautam, S. (2024). Potential of emerging "all-natural" edible coatings to prevent post-harvest losses of vegetables and fruits for sustainable agriculture. *Progress in Organic Coatings, 193*, 108537.

Sharma, A., Thakur, A., Sharma, A., Thakur, M., Sharma, S., Sharma, H., & Suhag, R. (2024). Nano-edible coatings for quality enhancement and shelf-life extension of fruits and vegetables. *Journal of Food Science and Technology*, 1-16.

Silue, Y., & Fawole, O. A. (2024). Global research network analysis of edible coatings and films for preserving perishable fruit crops: current status and future directions. *Foods, 13*(15), 2321.

Summo, C., & De Angelis, D. (2022). The importance of edible films and coatings for sustainable food development. *Foods, 11*(20), 3221.

Šuput, D. Z., Lazić, V. L., Popović, S. Z., & Hromiš, N. M. (2015). Edible films and coatings–sources, properties and application. *Food and feed research, 42*(1), 11-22.

Tavassoli-Kafrani, E., Shekarchizadeh, H., & Masoudpour-Behabadi, M. (2016). Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. *Carbohydrate polymers*, 137, 360-374.

Uhlig, E., Sadzik, A., Strenger, M., Schneider, A. M., & Schmid, M. (2025). Food wastage along the global food supply chain and the impact of food packaging. *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 1-13.

Verghese, K., Lewis, H., Lockrey, S., & Williams, H. (2015). Packaging's role in minimizing food loss and waste across the supply chain. *Packaging Technology and Science*, 28(7), 603-620.

Zerihun, M., Worku, T., & Sakkalkar, S. R. (2016). Development and characterization of antimicrobial packaging films. *Journal of Ready to Eat Food*, *3*(2), 13-24.

Zhang, Y., Shen, Y., Chen, C., Gan, Z., Chen, J., & Wan, C. C. (2022). Loquat leaf extract and alginate based green composite edible coating for preserving the postharvest quality of Nanfeng tangerines. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, *27*, 100674.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# KONTROLLÜ ŞARTLARDA (FABRİKA ŞARTLARINDA) İNEK VE KOYUN SÜTLERİNDEN FARKLI TUZ ORANLARINDA ÜRETİLEN KURUTLARIN KALİTESİ[1]

**Elif Zeynep SEVİNDİ**
Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
elifzeynep.sevindi13@ogr.atauni.edu.tr - ORCID ID.0009-0001-2987-3708

**Prof. Dr. Salih ÖZDEMİR**
Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü
ozdemirs@atauni.edu.tr - ORCID ID. 0000-0002-8576-3327

## ÖZET

Kurutmaya dayalı besin saklama yöntemi, yalnızca çeşitli meyve ve sebze türlerinde değil, aynı zamanda et, balık ve süt ürünlerinde de yaygın olarak uygulanmaktadır. Bu yöntem, modern süt endüstrisinde süt tozu ve yoğurt tozu gibi ürünlerin üretiminde etkin biçimde kullanılmaktadır. Öte yandan, kurutma teknolojisi geleneksel gıda üretiminde de önemli bir yer tutar. Özellikle kishk, tarhana ve kurut gibi tahıl-süt veya yoğurt esaslı fermente ürünlerin hazırlanmasında, kurutma işlemi temel bir aşama olarak karşımıza çıkar. Bu araştırmada geleneksel bir ürün olan kurut, kontrollü şartlarda inek ve koyun sütlerinden elde edilen süzme yoğurtlara %2, %4 ve %6 oranlarında tuz eklenerek hazırlanmıştır. Açık ve vakumlu ambalajlarda muhafaza edilen kurut numunelerinin; mikrobiyolojik, fiziksel-kimyasal, renk, duyusal ve aromatik özellikleri analiz edilmiştir. Bu verilerden yararlanılarak, kontrollü şartlarda üretilmiş kurutların kalitesi üzerinde etkili olan değişkenler istatistiksel olarak belirlenmiştir. Özellikle mikrobiyolojik açıdan tuzun, kurutmanın ve vakumlu ambalajlamanın koruyucu etkisi her iki süt türünde net bir şekilde belirlenirken; koyun sütünden üretilen tuz oranı düşük kurutlar, tüketici beğenisi açısından ön plana çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler :** Yoğurt, Kurut, Fiziksel ve Kimyasal Analizler, Mikrobiyolojik Analizler

[1] Bu bildiri sorumlu yazar tarafından Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda ve Prof. Dr. Salih ÖZDEMİR'in danışmanlığında, aynı adla hazırlanmakta olan yüksek lisans tez çalışmasından elde edilen bulgulara dayalı olarak hazırlanmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. GİRİŞ

Besinler, doğal koşullar altında ve herhangi bir insan müdahalesi olmaksızın bırakıldıklarında kısa sürede bozulma eğilimi gösterirler. Bu durum, tarih boyunca besinlerin saklanması ve korunması yönündeki uygulamaların insan yaşamı açısından vazgeçilmez bir önem taşımasına neden olmuştur. Besin saklama yöntemleri tercih edilirken yalnızca bozulmaya yol açan mikrobiyal, kimyasal veya fiziksel etkenlerin ortadan kaldırılması değil, aynı zamanda besinin özgün tat, koku, renk, görünüm ve dokusal özelliklerinin mümkün olan en az düzeyde etkilenmesi temel kriter olarak dikkate alınmaktadır (Sayiner & Beyhan, 2023).

Su aktivitesinin kontrol altına alınması ilkesine dayanan teknikler, tarihsel süreçte olduğu gibi günümüzde de yaygın şekilde tercih edilen besin saklama yöntemleri arasında yer almaktadır. Bu yaklaşım; dondurma, kurutma ve konsantre hale getirme olmak üzere üç temel biçimde uygulanmaktadır. Söz konusu tekniklerin ortak amacı, besinlerde mikrobiyal bozulmaya neden olabilecek serbest suyun miktarını azaltmak ya da tamamen ortadan kaldırmaktır (Pittia & Antonello, 2016).

Kurutma yöntemi, uygulanmasının kolay ve ekonomik oluşu nedeniyle, bilinen en eski ve en yaygın besin saklama tekniklerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntemde temel amaç, besin içerisindeki su miktarını minimum seviyelere indirerek mikrobiyal gelişimi ve enzimatik faaliyetleri engellemektir. Günümüz de birçok meyve, sebze ve et ürününün dayanıklılığı bu yöntemle artırılmakta olsa da, işlem sonunda mikroorganizmaların tümüyle ortadan kalktığını söylemek mümkün değildir. Ayrıca kurutma işlemi sırasında besinlerin organoleptik özelliklerinde (tat, koku, renk ve görünüm) değişiklikler gözlenebilmekte; özellikle ısıya duyarlı vitaminlerde kayıplar yaşanabilmektedir (Panagiotis & Magdalini, 2014).

İnsanoğlu tarafından doğadan ilham alınarak geliştirilen kurutma yöntemi, ürünlerin uzun süre saklanabilmesini ve mevsim dışı tüketim olanağını mümkün kılması bakımından, çok eski dönemlerden günümüze kadar varlığını sürdürmüştür (Konak vd, 2009). Tarihsel olarak kurutma işlemi doğal yollarla, güneş ışığından yararlanarak gerçekleştirilmişse de; günümüzde gelişen teknoloji ile birlikte yapay kurutma teknikleri yaygın şekilde kullanılmaktadır. Doğal kurutma yöntemlerinde ortamın bağıl nem oranı, hava sıcaklığı ve hava hareketliliği gibi çevresel faktörler işlemin etkinliğini belirlerken; yapay kurutma sistemlerinde ise kullanılan ekipmanın türü, özgül ısı kapasitesi, cihazın boyutu, kapasitesi ve ısı yalıtımı gibi teknik değişkenler işlemin başarısını doğrudan etkilemektedir. Öte yandan, kurutulacak gıdanın fiziksel boyutu, yüzey alanı ve içerdiği nem miktarı gibi faktörler ise kurutma süresi üzerinde belirleyici rol oynamaktadır (Demiray, 2015; Çaylak Dönmez &Pehlivan, 2019).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Gıdaların açık havada, doğrudan güneş ışığından faydalanarak doğal yollarla kurutulması, yapay yöntemlere kıyasla ekipman, iş gücü, depolama, taşıma maliyetleri ve sermaye ihtiyacının daha düşük olması nedeniyle hâlâ yaygın olarak tercih edilmektedir (Şenol, 2016). Temel teknik kurallara ve hijyen standartlarına uyulduğu takdirde, gerek doğal gerekse de yapay kurutma yöntemleriyle birbirine oldukça yakın kalitede ürünler elde edilebilmektedir. Ancak her iki yöntemin besin bileşenleri üzerindeki etkileri bakımından bazı farklılıklar bulunmaktadır (Şenol, 2016).

Kurutma yöntemi süt endüstrisinde de süt tozu, yoğurt tozu ile bazı tahıl-yoğurt karışımlarını içeren kishk, tarhana ve kurut gibi geleneksel ürünlerin yapımında da uygulanmaktadır (Karabulut vd,2007). Bu temel nedeni yoğurt dâhil olmak üzere süt ürünlerinde raf ömrünün çok sınırlı olmasıdır (Özdemir vd 1995; Şahan & Say 1998). Yoğurdu dayanıklı hale getirmek amacıyla tuzlama, pişirme, suyunu alıp kurutma, muhafaza esnasında havayla teması önleme gibi çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bunlar arasında yoğurdun süzülerek ve pişirilerek koyulaştırılması veya tuz ile yoğrularak güneşte kurutulması oldukça eski devirlerden beri kullanılan geleneksel yöntemlerdir. *Torba, Tulum ve Labneh yoğurtları, Kurut, Kishk, Peskütan ve Keş* gibi farklı isimlerle anılan geleneksel yoğurt ürünleri; aile içi ihtiyacı karşıladığı gibi ticarete de konu olabilmektedir (Görsel 1,2,3,4). Ancak geleneksel yöntemlerle üretilen bu ürünler gün geçtikçe önemini kaybetmektedir (Özrenk, 2004).

**Görsel 1. Torba Yoğurdu**

**Görsel 2. Tulum Yoğurdu**

**Görsel 3. Kurut**

**Görsel 4. Labneh Yoğurdu**

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Araştırma konusu olan *kurutun* kökeni ve çeşitleri üzerine, hem yerli hem de yabancı literatürde çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan bu çalışmalara dayanılarak Türkçe kökenli bir kelime olan kurutun, yoğurt ya da ayranın kurutulması ile elde edilen geleneksel bir gıda maddesi olduğunu söyleyebiliriz (Komarova, 2000; Dunk& Schmidt, 2010; Sagynbekova,2017; Buell vd.,2020; Çetinkaya vd., 2005; Coşkun vd., 2008). Kurut, tıpkı doğal yollarla kurutulan et, meyve, sebze ve tahıl grubu ürünlerde olduğu gibi, uzun süreli yolculuklarda tüketilmek ya da mevsim dışı kullanım amacıyla hazırlanmaktadır. İfade olarak tarih boyunca herhangi bir değişime uğramadan günümüze ulaşan kurut, Orta Asya kökenli Türk topluluklarının eski Dünya kıtalarına yaptığı göçler aracılığıyla geniş bir coğrafyaya yayılmıştır (Görsel 1,2,3,4). Bu süreçte, coğrafi bölgelerin kültürel ve iklimsel özelliklerine bağlı olarak kurutun içeriğinde ve isminde yerel farklılıklar ortaya çıkmıştır. Nitekim kurut; Erzurum ve çevresinde *Pestikan-Pestükan* (Erzurum), *Geşk* (Siirt), *Keşk* (Bingöl), *Çörten* ve *Torak* (Van, Hakkâri, Bitlis, Muş), *Terne* (Erzincan), *Çortan* (Mardin) gibi farklı adlarla tanınmaktadır (Koşay & Ülkücan, 1961; Ögel, 1978; Atasever, 2007; Güler, 2010; Say vd., 2015).

**Görsel 5. Küt konik formda üretilmiş kurut**

**Görsel 6. Silindirik formda üretilmiş kurut**

**Görsel 7. Geleneksel kurutma yöntemi**

**Görsel 8. Pazarlarda satışa sunulan kurutlar**

Kurut konusunda 1953-2015 yılları arasında yapılan çalışmalarda genel olarak yöresel kurut üretimlerinin mikrobiyolojik, fiziksel ve kimyasal nitelikleri incelenerek karşılaştırmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarda, üretim ve/veya depolamanın yeterince hijyenik şartlarda

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

gerçekleştirilemediği konusunda ortak kanaat hakimdir. Ayrıca besin ögelerince zengin bu gıda maddesinin, üretim teknolojisinin standardizasyonu için çalışmalar yapılması önerilmektedir. Bu çalışma kapsamında ise kontrollü şartlarda farklı sütlerden hazırlanmış süzme yoğurtlara, farklı oranlarda tuz ilave edilerek; açık ve vakumlu ambalajlarda muhafaza edilen kurutların kalite özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Böylece yerel koşullarda üretilmiş kurutlar ile kontrollü koşularda üretilmiş kurutların karşılaştırılabilmesi mümkün hale gelmiştir.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Araştırmada kullanılan 15 kg'lık inek sütü Atatürk Üniversitesi Pilot Süt Fabrikası'ndan ve 15 kg'lık koyun sütü piyasadan steril kaplarda temin edilmiştir. Üretimde kullanılan plastik kaplar ve yoğurt kültürü (CHR Hansen) piyasadan satın alınmıştır. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarında süt örneklerinden önce normal yoğurt, ardından bu yoğurtlardan süzme yoğurt elde edilerek, tuz ilaveleri yapılmıştır. Kurutma işleminin ardından elde kurut örnekleri analiz edilmeye hazır hale getirilmiştir. Analizler tamamlanıncaya kadar üretilmiş kurut örnekleri buzdolabında muhafaza edilmiş olup, çalışma 2 hafta arayla tekerrürlü yürütülmüştür.

### 2.1. Yoğurt Üretimi

Araştırma için temin edilen inek ve koyun sütlerinden önce normal yoğurt, bu yoğurtların süzülmesi ile süzme yoğurt üretimi gerçekleştirilmiştir. Yoğurda işlenecek sütler laboratuvarda 90°C' ye kadar ısıtılmış ve bu sıcaklıkta 10 dakika sürekli karıştırılarak ısıl işleme tabi tutulmuştur. Isıl işleme tabi tutulan süt 45°C'ye kadar soğutulmuştur.

Starter kültür, üretici firmanın verdiği kullanım talimatına göre; 90 °C' de 10 dakika ısıl işleme tabi tutulmuş sütten 500 gr'lık kaselere konmuş 0,05 g. konsantre liyofilize kültürden ilave edilmiş ve iyice karıştırıldıktan sonra 42 - 43°C' de 5,5 saat inkübasyona bırakılmıştır. Hazırlanan bu kültür işletme kültürü olarak kullanılmıştır. Bu şekilde hazırlanan işletme kültürü, yoğurda işlenecek süte (90°C'de 10 dakika ısıl işlem görmüş ve 45°C'ye soğutulmuş) %3 oranında maya inokülasyonundan sonra süt ile maya iyice karıştırılarak 43°C' deki inkübatörde pH 4,7 oluncaya kadar inkübasyona bırakılmıştır. Elde edilen yoğurt, inkübatörden çıkarılmış ve oda sıcaklığına gelinceye kadar dışarıda bekletilmiştir. Oda sıcaklığına gelen yoğurt, olgunlaşması için 12 saat buzdolabında bekletildikten sonra homojen hale gelinceye kadar karıştırılmış ve böylece süzme işlemi için hazır duruma getirilmiştir.

### 2.2. Süzme Yoğurt Üretimi

Buzdolabında 12 saat bekletilen yoğurt örnekleri, süzme kaplarına alınarak 12 saat baskıda tutularak süzme yoğurt elde edilmiştir (Görsel 9).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Görsel 9. Yoğurt ve Süzme Yoğurt Üretim Aşamaları**

2.3. Tuz İlaveli Kurut Üretimi

Baskı sonucu elde edilen süzme yoğurtlar tartıldıktan sonra 3'er eşit kısma ayrılmış ve 1.kısım %2, 2.kısım %4 ve 3. kısım ise %6 oranında tuzlanmıştır. Tuzlanan süzme yoğurt örnekleri şekillendirildikten sonra, altına kurutma kâğıdı serilmiş tavalara konularak 40°C'deki kurutma dolaplarında 24 saat bekletilmiştir. Daha sonra kurutulan örnekler vakumlanarak buzdolabında muhafaza edilmiştir. Deneme 2 (inek ve koyun sütü) x 3 tuz ilavesi (%2,4 ve 6) ve 2 tekerrürlü olmak üzere tam şansa bağlı deneme planına göre kurulmuştur (Görsel 10, 11, 12, 13).

**Görsel 10. İnek Sütünden Tuz İlaveli Kurut Üretim Aşamaları**

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Görsel 11. Koyun Sütünden Tuz İlaveli Kurut Üretim Aşamaları**

**Görsel 12. Çift cidarlı tankta sütün pastörizasyonu**

**Görsel 13. Yoğurdun inkübasyon aşaması**

Vakumlanmış paketlerde ve steril kaplarda tutulan 45-50 gram ağırlığındaki 12 kurut numunesi, steril havanlarda dövülerek toz haline getirilip, kapaklı steril kavanozlara aktarılmıştır. Analizlerde kolaylık sağlaması açısında numune örneklerinin her biri için tanımlayıcı adlandırmalar yapılmıştır. Tekerrür analizlerinde örnek kodun sonuna 2 sayısı eklenerek analizlerde kıyaslama imkânı elde edilmiştir. Numuneler aşağıdaki Çizelge 1'de belirtildiği şekilde isimlendirilmiştir.

**Çizelge 1. Kurut Numunelerinin Adlandırılması**

| Örnek Kodu | | Açıklama |
|---|---|---|
| 01 | İS2VK | İnek Sütü, %2 Tuzlu, Vakumlu |
| 02 | İS2VS | İnek Sütü, %2 Tuzlu, Vakumsuz |
| 03 | İS4VK | İnek Sütü, %4 Tuzlu, Vakumlu |
| 04 | İS4VS | İnek Sütü, %4 Tuzlu, Vakumsuz |
| 05 | İS6VK | İnek Sütü, %6 Tuzlu, Vakumlu |

| | | |
|---|---|---|
| 06 | İS6VS | İnek Sütü, %6 Tuzlu, Vakumsuz |
| 07 | KS2VK | Koyun Sütü, %2 Tuzlu, Vakumlu |
| 08 | KS2VS | Koyun Sütü, %2 Tuzlu, Vakumsuz |
| 09 | KS4VK | Koyun Sütü, %4 Tuzlu, Vakumlu |
| 10 | KS4VS | Koyun Sütü, %4 Tuzlu, Vakumsuz |
| 11 | KS6VK | Koyun Sütü, %6 Tuzlu, Vakumlu |
| 12 | KS6VS | Koyun Sütü, %6 Tuzlu, Vakumsuz |

### 2.3. Kurut Numunelerine Yapılan Analizler

Vakumlu ve vakumsuz paketler halinde hazırlanan kurut numuneleri mikrobiyolojik, fiziksel-kimyasal, renk, duyusal ve istatistiksel analizlere tabi tutulmuştur. Mikrobiyolojik analizlerde *Total Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB), Streptococcus thermophilus (M-17), L. delbrueckii subsp. bulgaricus (MRS), Maya ve Küf, Koliform grubu bakteri* sayımları gerçekleştirilmiştir. *pH değeri, titrasyon asitlik derecesi, kurumadde oranı, kül oranı, yağ oranı, protein oranı* ise fiziksel ve kimyasal analizler başlığı altında incelenmiştir. Renk analizinde numunelerin L* (beyazlık derecesi), a* (kırmızı (+) renk göstergesi) ve b* (yeşil (-) renk göstergesi) değerleri belirlenmiştir. Duyusal analizler 8 kişilik panelist grubu tarafından sonuçlandırılmıştır. Panelistler 12 kurut numunesini *renk, tat, tekstür, tuzluluk ve genel beğeni* kategorilerinde 1-5 arasında *(aşırı kötü/zayıf, zayıf, normal/idare eder, iyi, mükemmel)* puanlandırmıştır. Kurut örneklerinin aroma profili, katı faz mikro ekstraksiyonu (SPME) ile elde edilen uçucu bileşenlerin gaz kromatografi-kütle spektrometre (GC-MS) analizi ile tespit edilmiştir. GC-MS analizleri Atatürk Üniversitesi DAYTAM laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel değerlendirmeler ise *Varyans Analizi (ANOVA)* ile *Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi* sonuçları üzerinden yapılmıştır.

## 3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Kurut örneklerinde toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), koliform bakteri, Streptococcus thermophilus, Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus, maya ve küf sayımları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar, ürünlerin hijyenik kalitesini ve fermantasyon etkinliğini ortaya koymaktadır. Özellikle yüksek tuz içeriği ve kurutma işlemi, toplam bakteri sayısında azalmaya neden olmuştur. Yoğurt kültür bakterilerinin kurut sonrasında canlılık oranları azalsa da, örneklerde belirli düzeyde varlıklarını sürdürdüğü gözlemlenmiştir. İnek yoğurdu örneklerinde TAMB değerleri 4.12–5.64 log kob/g arasında, koyun yoğurdu örneklerinde ise 4.45–5.88 log kob/g olarak bulunmuştur. Kurut örneklerinde ise inek kurutlarında 3.85–5.22 log kob/g ve koyun kurutlarında 3.92–5.46 log kob/g değerleri elde edilmiştir. Kurut örneklerinde koliform bakteriler <10 kob/g seviyesinde saptanmış veya hiç tespit edilmemiştir. Bu sonuç, ürünlerin hijyenik üretim koşullarına uygun olarak hazırlandığını göstermektedir. Streptococcus thermophilus ve Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus sayıları yoğurt örneklerinde

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

sırasıyla 7.50–8.20 log kob/g ve 6.90–7.85 log kob/g arasında değişmiştir. Kurut örneklerinde ise bu değerler inek kurutlarında 5.80–6.70 log kob/g ve koyun kurutlarında 5.90–6.85 log kob/g olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, starter kültür bakterilerinin kurutma işlemine rağmen önemli ölçüde canlı kaldığını göstermektedir. Kurut örneklerinde maya ve küf sayıları 2.20–3.50 log kob/g aralığında değerler bulunmuştur. Bu sonuçlar, kurut ürünlerinde çevresel kontaminasyona bağlı olarak düşük düzeyde maya ve küf gelişimi olabileceğini göstermektedir. Kurumadde, pH, asitlik, yağ, kül, tuz, protein ve viskozite değerleri örnek türüne (inek/koyun), ürün tipine (yoğurt/kurut) ve tuz oranına göre değerlendirilmiştir. Yoğurt ve kurut ürünlerinde kurumadde oranları arasında anlamlı farklar gözlenmiş, kurut ürünlerinin kurumadde oranı belirgin şekilde yüksek bulunmuştur. Bu durum, kurutmanın ürün konsantrasyonunu artırmasıyla açıklanabilir. Kurut numunelerinde pH değerleri 3.48 ile 4.07 arasında değişmiş olup bu durum kurut ürünlerinde fermantasyonun derecesi hakkında bilgi vermektedir. Asitlik değerleri 2.34 ile 3.80 arasında ölçülmüş ve yoğurdun kurutulması ile birlikte asitliğin arttığı gözlenmiştir. Kuru madde oranları %79 ile %94 arasında olup bu değerler, kurut ürünlerinin oldukça konsantre yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Protein oranları %46 ile %58 arasında değişmekte olup yüksek protein içeriği kurut ürününün besleyici değerini desteklemektedir.

L*, a*, b* renk parametreleri ile yapılan analizlerde inek ve koyun sütünden elde edilen kurutlarda L* değerinin inek sütü kurutlarında daha yüksek olduğu, yani daha açık renkte oldukları belirlenmiştir. Tuz oranı arttıkça renk tonunda sarımsılaşma gözlenmiştir. a* ve b* değerleri koyun sütü kurutlarında daha belirgin değişim göstermiştir. Kurutun rengi, yapımı esnasında uygulanan ısıl işlemden ve muhafaza şeklinden etkilenmektedir. Kurut örneklerinde yapılan renk analizleri sonucunda parlaklık (L*) değeri 82,26 ile 88,00 arasında belirlenmiştir. Tüm süt ürünlerinde beyaz ve sarımsı beyaz renk istenen renklerdir. Renk analizlerinden b değeri pozitif olması sarı renk, negatif olması da mavi rengin göstergesidir. Bütün kurut örneklerinde a renk değeri negatif, b renk değeri pozitif değer olarak belirlenmiş olup byu durum örneklerde sarı rengin hakim olduğunu göstermektedir. Sarı rengin de süt yağından ve kurutma sırasında kurutun sararmasından kaynaklandığı düşünülmektedir

GC-MS analizinde belirlenen aroma bileşenleri, ürünlerin karakteristik tadını etkileyen önemli unsurlar olarak değerlendirilmiştir. Tespit edilen başlıca bileşikler arasında bütanoik asit, asetikasit, heksanol ve bazı esterler yer almaktadır. Özellikle koyun sütü kaynaklı ürünlerde daha kompleks ve yoğun aroma profili gözlemlenmiştir. Kurut örneklerinde yoğun şekilde tespit edilen bileşiklerden asetaldehit ve diasetil gibi bileşikler, yoğurt ve fermente süt

ürünlerinde karakteristik aroma bileşenleri olarak bilinmektedir. Bu bileşikler, özellikle Streptococcus thermophilus ve Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus gibi yoğurt bakterilerinin metabolizması sonucu oluşmaktadır. Kurut işleminde uygulanan kurutma sıcaklığı ve süresi bu bileşiklerin konsantrasyonlarını etkileyebilmektedir. Tespit edilen asetik asit ve bütanoik asit gibi kısa zincirli yağ asitleri, süt lipidlerinin lipolizi sonucu ortaya çıkar ve ürüne asitlik ve keskin aroma karakteri kazandırır. Aseton, heksanal ve oktanal gibi karbonil bileşikler ise oksidatif bozulma süreçlerinin ve amino asit deaminasyonunun birer ürünüdür.

Duyusal analizlerde görünüm, tat, yapı, aroma ve genel beğeni gibi kriterler değerlendirilmiştir. Panelist değerlendirmelerine göre, koyun sütünden elde edilen kurutlar aroma ve yapı bakımından daha yüksek puan almıştır. Ancak bazı panelistler yüksek tuz içeriğinin tat dengesini olumsuz etkilediğini belirtmiştir. En çok beğenilen örnek, %2 tuz ilaveli koyun sütü kurutu olmuştur.

İstatistiksel analizler SPSS 26.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Analizlerde %5 anlamlılık düzeyi temel alınmıştır ($p<0.05$). Laboratuvar analizleri %2, %4 ve %6 oranlarında tuz içeren; koyun ve inek sütünden üretilmiş; vakumlu ve vakumsuz ambalajlı 12 kurut numunesi üzerinde yapıldığı için *Üç Yönlü Varyans Analizi* (Three-Way ANOVA) uygulanmıştır. Analizlerde mikrobiyolojik, fiziksel-kimyasal, renk, aroma ve duyusal analiz sonuçlarının her biri ayrı ayrı bağımlı değişken; Tuz Oranı → (%2, %4, %6), Süt Türü → (İnek, Koyun), Ambalaj Tipi → (Vakumlu, Açık) bağımsız değişkenler olarak tanımlanmıştır. Böylece bir bağımlı değişkenin, üç farklı bağımsız değişkenin etkisiyle nasıl değiştiği ve bu üç faktör arasında etkileşim olup olmadığını test edilmiştir. Varyans analizlerinin anlamlı çıktığı durumlarda ($p < 0.05$), hangi gruplar arasında fark olduğunu belirlemek üzere Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi uygulanmıştır. Elde edilen bulgulara göre örneğin farklı tuz oranlarında (%2, %4, %6) işlenmiş peynirlerde mikrobiyal yük istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklıdır. Ayrıca süt türü mikrobiyal yük üzerinde etkili olup, koyun sütü ürünlerde daha yüksek değerler ortaya çıkmaktadır. Benzer sonuç vakumlanmamış kurut örnekleri içinde geçerlidir. Diğer taraftan 3'lü etkileşim anlamlı olmayıp, tüm faktörlerin birlikte birleşimi özel bir durum yaratmamaktadır.

## 4. GENEL DEĞERLENDİRME

Çalışma kapsamında kontrollü şartlarda (fabrika koşullarında) inek ve koyun sütlerine farklı oranlarda tuz ilave edilerek, açık ve vakumlu ambalajlarda muhafaza edilen kurut örneklerinin mikrobiyolojik, fiziksel-kimyasal, renk, duyusal ve aromatik özellikleri analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, geleneksel yöntemlerle üretilmiş kurutların incelendiği önceki çalışmalarla

karşılaştırılmıştır. Ayrıca kontrollü şartlarda üretilmiş kurutları kalitesi üzerinde etkili olan değişkenler ve etki oranları istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Genel bir değerlendirme yapılacak olursa,

1-Kurut ürünleri, kurumadde ve protein içeriği açısından yoğurtlara göre daha yoğun ve besleyici bulunmuştur.

2-Koyun sütünden elde edilen kurutlarda, inek sütü ürünlerine göre daha yüksek yağ, protein ve aroma bileşeni belirlenmiştir.

3-%2 tuz oranı ile hazırlanan kurutlar, hem duyusal hem mikrobiyolojik kalite açısından en yüksek kabul görmüştür.

4-Mikrobiyolojik olarak, tuzun ve kurutmanın koruyucu etkisi net bir şekilde belirlenmiştir

5-Aroma analizleri, kurut ürünlerinin geleneksel yoğurtlara kıyasla daha kompleks ve zengin uçucu bileşik profiline sahip olduğunu ortaya koymuştur.

6-Bu çalışma ile geleneksel yöntemlerle üretilen kurut ürününün, kontrollü koşullarda ve farklı tuz oranlarında üretilerek standardize edilebileceğini belirlenmiştir.

7-Elde edilen bulgular, geleneksel ürünlerin bilimsel yöntemlerle yeniden yorumlanarak kontrollü ve standart üretime geçilebileceğini ortaya koymuştur.

Bu sonuçlar, kurut gibi geleneksel süt ürünlerinin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmesi ve katma değerli ürün haline getirilmesi açısından önem arz etmektedir.

**KAYNAKÇA**

Akyüz, N. & Gülümser, S. (1987). Kurutun yapılışı ve bileşimi üzerine bir araştırma. *Gıda*, 12(3):185-191.

Akyüz, N. Coşkun, H. Bakırcı, İ. & Çon, A. H. (1993). Van ve Yöresinde İmal Edilen Kurutlar Üzerinde Bir Araştırma. *Gıda*, 18 (4): 253-257.

Alçay, A. Ü. Yalçın, S. Bostan, K. & Dinçel, E. (2015). Orta Asya'dan Anadolu'ya Kurutulmuş Gıdalar. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi* (37), 83-93.

AOAC, (2012). Official methods of analysis, Association of official analytical chemist 19th edition, Washington D.C., USA.

Atasever, M.A. (2007). Erzurum ve Bingöl yöresinden toplanan kurut örneklerinin mikrobiyolojik ve kimyasal nitelikleri, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, ss.1-64

Buckland, A. W. (1879). Ethnological Hints Afforded by the Stimulants in Use Among Savages and Among the Ancients. *The Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, 8, 239–254.

Buell, P. D., Anderson, E. N., de Pablo Moya, M., & Oskenbay, M. (2020). Food by Country. In Crossroads of Cuisine: The Eurasian Heartland, the Silk Roads and Food (pp. 204–286). Brill.

Clark, L.V. (1973). The Turkic and Mongol Words in William of Rubruck's Journey (1253-1255). *Journal of the American Oriental Society*, 93(2), 181–189. https://doi.org/10.2307/598891

Clauson, G. (1960). The Turkısh Elements In 14th Century Mongolian. Central Asiatic Journal, 5(4), 301–316.

Condurso, C., Verzera, A., Romeo, V., Ziino, M., & Conte, F. (2008). Solid-phase microextraction and gas chromatography mass spectrometry analysis of dairy product volatiles for the determination of shelf-life. International Dairy Journal, 18, 819–825.

Coşkun, H., Bayrak, A., Çakır, İ., Akoğlu, İ. T., Kıralan, M. & İşleyen, F. (2008). Bolu ve çevresinde üretilen ve geleneksel bir süt ürünü olan Keş'in yapılışı. *Dünya Gıda Dergisi*, 13: 42-48.

Çaylak Dönmez, Ö. & Pehlivan, T. (2019). Gaziantep İlinde Kışlık Hazırlıklar ve Kurutmalıklar. *Safran Kültür ve Turizm Araştırmaları Dergisi*, 2(2): 275-292.

Çetinkaya, A., Elmalı, M., Karadağoğlu, G., Yaman, H. (2005). Geleneksel Lezzetler Kars. "Kremalı kurut", *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 9 (20), 63-64.

Demiray, E. (2015). Havuç ve Kırmızıbiberin Farklı Kurutma Yöntemleri İle Kurutulması, Kuruma Karakteristiklerini ve Bazı Kalite Özelliklerinin Değişiminin Modellenmesi, Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Doğan, F. (2014). Erzurum ve Bayburt Yöresinde Üretilen Kurutların Bazı Fiziksel, Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Özellikleri, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, ss.49

Dunk, A., & Schmidt, M. (2010). Flourishing retail in the post-soviet sphere? Potentials and constraints of small-scale retail activities in rural Kyrgyzstan. Communist and Post-Communist Studies, 43(2), 233–243.

Eralp, M. (1953). Kurut Yapılışı ve Terkibi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yıllığı, Fasikül: 3-4, Ankara, ss.201-208.

Erbay, B. ve Küçüköner E. (2008). Gıda Endüstrisinde Kullanılan Farklı Kurutma Sistemleri. Türkiye 10.Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, Erzurum, Türkiye, ss. 1045- 1048,

Ergönül, B. (2010). A Traditional Dairy Product: Kurut. 1.Uluslararası 'Adriyatik'ten Kafkaslar'a Geleneksel Gıdalar' Sempozyumu Bildiri Kitabı, Tekirdağ.

Gönül, M. (1983). Duyusal değerlendirmede sonuca güveni etkileyen faktörler. Gıda Dergisi, No:6.Kasım-Aralık, 287-295

Gudger, E. W. (1933). Marco Polo and Some Modern things Old in the Asia of His Day. The Scientific Monthly, 37(6), 496–510.

Güler, S. (2010). Türk Mutfak Kültürü ve Yeme İçme Alışkanlıkları. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 26: 24-30.

Gülümser, S. (1985). Kurutun yapılışı ve bileşimi üzerine bir araştırma, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Erzurum, ss.1-43.

Güven, M. & Karaca, O. B. (2009). Van ve Şırnak İllerinden Temin Edilen Kurutulmuş Yoğurtların (Kurut) Bileşim Özellikleri. *Gıda*, 34(6), 367-372.

Hayashi, H. (1989). Drying Technologies of Foods-their History and Future", *Journal Drying Technology*

Kamber, U. (2008). The Manufacture and Some Quality Characteristics of Kurut, A Dried Dairy Product. İnternational Journal of Dairy Technology, 61 (2): 146-150.

Karabulut, İ, Hayaloglu, A.A, Yildirim H. (2007). Thin-Layer Drying Characteristics of Kurut, a Turkish Dried Dairy byproduct. *International Journal of Food Science and Technology*, 42(9), 1080-1086.

Komarova, G. (2000). Ethnic Behaviour under Conditions of High Radiation. *Inner Asia*, 2(1), 63–72.

Konak, Ü. İ. Certel, M. & Helhel, S. (2009). Gıda Sanayiinde Mikrodalga Uygulamaları. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 4(3), 20-31.

Koşay, H.Z. & Ülkücan A. (1961). *Anadolu Yemekleri ve Türk Mutfağı*. Ankara: M.E.B. Basımevi.

Kurt, A. Çakmakçı, S. & Çağlar, A. (1993*). Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi*. Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 252/D, 254 s, Erzurum.

Moorcroft, W. (1824). On the Pv̄rik Sheep of Ladakh; And Some Other Animals, Principally of the Sheep and Goat Kind: With General Observations on the Country of Ladakh, & *Transactions of the Royal Asiatic Society of Great Britain and Ireland*, 1(1), 49–55.

Onoğur, T. A. & Elmacı, Y. (2015). *Gıdalarda Duyusal Değerlendirme*. 2.Baskı, Sidas Medya Ltd. Şti. İzmir.ss.315.

Oysun, G., 1991. *Süt Ürünlerinde Analiz Yöntemleri*, E. Ü. Z. F. Yayınları, Yayın No: 504, Ofset Basımevi, Bornova, İzmir, ss.230.

Öğel, B. (1978). *Türk Kültür Tarihine Giriş. Türklerde Yemek Kültürü*. İstanbul: Kültür Bakanlığı Yayınları:244. Kültür eserleri: 13. Milli Eğitim Basımevi.

Öksüztepe, G. İncili, G. K. & Uysal, İ. A. (2013). Elazığ`da Satılan Çökelek ve Kurutların Mineral Madde ve Ağır Metal Düzeyleri. *Veterinary Sciences*, 8(3), 1-9.

Özgümüş, A. 1994. *Analitik Kimya I, Uygulama Kılavuzu*. II. Baskı, Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 6, Bursa. 84 s.

Panagiotis, A.M. & Magdalini K.K. (2014). Drying and Dehydration Processes in Food Preservation and Processing, *Conventional and Advanced Food Processing Technologies* (Editor, Suvendu Bhattacharya). Chapter 1, pp.1-32. John Wiley & Sons, Ltd.

Patır , B., Ateş, G. (2002). Kurut'un mikrobiyolojik ve kimyasal bazı nitelikleri üzerine araştırmalar. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 26:785-792.

Pittia, P.& Antonello, P. (2016). Chapter 2 - Safety by Control of Water Activity: Drying, Smoking, and Salt or Sugar Addition.

Sagynbekova, L. (2017). Environment, Rural Livelihoods, and Labor Migration: A Case Study in Central Kyrgyzstan. *Mountain Research and Development*, 37(4), 456–463.

Say, D. Soltani, M. Güzeler, N. (2015). Kurutulmuş yoğurtlar: Kurut ve Kashk. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, DOI: 10.5505/pajes.2015.47048.

Sayiner, G. & Beyhan, Y. (2023). Geleneksel Besin Saklama Yöntemleri ve Yeni Teknolojiler. *Toros University Journal of Food Nutrition and Gastronomy*, 2(1), 79-92.

Soltani, M. (2009). İran'da Üretilen Kurut ve Bazı Kurut Ürünlerinin Kalite Özellikleri, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Adana, ss.99.

Şenol, M. (2016).Ankara İlinde Yöresel Besinlerin Pişirilme ve Saklanma Yöntemlerinin Araştırılması (Çamlıdere Örneği), Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Yaşar, M. (2014). Evliya Çelebi In The Cırcassıan Lands: Vampires, Tree Worshıppers, and Pseudo-Muslims. *Acta Orientalia Academiae Scientiarum Hungaricae*, 67(1), 75–96.

Yöney, Z. (1974). *Süt Kimyası*. Ankara Üniv. Yayınları. No:530, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara.

Zhang, H. XU, J. Wang, J. Menghebilige, Sun, T. Li, H. & Guo, M. (2008). A Survey on Chemical and Mikrobiological Composition of Kurut, Naturally Fermented Yak Milk From Qinghai in China. *Food Control*, 19 (6): 578-586.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# PROBİYOTİK VE FARKLI BİTKİSEL EKSTRAKTLARLA ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ SİRKENCUBİN ÜRETİMİ[1]

**Shima Tavakoli Golloo**
Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı
tavakoli.sh.1999@gmail.com – 0009-0001-0705-6985

**Mehmet Yüksel**
Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü
mehmet.yuksel@atauni.edu.tr - 0000-0001-6566-1385

## ÖZET

Bu çalışmada geleneksel bir fonksiyonel içecek olan sirkencübinin farklı formülasyonları hazırlanarak antioksidan aktiviteleri, fizikokimyasal özellikleri, fenolik bileşen profilleri ve probiyotik stabilitesi değerlendirilmiştir. Üretimde iki farklı sirke (elma ve üzüm sirkesi) ile birlikte *Crocus sativus* (safran) ve Berberis vulgaris L. Su ekstraktları kullanılmıştır. Ayrıca her formülasyona spor formunda *Bacillus clausii* içeren probiyotik preparat ilave edilmiştir. Hazırlanan örneklerde toplam fenolik madde, antioksidan kapasite, pH, toplam asitlik, çözünür kuru madde, renk parametreleri analiz edilmiştir. Belirli fenolik bileşiklerin düzeyleri yüksek performanslı sıvı kromatografi (HPLC) ile kantitatif olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, safran ve berberis ekstraktı içeren formülasyonlar kontrol örneklerine kıyasla anlamlı derecede yüksek fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite göstermiştir ($p<0,05$). Berberis bazlı formülasyonlar daha yüksek toplam fenolik içeriğe sahip olmuştur. *Bacillus clausii* sporlarının ürün içinde stabilitesini koruduğu gözlenmiş ve bu durum fonksiyonel açıdan içeceğin potansiyelini artırmıştır. Sonuç olarak, uygun ekstrakt ve sirke kombinasyonları ile fonksiyonel özellikleri artırılmış sirkencübin üretimi mümkün olup bu tür ürünler, fonksiyonel içecek pazarında yenilikçi bir alternatif olarak değerlendirilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Sirkencübin, safran, *Berberis vulgaris*, *Bacillus clausii*, antioksidan, fenolik bileşikler, HPLC

[1] Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi Shima Tavakoli Golloo'nun "Sekanjabin (Sirkencubin): Farklı Formülasyonlarla Üretimi, Fonksiyonel Özellikleri ve Probiyotik Potansiyeli" başlıklı yayınlanmamış tezinden üretilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# MİKROBİYAL KAROTENOİD (ASTAKSANTİN) İLAVE EDİLEREK ÜRETİLEN FONKSİYONEL TAZE KAŞAR PEYNİRLERİNİN FİZİKOKİMYASAL, MİKROBİYOLOJİK VE DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI [1]

**Zehra HINISLIOĞLU**

Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

zehrahns@icloud.com – 0009-0002-4492-999X

**Mustafa ŞENGÜL**

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü

msengul@atauni.edu.tr - 0000-0001-8447-2256

## ÖZET

Bu çalışmada, mikrobiyal karotenoid astaksantinin kaşar peynirine ilavesiyle ürünün fizikokimyasal, mikrobiyolojik, antioksidatif ve duyusal özelliklerindeki değişimler değerlendirilmiştir. Kaşar peyniri kuru haşlama yöntemiyle üretilmiştir. Astaksantin ilavesi hem haşlama öncesinde telemeye hem de haşlama esnasında gerçekleştirilmiştir. Ürünler, üretimin 1. ve 10. günlerinde analiz edilmiştir. Temel fizikokimyasal parametreler belirlenmiştir. Ayrıca DPPH, ABTS tayini ile antioksidan kapasite analizleri yapılmıştır. Bununla birlikte astaksantin stabilitesi toplam karotenoid analiziyle belirlenmiştir. Mikrobiyolojik açıdan toplam aerobik mezofilik bakteri ve laktik asit bakterileri sayılmıştır. Renk (L*, a*, b*), tekstürel özellikler ve duyusal değerlendirme sonuçlarıyla desteklenen bulgular, astaksantin ilavesinin ürün kalitesini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Özellikle lipid oksidasyonunun azaldığı, antioksidan kapasitenin arttığı ve ürünün daha cazip bir renge sahip olduğu tespit edilmiştir. Duyusal analiz sonuçları, tüketicilerin astaksantinli peynirleri daha çekici bulduğunu ortaya koymuştur. Sonuç olarak astaksantin, kaşar peyniri gibi yaygın tüketilen bir süt ürününe fonksiyonellik kazandırmakta etkili olmuş ve tüketici kabulünü artırma potansiyeli sergilemiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Astaksantin, fonksiyonel süt ürünleri, kaşar peyniri, karotenoidler, kırmızı mayalar, antioksidan

[1] Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi Zehra Hınıslıoğlu'nun "Mikrobiyal Karotenoid (Astaksantin) İlave Edilerek Üretilen Fonksiyonel Taze Kaşar Peynirlerinin Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özelliklerinin Araştırılması" başlıklı yayınlanmamış tezinden üretilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ANTICANCER EFFECTS OF EVERNIC ACID IN U-87 GLIOBLASTOMA CELL LINE

**MSc student, Ayşenur ÖZTÜRK**

Atatürk Üniversity/Institute of Science,

aysenur.ozturk19@ogr.atauni.edu.tr - 0009-0005-6977-9483

**Dr. Şeyda Nur KALIN**

Erzincan Binali Yıldırım University/Faculty of Science and Arts,

seydanurcakir32@gmail.com -0000-0002-2594-2489

**Assoc. Prof. Dr. Yağmur ÜNVER**

Atatürk Üniversity / Faculty of Science,

yunver@atauni.edu.tr- 0000-0003-1497-081X

## ABSTRACT

Glioblastoma multiforme (GBM) is the most common and most lethal type of brain cancer (Louis et al., 2016). Due to limitations in current cancer treatment methods, including GBM treatment, such as toxicity, development of drug resistance and inability of chemotherapeutic agents to reach tumour cells, the need for new treatment agents has increased (Tan et al., 2020; Wu et al., 2021). Lichen secondary metabolites, known for their antitumour properties, fewer side effects and drug resistance, are chemotherapeutic agents in many cancer types, including GBM (Studzińska-Sroka, et al., 2021). Evernic acid (EA) produced by lichen genera such as *Evernia prunastri*, *Ramalina* and *Hypogymnia* is a natural compound structurally predisposed to penetrate the central nervous system and has many valuable biological properties, including neuroprotective, antioxidant and anticancer (Lee et al., 2021; Srimani et al., 2022). Thanks to its potential to cross the blood-brain barrier and its therapeutic properties, EA stands out as a promising alternative agent in treating GBM (Studzińska et al., 2019). This study aims to investigate the potential anticancer effects of EA on glioblastoma cells (U-87).

This study investigated the effects of EA on viability and apoptosis in U-87 cells using the cell proliferation (XTT) assay and flow cytometric analysis using Annexin V-FITC/PI respectively. Cells were treated with EA in a dose (0-150 µg/ml) and time (24 and 48 h) dependent manner and XTT assay was performed. Flow cytometry results showed that EA induced programmed cell death in the cells.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

In conclusion, EA can be nominated as a potential therapeutic agent against U-87 cells. However, further studies on the anticancer mechanism of EA at the molecular level should be done.[12]

**Keywords:** Evernic acid, cytotoxicity, glioblastoma, anti-cancer[3]

[1] This study is derived from the master thesis titled "Investigation of Anticancer Effect of Evernic Acid on Glioblastoma Cells Under Alternating Magnetic Field". Institute of Science and Technology, 2025, Unpublished

[2] This study was supported by the Scientific Research Foundation of Atatürk University under Grant Number FYL-2024-14959.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# HİBİSKUS PESTİLİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ, TOPLAM FENOLİK, ANTOSİYANİN, FLAVONOİD İÇERİĞİ VE ANTİOKSİDAN AKTİVİTESİ

**Dr. Öğr. Üyesi Arzu İMECE**
Iğdır Üniversitesi,
arzu.odunkiran@igdir.edu.tr – ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6455-8594

**İsa Arslan KARAKÜTÜK[1]**
Atatürk Üniversitesi,
isaarslankarakutuk@hotmail.com - ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0317-2882

**Prof. Dr. Memnune ŞENGÜL**
Atatürk Üniveristesi,
memnune@atauni.edu.tr – ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3909-2523

## ÖZET

Bu çalışmada, geleneksel Türk mutfağının önemli ürünlerinden biri olan pestilin, fonksiyonel gıda potansiyeli taşıyan hibiskus (*Hibiscus sabdariffa* L.) kullanılarak üretilmesi ve üretilen pestilin bazı fizikokimyasal özelliklerinin, toplam fenolik, antosiyanin, flavonoid içeriğinin ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu araştırmada üretilen hibiskus pestilinin kül içeriği %0.32±0.06, kuru madde içeriği %77.08±0.26, titrasyon asitliği % 0.99±0.01, pH değeri 2.93±0.01 olarak tespit edilmiştir. Hibiskus pestilinin, kuru madde içeriğinin yüksek ve pH değerinin düşük olması, mikrobiyal stabilite açısından avantaj sunmaktadır. Renk analizinde hibiskus pestilinin L*, a* ve b*değerleri sırasıyla 28.09; 8.36 ve 2.26 olarak belirlenmiştir. Pestillerin kırmızı-mor renge sahip oldukları, yapılan analizlerde de toplam monomerik antosiyanin miktarlarının yüksek olduğu (260.50±8.74 mg/kg) tespit edilmiştir. Fonksiyonel özellikler açısından, pestillerin toplam fenolik madde miktarı 1.91±0.03 mg GAE/g, toplam flavonoid miktarı 1.01±0.05 mg KE/g, DPPH ve ABTS yöntemleri ile belirlenen antioksidan aktiviteleri ise sırasıyla 1.06±0.08 ve 2.89±0.19 mg TE/g olarak tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçları, hibiskus pestilinin iyi bir antosiyanin kaynağı olduğunu göstermiştir. Ancak hibiskus pestilinin düşük toplam fenolik madde ve toplam flavonoid içeriği ile düşük antioksidan aktiviteye sahip olduğunu, bunun da pestil üretiminde kurutulmuş hibiskus yapraklarının kullanılmasından ve uygulanan ısıl işlemlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** *Hibiscus sabdariffa* L., hibiskus, pestil, antioksidan aktivite, toplam fenolik içeriği, toplam antosiyanin, toplam flavonoid

[1] Yazar İsa Arslan KARAKÜTÜK, TÜBİTAK-BİDEB 2211-A Yurt İçi Doktora Burs Programı tarafından desteklenmektedir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# SOME PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF HIBISCUS PESTIL, TOTAL PHENOLIC, ANTHOCYANINE, FLAVONOID CONTENT, AND ANTIOXIDANT ACTIVITY

**Asst. Prof. Dr. Arzu İMECE**
Iğdır University,
arzu.odunkiran@igdir.edu.tr – ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-6455-8594

**İsa Arslan KARAKÜTÜK**[2]
Atatürk University,
isaarslankarakutuk@hotmail.com - ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-0317-2882

**Prof. Dr. Memnune ŞENGÜL**
Atatürk Univeristy
memnune@atauni.edu.tr – ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3909-2523

## ABSTRACT

In this study, it was aimed to produce pestil, one of the important products of traditional Turkish cuisine, using hibiscus (*Hibiscus sabdariffa* L.), which has functional food potential, and to determine some physicochemical properties of the produced pestil, as well as its total phenolic, anthocyanin, flavonoid contents, and antioxidant activity.

The ash content of the hibiscus pestil produced in this study was determined as 0.32±0.06%, dry matter content as 77.08±0.26%, titratable acidity as 0.99±0.01%, and pH value as 2.93±0.01. The high dry matter content and low pH value of the hibiscus pestil provide an advantage in terms of microbial stability. In the color analysis, the L*, a*, and b* values of the hibiscus pestil were determined as 28.09, 8.36, and 2.26, respectively. It was observed that the pestil had a red-purple color, and analysis revealed high total monomeric anthocyanin content (260.50±8.74 mg/kg). In terms of functional properties, the total phenolic content of the pestil was determined as 1.91±0.03 mg GAE/g, the total flavonoid content as 1.01±0.05 mg QE/g, and the antioxidant activities determined by the DPPH and ABTS methods were 1.06±0.08 and 2.89±0.19 mg TE/g, respectively.

The results of the study showed that hibiscus pestil is a good source of anthocyanins. However, it was found that the hibiscus pestil had low total phenolic and flavonoid content as well as low antioxidant activity, which is thought to be due to the use of dried hibiscus leaves in pestil production and the thermal processes applied.

**Keywords:** *Hibiscus sabdariffa* L., hibiscus, pestil, antioxidant activity, total phenolic content, total anthocyanin, total flavonoid

[2] Author İsa Arslan KARAKÜTÜK is supported by TUBITAK-BİDEB 2211-A National PhD Scholarship Program.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. GİRİŞ

Günümüzde tüketicilerin sağlık bilincinin artması, doğal bileşenler içeren ve yüksek besin içeriğine sahip gıdalara olan ilgiyi önemli ölçüde artırmıştır. Özellikle sentetik katkı maddelerinin potansiyel olumsuz sağlık etkileri nedeniyle, doğal kaynaklı ürünlere yönelim giderek yaygınlaşmaktadır. Bu durum, araştırmacıların yabani ve tıbbi bitkilerin beslenme ve sağlık üzerindeki olumlu etkilerine yönelik çalışmalarına yön vermiştir. Tıbbi bitkilerin önemli bir kısmı, farmasötik ürünlerin geliştirilmesinde temel ham madde olarak kullanılmakta olup, dünya genelinde kullanılan ilaçların yaklaşık dörtte biri bu bitkilerden türetilmektedir. Bu bağlamda, hibiskus (*Hibiscus sabdariffa*), sahip sahip olduğu fitokimyasal bileşikler sayesinde sağlık destekleyici etkileri ile öne çıkmaktadır (Tepe and Doyuk, 2024). Hibiskus, uzun zamandır doğal bir antioksidan kaynağı olarak dikkat çekmektedir. Hibiskus çiçeği, parlak kırmızı rengi ve ekşi tadıyla gıda ve içeceklerde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu bitkinin çiçek çanakları (kaliksleri), antosiyaninler başta olmak üzere yüksek düzeyde polifenolik bileşenler içermekte ve güçlü antioksidan aktivite göstermektedir (Mohd-Esa et al., 2010). Yapılan çalışmalarda, hibiskus kalikslerinde bol miktarda antosiyanin türevleri (delfinidin-3-sambubiozid ve siyanidin-3-sambubiozid gibi) bulunduğunu ve bunların antioksidan etki gösterdiği bildirilmiştir (Ali et al., 2016; Mohd-Esa et al., 2010). Yapılan çeşitli çalışmalar, hibiskusun antienflamatuvar, antioksidan, antihipertansif ve hipolipidemik özellikleri ile hem insan hem de hayvan sağlığı üzerinde olumlu etkiler gösterdiğini ortaya koymuştur (Maganha et al., 2010; Anokwuru et al., 2011; Fraga et al., 2019). Bu bulgular, hibiskus gibi tıbbi bitkilerin geleneksel kullanımının ötesinde modern gıda, sağlık ve ilaç endüstrilerinde de önemli birer kaynak olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Özellikle gıda teknolojisi alanında, hibiskusun doğal renk verici özelliği ve fenolik bileşik içeriği (Rizkiyah et al., 2023) nedeniyle alternatif gıda formülasyonlarında kullanımı yaygınlaşmaktadır. Özellikle geleneksel gıda üretiminde besin profilinin çeşitli doğal katkılarla zenginleştirilmesi oldukça yaygınlaşmaktadır (Çakır and Bayram, 2024). Bu sayede bir yandan geleneksel tatlar korunurken, diğer yandan bu ürünlerin günümüz sağlık trendlerine uygun hale getirilmesi hedeflenmektedir.

Doğal gıda formülasyonuna sahip olan pestil, Türkiye'de yaygın olarak tüketilen geleneksel bir meyve ürünüdür ve farklı coğrafyalarda "meyve kabuğu", "meyve derisi", "meyve rulosu", "lavaşak" ya da "taffie" gibi çeşitli isimlerle anılmaktadır. Bu ürün, katkı maddesi kullanılmaksızın veya nişasta, buğday unu, süt gibi bazı yardımcı bileşenlerin eklenmesiyle meyve posası ya da meyve suyunun yoğunlaştırılması ve ardından kurutulması yoluyla elde edilmektedir. Özellikle asidik özellikteki meyvelerden üretilen pestillerde tat dengesini sağlamak amacıyla, bal, glikoz ya da çeşitli şuruplar gibi doğal veya yarı-sentetik tatlandırıcılar formülasyona ilave edilebilmektedir (Sengul et al., 2022). Pestil, yüksek oranda karbonhidrat, vitamin ve mineral içeriği sayesinde enerji değeri yüksek bir atıştırmalık olarak bilinmektedir (Çakır and Bayram, 2024). Pestil kurutularak elde edilen bir ürün olduğu için soğuk depolama gerektirmeksizin uzun süre saklanabilmektedir. Düşük nem içeriği nedeniyle oda koşullarında bozulmadan muhafaza edilebilmesi ve ayrıca hafif olması sebebiyle kolay taşınabilmesi, pestilin geleneksel toplumlarda popüler bir gıda olmasında önemli rol oynamıştır (Kara ve Küçüköner, 2019). Bu açıdan pestil, Osmanlı'dan günümüze uzanan bir gıda mirası olarak nesiller boyu tüketilmiş ve bölgesel mutfaklarda kendine özgü bir yer edinmiştir. Son yıllarda tüketicilerin doğal ve sağlıklı gıdalara yönelimi belirgin şekilde artmıştır. İşlenmiş ve katkı

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

maddesi içeren sağlığa zararlı paketli gıdalara alternatif olarak, besleyici değeri yüksek ve katkısız atıştırmalıklara ilgi artmaktadır (Baker et al., 2022).

Bu çalışma kapsamında kurutulmuş hibiskus çiçeği kullanılarak geleneksel yöntemle pestil üretilmiştir. Hibiskus pestili üretimindeki amaç, ülkemizde üretilen geleneksel pestillere alternatif bir ürün olarak yeni bir pestil üretimini gerçekleştirmektir. Üretilen pestillerin toplam kuru madde, toplam kül, pH ve titrasyon asitliği gibi temel kalite parametrelerinin yanı sıra toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve toplam monomerik antosiyanin miktarları ile antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Bu açıdan çalışma, geleneksel ürünlere alternatif ürünler sunarak literatüre katkı sağlamayı hedeflemektedir.

## 2. MATERYAL ve METOT

### 2.1. Materyal

Pestil üretiminde kullanılan hibiskus, tarçın ve karanfil Iğdır'da bir aktardan; toz şeker ve buğday unu, Iğdır'da yer alan bir süpermarketten temin edilmiştir.

### 2.2. Metot

Bu amaçla hibiskus (10.00 g), toz şeker (180.00 g), tarçın (5.00 g) karanfil 0.80 (g) ve su (1500 ml) bir tencereye konularak renk ve aroma verinceye kadar yaklaşık 10-15 dakika kaynatılmıştır. Ayrı bir kapta oda sıcaklığında 1500 ml su ve 55 gram un karıştırılarak kaynayan şerbete yavaş yavaş ilave edilmiştir. Karışım 5 dakika daha karıştırılarak kaynatmaya devam edilerek koyulaştırılmıştır. Daha sonra karışım 5 dakika soğumaya bırakılmıştır. Soğuyan karışım fırın tepsilerine serilen temiz pamuklu bezler üzerine ince bir katman halinde dökülerek oda şartlarında 5 gün kurutularak pestiller üretilmiştir. Pestil üretim prosesi ön denemeler ile belirlenmiştir. Pestiller 2 tekerrür üretilmiş ve analizler 3 paralel olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Hibiskus pestili üretimi akış şeması Şekil 1'de verilmiştir.

**Şekil 1.**Hibiskus pestili üretimi akış şeması

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

### 2.3. Fizikokimyasal Analizler

Pestillerin toplam kuru madde, toplam kül ve titrasyon asitliği (sitrik asit cinsinden) ve pH analizleri Cemeroğlu (2007)'ye göre yapılmıştır. Pestillerin renk yoğunlukları (L*, a*, b*, C* ve H° kolorimetre (Konica Minolta CR-400, Kore) ile ölçülmüştür (Şengül et al., 2023).

### 2.4. Antioksidan Aktivite, Toplam Fenolik Madde, Toplam Flavonoid, Monomerik Antosiyanin Tayini İçin Pestil Ekstraktlarının Hazırlanması

Hibiskus pestilinden 5 g tartılarak üzerine 50 mL %80'lik metanol (metanol:saf su) eklenmiştir. Ardından ultra turrax kullanılarak 15000 rpm'de 1 dk karıştırılarak pestiller parçalanmıştır. Daha sonra ultrasonik su banyosunda 30 dakika süreyle direk ekstraksiyona bırakılmıştır. Süre sonunda örnekler Falcon tüplerine alınarak 6000 rpm'de, 4 °C'de 15 dakika santrifüjlendikten sonra karışım Whatman No:1 filtre kâğıdından süzülerek ekstrakt elde edilmiştir. Ekstraktlar toplam fenolik madde, toplam flavonoid, monomerik antosiyanin antioksidan aktivite (DPPH ve ABTS) analizlerinde kullanılmıştır (Şengül et al., 2010).

### 2.5. Toplam Fenolik İçeriğinin Belirlenmesi

Bu amaçla 0.1 mL ekstrakt cam tüplere aktarılmıştır. Ardından 2.5 mL 0.2 N Folin-Ciocalteu reaktifi (FCR) eklenmiş ve vortex ile karıştırılmıştır. 3 dakika bekleme süresinin ardından 2 mL %7.5'luk sodyum karbonat ($Na_2CO_3$) çözeltisi ilave edilerek tekrar vortexlenmiştir. Karışım 2 saat oda sıcaklığında ve karanlıkta inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda örneklerin absorbans değerleri, spektrofotometrede (PG Instruments T60V, İngiltere) 760 nm dalga boyunda ölçülmüştür. Örneklerin toplam fenolik içerikleri, mg gallik asit eşdeğeri (GAE)\g olarak ifade edilmiştir (Şengül et al., 2023).

### 2.6. Toplam Flavonoid İçeriği

Bu amaçla 250 µL ekstrakt alınarak üzerine 1250 µL saf su eklenmiş ve vortexlenmiştir. Ardından karışıma 75 µL %5'lik $NaNO_2$ ilave edilerek tekrar vortexlenmiş ve karışım 6 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda karışıma %10'luk 150 µL $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ eklenmiş, yeniden vortexlenmiş ve 5 dakika bekletilmiştir. Son olarak 500 µL %4'lük NaOH çözeltisi eklenmiş ve karışım vortexlenmiştir. Karışım 15 dakika inkübe edildikten sonra, örneklerin absorbans değerleri spektrofotometrede (PG Instruments T60V, İngiltere) 510 nm dalga boyunda okunmuştur. Toplam flavonoid içeriği, farklı konsantrasyonlarda (10-500 mg/kg) hazırlanan kuersetin kullanılarak absorbans okumaları yapılmış ve elden edilen absorbanslar ve kuersetin konsantrasyonları kullanılarak hesaplama yapılmış sonuçlar mg kuersetin eşdeğeri (KE) /g olarak ifade edilmiştir (Şengül et al., 2023).

### 2.7. Toplam Monomerik Antosiyanin

Toplam monomerik antosiyanin içeriği, (Giusti & Wrolstad, 2001) tarafından önerilen yöntemle belirlenmiştir. Ekstraktlardan 0.5 mL alınarak, pH 1.0 için 0.025 M KCl çözeltisi ve pH 4.5 için 0.2 M asetat tamponu ile seyreltilmiştir. Her iki pH seviyesinde de çözeltinin absorbans değerleri, spektrofotometrede (PG Instruments T60V, İngiltere) 515 nm ve 700 nm dalga boylarında ölçülmüştür. Toplam monomerik antosiyanin içeriği, siyanidin 3-glikozit eşdeğeri olarak mg/kg cinsinden hesaplanmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

### 2.8. Antioksidan Aktivitesinin Belirlenmesi

#### 2.8.1. DPPH· Radikal Temizleme Aktivitesi

DPPH radikal temizleme aktivitesini analiz etmek için Brand-Williams et al. (1995) tarafından geliştirilen yöntem kullanılmıştır. İlk olarak 25 µL örnek ekstraktı alınarak önceden hazırlanan 0.1 mM'lik 2475 µL DPPH çözeltisi örneklere eklenmiş ve karışım vortekslenmiştir. Ardından örnekler karanlık ortamda ve oda sıcaklığında 30 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda, örneklerin absorbans değerleri, 517 nm dalga boyunda bir spektrofotometre (PG Instruments T60V, İngiltere) ile ölçülmüştür. Trolox çözeltisi ile 5-25 mikromol aralığında bir kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Sonuçlar, kalibrasyon eğrisinden elde edilen denklem kullanılarak mg Trolox eşdeğeri (TE)/ g olarak hesaplanmıştır.

#### 2.8.2. $ABTS^{\cdot+}$ Radikal Temizleme Aktivitesi

Ekstrakların ABTS radikal temizleme aktivitesini incelemek amacıyla 2,45 mM ABTS (2.2'-Azino-bis (3-etilbenztiazolin-6-sülfonik asit)) çözeltisi bir gün önce hazırlanmıştır. Bu amaçla, ABTS çözeltisine 7 Mm potasyum persülfat çözeltisi eklenmiş, karıştırılmış ve 16 saat süreyle karanlık ortamda bekletilmiştir. Çözeltinin absorbansı 734 nm dalga boyunda bir spektrofotometre ile ölçülmüş ve 0.700±0.025 değere ayarlanmıştır. 25 µL ekstrakt örnekleri tüplere aktarılmış, ardından 2475 µL ABTS radikali eklenmiş ve tüpler vorteklenmiştir. Örnekler daha sonra karanlık ortamda 6 dakika inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda, örneklerin absorbans değerleri spektrofotometre ile 734 nm dalga boyunda okunmuştur. Trolox çözeltisi kullanılarak 5-25 mikromol aralığında bir kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Sonuçlar, kalibrasyon eğrisinden elde edilen denklem kullanılarak mg Trolox eşdeğeri (TE)/ g olarak hesaplanmıştır (Bayram et al., 2024).

### 2.9. İstatistiksel Analiz

Bu çalışma 2 tekerrür ve 3 paralelli olarak gerçekleştirilmiştir. Tüm veriler IBM SPSS Statistics Sürüm 20.0 paket yazılımı kullanılarak istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Sonuçlar standart sapmalı olarak verilmiştir.

## 3. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Hibiskus pestilinin bazı fizikokimyasal özellikleri, toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve toplam monomerik antosiyanin miktarları ile antioksidan kapasitesi Tablo 1'de verilmiştir. Ürünün kuru madde miktarı %77.08±0.26, toplam kül miktarı %0.32±0.06, titrasyon asitliği %0.99±0.01 ve pH değeri ise 2.93±0.01 olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Bu pH değeri ve toplam kuru madde içeriği, hibiskus pestilinin mikrobiyal açıdan raf ömrünün daha uzun olabileceğini göstermektedir (Rahman, 2004). Hibiskus pestilinin L* değerinin 28.09±0,71, a* değerinin 8.36±0.70 ve b* değerinin 2.26±0.20, C* değerinin 8.66±0.72 ve H° değerinin 15.11±0.66 olması, pestilin koyu renkli kırmızımsı-mor bir renge sahip olduğunu göstermektedir (Tablo 1).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Tablo 1.** Hibiskus pestilinin bazı fizikokimyasal özellikleri, toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve toplam monomerik antosiyanin miktarları ile antioksidan kapasitesi

| Özellikler | Sonuçlar |
|---|---|
| **Toplam Kuru Madde (%)** | 77.08±0.26 |
| **Toplam Kül (%)** | 0.32±0.06 |
| **pH** | 2.93±0.01 |
| **Titrasyon Asitliği (%)** | 0.99±0.01 |
| **L*** | 28.09±0.71 |
| **a*** | +8.36±0.70 |
| **b*** | +2.26±0.20 |
| **C*** | 8.66±0.72 |
| **H°** | 15.11±0.66 |
| **Toplam Fenolik Madde (mg GAE/g)** | 1.91±0.03 |
| **Toplam Flavonoid (mg KE/g)** | 1.01±0.05 |
| **Toplam Monomerik Antosiyanin (TMA) (mg cy-3glu/kg)** | 260.50±8.74 |
| **DPPH (mg TE/g)** | 1.06±0.08 |
| **ABTS (mg TE/g)** | 2.89±0.19 |

Yapılan bir araştırmada dut pekmezine buğday unu, mısır unu, patates unu, şeker, süt ve çiçek balı farklı kombinasyonlarda ilave edilerek pestil üretimi gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda pestillerin kül içerikleri %0.66-%1.71 olarak tespit edilmiş ve pestillerin farklı formülasyonlarının kül miktarını değiştirebileceği de ifade edilmiştir (Yuksel et al., 2022). Ahmad et al. (2018), ürettikleri ananas-hibiskus karışımlı pestil örneklerinde kuru madde miktarını 75 $^{o}$Brix ve pH değerini 3.2 olarak ayarladıkları çalışmada L, a, b değerlerini sırasıyla 22.84±0.51, 1.93±0.39, 1.10±0.12 olarak bulmuşlardır.

Hibiskus pestilinin toplam fenolik madde miktarı 1.91±0.03 mg GAE/g, toplam flavonoid miktarı ise 1.01±0.05 mg KE/g olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Toplam flavonoid içeriği antioksidan aktivite gösteren önemli bir parametredir. Ahmad et al. (2018) çalışmalarında, hibiskus kullanılarak hazırlanan meyve pestilinin toplam fenolik madde içeriğini 2.59 mg GAE/g olarak belirtmişlerdir. Hibiskus-incir meyve barları üzerine yapılan bir çalışmada, toplam fenolik içeriği 228.52-284.22 mg GAE/100 g arasında tespit edilmiştir (Aslam et al., 2023). Çalışmamız sonucunda hibiskus pestilinin toplam fenolik madde ve flavonoid içeriğinin düşük olmasının sebebi, kuru hibiskus çiçeklerinin kullanılması ve pestil üretiminde uygulanan ısıl işlemlerden dolayı bu bileşiklerin konsantrasyonlarının azalmasıdır. Sharma et al. (2016), meyve pestillerinde artan sıcaklıkla birlikte toplam fenolik içeriğinde azalma gözlemlediklerini ve bunun fenolik asitlerin dekarboksilasyonundan kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Hibiskus pestilinin toplam monomerik antosiyanin (TMA) içeriği 260.50±8.74 mg cy-3-glu/kg olarak belirlenmiştir (Tablo 1). Görsel olarak ta bakıldığında pestilin hoş kırmızı-mor bir renge sahip olduğu görülmüştür. Cid-Ortega and Guerrero-Beltrán, (2015), hibiskus çanak

yapraklarının renginin antosiyaninlerden kaynaklandığını, hibiskus yapraklarının ticari öneminin özellikle içermiş olduğu yüksek miktardaki antosiyaninlerden kaynaklandığını belirtmiştir. Farklı hidrokolloid karışımları kullanılarak nar meyvesinden elde edilen pestil üzerine yapılan bir araştırmada (Tontul and Topuz, 2018) farklı hidrokolloid kombinasyonlarıyla üretilen pestilin toplam monomerik antosiyanin içeriğini 4.82–12.64 mg C3G/100 g dm aralığında belirlemişlerdir. Hibiskusun ısıl işlem görme, kurutma gibi işlemlerinin toplam monomerik antosiyanin içeriğinde değişmelere sebep olabileceği bildirilmiştir (Nguyen et al., 2022).

Pestillerin DPPH ve ABTS radikal giderme yöntemleri ile belirlenen antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 1.06±0.08 ve 2.89±0.19 mg TE/g olarak tespit edilmiştir (Tablo 1). Nar, karadut, ahududu ve frenk üzümü meyve sularından elde edilen pestiller üzerine yapılan bir araştırmada pestillerin antioksidan aktiviteleri 0.09-0.32 MmolTE $100g^{-1}$ olarak belirlenmiş ve bu farklılıkların hammadde ve farklı üretim koşullarından kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Göncü et al., 2022). Levent ve Yuksel (2022) farklı pestil formülasyonları üzerine yaptıkları bir araştırmada antioksidan aktiviteyi fosfomolibden yöntemi ile 12,684.09-16,343.94 mg AAE/kg, ve DPPH yöntemi ile 101.34- 329.91 mg AAE/kg olarak tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Çelik et al. (2024) hibiskus çayından pestil üretimi gerçekleştirerek böbrek hastaları üzerine olan etkilerini araştırdıkları bir çalışmada hazır alınan dut pestili ve farklı içerikteki hibiskus çayı pestillerini antioksidan aktivite açısından analiz etmişlerdir. Araştırma sonucunda, antioksidan kapasitesi en yüksek örneğin dut pestili, en düşük örneğin ise hibiskus+portakal kabuğu pestili olduğunu tespit etmişlerdir. Yaptığımız araştırmada kurutulmuş hibiskus yapraklarının pestil üretiminde kullanılması dolayısıyla kurutma sırasında uygulanan ısıl işlemden kaynaklı degradasyonlardan, pestil üretiminde kaynatma, koyulaştırma ve kurutma işlemleri sırasında uygulanan ısıl işlemlerden dolayı flavonoidlerin ve diğer fenolik maddelerin parçalandığı, bunun sonucunda da antioksidan aktivitenin düşük olduğu düşünülmektedir.

## 4. SONUÇ

Ülkemizde üretilen geleneksel pestillere alternatif bir ürün olarak yeni bir pestil üretimini gerçekleştirmek amacıyla yapılan bu araştırmada, kurutulmuş hibiskus çiçeği kullanılarak geleneksel yöntemle pestil üretilmiştir. Üretilen pestillerin suda çözünür kuru madde, pH ve titrasyon asitliği gibi temel kalite parametrelerinin genel olarak, daha önce pestil ile ilgili yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla benzerlik gösterdiği belirlenmiştir. Pestillerin kırmızı-mor renge sahip oldukları, yapılan analizlerde de toplam monomerik antosiyanin miktarlarının yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak hibiskus pestillerinin toplam fenolik madde ve toplam flavonoid miktarları ile antioksidan aktivitelerinin düşük olduğu, bunun da araştırmada kurutulmuş hibiskus yapraklarının pestil üretiminde kullanılması dolayısıyla kurutma sırasında uygulanan ısıl işlemden kaynaklı degradasyonlardan, pestil üretiminde uygulanan ısıl işlemlerden dolayı flavonoidlerin ve diğer fenolik maddelerin parçalanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Yazar İsa Arslan KARAKÜTÜK, TÜBİTAK-BİDEB 2211-A Yurt İçi Doktora Burs Programı tarafından desteklenmektedir.

**KAYNAKLAR**

Ahmad, N., Shafi'i, S. N., Hassan, N. H., Rajab, A., & Othman, A. (2018). Physicochemical and sensorial properties of optimised roselle-pineapple leather. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, *22*(1), 35-44. https://doi.org/10.17576/mjas-2018-2201-05

Ahmed, T., Rana, M. R., Hossain, M. A., Ullah, S., & Suzauddula, M. (2024). Optimization of ultrasound-assisted extraction using response surface methodology for total anthocyanin content, total phenolic content, and antioxidant activities of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) calyces and comparison with conventional Soxhlet extraction. *Biomass Conversion and Biorefinery*, *14*(22), 28985-28999. https://doi.org/10.1007/s13399-023-03881-y

Ali, A., Abdul-Azeez, L., Humood, J., Ali, Z., Helal, Z., & Wahab, F. (2016). The effect of ethanolic extract of *Hibiscus sabdariffa* on some physiological and antioxidant parameters in female rabbits. *J. Anim. Health Prod*, *4*(2), 37-41. https://doi.org/10.14737/journal.jahp/2016/4.2.37.41

Anokwuru, C. P., Esiaba, I., Ajibaye, O., & Adesuyi, A. O. (2011). Polyphenolic content and antioxidant activity of Hibiscus sabdariffa calyx. https://doi.org/10.3923/rjmp.2011.557.566.

Anonim. (2025). https://tr.wikipedia.org/wiki/Pestil

Aslam, H., Nadeem, M., Shahid, U., Ranjha, M. M. A. N., Khalid, W., Qureshi, T. M., Nadeem, M. A., Asif, A., Fatima, M., Rahim, M. A., & Awuchi, C. G. (2023). Physicochemical characteristics, antioxidant potential, and shelf stability of developed roselle-fig fruit bar. *Food Science & Nutrition*, *11*(7), 4219-4232. https://doi.org/10.1002/fsn3.3436

Baker, M. T., Lu, P., Parrella, J. A., & Leggette, H. R. (2022). Consumer acceptance toward functional foods: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(3). https://doi.org/10.3390/ijerph19031217

Bayram, H. M., Ozkan, K., Ozturkcan, A., Sagdic, O., Gunes, E., & Karadag, A. (2024). Effect of drying methods on free and bound phenolic compounds, antioxidant capacities, and bioaccessibility of Cornelian cherry. *European Food Research and Technology*, *250*(9), 2461-2478. https://doi.org/10.1007/s00217-024-04552-6

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a Free-Radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology-Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, *28*(1), 25-30. https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5

Cid-Ortega, S., Guerrero-Beltrán, J. A. (2015). Roselle calyces (*Hibiscus sabdariffa*), an alternative to the food and beverages industries: a review. J. Food Sci. Technol. 52(11), 6859-6869. https://doi.org/10.1007/s13197-015-1800-9.

Çakır, E., & Bayram, Y. (2024). The effect of functional component grape seed powder on the bioactive, physicochemical, and sensory properties of wild cornelian cherry (*Cornus*

*mas* L.) and blackthorn (*Prunus spinosa*) fruit leathers. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, *28*(4), 720-727. https://doi.org/10.29050/harranziraat.1484629

Çelik, Z., Omurtag Korkmaz, B., Kurubal, H., Gülük, S., & Tınkır, N. (2024). *Böbrek Hastalarına Yönelik Hazırlanan Farklı İçerikte Hibiskus (Hibiscus Sabdariffa L.) Çayı Pestillerinin Potasyum Miktarının, Antioksidan Kapasitelerinin Ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin İncelenmesi* XI. Uluslararası Beslenme ve Diyetetik Kongresi Turkey.

Cemeroğlu, B. (2007). Gıda analizleri. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, *34*, 168-171.

Ersus, S., & Hepçimen, A. Z. (2021). Effects of different formulations on quality of pomegranate pestil. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *58*(1), 9-15. https://doi.org/10.20289/zfdergi.715125

Fraga, C. G., Croft, K. D., Kennedy, D. O., & Tomás-Barberán, F. A. (2019). The effects of polyphenols and other bioactives on human health. *Food & function*, *10*(2), 514-528. https://doi.org/10.1039/C8FO01997E

Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. *Current protocols in food analytical chemistry*(1), F1. 2.1-F1. 2.13. https://doi.org/10.1002/0471142913.faf0102s00

Göncü, A., Kuzumoglu, Y., & Çelik, I. (2022). Production of pestil from commercially available pomegranate, black mulberry, raspberry and blackcurrant juices and determination of some quality characteristics.519-527. http://doi.org/10.29050/harranziraat.1127062

Kara, O. O., & Küçüköner, E. (2019). Geleneksel bir meyve çerezi: Pestil. *Akademik Gıda*, *17*(2), 260-268. https://doi.org/10.24323/akademik-gida.613621

Levent, O., & Yuksel, F. (2022). Effect of rice flour incorporation on some physicochemical, color, rheological, bioactive and sensory properties of a new pestil formulation: one factor design approach and optimization. *Journal of Food Science and Technology*, *59*(9), 3609-3618. https://doi.org/10.1007/s13197-022-05367-7

Maganha, E. G., da Costa Halmenschlager, R., Rosa, R. M., Henriques, J. A. P., de Paula Ramos, A. L. L., & Saffi, J. (2010). Pharmacological evidences for the extracts and secondary metabolites from plants of the genus Hibiscus. *Food chemistry*, *118*(1), 1-10. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.04.005

Mohd-Esa, N., Hern, F. S., Ismail, A., & Yee, C. L. (2010). Antioxidant activity in different parts of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extracts and potential exploitation of the seeds. *Food Chemistry*, *122*(4), 1055-1060. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.074

Nguyen, Q. D., Dang, T. T., Nguyen, T. V. L., Nguyen, T. T. D., & Nguyen, N. N. (2022). Microencapsulation of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) anthocyanins: effects of drying conditions on some physicochemical properties and antioxidant activities of spray-dried powder. *Food science & nutrition*, *10*(1), 191-203. http://doi.org/10.1002/fsn3.2659

Rahman, M. S. (2004). pH in food preservation. *Food Scıence and Technology-New York-Marcel Dekker*, *167*, 287.

Rizkiyah, D. N., Putra, N. R., Yunus, M. A. C., Veza, I., Irianto, I., Aziz, A. H. A., ... & Ikhwani, I. (2023). Insight into green extraction for roselle as a source of natural red pigments: A review. *Molecules*, *28*(3), 1336. https://doi.org/10.3390/molecules28031336

Şengül, M., Karakütük, İ. A., Aksoy, S., & Zor, M. (2023). The effect of different cooking methods and addition of different sweeteners on the physicochemical and antioxidant properties of aronia marmalade. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, *11*(10), 1917-1925. https://doi.org/10.24925/turjaf.v11i10.1917-1925.6217

Sengul, M., Unver, H., Topdas, E. F., Akbulut, M., Coklar, H., & Yilmaz, B. (2022). Evaluation of antioxidant properties and phenolic and aromatic profiles of cornelian cherry pestil samples prepared with sucrose and stevia addition. *Journal of Food Processing and Preservation*, *46*(7), e16681. http://doi.org/10.1111/jfpp.16681

Şengül, M., Yıldız, H., Güngör, N., & Okçu, Z. (2010). Total phenolic content, antioxidant activity, some physical and chemical properties of pestil. *Asian Journal of Chemistry*, *22*(1), 448-454.

Sharma, P., Ramchiary, M., Samyor, D., & Das, A. B. (2016). Study on the phytochemical properties of pineapple fruit leather processed by extrusion cooking. *LWT-Food Science and Technology*, *72*, 534-543. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.001

Tepe, H. D., & Doyuk, F. (2024). Antioxidant potential and phytochemical profile of althaea (hatmi) and hibiscus flower extracts: A comprehensive analysis. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, *13*(4), 120-128. http://doi.org/10.46810/tdfd.1528676

Tontul, I., & Topuz, A. (2018). Production of pomegranate fruit leather (pestil) using different hydrocolloid mixtures: An optimization study by mixture design. *Journal of Food Process Engineering*, *41*(3), e12657. http://doi.org/10.1111.jfpe.12657

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# DEGRADATION OF METHYLENE BLUE DYE BY MAGNETIC NANOCOMPOSITE

**MSc student, Cansel FIRAT**

Atatürk University, Institute of Science and Technology

cansel.firat16@ogr.atauni.edu.tr - 0009-0007-5260-9095

**Asst. Prof. Dr. Kübra SOLAK**

Atatürk University, East Anatolia High Technology Application and Research Center (DAYTAM)

kubrasolak@atauni.edu.tr - 0000-0001-6643-3368

**Assoc. Prof. Dr. Yağmur ÜNVER**

Atatürk University, Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science

yunver@atauni.edu.tr - 0000-0003-1497-081X

## ABSTRACT

Azo dyes constitute nearly 70% of all synthetic dyes used worldwide and pose significant environmental and health risks due to their carcinogenic, mutagenic, and toxic properties. Titanium dioxide nanoparticles ($TiO_2$ NPs) have been used as model photocatalysts due to their chemical and biological stability, low cost, non-toxicity and high efficiency in environmental treatment [1,2].The incorporation of $TiO_2$ NPs with transition metals like iron has demonstrated encouraging outcomes to enhance the photocatalytic degradation of azo dyes under visible light exposure [3]. This study aimed to degrade methylene blue (MB), an azo dye, in a short time and with a higher degradation percentage using $TiO_2$ modified with $Fe_3O_4$ magnetic nanocomposites[1]. The $Fe_3O_4$@$TiO_2$ nanocomposites were synthesized by co-precipitation method. MB solutions (100 ppm) were treated under visible light with varying nanocomposite doses (0.1–1.6 µg/ml). Samples were taken at designated time intervals (0–120 hours), and dye concentration was monitored via UV–Vis spectroscopy across 250–800 nm. The absorbance results obtained are calculated using the % removal equation. The optimal dye removal efficiency was achieved at 120 hours using 0.4 µg/ml of $Fe_3O_4$@$TiO_2$ MNPs, indicating the potential of these nanoparticles as effective long-term azo dye degradation under visible light[2].

**Keywords:** Magnetic nanoparticles, azo dye degradation, methylene blue

[1] This study is derived from the master thesis titled "Decolorization of Some Industrial Dyes by Pseudomonas aeruginosa Immobilized with $Fe_3O_4$@$TiO_2$ Magnetic Nanoparticles". Institute of Science and Technology, 2025, Unpublished

[2] This study was supported by the Scientific Research Foundation of Atatürk University under Grant Number FYL-2024-14732

# PURİFİCATİON AND CHARACTERİZATİON OF POLYSACCHARİDES FROM *PRANGOS FERULACEA (L.)* PLANT BY TPP (THREE PHASE PARTİTİONİNG) METHOD[1]

**Amina IBRAHIMOVA[1]**

Atatürk University

amina.ibrahimova231@ogr.atauni.edu.tr - ORCID ID: 0009-0000-2775-5372

**Rahime ALTINTAS[2]**

Atatürk University

rahime.altintas21@ogr.atauni.edu.tr- ORCID:0000-0003-0740-2312

**Melda ŞİŞECİOĞLU[3]**

Atatürk University

msisecioglu@atauni.edu.tr - ORCID ID: 0000-0002-1127-0570

## ABSTRACT

Polysaccharides are increasingly recognized as functional biomolecules due to their diverse biological activities. Numerous studies have reported that polysaccharides isolated from natural sources such as plants, animals, fungi, and seaweeds exhibit a wide range of pharmacological properties, including anti-inflammatory, immunomodulatory, antioxidant, and antitumor effects. Among these, plant-derived polysaccharides are particularly attractive because of their biocompatibility and low toxicity, offering distinct advantages over those obtained from microorganisms or animals.

In recent years, the three-phase partitioning (TPP) method has gained attention as an efficient and cost-effective alternative to conventional purification techniques, which are often time-consuming and expensive. In this study, polysaccharides were extracted from *Prangos ferulacea*, a plant native to the Erzurum region of Türkiye, using the TPP method. The extracted polysaccharides were then characterized, and their antioxidant activities were evaluated using DPPH, ABTS, and total phenolic content assays.

[1] Çalışma tübitak 1002 124Z690 nolu proje ile desteklenmiştir .

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

The TPP conditions were optimized as follows: ammonium sulfate concentration at 50% (w/v), extract-to-butanol ratio of 1.0:1.5 (v/v), pH 7, and extraction temperature of 30 °C. Under these conditions, the extracted polysaccharides demonstrated significant antioxidant activity, with a phenolic content of 152 mg/mL, ABTS radical scavenging activity of 60%, and DPPH activity of 70%. Furthermore, the polysaccharides exhibited a carbohydrate content of 210 mg/mL and a protein content of 0.002 mg/mL.

These findings suggest that the bioactive polysaccharides obtained from *Prangos ferulacea* via an efficient TPP-based extraction process hold promising potential for further pharmaceutical and nutraceutical applications, contributing novel insights to the scientific literature.

**Keywords:** Bioactive compounds, Polysaccharide, TPP, *Prangos ferulacea*

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# GOSSYPETİN'İN CA I VE CA II, ASETİLKOLİNESTERAZ, α-GLİKOZİDAZ, ENZİMLERİ ÜZERİNE İNHİBİSYON ETKİLERİNİN VE ANTİOKSİDAN KAPASİTESİNİN İNCELENMESİ

**Elif BULDUK**

Atatürk Üniversitesi /Fen Fakültesi

elif.bulduk19@ogr.atauni.edu.tr- 0009-0005-7153-3765

## ÖZET

Antioksidanlar, hücrede meydana gelen oksidatif stresin giderilmesinde kritik öneme sahip bileşiklerdir. Oksidatif stres ise hücre içerisinde biriken serbest radikallerin ve reaktif oksijen türlerinin aşırı miktarda birikmesi sonucu oluşmaktadır. Hücrelerde ortaya çıkan reaktif oksijen türleri hücre hasarına sebep olmaktadır. Meydana gelen bu hasarlar öncelikli olarak DNA, lipitler ve proteinler üzerinde ciddi değişikliklere sebep olarak, hücre fonksiyonlarını bozarak ve hastalıkların gelişimine zemin hazırlamaktadır. Bu tahribatların giderilmesi ve olumsuz etkilerinin nötralize edilmesi için antioksidan bileşikler kullanılmaktadır. Bu çalışmanın konusu olan Gossypetin de *Hibiscus sabdariffa* bitkisinin yapısında yer alan bir flavonoiddir. *Hibiscus sabdariffa,* tropikal bölgelerde yaygın biçimde yetişen ve halk arasında "*ekinezya*" ya da "*hibisküs*" olarak bilinen bir bitkidir. Gossypetin, flavonoid ailesine ait güçlü bir polifenolik bitki olmasıyla antioksidan, anti-inflamatuar, antikanser antimikrobiyal, önleyici koruyucu ve nöroprotektif etkileri ile geniş bir biyolojik aktivite spektrumuna sahiptir. Çalışma kapsamında laboratuvar ortamında DPPH, ABTS, FRAP-TPTZ, CUPRAC, DMPD, FRAP-Demir indirgeme metotlarıyla antioksidan çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Enzim inhibisyon aktivite ölçümleri içinse CA I, CA II, asetilkolin esteraz, bütirilkolin esteraz ve alfa glikozidaz yöntemleri kullanılarak veriler elde edilmiştir. Elde edilen veriler Gossypetin maddesinin güçlü bir antioksidan olduğuna dair veriler sunmaktadır. Enzim inhibisyon çalışmalarında da Gossypetin için anlamlı değerler elde edilmiştir. Elde edilen bu çalışma veriler sonucunda yukarıda belirtilen hastalıklar için umut veren bir bileşik olduğu düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Antioksidan, Gossypetin, Enzim aktivite

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# PRODUCTION of INVERTASE ENZYME by LOCAL ISOLATE B4-2 and OPTIMIZATION of PROCESS PARAMETERS

**Neslihan KELES**

Atatürk University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Erzurum, Turkey,

neslihankeles411@gmail.com- 0009-0008-6004-4298

**Asst. Prof. Dr. Mehmet Akif OMEROGLU**

Atatürk University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Erzurum, Turkey,

akif.omeroglu@atauni.edu.tr- 0000-0003-0694-2480

## Abstract

Invertase enzyme is known as a globular protein capable of hydrolyzing sucrose in living organisms. There has been various applications of the enzyme in food, cosmetics and pharmaceutical industries. Thus, invertase is considered to be an interesting enzyme which would be widely used in industrial processes. Invertase enzyme is found in yeasts, fungi, bacteria, plants and some animals. Microbial production of enzyme is more preferred since it offers some advantages such as easier production, higher stability, cost-effectiveness and lesser time requirements. It is more simple to culture and produce fungal isolates in laboratory conditions, they do not require complex media for growth and they are more tolerant to extreme environments. *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus niger* and *Pichia pastoris* are mostly used microorganisms for microbial invertase production processes. In the current study, naturally fermented pickle and vinegar samples were used as isolation source for microorganisms. Sucrolytic activities of the isolates obtained from naturally fermented pickle and vinegar samples were investigated. Among the isolates, the strain coded B4-2 was found to have the highest sucrolytic activity. As a result of optimization studies for invertase enzyme production with B4-2, the optimal parameters were determined as sucrose concentration of 40 g/L, 30 °C, pH 5.0 and 36 h of incubation time.

**Key Words:** Invertase, Sucrose, Yeast Isolate

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. INTRODUCTION

Enzymes are a basic biocatalyst synthesized by all living organisms and involved in all processes of life. They have specific and high activity against the target substrate (Rufer et al. 2021).

Invertase enzyme is a globular enzyme breaking down sucrose into equal amounts of D-glucose and D-fructose in living organisms, thus the mixture is called invert sugar. Invert sugar is sweeter than sucrose due to the presence of fructose. Invert sugar is preferred because it reduces the number of sweeteners used in the food industry, including the fact that fructose in invert sugars is sweeter than sucrose and the crystallization rate in fructose is long, and it also improves the shelf life of products (Manoochehri et al 2020).

The invertase enzyme is widely found in fungi, yeast, bacteria, plants and some animals, especially in baker's yeast and certain plants. In plants, invertase only helps in metabolism, osmoregulation, development and defense system, while in humans it is an immune booster, antioxidant and in some cases helps in the treatment of bone cancer or stomach cancer patients. Invertases are divided into two groups: acid and neutral invertases. The optimum pH value of acidic invertases is between 3.5-5, while the optimum value of neutral invertases is between 6.8-9 (Cocula et al. 2022).

In various biotechnological applications, invertase enzyme is utilised in beverages, confectionery, bakery, invert sugar, high fructose syrup, artificial honey, baby food, cough syrups and digestive aid tablets (Lincoln et al. 2017). Therefore, it is an interesting enzyme widely used in industrial processes. Since sucrose production is an irreversible path, it can only be used as an energy source in the presence of sucrose degrading enzyme. In traditional invert sugar production, the yield is low and intermediate products are also produced, so it is not economical. Instead, the use of microorganisms in biotechnology is more efficient. It can produce many different enzymes at low cost and without intermediate products (Alonso-Estrada, et al. 2024). Invertase is mostly found in more than one form in yeasts, extracellular invertase or intracellular invertase (Romero-Gómez et al. 2000). Extracellular yeast invertase is a glycoprotein containing approximately 50% carbohydrates, 5% mannose, 3% glucosamine, whereas intracellular invertase contains no carbohydrates (Lahiri et al. 2012).

In fungi, especially *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus niger* and *Pichia pastoris* are the most preferred fungi for invertase production via cellular anabolism (Osiebe et al. 2023). It is easier to produce yeast cells in laboratory conditions, they do not need mixed media for growth, they grow faster by budding in laboratory conditions compared to plants and they offer much easier scalability compared to microalgae. They are much more tolerant to environments such as acidic, alkaline, hot, cold, salinity and UV compared to bacterial strains. Yeasts do not cause phage infection, so they are advantageous (Rodriguez-Ocasio et al. 2022). With the metabolic engineering and lignocellulosic properties of yeast, it provides rapid bioproduction with different renewable raw materials (Zhang et al. 2023). In addition, yeast cells have an important properties for recombinant protein production (Thak et al. 2020).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

The rapid raise in the world population, increases in industrialization, problems caused by pollution, the demand for various enzyme yields (especially for invertase enzyme), and wastes originating from agricultural industry lead to high amounts of waste accumulation worldwide, which creates a new area for the use of microbial enzymes. Thanks to the technology allowing us to recover compounds, biovaluable compounds can be synthesized with food waste containing carbon and nitrogen sources. For this reason, biotechnological and enviromentally friendly processes are being carried out for wastes rich in carbon and nitrogen instead of conventional recycling methods (Mahendran et al. 2024).

## 2. MATERIAL & METHOD

### 2.1 Isolation of Microorganisms

The microorganisms used in the study were isolated from various naturally fermented pickle and vinegar samples. Naturally fermented pickle and vinegar samples were diluted under sterile conditions and 0.1 ml of them were spread on potato dextrose agar (PDA) medium containing 0.01% chloramphenicol (to inhibit bacterial growth) and incubated at 30 °C for 24-48 hours. After incubation, different colonies were selected according to their morphological characteristics and purified. Then, stock cultures of the selected fungal isolates were prepared and stored at -86 °C (Osiebe et al 2023).

### 2.2 Investigation of Sucrolytic Activities of Isolates

Commercial sucrose, which is the substrate of invertase enzyme, was used as a carbon source. To investigate the sucrolytic activity of the selected isolates, liquid media containing sucrose as a carbon source were prepared and the isolates were inoculated into the media and incubated under appropriate conditions. After incubation, the culture media were centrifuged and the supernatant parts were used as the enzyme source. The absorbance of the invertase enzyme was determined spectrophotometrically at 550nm. The strain showing the highest sucrolytic activity was determined according to the absorbance values.

### 2.3 Optimization of Culture Medium for Invertase Enzyme Production

In the first stage of optimization studies, the effects of temperature and pH parameters on invertase activity were investigated. For this purpose, different temperature (25-45 °C) and initial pH values (4.5, 0-6.5) were tested, respectively. Then, commercial sucrose concentration, peptone concentration and incubation time were examined. Different sucrose concentrations (20-50 g/L), peptone concentrations (1-7g/L) and incubation times (12-72 hours) were investigated to determine their effects on invertase enzyme production. All fermentation processes were carried out in a shaking incubator at 150 rpm.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 3. RESULT and DİSCUSSİON

### 3.1 Isolation and Screening of Invertase Enzyme-Producing Strains

Isolation was performed from naturally fermented pickle and vinegar samples and the samples were inoculated on PDA media containing 0.01% chloramphenicol by the spreading method and left for incubation. After 24-48 hours of incubation, colonies were selected and purified according to their morphological characteristics. As a result, 11 different fungal isolates were obtained. The sucrolytic activity of isolates were investigated in sucrose-based liquid media. After incubation under appropriate conditions, absorbance values of samples taken from the media were compared and the isolate with the highest value was determined to be B4-2 strain.

### 3.2 Effect of Culture Parameters on Invertase Enzyme Production

Optimum values of pH, temperature, commercial sucrose concentration, peptone concentration and incubation time were determined to increase invertase enzyme production by B4-2 strain.

First, the optimal temperature of the production medium was investigated, while other culture parameters were kept constant (pH 5, commercial sucrose of 30 g/L, peptone concentration of 3 g/L and incubation time of 48 hours) and fermentation processes were carried out at 25, 30, 35, 40 and 45 °C, respectively. The optimum temperature was determined as 30 °C as a result of process.

The initial pH of the production medium was set at 4.5-6.5 with increment of 0.5 and the effect of pH was investigated in the processes performed by keeping other culture parameters constant (30°C, commercial sucrose of 30 g/L, peptone concentration of 3 g/L and incubation time of 48 hours). The optimum pH for invertase enzyme production was found to be 5.

To determine the effect of different sucrose concentrations on invertase enzyme production, production media with different sucrose concentrations (20, 30, 40 and 50 g/L) were prepared by keeping pH 5, temperature 30°C and other culture parameters constant (peptone concentration of 3 g/L and incubation time of 48 hours). At the end of the incubation period, the sucrose concentration for maximum invertase enzyme production was determined to be 40 g/L.

In order to detect the optimum peptone concentration, the effects of different peptone concentrations (1, 3, 5 and 7 g/L) on invertase enzyme production were investigated under previously determined optimum conditions (30°C, pH 5 and commercial sucrose of 40 g/L). The optimum peptone concentration for the highest invertase enzyme production was detected to be 1 g/L.

The culture media were prepared under the determined optimum conditions (30°C, pH 5, commercial sucrose of 40 g/L and peptone concentration of 1 g/L) and the effects of different

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

incubation times (12, 24, 36, 48, 60 and 72 hours) on invertase enzyme production were examined. The optimum incubation time for the highest invertase production was designated as 36 hours.

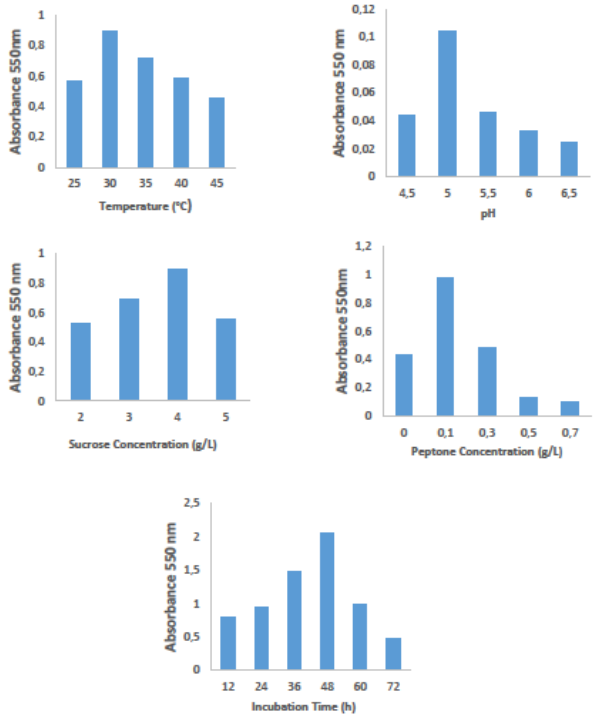



**Figure1.** Effect of culture parameters on the enzyme production

## 4. CONCLUSION

The present study revealed that B4-2 isolated from naturally fermented vinegar and naturally fermented pickle samples have the ability to produce invertase enzyme. It was clearly observed that B4-2 strain could be used for invertase enzyme production and the invertase enzyme production could be significantly increased by using the optimization of culture parameters.

## REFERENCES

Alonso-Estrada, D., Ochoa-Viñals, N., Ramos-González, R., Michelena-Álvarez, G., Hurtado-López, G. F., Núñez-Caraballo, A., ... & Ilyina, A. (2024). Invertase production by Rhodotorula toruloides in submerged and surface adhesion on magnetic nanoparticles fermentations. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, *56*, 103035.

Coculo, D., & Lionetti, V. (2022). The plant invertase/pectin methylesterase inhibitor superfamily. *Frontiers in plant science*, *13*, 863892.

Lahiri, S., Basu, A., Sengupta, S., Banerjee, S., Dutta, T., Soren, D., ... & Ghosh, A. K. (2012). Purification and characterization of a trehalase–invertase enzyme with dual activity from Candida utilis. *Archives of biochemistry and biophysics*, *522*(2), 90-99.

Lincoln, L., & More, S. S. (2017). Bacterial invertases: occurrence, production, biochemical characterization, and significance of transfructosylation. *Journal of basic microbiology*, *57*(10), 803-813.

Manoochehri, H., Hosseini, N. F., Saidijam, M., Taheri, M., Rezaee, H., & Nouri, F. (2020). A review on invertase: Its potentials and applications. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, *25*, 101599.

Osiebe, O., Adewale, I. O., & Omafuvbe, B. O. (2023). Production and characterization of intracellular invertase from Saccharomyces cerevisiae (OL629078. 1), using cassava-soybean as a cost-effective substrate. *Scientific Reports*, *13*(1), 16295.

Rodriguez-Ocasio, E., Khalid, A., Truka, C. J., Blenner, M. A., & Jarboe, L. R. (2022). Survey of nonconventional yeasts for lipid and hydrocarbon biotechnology. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, *49*(4), kuac010.

Romero-Gómez, S. J., Augur, C., & Viniegra-González, G. (2000). Invertase production by Aspergillus niger in submerged and solid-state fermentation. *Biotechnology Letters*, *22*, 1255-1258.

Rufer, A. C. (2021). Drug discovery for enzymes. *Drug discovery today*, *26*(4), 875-886.

Thak, E. J., Yoo, S. J., Moon, H. Y., & Kang, H. A. (2020). Yeast synthetic biology for designed cell factories producing secretory recombinant proteins. *FEMS yeast research*, *20*(2), foaa009.

Zhang, F. L., Zhang, L., Zeng, D. W., Liao, S., Fan, Y., Champreda, V., ... & Zhao, X. Q. (2023). Engineering yeast cell factories to produce biodegradable plastics and their monomers: current status and prospects. *Biotechnology Advances*, *68*, 108222.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# SCHIZANDRIN A VE THYMOQUİNONE'UN A549 HÜCRE HATTINDA SİNERJİK ETKİLEŞİMİ VE APOPTOZ ETKİSİ

**MSc. Kamran MURSALOV**

Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü

mursalovkamran876@gmail.com - ORCID: 0009-0005-0852-1470

**MSc. Abdullah ÇİÇEK**

Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü

Abdullah.cicek20@ogr.atauni.edu.tr- ORCID: 0009-0000-9765-952X

**PhD. Betül ARI**

Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü

betulari255@hotmail.com- ORCID: 0000-0002-9720-1292

**Prof. Dr. Orhan ERDOĞAN**

Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü

oerdogan@atauni.edu.tr - ORCID NO: 0000-0001-8908-7293

## ÖZET

Akciğer kanseri, dünya genelinde en yaygın ve ölüm oranı en yüksek kanser türlerinden biridir. Mevcut tedavi seçenekleri çoğu zaman ciddi yan etkilerle sınırlıdır. Kemoterapi, hastalığın progresyonunu veya nüksünü önlemek için yaygın kullanılsa da, doz bağımlı toksisite önemli bir sınırlayıcıdır. Bu nedenle, kemoterapötiklerin sinerjik kullanılması, daha düşük dozlarla etkili sonuçlar elde edilmesini sağlayarak toksisiteyi azaltmaktadır. Terapötik ajanların %70'inden fazlası doğal kaynaklardan elde edilmekte olup, *Schisandra chinensis*'ten izole edilen Schizandrin A ve *Nigella sativa* (çörek otu)'dan elde edilen Thymoquinone, doğal bileşikler arasında yer almaktadır. Thymoquinone'un apoptotik etkisi bilimsel olarak ortaya konmuş, Schizandrin A'nın ise diğer terapötiklerle birlikte kullanıldığında etkinliği artırdığı gösterilmiştir. Bu çalışmanın amacı; bu iki doğal terapötik kullanılarak akciğer (A549) kanseri üzerindeki $IC_{50}$ değerlerini belirleyip ilerleyen çalışmalarda sinerjik etkisinin ortaya çıkarılmasına yardımcı olmaktır.

Bu amaç doğrultusunda Thymoquinone ve Schizandrin A, A549 hücre hattındaki anti-kanser etkisi WST-8 kiti kullanılarak araştırıldı. Bunun için öncelikle Thymoquinone ve Schizandrin A steril hücre kültürü koşullarında 1mg/ml olacak şekilde DMSO'da çözüldü ve stok çözeltileri hazırlandı. $IC_{50}$ değerini farklı doz aralıklarında Thymoquinone için; (50-3,125 µg/ml), Schizandrin A için ise (500-31,25) µg/ml olacak şekilde 48 saat için 96 kuyucuklu plak kullanarak belirlendi. Nanodrop okuyucu ile elde edilen veriler doğrultusunda, Thymoquinone bileşiğinin $IC_{50}$ değerinin 11 µg/ml olduğu, Schizandrin A bileşiğinin ise $IC_{50}$ değerinin 310 µg/ml olduğu bulundu. Bu bulgular bu iki bileşiğin farklı dozlarda A549 hücrelerinde antikanser aktiviteye sahip olduğu belirlendi.

**Anahtar Kelimeler:** Akciğer kanseri, Schizandrin A, Thymoquinone, Antikanser, Sinerjik etki, A549

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# SYNERGISTIC INTERACTION AND APOPTOSIS EFFECT OF SCHIZANDRIN A AND THYMOQUINONE IN A549 CELL LINE

## ABSTRACT

Lung cancer is one of the most common cancers worldwide and has one of the highest mortality rates. Current treatment options are often limited by serious side effects. Although chemotherapy is widely used to prevent disease progression or recurrence, dose-dependent toxicity is a major limitation. Therefore, the synergistic use of chemotherapeutics reduces toxicity by achieving effective results with lower doses. More than 70% of therapeutic agents are derived from natural sources, and Schizandrin A isolated from Schisandra chinensis and Thymoquinone from Nigella sativa (black cumin) are among the natural compounds. The apoptotic effect of Thymoquinone has been scientifically demonstrated and Schizandrin A has been shown to increase the efficacy when used in combination with other therapeutics. The aim of this study was to investigate the synergistic effect of these two natural therapeutics on lung (A549) cancer. For this purpose, the $IC_{50}$ values of the two substances were first determined individually. Then the synergistic effects will be determined.

For this purpose, the anti-cancer effect of Thymoquinone and Schizandrin A on A549 cell line was investigated using WST-8 kit. For this purpose, Thymoquinone and Schizandrin A were dissolved in DMSO at 1mg/ml under sterile cell culture conditions and stock solutions were prepared. $IC_{50}$ values were determined at different dose ranges for Thymoquinone (50-3,125 µg/ml) and Schizandrin A (500-31,25) µg/ml for 48 hours using 96-well plates. According to the data obtained with the nanodrop reader, the $IC_{50}$ value of Thymoquinone was found to be 11 µg/ml and the $IC_{50}$ value of Schizandrin A was found to be 310 µg/ml. These findings indicate that these two compounds have anticancer activity in A549 cells at different doses.

**Keywords:** Lung cancer, Schizandrin A, Thymoquinone, Anticancer, Synergistic effect, A549

[1] This study was supported by Atatürk University Scientific Research Projects Coordination Office (BAP) with the title 'Investigation of the mechanisms of action of potential anti-cancer therapeutics on anti-cancer activity and Bax/Bcl2 pathway in breast (MCF-7) and lung (A-549) cancer cell lines' with the project code FDK-2024-14415. Institute of Science and Technology, Thesis Start date: 08.08.2024, end date: 08.08.2025, this study has not been published yet.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF MONOSODIUM GLUTAMATE AND TANNIC ACID ON THE HEPATOCELLULAR CARCINOMA-ASSOCIATED PCSK9/FASN APOPTOTIC PATHWAY IN RAT LIVER

**Ousmane SOW**

Atatürk University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Erzurum, Turkey,

sow895298@gmail.com - 0009-0004-5494-9681

**Medine Sibel KARAĞAÇ**

Atatürk University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Erzurum, Turkey,

karagacsibel@gmail.com - 0000-0002-8064-1195

**Assoc. Prof. Hamid CEYLAN***

Atatürk University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Erzurum, Turkey,

*hamid.ceylan@atauni.edu.tr - 0000-0003-3781-4406

## ABSTRACT

Hepatocellular carcinoma (HCC) is the leading cause of cancer-related deaths and the fifth most common cancer type worldwide. Alcohol consumption, non-alcoholic fatty liver disease (NAFDL), and genetic and metabolic diseases are among the leading causes of HCC development. Monosodium glutamate (MSG) is a flavor enhancer that is widely used in the food industry. Although it is considered safe for consumption by the World Health Organization (WHO), long-term MSG exposure causes oxidative stress, inflammation, and increased fat accumulation in the liver. In this study, the effects of MSG on *Pcsk9* (proprotein convertase subtilisin/kexin type 9), *Fasn* (fatty acid synthase), *Bax* (BCL2 associated X), *Bcl2* (BCL2 apoptosis regulator), *Tnfa* (tumor necrosis factor), *Casp3* (caspase 3), and *Casp9* (caspase 9) mRNA expression associated with the development of HCC in rat liver tissues were investigated using quantitative real-time PCR (qPCR). In addition, the hepatoprotective potential of tannic acid (TA), a natural polyphenolic compound, was investigated. The results indicated that MSG exposure increased *Pcsk9* and *Fasn* expression, while TA brought the expression levels closer to normal. These findings show that the negative effects of MSG on the Pcsk9-Fasn/Bax/Bcl-2/Casp3/Casp9 pathway, which is known to play a role in the development and progression of HCC in healthy liver tissue, can be alleviated by TA.

**Keywords**: Hepatocellular carcinoma, monosodium glutamate, tannic acid, liver

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. INTRODUCTION

Liver cancer is a prevalent illness and regarded as a significant global health issue due to its intricate pathophysiology, biological composition influenced by genetic and environmental interactions, and restricted therapeutic alternatives, particularly in late stages (Ceylan 2021). Hepatocellular carcinoma (HCC), the predominant form of primary liver cancer in adults, is strongly linked to several risk factors, including viral hepatitis B and C infections, cirrhosis, alcohol intake, fatty liver disease, diabetes, aflatoxin exposure, consumption of herbal products containing aristolochic acid, and poor dietary practices (Ceylan 2021). These factors play a critical role in HCC development by triggering processes such as oxidative stress, inflammation, and DNA damage at the cellular level.

Due to changes in lifestyle and the growing global population, human dietary preferences have undergone a tremendous shift in the past 30 years. Despite being deemed safe by the US Food and Drug Administration (FDA), monosodium glutamate (MSG), a common food ingredient, is the subject of intense discussion over possible adverse consequences (Zanfirescu et al., 2019). MSG has been linked to a number of illnesses, including liver damage, neurotoxicity, and obesity. Concerns about MSG being a possible hepatotoxin in the HCC axis are growing. According to in vivo research, MSG can initiate processes that contribute to the development and spread of HCC, including oxidative stress, inflammation, and apoptosis (Banerjee et al., 2021).

In recent years, interest in the use of bioactive natural compounds to combat complex diseases, such as cancer, has increased. Current research shows that dietary phytochemicals may offer low-cost and less toxic alternatives that can prevent the development or progression of many diseases, including hepatocellular carcinoma (HCC) (Mandlik and Mandlik 2021). Tannic acid (TA), a polyphenol that is naturally present in tea, coffee, and a variety of fruits, is one of these substances. It has potent anti-inflammatory, anti-cancer, and antioxidant qualities (Liczbiński and Bukowska 2022). It is reported that TA offers promising clinical results in the treatment of diseases such as myocardial infarction, renal failure, and various types of cancer thanks to these biological activities (Nie et al., 2016). Furthermore, TA, a common dietary supplement in the pharmaceutical business, has been assessed as a possible therapeutic agent among natural polyphenols, particularly in the prevention or treatment of HCC, and it can block the proliferation of different cancer cells (Özturk et al., 2024), (Xue et al., 2020). In this context, identifying natural and reliable compounds such as TA to reduce monosodium glutamate (MSG)-induced hepatocellular damage is of great importance for the development of new treatment approaches.

The focus of this study was to identify the molecular processes that underlie TA's protective properties and to provide insight into possible future therapeutic uses. The effects of TA and MSG on healthy rat liver were assessed in the first stage. The effects of TA on the genes for fatty acid synthase (FASN) and proprotein convertase subtilisin/kexin type 9 (PCSK9), which are known to be involved in the onset and progression of HCC, were examined in rats using an MSG-induced liver damage model.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 2. MATERIAL AND METHODS

### 2.1. Experimental Design

In the study, 32 Sprague-Dawley rats (Rattus norvegicus, 180±20 g, male, 9-10 weeks old) were used. Experimental procedures were carried out in the laboratory of Atatürk University Experimental Medical Research and Application Centre (ATADEM) with the approval of Atatürk University Animal Experiments Ethics Committee (AÜHADYEK) under the ethical approval document (2021-3/63).

Throughout the duration of the study, the animals were kept at typical humidity levels (40–60%), light levels (12 hours of light and 12 hours of dark), and temperatures (20–22°C). They also had a week-long adaptation phase prior to the initiation of therapy.

Thirty-two animals to be used in the study were randomly divided into four equal groups of eight and were given the following treatments. Rats in the MSG group were given 2 g/kg MSG via gavage for 21 days, while rats in the control group (C) were given saline solution orally (Beyreuther et al., 2007), (Biney et al., 2022); TA group: rats were given 50 mg/kg tannic acid via gavage for 21 days (de Veras et al., 2021), (Tüzmen et al., 2015); combined group (MSG+TA): rats were given both MSG and TA. Treatments were applied as described for the MSG and TA groups.

### 2.2. RNA Isolation and cDNA Synthesis

Rat liver tissue has been analysed using a commercial kit (RNeasy Mini Kit, Qiagen, Germany) to isolate total RNA. Every step was done in accordance with the manufacturer's instructions. A Nanodrop instrument (Multiskan GO, Thermo Scientific) was used to quantify the concentrations and purity of RNA. The iScript cDNA synthesis kit (Bio-Rad) was used to undertake cDNA synthesis in accordance with the manufacturer's instructions.

### 3.3. Primer Design and qPCR

Primer3, an online program (http://bioinfo.ut.ee/primer3-0.4.0/), was used to build primers for target and housekeeping genes. To verify the binding specificities of the proposed primers, the BLAST (https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi) module was utilised. On a Rotor-Gene Q (Qiagen, Hilden, Germany), the SYBR Green (SsoAdvanced Uni SYBR Green Supermix, Bio-Rad) qPCR technique was used to quantify relative gene expressions. Normalisation and relative quantification were done using the Gapdh expression. The comparative ΔΔCt technique of Livak and Schmittgen was used to examine the findings of relative expression (Livak and Schmittgen 2001).

### 4.4. Statistical Analysis

Every measurement was carried out for every animal and sample in triplicate. Tukey's post-hoc test and one-way ANOVA were used in the statistical comparison of the data using Prism software (GraphPad Software, San Diego, CA). Differences that are statistically significant are shown as follows: *** or **** $p < 0.001$ or 0001 (extremely significant); **$p < 0.01$ (very significant); *$p < 0.05$ (significant); $p > 0.05$ or not significant (ns).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 3. RESULTS

The current study's findings demonstrated that MSG intake had a substantial impact on the expression of genes linked to the PCSK9/FASN pathway in HCC.

The livers of rats treated with MSG showed a substantial rise in Pcsk9 and Fasn expression after 21 days (Figure 1). The MSG+TA group's Pcsk9 and Fasn gene expression dropped and drew closer to the control group's than the MSG group did. The application of TA was found to reduce these genes' level of expression.

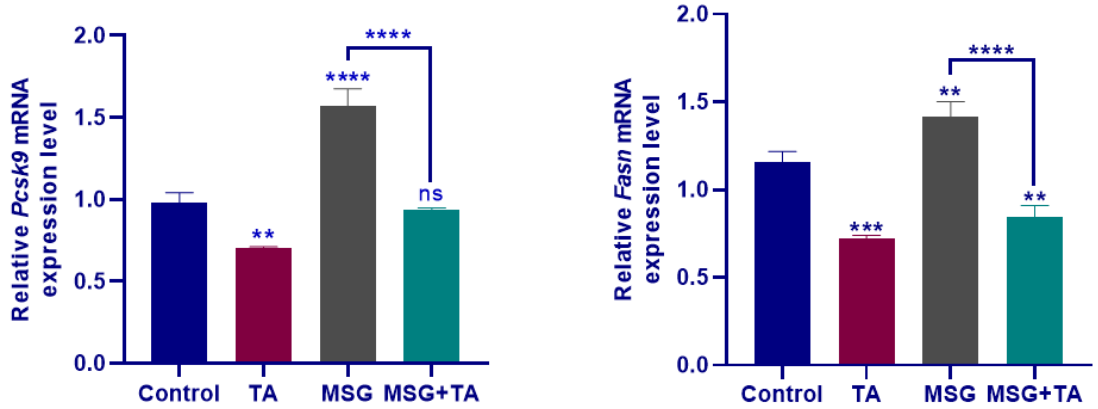



**Figure 1. Relative gene expression of *Pcsk9* and *Fasn*. TA; Tannic acid, MSG; Monosodium Glutamate. ns; not significant, *** p < 0.001 and **** .0001; extremely significant.**

In contrast to the control and TA treatment groups, the addition of MSG markedly reduced the mRNA transcript levels of Slc23a1, Car3, and Crat, as seen in Figure 2. On the other hand, TA helped to considerably boost the decline in mRNA expression of Slc23a1, Car3, and Crat once again.

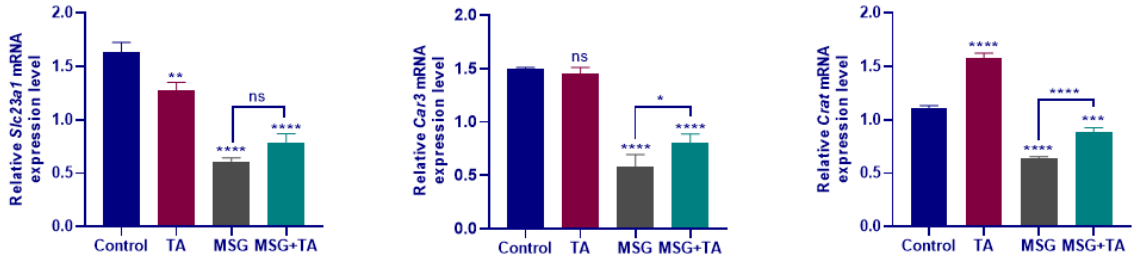



**Figure 2. Relative gene expression of *Slc23a1*, *Car3*, and *Crat*. TA; Tannic acid, MSG; Monosodium Glutamate. ns; not significant, *** p < 0.001 and **** .0001; extremely significant.**

As shown in Figure 3, the Tnfa and Bax mRNA transcription levels of the MSG group were much higher than those of the control and TA groups; however, the combined administration of TA and MSG significantly reversed this increase. In contrast to Tnfa and Bax, the Bcl2 gene expression level of the MSG group was lower and closer to the control in the combination group.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

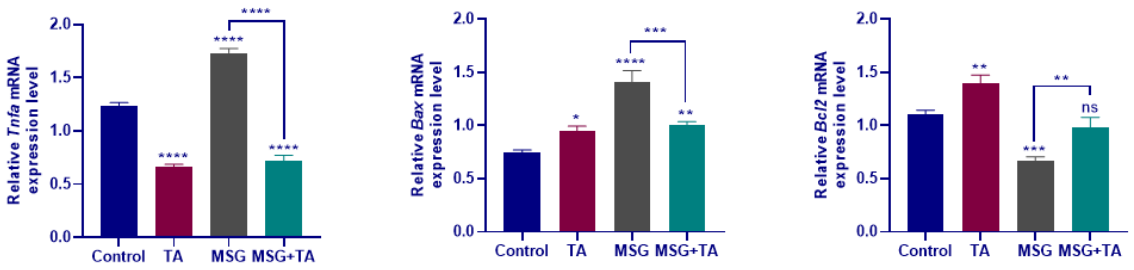



**Figure 3. Relative gene expressions of *Tnfa* and *Bax*. TA; Tannic acid, MSG; Monosodium Glutamate. ns; not significant, *** p < 0.001 and **** .0001; extremely significant.**

The mRNA expression of Casp3 and Casp9 in the TA group rats treated with TA alone did not vary from that of the control rats. However, the MSG group showed a substantial increase in the relative mRNA expression of the Casp3 and Casp9 genes (Figure 4). In contrast, the addition of TA abolished the increase in Casp3 and Casp9 expression linked to MSG.

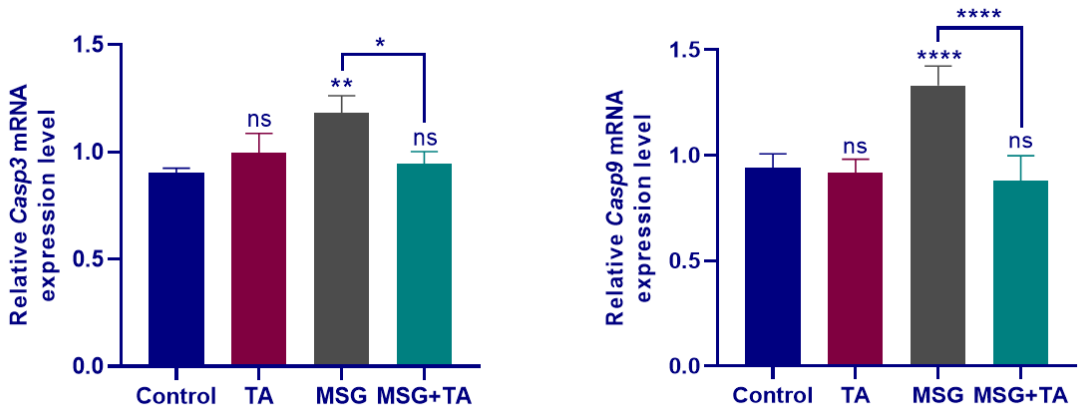



**Figure 4. Relative gene expression of *Casp3* and *Casp9*. TA; Tannic acid, MSG; Monosodium Glutamate. ns; not significant, *** p < 0.001 and **** .0001; extremely significant.**

## 4. DISCUSSION

Eweka et al. (2007) reported that monosodium glutamate (MSG) causes cellular degeneration in liver tissue by increasing hepatic lipid accumulation (Eweka and OmIniabohs 2007). "This situation appears to be consistent with the upregulation of the fatty acid synthase (FASN) gene, which is responsible for fatty acid biosynthesis. Previous studies have shown that overexpression of Fasn is associated with the development of hepatocellular carcinoma (HCC) (Menendez and Lupu 2007). Similarly, Pcsk9, which plays an important role in cholesterol metabolism, increases intracellular cholesterol levels by destroying LDL receptors. Consequently, elevated Pcsk9 expression may also alter the liver cells' cholesterol balance and raise the risk of HCC (Liu et al., 2020). In this context, our study revealed that tannic acid (TA) application has the potential to normalise the expression of both Fasn and Pcsk9. This effect of TA demonstrates its ability to correct imbalances in lipid and cholesterol metabolism and is considered a molecular indicator of its hepatoprotective properties.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

The effects of MSG were not limited to lipid and cholesterol metabolism but also suppressed the expression of some genes involved in cellular energy metabolism and antioxidant defence systems. In particular, a significant decrease was observed in the expression levels of Slc23a1, Car3, and Crat. Slc23a1 is responsible for ascorbic acid transport and is a key component of intracellular antioxidant defence (Takanaga et al., 2004). Crat plays acetyl groups in mitochondria, which is essential for energy metabolism (Altamimi et al., 2018), while Car3 (carbonic anhydrase 3) is important for cellular resistance to oxidative stress and maintenance of pH balance (Yu et al., 2024). These genes' decreased expression suggests that MSG leads to mitochondrial malfunction and oxidative stress. TA application disrupted cellular homeostasis by regulating the expression levels of these genes.

In addition, the significant increase in TNFα and Bax genes associated with inflammation and apoptosis following MSG exposure suggests that MSG triggers cellular inflammatory responses and programmed cell death. This result is in line with results by Pandi et al. (2022), who found that MSG damages the liver by causing oxidative stress (Pandi et al., 2022). In contrast, the fact that TA reduces Tnfa and Bax gene expression and increases the expression of the anti-apoptotic Bcl2 gene suggests that TA suppresses inflammatory processes and has a cell death-preventing effect. This result supports the potential of TA to restore intracellular homeostasis and anti-apoptotic properties, as reported in previous studies (Yeo et al., 2020).

The significant increase in Casp3 and Casp9, the executive enzymes that function in the final stages of apoptosis after MSG application, indicates that the destruction processes are activated at the cellular level (Karagac and Ceylan 2023). The fact that TA normalises the expression of these genes shows that it can intervene in the part of apoptosis that occurs through the mitochondrial pathway, thus increasing the survival capacity of liver cells. Thus, it has been demonstrated that TA has a therapeutic effect not only on inflammation and oxidative stress but also on cell death mechanisms.

## 5. CONCLUSION

Despite being a common food ingredient, monosodium glutamate (MSG) has been shown in recent years to have harmful effects on a number of organs. In this study, the molecular changes caused by MSG in the liver tissue were examined, and the genetic-level reflections of these effects that may be associated with hepatocellular carcinoma (HCC) were evaluated. Our findings show that MSG causes serious disruptions not only in lipid metabolism in the liver but also in inflammation, oxidative stress, apoptosis, and detoxification mechanisms. Tannic acid is thought to be a hepatoprotective agent against common environmental toxins such as MSG, due to its anti-inflammatory, anti-apoptotic, and gene expression balancing effects. According to these results, TA should be further studied as a possible phytochemical agent for the prevention or supportive care of degenerative disorders of the liver, including HCC. However, these results need to be confirmed in larger animal models and in human studies.

## REFERENCES

1. Ceylan, H. Identification of hub genes associated with obesity-induced hepatocellular carcinoma risk based on integrated bioinformatics analysis, Medical Oncology, 386, 63, 2021.

2. Zanfirescu, A., Ungurianu, A., Tsatsakis, AM., Nițulescu, GM., Kouretas, D., Veskoukis, A., Tsoukalas, D., Engin, AB., Aschner, M. A review of the alleged health hazards of monosodium glutamate, Comprehensive reviews in food science and food safety, 184, 1111-1134, 2019.

3. Banerjee, A., Mukherjee, S, Maji, BK. Worldwide flavor enhancer monosodium glutamate combined with high lipid diet provokes metabolic alterations and systemic anomalies: An overview, Toxicology reports, 8, 938-961, 2021.

4. Mandlik, DS, Mandlik, SK. Herbal and natural dietary products: upcoming therapeutic approach for prevention and treatment of hepatocellular carcinoma, Nutrition and Cancer, 7311-12, 2130-2154, 2021.

5. Liczbiński, P, Bukowska, B. Tea and coffee polyphenols and their biological properties based on the latest in vitro investigations, Industrial crops and products, 175, 114265, 2022.

6. Nie, F., Liang, Y., Jiang, B., Li, X., Xun, H., He, W., Lau, HT, Ma, X. Apoptotic effect of tannic acid on fatty acid synthase over-expressed human breast cancer cells, Tumor Biology, 37, 2137-2143, 2016.

7. Özturk, N., Ceylan, H, Demir, Y. The hepatoprotective potential of tannic acid against doxorubicin-induced hepatotoxicity: Insights into its antioxidative, anti-inflammatory, and antiapoptotic mechanisms, J Biochem Mol Toxicol, Aug 388, e23798, 2024. doi:10.1002/jbt.23798

8. Xue, Y., Li, M., Xue, Y., Jin, W., Han, X., Zhang, J., Chu, X., Li, Z, Chu, L. Mechanisms underlying the protective effect of tannic acid against arsenic trioxide-induced cardiotoxicity in rats: potential involvement of mitochondrial apoptosis, Molecular medicine reports, 226, 4663-4674, 2020.

9. Beyreuther, K., Biesalski, HK., Fernstrom, JD., Grimm, P., Hammes, WP., Heinemann, U., Kempski, O., Stehle, P., Steinhart, H. Consensus meeting: monosodium

glutamate – an update, European Journal of Clinical Nutrition, 2007/03/01 613, 304-313, 2007. doi:10.1038/sj.ejcn.1602526

10. Biney, RP., Djankpa, FT., Osei, SA., Egbenya, DL., Aboagye, B., Karikari, AA., Ussif, A., Wiafe, GA, Nuertey, D. Effects of in utero exposure to monosodium glutamate on locomotion, anxiety, depression, memory and KCC2 expression in offspring, International Journal of Developmental Neuroscience, 821, 50-62, 2022.

11. de Veras, BO., da Silva, MV, Ribeiro, PPC. Tannic acid is a gastroprotective that regulates inflammation and oxidative stress, Food and Chemical Toxicology, 156, 112482, 2021.

12. Tüzmen, MN., Yücel, NC., Kalburcu, T, Demiryas, N. Effects of curcumin and tannic acid on the aluminum-and lead-induced oxidative neurotoxicity and alterations in NMDA receptors, Toxicology mechanisms and methods, 252, 120-127, 2015.

13. Livak, KJ, Schmittgen, TD. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2− ΔΔCT method, methods, 254, 402-408, 2001.

14. Eweka, A, OmIniabohs, F. Histological studies of the effects of monosodium glutamate on the kidney of adult Wistar rats, Internet J Health, 62, 2, 2007.

15. Menendez, JA, Lupu, R. Fatty acid synthase and the lipogenic phenotype in cancer pathogenesis, Nature Reviews Cancer, 710, 763-777, 2007.

16. Liu, X., Bao, X., Hu, M., Chang, H., Jiao, M., Cheng, J., Xie, L., Huang, Q., Li, F. Inhibition of PCSK9 potentiates immune checkpoint therapy for cancer, Nature, 5887839, 693-698, 2020.

17. Takanaga, H., Mackenzie, B, Hediger, MA. Sodium-dependent ascorbic acid transporter family SLC23, Pflügers Archiv, 447, 677-682, 2004.

18. Altamimi, TR., Thomas, PD., Darwesh, AM., Fillmore, N., Mahmoud, MU., Zhang, L., Gupta, A., Al Batran, R., Seubert, JM. Cytosolic carnitine acetyltransferase as a source of cytosolic acetyl-CoA: a possible mechanism for regulation of cardiac energy metabolism, Biochemical Journal, 4755, 959-976, 2018.

19. Yu, Y., Poulsen, S-A., Di Trapani, G, Tonissen, KF. Exploring the Redox and pH Dimension of Carbonic Anhydrases in Cancer: A Focus on Carbonic Anhydrase 3, Antioxidants & Redox Signaling, 4113-15, 957-975, 2024.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

20. Pandi, A., Sattu, K., Kalappan, VM., Lal, V., Varikasuvu, SR., Ganguly, A, Prasad, J. Pharmacological effects of D-Pinitol–A comprehensive review, Journal of Food Biochemistry, 4610, e14282, 2022.

21. Yeo, J., Lee, J., Yoon, S, Kim, WJ. Tannic acid-based nanogel as an efficient anti-inflammatory agent, Biomaterials science, 84, 1148-1159, 2020.

22. Karagac, MS, Ceylan, H. Neuroprotective potential of tannic acid against neurotoxic outputs of monosodium glutamate in rat cerebral cortex, Neurotoxicity Research, 416, 670-680, 2023.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ZEBRA BALIĞI EMBRİYOLARINDA CUMYL-4CN-BINACA MARUZETİNİN GELİŞİMSEL, MOLEKÜLER VE DAVRANIŞSAL SONUÇLARI

**Derya Yılmaztürk**
Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Fen Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, 25240 Erzurum, Türkiye
deryadrsn38@gmail.com ORCİD ID:0009-0006-0506-3379

**Ömercan Alat**
Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı, 25240 Erzurum, Türkiye
omeralat9@gmail.com ORCİD ID:0009-0000-1781-0323

**Prof.Dr. Özkan Aksakal**
Biyoloji Bölümü, Fen Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, 25240 Erzurum, Türkiye
ozkanaksakal@atauni.edu.tr ORCİD ID:0000-0003-0760-7502

**Berşan Kullebi**
Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Fen Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, 25240 Erzurum, Türkiye
bersank98@gmail.com ORCİD ID:0009-0003-1189-314X

**Ayşe Lafzi**
Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kriminalistik Anabilim Dalı, 25240, Erzurum, Türkiye
lafzi_ayse@hotmail.com ORCİD ID:0000-0002-3456-204X

**Prof.Dr. Turgay Şişman**
Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Biyoloji bölümü,Fen Fakültesi, Atatürk Üniversitesi, 25240 Erzurum, Türkiye
tsisman@atauni.edu.tr ORCİD ID:0000-0002-1098-1741

## Özet

**Amaç:** Sentetik kanabinoidler yaygın olarak kötüye kullanılan maddelerdir. Bu bileşiklerin embriyotoksik etkileri hakkında sınırlı sayıda ayrıntılı çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada, sentetik bir kanabinoid olan CUMYL-4CN-BINACA'nın zebra balığı embriyoları üzerindeki olası embriyotoksik, davranışsal ve moleküler etkileri araştırılmıştır.
**Yöntemler:** Bu amaçla, zebra balığı embriyoları 3 ila 24 hpf (kısa süreli) ve 3 ila 120 hpf (uzun süreli) arasında 1,25, 2,50, 5,0, 10,0, 20,0 ve 40,0 mg/L'de kanabinoidlere maruz bırakıldı.
**Bulgular:** Kısa süreli maruziyetten sonra embriyolarda gelişimsel anormallikler veya ölüm oranı gözlenmedi. 120 saatin sonunda, yüksek doz gruplarında önemli teratojenik anormallikler (ödem, vertebra deformiteleri, vb.) tespit edildi. 120 saatte LC50 ve EC50 sırasıyla 16.624 mg/L ve 9.083 mg/L idi. Davranış ayrıca mekanik stimülasyon ölçülerek analiz edildi. Kanabinoidlere uzun süreli maruziyet hipoaktiviteyi indükledi. Dahası, belirli olumsuz sonuçlarla ilişkili 19 genin bir alt kümesinde qPCR analizleri gerçekleştirildi. Kanabinoidlere 120 saat maruziyet, larvalarda çoğu davranışsal (gnrh3, gnrhr3 ve kiss2), apoptozis (casp3a,

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

casp8, ifng1 ve tp53) ve DNA onarımıyla ilgili (rad51) genin ifadesini değiştirdi. Dopamin (dat, drd1 ve drd3), serotonin (5ht1aa, 5ht1a, 5ht1b ve 5ht2c) ve γ-aminobütirik asit (gabra1, gat1, abat ve gad1b) ile bağlantılı genlerin ifade seviyelerinde de dikkate değer farklılıklar bulundu.
**Sonuç:** Uzun süreli CUMYL-4CN-BINACA'ya maruz kalmanın zebra balığında embriyonik büyüme, larval gelişim, larval davranış ve temel genlerin ifadesinde değişikliklere yol açtığını gözlemledik. Morfolojik ve davranışsal değişikliklere yol açan embriyonik ve nöral defektleri anlamak için gelecekte daha fazla çalışmalara ihtiyaç vardır.
**Anahtar kelimeler:** Zebra balığı, Embriyotoksisite, Sentetik Kanabinoid, CUMYL-4CN-BINACA, Gen İfadesi

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# DEVELOPMENTAL, MOLECULAR AND BEHAVİORAL CONSEQUENCES OF CUMYL-4CN-BINACA EXPOSURE ZEBRAFISH EMBRYOS

**Derya Yılmaztürk**
Department of Molecular Biology and Genetics, Science Faculty, Atatürk University, 25240 Erzurum, Türkiye
deryadrsn38@gmail.com ORCİD ID:0009-0006-0506-3379

**Ömercan Alat**
Department of Biochemistry, Faculty of Veterinary Medicine, Atatürk University, 25240 Erzurum, Türkiye
omeralat9@gmail.com ORCİD ID:0009-0000-1781-0323

**Prof.Dr. Özkan Aksakal**
Department of Biology, Science Faculty, Atatürk University, 25240 Erzurum, Türkiye
ozkanaksakal@atauni.edu.tr ORCİD ID:0000-0003-0760-7502

**Berşan Kullebi**
Department of Molecular Biology and Genetics, Science Faculty, Atatürk University, 25240 Erzurum, Türkiye
bersank98@gmail.com ORCİD ID:0009-0003-1189-314X

**Ayşe Lafzi**
Department of Criminalistics, Graduate School of Natural and Applied Science, Atatürk University, 25240, Erzurum, Türkiye
lafzi_ayse@hotmail.com ORCİD ID:0000-0002-3456-204X

**Prof.Dr. Turgay Şişman**
Department of Molecular Biology and Genetics, Science Faculty, Atatürk University, 25240 Erzurum, Türkiye
tsisman@atauni.edu.tr ORCİD ID:0000-0002-1098-1741

## Abstract

**Purpose:** Synthetic cannabinoids are commonly abused substances. There are limited detailed studies on the embryotoxic effects of these compounds. In this study, the possible embryotoxic, behavioral, and molecular effects of CUMYL-4CN-BINACA, a synthetic cannabinoid, were investigated on zebrafish embryos.
**Methods:** For this purpose, zebrafish embryos were exposed to the cannabinoid at 1.25, 2.50, 5.0, 10.0, 20.0, and 40.0 mg/L from 3 to 24 hpf (short-term) and from 3 to 120 hpf (long-term).
**Results:** No developmental abnormalities or mortality were observed in embryos after short-term exposure. At the end of 120 h, significant teratogenic abnormalities (edemas, vertebra deformities, etc.) were detected in the high-dose groups. $LC_{50}$ and $EC_{50}$ at 120 h were 16.624 mg/L and 9.083 mg/L, respectively. Behavior was also analyzed by measuring mechanical stimulation. Long-term exposure to the cannabinoid induced hypoactivity. Furthermore, qPCR

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

analyses were performed on a subset of 19 genes associated with specific adverse outcomes. Exposure to the cannabinoid for 120 h altered the expression of most behavior- (*gnrh3, gnrhr3*, and *kiss2*), apoptosis- (*casp3a, casp8, ifng1*, and *tp53*), and DNA repair-related (*rad51*) genes in larvae. Notable differences were also found in the expression levels of genes linked to dopamine (*dat, drd1*, and *drd3*), serotonin (*5ht1aa, 5ht1a, 5ht1b*, and *5ht2c*), and γ-aminobutyric acid (*gabra1, gat1, abat*, and *gad1b*).

**Conclusion:** We observed that long-term exposure to CUMYL-4CN-BINACA resulted in alterations in embryonic growth, larval development, larval behavior, and the expression of essential genes in zebrafish. Future studies are needed to understand the embryonic and neural defects leading to morphological and behavioral changes.

***Keywords:*** *Zebrafish, Embryotoxicity, Synthetic Cannabinoid,* CUMYL-4CN-BINACA, *Gene Expression*

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ANTICANCER EFFECTS of CHITOSAN-COATED IRON OXIDE NANOPARTICLES ON LUNG CANCER

**MSc student, Aydan YUSIFOVA**

Ataturk University/Institute of Science and Technology

aydanyusifova74@gmail.com – 0009-0006-9779-8056

**Asst. Prof. Kübra SOLAK**

Atatürk University/East Anatolia High Technology Application and Research Center (DAYTAM)

kubrasolak@atauni.edu.tr- 0000-0001-6643-3368

**Prof. Dr. Ahmet MAVI**

Atatürk University/Education Faculty of Kazim Karabekir

amavi@atauni.edu.tr - 0000-0003-1207-9783

## ABSTRACT

Lung cancer, one of the most common cancers in adults, is an invasive type of cancer that spreads (metastasizes) to other organs like breast and skin cancer. The main problems with current treatments are their high cost and negative side effects. New treatment strategies are needed due to the emergence of drug resistance, drug delivery problems due to physiological barriers, and frequent damage to healthy cells as well as cancerous tissue. In this study, the dual therapy efficacy of iron oxide magnetic nanoparticles coated with chitosan ($Fe_3O_4$ MNPs) for the treatment of lung cancer was studied[1]. In this context, $Fe_3O_4$-chitosan MNPs were first synthesized by coprecipitation reaction, characterized by SEM, XRD, TEM, and FTIR. Chitosan-coated MNPs with spherical morphology were successfully loaded with chemotherapeutic drugs. Drug loading and release efficiency were demonstrated by UV-vis spectrophotometer. The cytotoxicity of drug-loaded MNPs was tested on A549 (lung cancer) and Beas2b (bronchial epithelium). Treated cells were visualized by an inverted microscope. As a result, an effective and dose-dependent cytotoxic effect was determined in cancer cells [2].

**Keywords:** Lung cancer, Magnetic nanoparticles, Cytotoxicity

[1] Use of Magnetic Nanoparticles on Lung Cancer Cell Line for Dual Therapy. Institute of Science and Technology, 2025, Unpublished

[2] This study was supported by the Scientific Research Foundation of Atatürk University under Grant Number FYL-2024-14367

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# RUTENYUM (II) POLİPİRİDİN KOMPLEKSLERİ VE FOTOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

**Y.L. Öğrencisi Saleh Sameer SATTAR***

Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Erzurum/Türkiye
salihsattar7@gmail.com-ORCID ID:0009-0006-2932-1053

**Dr.Öğr.Üyesi Nuray Esra Aksakal**
Haliç Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul/Türkiye
nurayesraaksakal@halic.edu.tr- ORCID ID:000-0002-2425-3198

**Dr.Elif Yıldız Gül**
Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Erzurum/Türkiye
elifyildiz@atauni.edu.tr-ORCID ID:0000-0001-7422-5665

**Prof.Dr.Esra Tanrıverdi Eçik**
Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Erzurum/Türkiye
esra.ecik@atauni.edu.tr-ORCID ID:0000-0003-2953-6872

## ÖZET

Fotokataliz, kimyasal reaksiyonun hızını ve verimliliğini artırmak için ya da başka türlü erişilemeyecek ürün oluşumunun önüne açmak için ışık emiliminden yararlanıldığı bir tekniktir.Kimyasal dönüşüm reaksiyonlarında da kullanılan fotokataliz olayının gerçekleşmesi için, ortamdaki moleküler oksijeni anlık olarak reaktif oksijen türelerine dönüştürebilen bir fotokatalizöre ihtiyaç vardır.

Bu çalışmasında, singlet oksijen varlığında gerçekleşen kimyasal dönüşüm reaksiyonlarda kullanılabilecek yeni rutenyum (II) temelli fotokatalizörler hazırlanması amaçlandı. Bu kapsamda, ilk olarak bipiridin türevi Ru (II) kompleksi ve sistemler arası geçişe (ISC) destek olması amacıyla BODIPY birimleri sentezlendi. Akabinde bipiridin Ru (II) kompleksi ile BODIPY birimlerinin reaksiyonları gerçekleştirilerek hedef kompleksler hazırlandı ve moleküler yapıları spektroskopik tekniklerle analiz edildi. Komplekslerin fotofiziksel davranışları (en yüksek absorbans değerleri, molar absorbsiyon katsayıları, emisyon değerleri ve floresan kuantum verimleri) belirlendi. Akabinde ışık altında singlet oksijen üretme yetenekleri ve fotokatalitik oksidasyon reaksiyonlarında fotokatalizör performansları ortaya koyuldu. Işık uyarımı altında singlet oksijen üretebilen rutenyum (II) temelli fotokatalizörlerin, yine ışık uyarımı altında gerçekleştirilen 1,5-dihidroksinaftalen-Juglona dönüşüm foto-oksidasyon reaksiyonunda etkili fotokataliz özellik gösterdikleri sonucuna varıldı.

**Anahtar Kelimeler :** Rutenyum (II) kompleks, BODIPY, fotokataliz

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi BAP Koordinasyon birimi tarafından (proje no: FYL-2024-14135) desteklenmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# AĞIR ATOM İÇERMEYEN SİKLOTRİFOSFAZEN TEMELLİ FOTODUYARLAŞTIRICI SİSTEMLER

**Y.L. Öğrencisi Fatma Nur Şenyurt***
Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Erzurum/Türkiye
fatmanurbozkurt95@gmail.com-ORCID ID:0009-0004-6435-2715
**Dr.Elif Yıldız Gül**
Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Erzurum/Türkiye
elifyildiz@atauni.edu.tr-ORCID ID:0000-0001-7422-5665
**Prof.Dr.Esra Tanrıverdi Eçik**
Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi Kimya Bölümü, Erzurum/Türkiye
esra.ecik@atauni.edu.tr-ORCID ID:0000-0003-2953-6872

## ÖZET

Işık uyarımı ile aktive edilebilen ve moleküler oksijeni reaktif oksijen türlerine dönüştüren fotosensitizörler (PS), ışık temelli fototeranöstik tedavilerin önemli bir bileşenidir. PS'ler genellikle yüksek konjugasyona sahip, yapısında halojen atom ihtiva eden, organik çözücülerde iyi çözünen aromatik moleküller ya da bu moleküllerin metal kompleksleridir. Bu yapıların ağır atomlardan kaynaklı karanlık toksisitelerin yüksek ve suda çözünürlüklerinin yok denecek kadar az olması biyolojik uygulamalar için aşılması gereken en kritik noktalardır.

Bu çalışmada, ağır atom içermeyen ve suda çözünebilen yeni PS'lerin geliştirilmesi hedeflendi. Bu kapsamda, ağır atom içermeyen ortogonal-BODIPY ve ortogonal-BODIPY substitüe siklotrifosfazen türevleri sentezlendi. Sentezlenen bileşiklerin yapıları kütle ve NMR teknikleri ile karakterize edildi. Akabinde bu bileşiklerin tween 80 ile suda çözünebilen misel yapıları hazırlandı. Misellerin tanecik boyutları DLS ve zeta potansiyeli teknikleri ile belirlendi. PS'lerin absorbsiyon, emisyon dalga boyları, molar absorbsiyon katsayıları ve floresan kuantum verimleri gibi fotofiziksel karakterleri çalışıldı. Misellerin, ışık uyarımı altında ve sulu ortamda singlet oksijen üretme kapasiteleri, singlet oksijen tutucu molekül 9,10-antrasendiil-bis(metilen)dimalonik asit (ABDA) kullanılarak belirlendi. PS'lerin güçlü absorbsiyona, ışığa karşı dayanıklı yapıya ve sulu ortamda singlet oksijen üretme kabiliyetine sahip olduğu görüldü. Suda çözünebilen misel yapılar, ışık temelli fototeranöstik tedavilerde fotoduyarlaştırıcı olarak kullanılmak üzere önerildi.

**Anahtar Kelimeler :** Siklotrifosfazen, BODIPY, Singlet oksijen

Bu çalışma Atatürk Üniversitesi BAP Koordinasyon birimi tarafından (proje no:FYL-2023-12919) desteklenmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# SİYANİDİN'İN ANTİOKSİDAN KAPASİTESİ VE MULTİTARGET ENZİM İNHİBİSYONU

**Öznur ERCAN**
Atatürk Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü
oznur.ercan22@ogr.atauni.edu.tr - 0009-0003-7598-6783

## ÖZET

Siyanidin'in Antioksidan Kapasitesi ve Multitarget Enzim İnhibisyonunun İn Vitro Olarak Değerlendirilmesi;

Siyanidin, antosiyanin sınıfına ait bir flavonoid olup özellikle kırmızı-mor renkli meyve ve sebzelerde bol miktarda bulunan bir fitokimyasal bileşiktir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, siyanidinin yalnızca serbest radikalleri nötralize etme potansiyeliyle değil, aynı zamanda birden fazla biyolojik hedef üzerinde inhibitör etkiler gösterme kapasitesiyle de dikkat çektiğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada, siyanidinin antioksidan kapasitesi ve multitarget enzim inhibisyonu potansiyeli kapsamlı şekilde araştırılmıştır.

Siyanidinin antioksidan kapasitesi dört farklı kolorimetrik yöntem kullanılarak değerlendirilmiştir: DPPH, ABTS, CUPRAC ve FRAP. Sonuçlar, siyanidinin bu testlerin tamamında anlamlı düzeyde antioksidan aktivite sergilediğini göstermiştir. Özellikle CUPRAC ve ABTS yöntemlerinde gözlenen yüksek radikal süpürücü aktivite, siyanidinin redoks dengesini korumadaki etkinliğini destekler niteliktedir.

Enzim inhibisyonu çalışmaları kapsamında siyanidinin asetilkolinesteraz (AChE), butirilkolinesteraz (BChE), alfa-glukozidaz ve amilaz enzimleri üzerindeki etkileri spektrofotometrik olarak analiz edilmiştir. Bulgular, siyanidinin bu enzimler üzerinde konsantrasyona bağımlı, anlamlı düzeyde inhibisyon sağladığını ortaya koymuştur. Özellikle Alzheimer hastalığı patofizyolojisinde kritik rol oynayan AChE ve BChE enzimleri üzerindeki yüksek inhibisyon oranları, siyanidinin potansiyel nöroprotektif ajan olabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca, tirozinaz üzerindeki etkisi, pigmentasyon bozukluklarına karşı dermokozmetik uygulamalarda değerlendirilebileceğini göstermektedir.

Bu kapsamlı in vitro bulgular, siyanidinin hem güçlü bir antioksidan hem de çoklu biyolojik hedefe yönelik etkili bir inhibitör olduğunu ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda siyanidin, kronik hastalıkların önlenmesi ve tedavisine yönelik geliştirilecek farmasötik ve fonksiyonel gıda ürünlerinde doğal bir aday olarak öne çıkmaktadır. Gelecekteki in vivo ve klinik çalışmalar, bu biyolojik etkilerin farmakolojik temellerini daha derinlemesine aydınlatacaktır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Anahtar Kelimeler: Siyanidin, Antioksidan Aktivite, Multitarget İnhibisyon, Kolinesteraz, Tirozinaz, Flavonoid

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# NEPETİN'İN ANTİOKSİDAN KAPASİTESİ VE BAZI METABOLİK ENZİMLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

**Gülnihal ER DİRİL**

Atatürk Üniversitesi/Fen Bilimleri Enstitüsü/Kimya Ana Bilim Dalı

gulnihaler@gmail.com - 0009-0000-4390-004X

## ÖZET

Aerobik organizmalarda oksijenin metabolize edilmesi sırasında serbest oksijen radikalleri oluşur. Dış orbitallerinde tek sayıda elektron taşıyan bu atom ve moleküller kısa ömürlerine rağmen oldukça reaktiftirler. Normal metabolik reaksiyonlar esnasında sürekli açığa çıkan bu radikallerin miktarı, bazı yaygınsal durumlar ve hastalık koşullarında arta bilir ve artış insan ve hayvan vücudunda hücresel hasarlara neden olarak solunum ve boşaltım sistemini, bağışıklık sistemini bozarak başta kardiyovasküler rahatsızlıklar olmak üzere kısırlığa, romatoid artrite, farklı kanser türlerinin oluşmasına neden olurlar. Serbest radikallerin vücutta birikmesiyle ilişkili olan bu hastalıkların önlenmesi için antioksidan kullanımı son derece önemli olmasıyla birlikte antioksidan ve oksidan dengelenmesi sağlanmalıdır. Antioksidanlar oksidatif süreçleri ve reaktif oksijen türlerinin azaltılmasında insan vücudu ve gıda sistemlerinde büyük bir rol oynayan genellikle fenolik ve flavonoid yapılar barındıran moleküllerdir. Artemisia bitkilerinde bulunan Nepetin [2-(3,4-dihidroksifenil)-5,7-dihidroksi6-metoksikromen-4-on], bir tür O-metillenmiş flavonoiddir. 6-hidroksi luteolin olarak da adlandırılan nepetin anti inflamatuar etkiler ve daha birçok çeşitli farmakolojik özellikler sergileyen biyolojik aktivitelere sahiptir. Bu tez çalışması süresince Nepetin'in Cuprak, Frap, DPPH, DMPD, ABTS yöntemleri ile antioksidan aktivitesi standart bileşiklerle kıyaslanmış ayrıca asetilkolinesteraz, bütirilkolinesteraz, α-glikozidaz ve insan eritrositlerinden elde edilen hCAI ve hCAII enzimleri ile inhibisyon etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda elde ettiğimiz veriler değerlendirildiğinde Nepetin' in yüksek antioksidan kapasitesi ve iyi bir enzim inhibisyonu sergilemesinden dolayı birçok yaygın hastalığın tedavisi başta olmak üzere farmakolojide, kozmetik ve gıda alanlarında tercih edilebileceğini düşündürmektedir.

**Anahtar Kelimeler :** Nepetin, Antioksidan, Enzim inhibisyonu

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# METİYONİNİN SU KISITINDAKİ PATLICAN FİDELERİNDE BAZI MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

# (EFFECT OF METHIONINE ON SOME MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF EGGPLANT SEEDLINGS UNDER WATER DEFICIT)

**Furkan TABAR**

Atatürk Üniversitesi/Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

frkntbr11@gmail.com - ORCID ID: 0009-0009-3186-9327

**Prof. Dr. Melek EKİNCİ**

Atatürk Üniversitesi/Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

ekincim@atauni.edu.tr – ORCID ID: 0000-0002-7604-3803

**Prof. Dr. Ertan YILDIRIM**

Atatürk Üniversitesi/Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

ertanyil@atauni.edu.tr – ORCID ID: 0000-0003-3369-0645

## Abstract

Water stress has been emphasized more in recent years, especially because it causes significant problems in agricultural production. Research has focused on applications that provide tolerance to water stress in plant production or alleviate the damage. In this study, it was aimed to alleviate water stress damage in eggplant plants during the seedling period by exogenous applied methionine treatment. The study conducted as a pot experiment in a greenhouse, the effects of methionine at different doses (0, 10 and 20 mg/L) applied to plant leaves under 100% and 60% irrigation conditions were examined on plant height, stem diameter, leaf area and chlorophyll content. In the study, there were significant decreases in the parameters examined with water deficit. Water deficit caused approximately 39% decrease in plant height, 30% decrease in stem diameter, 51% decrease in leaf area, 45% decrease in chlorophyll a content and 15% decrease in chlorophyll b content of eggplant seedlings. However, methionine application provided positive effects both in non-stressed and stressed conditions. It was determined that the decrease in plant height, stem diameter, leaf area and chlorophyll content of eggplant seedlings was at lower levels with methionine application, especially under stress conditions.

**Key words:** drought, eggplant, stress, chlorophyll, plant growth

**Özet**

Su stresi tarımsal üretimlerde önemli problemlere neden olduğu için özellikle son yıllarda üzerinde daha fazla durulmaktadır. Araştırmalar bitkisel üretimde su stresine toleransı sağlayan veya zararı hafifleten uygulamalar üzerinde yoğunlaşmıştır. Bu çalışmada da fide döneminde patlıcan bitkilerindeki su stresi zararını dışarıdan uygulanan metiyonin uygulaması ile hafifletilmesi amaçlanmıştır. Serada saksı denemesi olarak yapılan çalışmada %100 ve %60 sulama koşullarında bitki yapraklarına uygulanan farklı dozlardaki (0, 10 ve 20 mg/L) metiyonin etkileri bitki boyu, gövde çapı, yaprak alanı ve klorofil içeriği üzerinden incelenmiştir. Çalışmada su kısıtı ile incelenen parametrelerde önemli düşüşler olmuştur. Su kısıtı ile patlıcan fidelerinde bitki boyunda yaklaşık %39, gövde çapında %30, yaprak alanında %51, klorofil a miktarında %45 ve klorofil b miktarında %15 düşüşe neden olmuştur. Bununla birlikte metiyonin uygulaması hem stressiz hem de stres koşullarında olumlu etki sağlamıştır. Özellikle stres durumunda metiyonin uygulamasıyla patlıcan fidelerinin bitki boyu, gövde çapı, yaprak alanı ve klorofil içeriğindeki azalmanın daha düşük seviyelerde olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** kuraklık, patlıcan, stres, klorofil, bitki büyümesi

## Giriş

Dünya'nın çeşitli bölgelerinde ortaya çıkan kuraklık, ekonomik aktiviteleri, insan yaşamını ve çeşitli çevresel faktörleri etkilemektedir. Yağışların başlamasındaki gecikmeler, yağış-zaman ilişkisi ve yağışların yoğunluğu ve şiddeti, kuraklık üzerinde etkili olan faktörler arasındadır. Yüksek sıcaklık, düşük nem ve rüzgâr da birçok bölgede kuraklığı etkileyebilir (Kömüşçü et al., 2003). Birleşmiş Milletler gıda ve tarım örgütüne (FAO) göre ortalama yıllık yağış miktarı 300-600 mm arasında olan bölgelere yarı kurak, 300 mm altında olan yerlere 'kurak' olarak gruplandırmıştır (FAO, 1963). Dünyanın büyük bir kısmı kuraklık altında veya kuraklık tehlikesi ile karşı karşıyadır.

Tarımsal üretimde verim ve kaliteyi olumsuz etkileyen kuraklık yetiştiriciler ve ülke ekonomisi için de büyük bir problemdir. Bitkilerde abiyotik stres faktörü olan kuraklık, bitki büyüme ve gelişimini olumsuz etkileyen önemli bir unsurdur. Kuraklık stresine maruz kalan bitkiler fizyolojik, moleküler ve biyokimyasal olarak korunma mekanizmasını aktifleştirirler (Capell et al., 2004). Kuraklık stresi ile bitkilerde turgor kaybı, büyümenin yavaşlaması, yaprak su potansiyelinin düşmesi, fotosentezin azalması ve osmotik basınç gibi tepkimeler ortaya çıkar. Stres ile reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikimi, antioksidatif enzim aktivitelerinin (GR, APX,

CAT ve SOD) ve bitki hormon içeriğinin değişmesi gibi birçok içsel mekanizma ile bitkilerde stresin etkileri ortaya çıkmaktadır (Onaga and Wydra, 2016).

Patlıcan (*Solanum melongena L.*), Solanaceae (Patlıcangiller) familyasından meyvesi yenen sebze türüdür. Tropik ve ılıman iklim koşullarında yetiştirilen patlıcan tropik bölgelerde çalımsı ve çok yıllık olarak yetiştiriciliği yapılmaktadır. Ticari amaçlı üretimi yapılan patlıcan genellikle tek yıllık olarak üretilmektedir (Saini and Kaushik, 2019). Sulama patlıcan yetiştiriciliğinde önemli bir unsur olup, bitki büyümesi, bitki gelişimi, meyve oluşumu ve olgunlaşması üzerinde etkilidir.

Kuraklık koşullarında bitkilerin toleransını artırmaya veya stresin zararını hafifletmeye yönelik çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamalar içinde yer alan amino asitler bitki büyüme ve gelişmesinde önemli fonksiyonları olan bileşiklerdir. Prolin, triptofan, fenilalanin ve metiyonin gibi birçok amino asit, ürün verimi üzerinde de belirleyici bir etkileri vardır. Metiyonin aspartat ailesine ait bir amino asit olup, bitkide stres toleransında önemli yeri olan poliaminlerin sentezinde de yer almaktadır (Alcázar et al., 2010). Metiyonin, çeşitli fizyolojik fonksiyonlarda rolü olan temel amino asitlerden biri olup, su eksikliğinde bitki büyümesi ve gelişiminde önemli bir düzenleyicidir. Bitkide terleme, protein sentezi, fotosentetik düzenleme, membran stabilitesi, bağıl su içeriğinin korunmasının yanı sıra stresin etkisiyle oluşan ROS üretimi, $H_2O_2$ ve MDA içeriğinin azaltılmasında, enzim aktivitelerinin arttırılmasında etki göstererek bitki hücrelerini su eksikliği koşullarında oksidatif hasardan korur (Mehak et al., 2021; Joshi et al., 2022). Methiyonin ile ilgili stres üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda dikkat çekmekle birlikte halen daha etki mekanizmaları ile ilgili araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Yapılan bu çalışmada da su stresi koşullarında metiyonin uygulamasının patlıcan (*Solanum melongena L.*) fidelerinde bazı morfolojik özellikler üzerindeki iyileştirici etkilerine bakılmıştır.

**Materyal ve Metot**

Çalışma, Atatürk Üniversitesi Bitkisel Üretim Uygulama ve Araştırma Merkezine ait seralarda ve Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümüne ait laboratuvarlarda yürütülmüştür. Çalışma, patlıcan (*Solanum melongena* L.) tohumları deneme materyali olarak kullanılarak yarı kontrollü sera koşullarında saksılarda yürütülmüştür. Patlıcan tohumları öncelikle 216 gözlü viyollerde torf:perlit karışımı içerisine ekilmiş, daha sonra gerçek yaprakları görülen fideler içinde

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

toprak:kum:torf (2:1:1, v:v:v) bulunan 1.5 litrelik saksılara her saksıda bir fide olacak şekilde aktarılmıştır. Saksılar serada tesadüf parselleri deneme desenine göre rastgele yerleştirilmiştir.

Metiyonin uygulaması 0 (M0), 10 mg/L (M1) ve 20 mg/L (M2) olacak şekilde hazırlanan solüsyonların içinde Tween 20 eklenerek yapraklara sprey şeklinde uygulanması şeklinde yapılmıştır. Uygulamalara fideler saksılara dikildikten sonra başlanmış birer hafta aralıklar ile üç kez tekrarlanmıştır.

Kuraklık stresi oluşturmak için bitkilere tarla kapasitesinin %100 (tam sulama-kontrol) ve tarla kapasitesinin %60'si olacak şekilde sulama yapılmıştır. Saksılara verilen su miktarları 2-3 günde bir sabah saatlerinde taşınabilir bir nemölçer (HH2 Moisture Meter, WET Sensor, Delta-T Devices, Cambridge, England) ile ölçülen hacim esaslı nem değerlerine göre belirlenmiştir.

Uygulamaların etkisi bitki boyu, gövde çapı, yaprak alanı, klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil miktarları üzerinde incelenmiştir. Bitki boyu için bitkilerin toprak yüzeyinden en üst yaprağın bitiş noktasına kadar olan kısmının cetvel ile ölçülmüştür. Bitki gövde çapları dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Her bir uygulamadaki bitkilerin yaprak alanları yaprak alan ölçer (CI-202 Portable Laser Leaf Area Meter by CID Bio-Science, USA) kullanılarak belirlenmiştir. Bitkilerin klorofil miktarları ise spektrofotometrik olarak 645 ve 663 nm dalga boyunda mg/g taze ağırlık olarak belirlenmiştir.

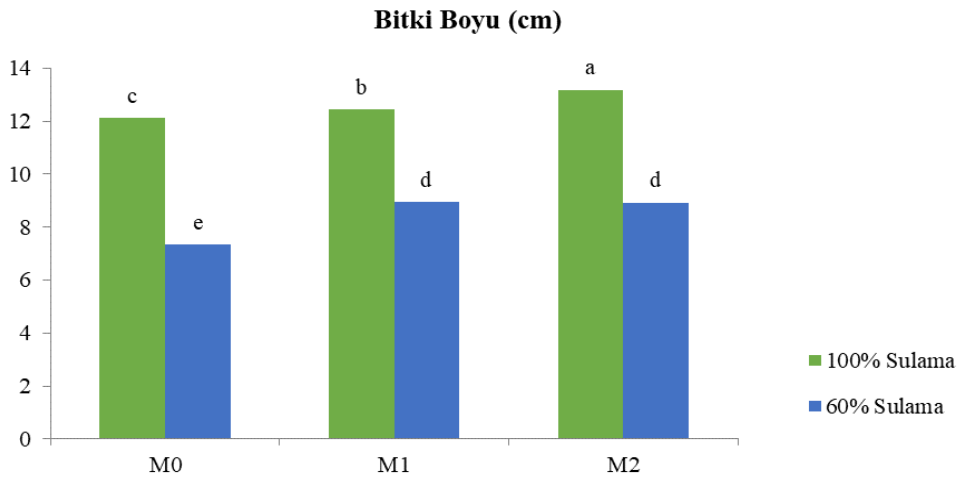
Elde edilen verilerin ortalamaları alınarak Duncan çoklu karşılaştırma testine göre istatistik analizleri yapılmıştır.

## Araştırma Bulguları ve Tartışma

Bu çalışma sonucuna göre bitki boyunda metiyonin uygulamasının kuraklık koşulları altında önemli değişimler gözlemlenmiştir. Görsel 1'de görüldüğü gibi metiyonin (M1 ve M2) uygulaması, bitki boyunu etkilemiştir. M0'da %100 sulama ile 12,13 cm, %60 sulama ile 7,35 cm, M1'de %100 sulama ile 12,43 cm, %60 sulama ile 8,95 cm ve M2'de %100 sulama ile 13,18 cm, %60 sulama ile 8,93 cm bitki boyu gözlemlenmiştir. %60 sulama ile uygulanan

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

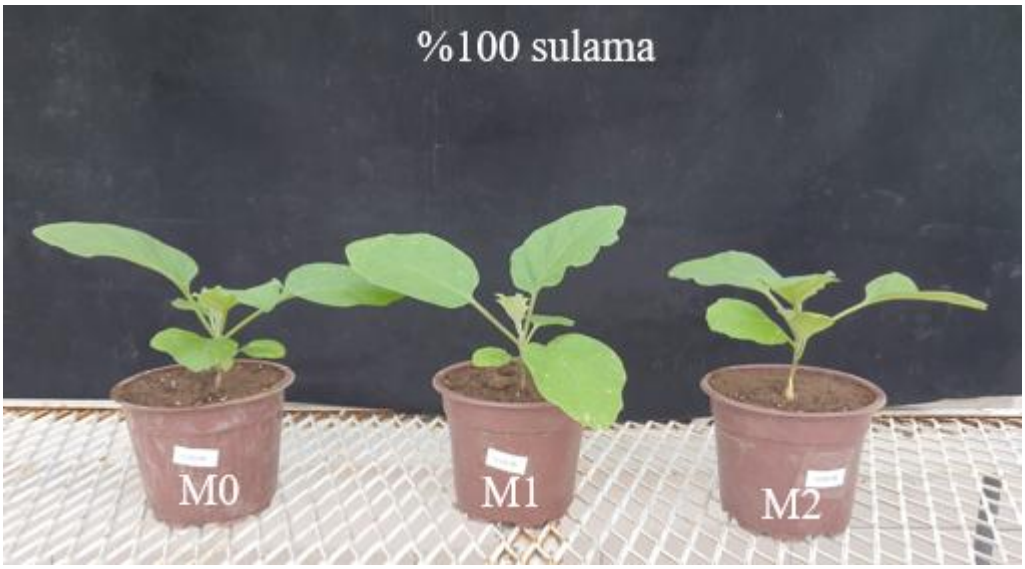
metiyonin bitki boyunda gözle görülür şekilde iyileştirici etki göstermiştir.

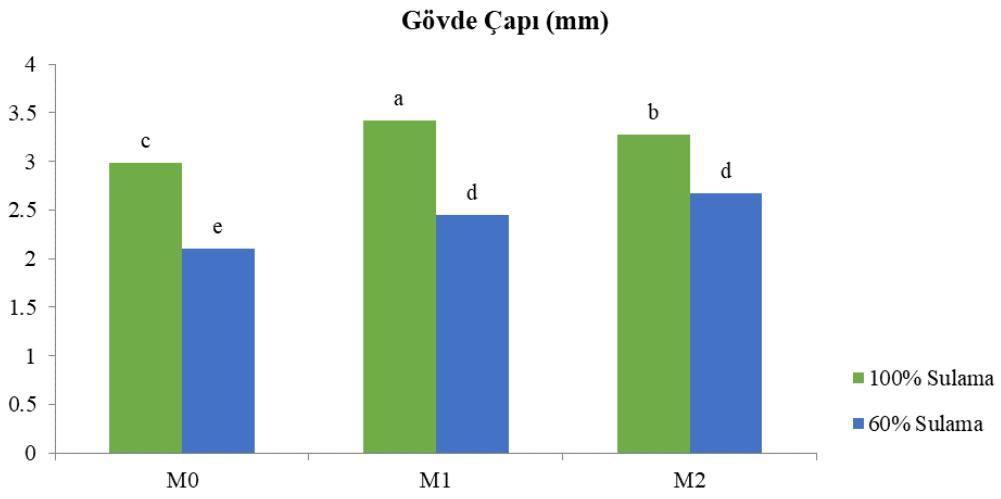



**Görsel 1.** Uygulamaların patlıcan fidelerinin bitki boyu üzerine etkisi. Her bir sütundaki aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p<0.001$).

Elde edilen sonuçlara göre metiyonin uygulamasının gövde çapı üzerine önemli etkisi olduğu görülmüştür. M0'da %100 sulama ile 2,98 mm, %60 sulama ile 2,1 mm, M1'de %100 sulama ile 3,42 mm, %60 sulama ile 2,45 mm ve M2'de %100 sulama ile 3,27 mm, %60 sulama ile 2,67 mm gözlemlenmiştir. Metiyonin uygulaması kuraklık koşullarında iyileştirici etkiyi en fazla %60 sulama ile M2'de göstermiştir (Görsel 2).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

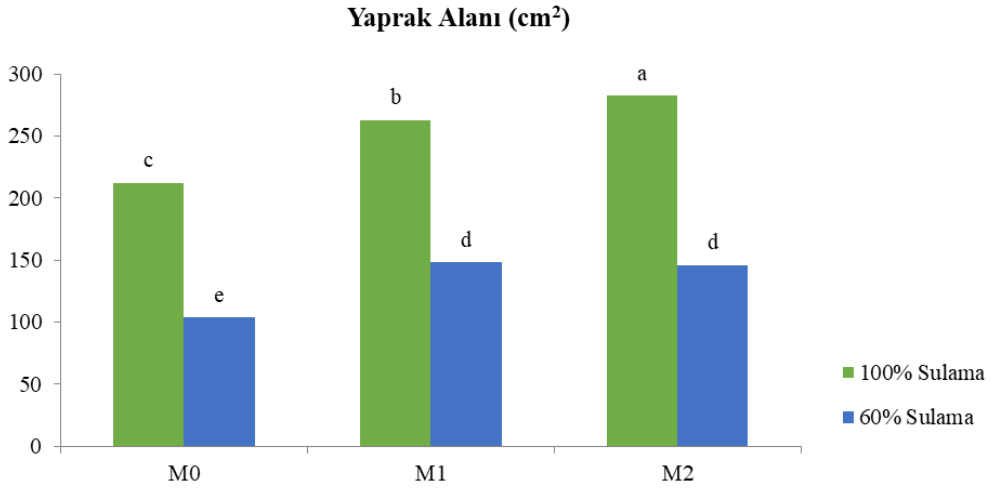





**Görsel 2.** Uygulamaların patlıcan fidelerinin gövde çapı üzerine etkisi. Her bir sütundaki aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p<0.001$).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

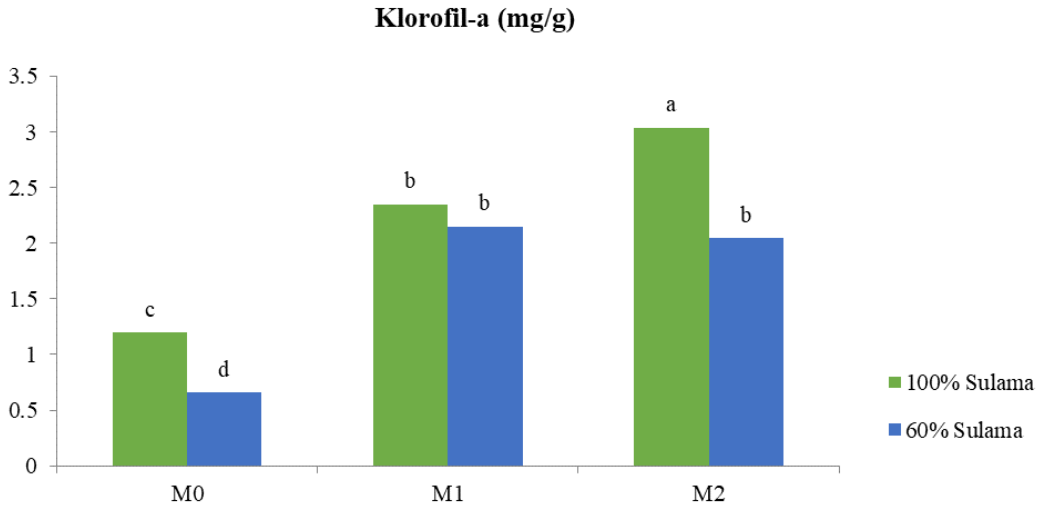
Görsel 3'te görüldüğü gibi Metiyonin (M1 ve M2) uygulaması, yaprak alanında iyileştirici etki göstermiştir. M0'da %100 sulama ile 212,42 $cm^2$, %60 sulama ile 103,76 $cm^2$, M1'de %100 sulama ile 262,97 $cm^2$, %60 sulama ile 148,3 $cm^2$ ve M2'de %100 sulama ile 282,55 $cm^2$, %60 sulama ile 146,03 $cm^2$ yaprak alanı gözlemlenmiştir. Su kısıtlaması yaprak alanında yaklaşık %50 azalmaya neden olurken metiyonin uygulaması M0 uygulamasına göre önemli derecede iyileştirici etki göstermiştir.




**Görsel 3.** Uygulamaların patlıcan fidelerinin yaprak alanı üzerine etkisi. Her bir sütundaki aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p<0.001$).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

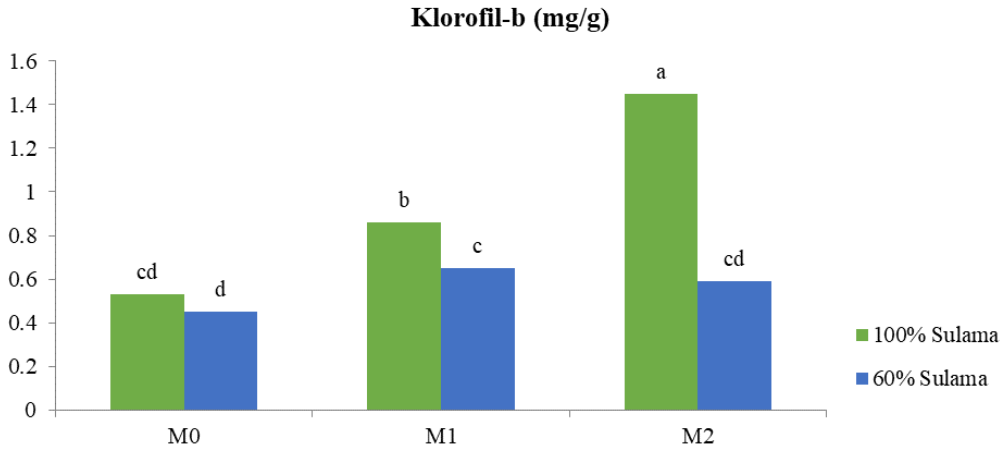
Patlıcan fidelerine uygulanan metiyonin uygulamalarının kuraklık koşullarında klorofil a içeriklerine etkisi incelenmiştir. Ölçüm değerleri hem %100 hem de %60 sulama koşullarındaki klorofil-a içerikleriyle karşılaştırılmıştır. Görsel 4'te görüldüğü gibi metiyonin (M1 ve M2) uygulaması, su kısıtlaması altındaki patlıcan fidelerinin klorofil a içeriğini etkilemiştir. M0 (Kontrol) %100 sulama ile 1,2 mg/g, %60 sulama ile 0,66 mg/g, M1 (10 mg/l) %100 sulama ile 2,35 mg/g, %60 sulama ile 2,15 mg/g, M2 (20 mg/l) %100 sulama ile 3,04 mg/g, %60 sulama ile 2,05 mg/g değerlerini vermiştir. Metiyonin uygulamasının bitkilerin klorofil sentezini artırmış, su kısıtlaması altında bile klorofil a içeriğini oldukça iyi bir seviyede tutmuş, kontrol grubuna göre belirgin bir iyileşme sağlamıştır.




**Görsel 4.** Uygulamaların patlıcan fidelerinin klorofil a miktarı üzerine etkisi. Her bir sütundaki aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p<0.001$).

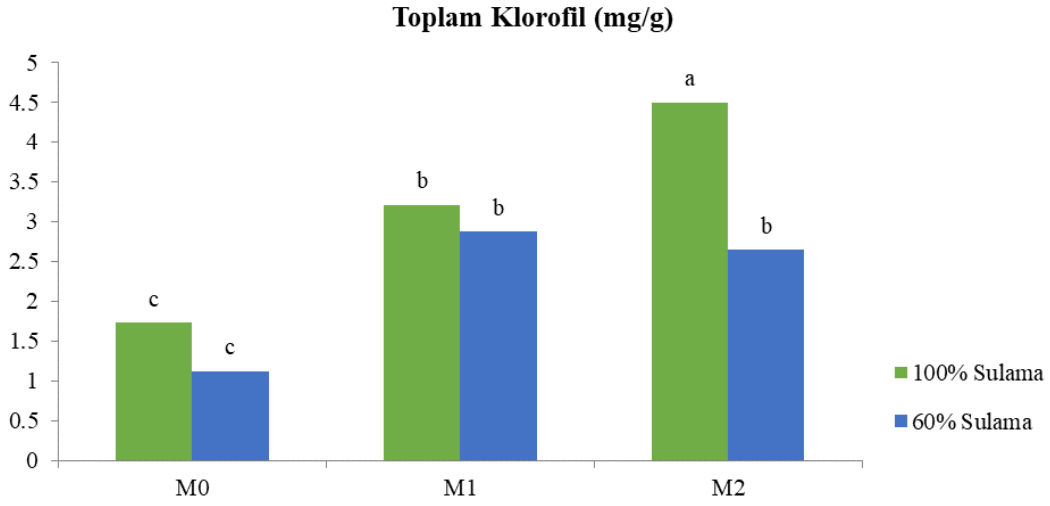
Görsel 5'te görüldüğü gibi metiyonin (M1 ve M2) uygulaması, su kısıtlaması altındaki patlıcan fidelerinin klorofil b içeriğini etkilemiştir. M0 (Kontrol) %100 sulama ile 0,53 mg/g, %60 sulama ile 0,45 mg/g, M1 (10 mg/l) %100 sulama ile 0,86 mg/g, %60 sulama ile 0,65 mg/g, M2 (20 mg/l) %100 sulama ile 1,45 mg/g, %60 sulama ile 0,59 mg/g değerlerini vermiştir. Su kısıtlaması klorofil b içeriğinde düşüşe neden olmuştur. Ancak metiyonin uygulamaları bu düşüşü dengelemiş ve kontrol grubuna kıyasla klorofil b içeriğini önemli ölçüde artırmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




**Görsel 5.** Uygulamaların patlıcan fidelerinin klorofil b miktarı üzerine etkisi. Her bir sütundaki aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p<0.001$).

Toplam klorofil içeriği bakımından uygulamaların etkisi önemli bulunmuştur. M0 (Kontrol) %100 sulama ile 1,73 mg/g, %60 sulama ile 1,12 mg/g, M1 (10 mg/l) %100 sulama ile 3,21 mg/g, %60 sulama ile 2,87 mg/g, M2 (20 mg/l) %100 sulama ile 4,5 mg/g, %60 sulama ile 2,65 mg/g değerlerini vermiştir (Görsel 6).




**Görsel 6.** Uygulamaların patlıcan fidelerinin toplam klorofil miktarı üzerine etkisi. Her bir sütundaki aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında istatistiksel olarak fark bulunmamaktadır ($p<0.001$).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Görsel 7.** Farklı metiyonin dozlarının (M0, M1, M2) ve sulama seviyelerinin (%100, %60) bitki gelişimindeki etkileri

Kuraklık, bitkide büyüme ve gelişimi etkileyen en önemli abiyotik stres faktörlerinden biridir. Kuraklık stresi, morfolojik,fizyolojik, biyokimyasal ve moleküler olarak bitkide değişikliklere neden olmaktadır (Capell et al., 2004). Bitkiler kuraklık stresi altında; yaprak alanında azalma, yapraklarda kıvrılma, fotosentezde azalma, su potansiyelinde düşme, kök ve gövde kütlesinde azalma, stomalarda kapanma, çiçeklenmede azalma gibi birçok olumsuz etkiler meydana gelmektedir (Pirasteh-Anosheh et al., 2016). Ayrıca ROS, prolin, poliamin, antioksidatif enzimlerde biyokimyasal olarak artışa neden olurken moleküler cevap olarak ABA ve dehidrin proteinlerinin sentezlenmesiyle de strese cevap vermektedir (Onaga and Wydra, 2016).

Metiyonin, bitkilerde özellikle hücresel büyüme, stres yönetimi ve hormon sentezi gibi birçok biyolojik süreçte kritik rol alan α-amino asit grubunda olan esansiyel bir amino asittir (Brosnan and Brosnan 2006). Metiyonin, bitkilerin abiyotik stres faktörlerine karşı bitkinin dayanıklılığını artırmaktadır (Abdel-Rahman *et al.* 2018). Bitkilerde stres altında oluşan reaktif oksijen türlerinin (ROS) temizlenmesine yardımcı olan glutatyon ve askorbik asit gibi antioksidanların sentezinde rol oynamaktadır (Karimi and Ghorbanli 2018). Ayrıca antioksidan enzimleri (CAT, POX, SOD) iyileştirerek bitkinin kuraklık stresine dayanması için prolin ve fotosentetik pigmentleri artırmaktadır (Merwad et al. 2018).

Yapılan bu çalışmada metiyonin uygulamasının su kısıtındaki patlıcan fideleri üzerine iyileştirici etkileri incelenmiştir. Uygulanan metiyoninin bitki boyu, gövde çapı, yaprak alanı, klorofil a-b ve toplam klorofil içeriği üzerine iyileştirici etkileri incelenmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Tarla kapasitesinin %100 ve %60'ı olacak şekilde yapılan sulama ile M0, M1 ve M2 solüsyonları patlıcan fidelerine uygulanmıştır. Metiyonin uygulanmayan (M0) fidelerde kısıtlı sulama bitki boyunu %39,4 azaltırken, metiyonin uygulanan (M1,M2) fidelerde sırasıyla %27,99 ve %32,24 bitki boyu azalmıştır. Kısıtlı sulama altında metiyonin uygulaması kontrole göre bitki boyunda %21,76 ve %21,49 artırarak iyileştirici etki göstermiştir. Gövde çapı M0 uygulamasında %29,53 azalma gösterirken M1 ve M2 uygulamasında %28,36 ve %18,34 azalış göstermiştir. Kısıtlı sulama altında metiyonin uygulaması kontrole göre gövde çapında %16,66 ve %27,14 artış göstermiştir. Yaprak alanı M0'da %51,15 azalış gösterirken M1'de %43,60 ve M2'de %48,31 azalış göstermiştir. Metiyonin uygulaması yapılan patlıcan fideleri kontrole göre %42,92 ve %40,73 artış olmuştur.

Kısıtlı sulama koşullarının klorofil a içeriklerine etkisi incelendiğinde klorofil a miktarında M0 %44,99, M1 %8,51 ve M2 %32,56 azalış göstermiştir. Metiyonin uygulaması klorofil a miktarında kontrole göre M1'de %225,75 artış sağlarken M2'de %210,6 artış sağlamıştır. Metiyonin uygulamasının bitkilerin klorofil sentezini ve fotosentetik kapasitesini daha fazla artırdığını göstermektedir. Su kısıtlaması altında bile klorofil a içeriğini oldukça iyi bir seviyede tutmuş, kontrol grubuna göre belirgin bir iyileşme sağlamıştır. Klorofil b miktarı M0'da %15,09, M1'de %24,41 ve M2'de %35,75 azalış göstermiştir. Su kısıtlaması klorofil b içeriğinde düşüşe neden olurken metiyonin uygulaması kontrole göre M1'de %44,44 ve M2'de %31,11 artış göstermiştir. Metiyonin uygulaması kısıtlı sulama altındaki patlıcan fidelerinin klorofil b miktarındaki düşüşü dengelemiş ve kontrol grubuna kıyasla klorofil b miktarını önemli ölçüde artırmıştır. Metiyonin, patlıcan fideleri üzerinde klorofil üretimini destekleyen bir rol oynamıştır ve bu sayede kuraklığın yarattığı stresin olumsuz etkilerini azaltmıştır.

Tarımsal üretimi sekteye uğratan en önemli streslerden biri olan kuraklık bitkilerde stomaların kapanması, fotosentezin düşmesi, yaprakların kıvrılması, su potansiyelinin azalması, yaprak alanının küçülmesi, kök ve gövde kütlesinde gerileme ile çiçeklenmenin azalması gibi çeşitli olumsuz etkilere yol açmaktadır (Pirasteh-Anosheh et al., 2016). Kuraklık stresinin fotosentetik aktiviteyi olumsuz etkilemesinin bir diğer nedeni ise osmotik stresin tetiklenmesiyle fotosentetik fonksiyonların bozulması ve reaktif oksijen türlerinin (ROT) oluşmasıdır. (Sperdouli and Moustakas, 2012). ROT'lar, proteinlerde bozulma, enzim inhibisyonu, klorofil parçalanması, DNA ve RNA hasarları ile hücre ölümüne yol açabilmektedir. Bitkiler, bu zararlı bileşikleri ortamdan uzaklaştırmak ve oksidatif hasara karşı hücrelerini korumak amacıyla süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve peroksidaz (POD) gibi enzimatik ve karotenoid

gibi düşük moleküler ağırlıklı enzimatik olmayan antioksidanlardan oluşan savunma mekanizmalarını geliştirmiştir (Bartels and Sunkar 2005).

Metiyonin uygulamasının patlıcan bitkileri üzerindeki etkileri ile ilgili çalışma bulunmamakla birlikte daha önce yapılan çalışmalarda kudret narı (Akram et al., 2020), mısır, domates (Arshad et al., 1990) ve bamya (Zulqadar et al., 2015) gibi bitkilerde önemli etki sağladıkları belirlenmiştir. Bu çalışmalarda dışarıdan bitkiye uygulanan metiyoninin yaprak sapı ksileminin yanı sıra floem alanını da geliştirdiği, aynı zamanda su stresi koşullarına maruz kalan bitkinin yaprak sapının kortikal hücre alanını önemli ölçüde artırdığı belirtilmiştir. Ayrıca, sürgün boyu, sürgün taze ağırlığı, gövde çapını, çiçek sayısı, meyve sayısı, kök uzunluğu, sürgün ve kök kuru ağırlığını artırmada etkili olduğu, klorofil ve fotosentez oranını etkileyerek büyüme, verim ve fizyolojik parametreleri düzenlediği belirlenmiştir. Su kısıntındaki ayçiçeğinde de dışarıdan uygulanan metiyoninin membran geçirgenliği, MDA ve $H_2O_2$ içeriğini azaltırken, dört bitkide de sürgün taze ağırlığını, sürgün uzunluğunu, klorofil a'yı, klorofil a/b oranını, prolin içeriğini ve SOD, POD ve CAT enzim aktivitelerini artırarak su stresi toleransını sağladığı belirlenmiştir (Mehak et al., 2021). Benzer olarak, çalışmadan elde ettiğimiz bulgular da metiyonin uygulamasının incelenen parametrelerde hem stressiz hem de stres koşullarında iyileştirici etkisi belirlenmiştir.

## Sonuç

Sonuç olarak, metiyonin uygulamasının kuraklık stresi altındaki patlıcan fidelerinde büyüme performansını iyileştirdiği, fotosentetik pigmentlerin stabilitesini koruyarak strese karşı tepki sağladığı belirlenmiştir. Bu bulgular metiyoninin kuraklık toleransını artırmada potansiyel bir düzenleyici olarak değerlendirilebileceğini göstermektedir. Bununla birlikte metiyonin uygulamalarının bitkiler üzerindeki etkilerinin net olarak ortaya çıkarılması için farklı doz ve uygulama yöntemleri ile test edilmesi ve moleküler mekanizmalarının da araştırılması faydalı olacaktır.

## Kaynaklar

Akram, N. A., Ashraf, M., Ashraf, M., & Sadiq, M. (2020). Exogenous application of L-methionine mitigates the drought-induced oddities in biochemical and anatomical

responses of bitter gourd (Momordica charantia L.). Scientia Horticulturae, 267, 109333.

Alcázar, R., Altabella, T., Marco, F., Bortolotti, C., Reymond, M., Koncz, C., ... & Tiburcio, A. F. (2010). Polyamines: molecules with regulatory functions in plant abiotic stress tolerance. Planta, 231, 1237-1249.

Arshad, M., & Frankenberger, W. T. (1990). Response of Zea mays and Lycopersicon esculentum to the ethylene precursors, L-methionine and L-ethionine applied to soil. Plant and Soil, 122, 219-227.

Bartels, D., Sunkar, R., 2005. Drought and salt tolerance in plants. Critical Reviews in Plant Sciences, 24(1), 23-58.

Brosnan, J.T. and Brosnan, M.E., 2006. Sulfur-containing amino Acids: An overview. Journal of Nutrition 136: 1636S–1640S

Capell, T., Bassie, L., Christou, P., 2004. Modulation of the polyamine biosynthetic pathway in transgenic rice confers tolerance to drought stress. Proceedings of the National Academy of Sciences, 101(26), 9909-9914. https://doi.org/10.1073/pnas.0306974101

FAO, 1963. Tree planted practices for arid zones. FAO, Rome (Italy). Forestry Development paper No 16.

Joshi, V., Joung, J. G., Fei, Z., & Jander, G. (2010). Interdependence of threonine, methionine and isoleucine metabolism in plants: accumulation and transcriptional regulation under abiotic stress. Amino acids, 39, 933-947.

Karimi, M., & Ghorbanli, M., 2018. Effects of methionine on antioxidant defense system and some physiological characteristics of eggplant under water deficit stress. Journal of Plant Nutrition, 41(9), 1124-1134.

Kömüşçü, A. Ü., Dorum, A., Ceylan, A., 2003. Yağış Şiddeti ve Tekerrür Sürelerine Göre Sel ve Taşkın Riski Analizi. III. Atmosfer Bilimi Sempozyumu.

Mehak G, Akram NA, Ashraf M, Kaushik P, El-Sheikh MA, Ahmad P., 2021. Methionine-induced regulation of growth, secondary metabolites and oxidative defense system in sunflower (Helianthus annuus L.) plants subjected to water deficit stress. PLoS ONE 16(12): e0259585. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259585

Merwad, A.-R. M. A., Desoky, E.-S. M., & Rady, M. M. (2018). Response of water deficit-stressed *Vigna unguiculata* performances to silicon, proline or methionine foliar application. *Scientia Horticulturae*, *228*, 132-144. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.10.008

Onaga, G., & Wydra, K., 2016. Advances in plant tolerance to abiotic stresses. Plant genomics, 10(9), 229-272. DOI:10.5772/64350

Pirasteh-Anosheh, H., Saed-Moucheshi, A., Pakniyat, H., & Pessarakli, M. (2016). Stomatal responses to drought stress. Water stress and crop plants: A sustainable approach, 1, 24-40.

Saini, D. K., & Kaushik, P. (2019). Visiting eggplant from a biotechnological perspective: A review. Scientia Horticulturae, 253, 327-340.

Sperdouli, I., Moustakas, M. (2012). Interaction of proline, sugars, and anthocyanins during photosynthetic acclimation of Arabidopsis thaliana to drought stress. J. Plant Physiol., 169(6), 577-585.

Zulqadar, S. A., Arshad, M., Naveed, M., Hussain, A., Nazir, Q., & Rizwan, M. (2015). Response of okra (Abelmoschus esculentus L.) to soil and foliar application of L-methionine. Soil & Environment, 34(2).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# KARBON NANOTÜP KATKILI KAYMA İLE KALINLAŞAN AKIŞKAN TAKVİYELİ SANDVİÇ KOMPOZİTLERİN MODAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

**Salih ÇAĞLAYAN[1], Burak HÜLAGÜ[2], Volkan ACAR[3], Hamit AKBULUT[4]**

[1]Atatürk Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, salih.caglayan25@gmail.com, 0000-0002-9470-1697
[2]Atatürk Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, burak.hulagu@atauni.edu.tr, 0000-0001-8381-578X
[3]Atatürk Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, volkanacar@atauni.edu.tr, 0000-0001-7412-301X
[4]Atatürk Üniversitesi, Makine Mühendisliği Bölümü, akbuluth@atauni.edu.tr, 0000-0003-0061-5067

## ÖZET

Bu çalışmada, non-Newtonian akışkan özelliğine sahip kayma ile kalınlaşan akışkan (shear thickening fluid, STF) akışkanı sandviç kompozitlerin çekirdek yapısına katılarak modal özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla, bal peteği geometrisine sahip çekirdek yapılar, füzyon birikim modellemesi (fused deposition modeling, FDM) yöntemi kullanılarak üç boyutlu yazıcı (3D printer) ile üretilmiştir. STF akışkanı olarak, katkısız ve ağırlıkça %1 oranında karbon nanotüp (CNT) ihtiva eden iki farklı akışkan hazırlanmıştır. Bu işlemin ardından, hazırlanan STF akışkanları, sandviç kompozitler içindeki bal peteklerinde yer alan boşluklara aktarılmıştır. Yüzey plakalarının üretiminde ise vakum destekli reçine transferi ile kalıplama (VARTM) yöntemi kullanılmış ve epoksi matrisli, aramid fiber elyaf takviyeli kompozit malzemeler elde edilmiştir. Daha sonra oda sıcaklığında ve ağırlık kontrollü bir basınç ile sandviç kompozitler üretilmiş ve numuneler hazırlanmıştır. Çalışma kapsamında hazırlanan numuneler, lazer vibrometre esaslı titreşim ölçüm düzeneğinde iki farklı sınır şartında (ankastre - serbest ve serbest - serbest) teste tabi tutulmuşlardır. Sandviç kompozit numuneler üzerinde gerçekleştirilen modal analizlerle, farklı STF bileşimlerinin sandviç kompozitin doğal frekans ve sönüm davranışları üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Buna göre, yapılan titreşim testleri sonucunda, STF içeren numuneler her iki sınır şartında da kontrol numunesine kıyasla en yüksek sönüm oranlarını göstermiştir; ankastre-serbest şartında %91, serbest-serbest şartında ise %52 oranında artış gözlemlenmiştir. Ankastre-serbest sınır şartı için STF-CNT katkısı, kontrol numunesine göre sönüm oranını artırsa da katkısız STF'li numuneye kıyasla %15.34 oranında düşüş göstermiştir. Serbest-serbest sınır şartında STF-CNT numunesi ile katkısız STF numunesi arasında benzer sönüm davranışları gözlemlenmiştir. Ayrıca, tüm STF katkılı numunelerde kontrol numunesine kıyasla doğal frekans değerlerinde bir miktar azalma gözlemlenmiştir. Sonuçlar dikkate alındığında STF katkısının sandviç kompozitlerde sönüm performansını önemli ölçüde iyileştirdiği görülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Sandviç Kompozit, Kayma ile Kalınlaşan Akışkan, Karbon Nanopartikül, Modal Analiz

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Bu bildiri, "Grafen Nanopartikül Modifiyeli STF katkılı Sandviç Kompozitlerin Mekanik ve Modal Özelliklerinin İncelenmesi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmadı" yüksek lisans tez çalışması kapsamında türetilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# TREATMENT OF BOVINE RESPIRATORY DISEASE

**Prof. Dr. ALİ BİLGİLİ[1], Prof. Dr. BAŞAK HANEDAN[2]**

[1]Ankara University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Pharmacology and Toxicology, Ankara, Türkiye, abilgili61@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6819-7952

[2]Atatürk University Faculty of Veterinary Medicine, Department of Internal Medicine, Erzurum, Türkiye, fbhanedan@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3873-0124

## ABSTRACT

Bovine respiratory disease is one of the most important health problems in bovine medicine all over the world today. The global economic impact of bovine respiratory disease is estimated to be more than $3 billion per year. Calves that are not weaned are mostly affected by respiratory system diseases. Stress factors such as weaning, transport, crowded housing and harsh weather conditions cause bovine respiratory disease. The high incidence of bovine respiratory disease has been widely associated with poor maintenance conditions. Viral pathogens of bovine respiratory disease are bovine corona virus, bovine respiratory syncytial virus, bovine herpes virus type 1, bovine parainfluenza virus type 3, bovine viral diarrhoea virus, bacterial pathogens are *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni*, *Mycoplasma* spp., *Mycoplasma bovis*, *Trueperella bovis*, *Bibersteinia trehalosi*. Yeast, fungal and parasitic agents can also cause respiratory disease. In this article, the etiology, prevalence, clinical findings, diagnosis and management of bovine respiratory system disease were discussed comprehensively. By extensively analyzing scientific sources of recent years, comprehensive information was given on the most commonly used drugs and drug combinations in treatment.

**Keywords:** Bovine, respiratory disease, treatment

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# SIĞIRLARDA SOLUNUM SİSTEMİ HASTALIĞININ SAĞALTIMI

[1]Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Farmakoloji ve Toksikoloji Ana Bilim Dalı, Ankara, Türkiye, abilgili61@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-6819-7952

[2]Atatürk Üniversitesi Veteriner Fakültesi, İç Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Erzurum, Türkiye, fbhanedan@gmail.com, ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3873-0124

## ÖZET

Sığırların solunum sistemi hastalığı günümüzde tüm dünyada sığır hekimliğinde en önemli sağlık sorunlarından birisidir. Sığırların solunum sistemi hastalığının dünyadaki ekonomik etkisinin yılda 3 milyar dolardan fazla olduğu tahmin edilmektedir. Sütten kesilmeyen buzağılar en çok solunum sistemi hastalığından etkilenmektedir. Sütten kesme, nakil, kalabalık ortamda barındırma ve sert hava koşulları gibi stres faktörleri sığırların solunum sistemi hastalığının gelişmesine neden olur. Sığırların solunum sistemi hastalığının insidensinin yüksek olması yaygın şekilde kötü bakım koşullarıyla ilişkilendirilmiştir. Sığırlarda solunum sistemi hastalığının virüs nedenli patojenleri; sığır corona virüs, sığır solunum sinsityal virüs, sığır herpes virüs tip 1, sığır parainfluenza virüs tip 3, sığır viral diyare virüs, bakteriyel nedenli patojenleri *Mannheimia haemolytica, Pasteurella multocida, Histophilus somni, Mycoplasma* spp., *Mycoplasma bovis, Trueperella bovis, Bibersteinia trehalosi*'den oluşmaktadır. Maya, mantar ve parazit etkenleri de sığırlarda solunum sistemi hastalığına neden olabilir. Bu makale kapsamında sığırların solunum sistemi hastalığının etiyolojisi, prevalansı, klinik bulguları, tanı ve sağaltımı kapsamlı şekilde ele alındı. Son yıllara ait bilimsel kaynaklar geniş şekilde irdelenerek sağaltımda en çok kullanılan ilaçlar ve ilaç kombinasyonlarına yönelik olarak kapsamlı bilgiler verildi.

**Anahtar kelimeler:** Sığır, solunum sistemi hastalığı, sağaltım

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## Giriş

Sığırların solunum sistemi hastalığı günümüzde tüm dünyada sığır hekimliğinde en önemli sağlık sorunlarından birisidir (Melchner ve ark., 2021). Sığırların solunum sistemi hastalığının dünyadaki ekonomik etkisinin yılda 3 milyar dolardan fazla olduğu tahmin edilmektedir (Watts ve Sweeney, 2010). Sütten kesilmeyen buzağılar en çok solunum sistemi hastalığından etkilenmektedir (Dubrovsky ve ark., 2019). Akciğer konsolidasyonu olan sütten kesilmeyen buzağılarda sağlıklı buzağılara kıyasla canlı ağırlık kazancı daha düşük düzeyde belirlenmiştir (Sáadatnia ve ark., 2023). Solunum sistemi hastalığı sığırların yaşamlarının sonraki dönemlerinde verim düşüklüklerine neden olur (Dunn ve ark., 2018).

## Etiyoloji

Sığırlarda solunum sistemi hastalığının stres faktörleriyle bağışıklık sisteminde baskılanma sonucunda meydana geldiği kabul edilmektedir. Bu durumda üst solunum sisteminde fırsatçı patojen etkenler çoğalırlar. Sütten kesme, nakil, kalabalık ortamda barındırma ve sert hava koşulları gibi stres faktörleri sığırlarda solunum sistemi hastalığının gelişmesine neden olur (Constable ve ark., 2017).

Ayrıca sığırın beslenme yetersizliği ya da besleme hataları, sağlık durumu (eş zamanlı başka hastalıkların varlığı), çevresel soğuk ya da sıcağa maruziyet, vücut kondisyonu, gebelik, laktasyon, büyüme gibi fizyolojik durumlar, diğer stres faktörleri (sütten kesme, bir araya toplama, nakil, boynuz köreltme, kastrasyon ya da diğer bakım koşulları) sığırların solunum sistemi hastalıklarının şekillenmesindeki nedenlerdendir (Booker ve Lubbers, 2020).

Sığırlarda solunum sistemi hastalığının virüs nedenli patojenleri; sığır corona virüs (BCV), sığır solunum sinsityal virüs (BRSV), sığır herpes virüs tip 1 (BHV-1), sığır parainfluenza virüs tip 3 (PIV-3), sığır viral diyare virüs (BVDV), bakteriyel patojenleri *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella multocida*, *Histophilus somni*, *Mycoplasma* spp., *Mycoplasma bovis* (Griffin ve ark., 2010; Capik ve ark., 2017; Otten ve ark., 2024), *Trueperella bovis*, *Bibersteinia trehalosi*'den (Melchner ve ark., 2021; Otten ve ark., 2024) oluşmaktadır.

**Klinik Bulgular**

Pnömoninin klinik bulguları yüksek ateş, hızlı solunum, solunum güçlüğü, burun akıntısı, göz akıntısı, öksürük, dehidrasyon ve iştahsızlık gibi bulguları kapsar (Love ve ark., 2014; McGuirk ve Peek, 2014; Joshi ve ark., 2017; Cummings ve ark., 2022).

**Tanı**

Sığırların solunum sistemi hastalıklarının tanısında trakeobronşiyal lavaj örneklerinin mikrobiyolojik kültür ve virolojik analizi önemli bilgiler sağlar (Jourquin ve ark., 2023).

**Sağaltım**

Sığırların solunum sistemi hastalıklarında kullanılan ilaçlar seftiofur kristal serbest asit (4.4-6.6 mg/kg, 1 kez, deri altı, kulağın posteriyor kısmına), seftiofur hidroklorür (1.1-2.2 mg/kg, 24 saatte 1 kez, 3 gün süreyle, deri altı), seftiofur sodyum (1.1-2.2 mg/kg, 24 saatte 1 kez, 3 gün, kas içi ya da deri altı), danofloksasin mesilat (6 mg/kg, 48 saatte 1 kez, deri altı ya da 8 mg/kg, 1 kez, deri altı), enrofloksasin (7.5-12.5 mg/kg, 1 kez, kas içi/deri altı ya da 2.5-5 mg/kg, 24 saatte 1 kez, 3 gün süreyle kas içi/deri altı), florfenikol (20 mg/kg, 48 saatte 1 kez, kas içi ya da 40 mg/kg, 1 kez, deri altı), gamitromisin (6 mg/kg, 1 kez, deri altı), oksitetrasiklin (13 mg/kg, 24 saatte 1 kez, 5 gün süreyle, kas içi ya da 10 mg/kg, 24 saatte 1 kez, 4 gün süreyle, kas içi), tildiprosin (4 mg/kg, 1 kez, deri altı), tilmikosin (10 mg/kg, 1 kez, deri altı), trimetoprim (2.66 mg/kg + sülfadoksin 13.33 mg/kg, 24 saatte 1 kez, kas içi) ve tulatromisin (2.5 mg/kg, 1 kez, deri altı) kullanımları şeklinde bildirilmiştir (O'Connor ve ark., 2013).

**Kaynaklar**

Booker, C. W., & Lubbers, B. V. (2020). Bovine Respiratory Disease Treatment Failure: Impact and Potential Causes. *The Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice*, *36*(2), 487-496.

Capik, S. F., White, B. J., Lubbers, B. V., Apley, M. D., DeDonder, K. D., Larson, R. L., ... & Clawson, M. L. (2017). Comparison of the diagnostic performance of nasopharyngeal swabs and bronchoalveolar lavages in calves diagnosed with bovine respiratory disease. *American Journal of Veterinary Research*, 78(3), 350-358.

Constable, P.D., Hinchcliff, K.W., Done, S.H., Grünberg, W. (2017). Acute undifferenciated bovine respiratory disease. Veterinary Medicine, A Textbook of the Diseases of Cattle, Horses, Sheep, Pigs, and Goats. Edition 11, Elsevier Publishing. P. 903-914.

Cummings, D. B., Meyer, N. F., & Step, D. L. (2022). Bovine respiratory disease considerations in young dairy calves. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, *38*(1), 93-105.

Dubrovsky, S. A., Van Eenennaam, A. L., Karle, B. M., Rossitto, P. V., Lehenbauer, T. W., & Aly, S. S. (2019). Bovine respiratory disease (BRD) cause-specific and overall mortality in preweaned calves on California dairies: The BRD 10K study. *Journal of Dairy Science*, *102*(8), 7320-7328.

Dunn, T. R., Ollivett, T. L., Renaud, D. L., Leslie, K. E., LeBlanc, S. J., Duffield, T. F., & Kelton, D. F. (2018). The effect of lung consolidation, as determined by ultrasonography, on first-lactation milk production in Holstein dairy calves. *Journal of Dairy Science*, *101*(6), 5404-5410.

Griffin, D., Chengappa, M. M., Kuszak, J., & McVey, D. S. (2010). Bacterial pathogens of the bovine respiratory disease complex. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, *26*(2), 381-394.

Joshi, V., Gupta, V. K., Dimri, U., Kumar, O. V., Sharma, D. K., & Bhanuprakash, A. G. (2017). Assessment of nebulisation of sodium ceftiofur in the treatment of calves naturally infected with bovine respiratory disease. *Tropical Animal Health and Production*, *49*, 497-501.

Jourquin, S., Lowie, T., Debruyne, F., Chantillon, L., Vereecke, N., Boyen, F., ... & Pardon, B. (2023). Dynamics of subclinical pneumonia in male dairy calves in relation to antimicrobial therapy and production outcomes. *Journal of Dairy Science*, *106*(1), 676-689.

Love, W. J., Lehenbauer, T. W., Kass, P. H., Van Eenennaam, A. L., & Aly, S. S. (2014). Development of a novel clinical scoring system for on-farm diagnosis of bovine respiratory disease in pre-weaned dairy calves. *Peer J*, *2*, e238.

McGuirk, S. M., & Peek, S. F. (2014). Timely diagnosis of dairy calf respiratory disease using a standardized scoring system. *Animal Health Research Reviews*, *15*(2), 145-147.

Melchner, A., van de Berg, S., Scuda, N., Feuerstein, A., Hanczaruk, M., Schumacher, M., ... & Riehm, J. M. (2021). Antimicrobial resistance in isolates from cattle with bovine respiratory disease in Bavaria, Germany. *Antibiotics*, *10*(12), 1538.

O'Connor, A. M., Coetzee, J. F., da Silva, N., & Wang, C. (2013). A mixed treatment comparison meta-analysis of antibiotic treatments for bovine respiratory disease. *Preventive Veterinary Medicine*, *110*(2), 77-87.

Otten, N. D., Goecke, N. B., Michelsen, A. M., Nielsen, L. R., Capion, N., Martin, H. L., ... & Petersen, M. B. (2024). Comparing occurrence of bovine respiratory pathogens detected by high-throughput real-time PCR in nasal swabs and non-endoscopic bronchoalveolar lavage samples from dairy and veal calves. *Pathogens*, *13*(6), 479.

Sáadatnia, A., Mohammadi, G. R., Azizzadeh, M., Mirshahi, A., Mohieddini, A. A., & Buczinski, S. (2023). Effect of ultrasonographic lung consolidation on health and growth in dairy calves: A longitudinal study. *Journal of Dairy Science*, *106*(11), 8047-8059.

Watts, J. L., & Sweeney, M. T. (2010). Antimicrobial resistance in bovine respiratory disease pathogens: measures, trends, and impact on efficacy. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*, *26*(1), 79-88.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# HEMŞİRELİK BÖLÜMÜ KIZ ÖĞRENCİLERİNİN JİNEKOLOJİK KANSERLERE YÖNELİK FARKINDALIK DÜZEYLERİ: KESİTSEL BİR ÇALIŞMA

**Prof. Dr. Mehtap KAVURMACI**
Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi,
mehtap.kavurmaci@atauni.edu.tr - 0000-0001-7062-4845

**Dr. Öğr. Üyesi Ayşenur SARIASLAN**
Kafkas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi,
aysnrclk2525@gmail.com - 0000-0001-8005-1067

## ÖZET

Jinekolojik kanserler, dünya çapında kadınlar için mortalite ve morbiditeye neden olan en yaygın dördüncü kanserdir. Hasta ve hasta yakınları ile en fazla temas halinde olan hemşirelerin öğrencilik dönemlerinde jinekolojik kanserler konusunda farkındalıklarının ve duyarlılıklarının arttırılması önemlidir. Çalışmanın amacı hemşirelik bölümünde okuyan kız öğrencilerin jinekolojik kanserlere yönelik farkındalık düzeylerini belirlemektir. Tanımlayıcı ve kesitsel tipteki bu çalışma, Şubat ve Mart 2025 tarihlerinde Türkiye'nin doğusundaki iki üniversitenin hemşirelik bölümlerinde öğrenim gören 185 kız öğrenci ile yürütülmüştür. Veriler Tanıtıcı Bilgi Formu ve Jinekolojik Kanserler Farkındalık Ölçeği kullanılarak toplanmıştır. Verilerin değerlendirilmesinde standart sapma, ortalama, yüzde, sayı ve tanımlayıcı testler kullanıldı. Katılımcıların yaş ortalaması 21,08 yıl ve ilk menarş yaşı 13,44 yıldı. Katılımcıların %48'inin ikinci sınıf öğrencisi olduğu, %90,8'inin düzenli fiziksel aktivite yapmadığı, %69,2'sinin sağlıklı beslenmediği, %87,6'sının sigara içmediği ve %96,8'inin alkol kullanmadığı saptanmıştır. Katılımcıların %93,0'ının ailesinde jinekolojik kanser öyküsü olmadığı ve %16,8'inin jinekolojik kanserler hakkında bilgi sahibi olmadığı görülmüştür. Katılımcıların %36,8'inin jinekolojik kanserler hakkında bilgi kaynağı olarak eğitim, seminer ve toplantılar olduğu tespit edilmiştir. Katılımcıların jinekolojik kanserlerden korunma konusundaki farkındalıkları incelendiğinde, sınıf düzeyleri ile jinekolojik kanserler hakkındaki bilgi düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuş olup, Jinekolojik Kanserler Farkındalık Ölçeği puan ortalaması 151,16'dır. Hemşirelik öğrencilerinin jinekolojik kanserler konusunda farkındalıklarını artırmak için eğitim ve seminerler düzenlenebilir. Ayrıca jinekolojik kanserler konusunda farkındalığı artırmak için öğrencilere danışmanlık verilmesi, erken tanı ve tedavi konusunda bilgi sağlanması ve medya aracılığıyla farkındalık girişimlerinin artırılması gerekmektedir.

## ABSTRACT

### Awareness Levels of Female Students of Nursing Department towards Gynaecological Cancers: A Cross-Sectional Study

Gynaecological cancers are the fourth most common cancer causing mortality and morbidity for women worldwide. For this reason, nurses, who are in the primary prevention step in gynaecological cancers, have important duties in health education. It is important to increase

the awareness and sensitivity of nurses, who are in contact with patients and their relatives the most, about gynaecological cancers during their student period. The aim of the study was to determine the awareness levels of female students studying in the department of nursing towards gynaecological cancers. This descriptive and cross-sectional study was conducted with 185 female students in the nursing departments of two universities in eastern Turkey in February and March 2025. The data were collected using the Descriptive Information Form and Gynaecological Cancers Awareness Scale. Standard deviation, mean, percentages, numbers and descriptive tests were used to evaluate the data. The mean age of the participants was 21,08 years and the age at first menarche was 13.44 years. It was found that 48% of the participants were second year students, 90.8% did not do regular physical activity, 69,2% did not eat a healthy diet, 87,6% did not smoke and 96,8% did not drink alcohol. It was observed that 93,0% of the participants had no family history of gynaecological cancer and 16,8% had no information about gynaecological cancers. It was determined that 36,8% of the participants had education, seminars and meetings as a source of information about gynaecological cancer. When the awareness of the participants about the prevention of gynaecological cancers was examined, a statistically significant difference was found between the class levels and the level of knowledge about gynaecological cancers, and the mean score of the Gynaecological Cancers Awareness Scale was 151,16. Training and seminars can be organised for nursing students to improve awareness of gynaecological cancers. In addition, it is necessary to provide counselling for students to increase awareness of gynaecological cancers, to provide information about early diagnosis and treatment, and to increase awareness initiatives through the media.

**Anahtar Kelimeler :** Farkındalık, Hemşirelik Öğrencisi, Jinekolojik kanserler, Kız öğrenciler

## 1. GİRİŞ

Kadınlarda en önemli hastalık ve ölüm nedenleri arasında jinekolojik kanserler yer almaktadır. Jinekolojik kanserler kadınlarda görülen tüm kanserler arasında %29.9 insidans hızına sahiptir (Özen Çınar, 2022). Küresel kanser insidansı (GLOBOCAN) 2024 verilerine göre dünyada kadınlarda sırası ile en çok uterus, over ve serviks kanseri görülmektedir (GLOBOCAN, 2024). Türkiye'de ise kadınlarda jinekolojik kanserlerin görülme sıklığı sırasıyla endometrium, over ve serviks kanseri olarak belirlenmiştir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2020).

Jinekolojik kanserlerin erken evrede teşhis edilmesi iyileşen hasta sayısını artırmakta bireylerin psikolojik olarak rahatlamasını sağlamakta ve ülkelerin sağlık maliyetini de düşürmektedir (Köse Tuncer ve Karakurt, 2023). Ancak kadınlar erken teşhis amacıyla yapılan tarama programlarına katılmayı reddedebilmektedir. Kadınların tarama programlarını reddetme sebepleri arasında sağlık okur yazarlığı düzeyinin düşük olması, sağlık sorunlarını önemsememe, jinekolojik kanserlere karşı duyulan kaygı ve utanç, kanser olma korkusu ve mali sorunlar sayılabilir (Freij ve ark., 2018).

Jinekolojik kanserlere yönelik olarak yapılan çeşitli çalışmalarda kadınların farkındalık düzeylerinin düşük olarak bulunmuştur (Sönmez ve ark. 2012; Duman ve ark. 2015; Adekanle ve ark., 2011; Shankar et al. 2015). Jinekolojik kanserler hakkında farkındalık, bu kanserlerden korunmada önemli bir faktördür (Atlas ve Güneri, 2022). Jinekolojik kanser farkındalığının artması erken teşhis ve tedaviyi sağlayarak ölüm oranını azaltmada kritik öneme sahiptir (Dal ve ark., 2017).

Sağlık profesyonelleri kişilerin farkındalığını artırarak mortalite ve morbiditeyi azaltmakta anahtar role sahiptirler (Kaya ve ark., 2017). Sağlık profesyonelleri arasında toplumla iç içe olan hemşirelerin jinekolojik kanserler hakkında araştırma yapması, farkındalığı artırması, kanıta dayalı yaklaşımlar sergilemesi uygun hemşirelik girişimleri ile kadınların hayat kalitelerinin yükseltilmesi gibi rollerini kullanması gerekmektedir (Duman ve Şimşek Küçükkelepçe, 2022).

Hemşirelerin bu rolleri kullanabilmesi için lisans eğitiminde jinekolojik kanserlere yönelik olarak farkındalık kazanması gerekmektedir (Aydın, 2020). Bir üniversitenin özellikle sağlık bölümünde öğrenim gören öğrencilerin öncelikle bu konuda kendi farkındalıklarının oluşması ve sağlıklı alışkanlıklar edinmeleri, toplumda da farkındalık düzeyini arttırmada rol ve sorumlulukları olduğu düşünüldüğü için bu çalışmada hedef grup hemşirelik bölümü kız öğrencileri olarak seçilmiştir.

## 2. MATERYAL METOD

**Araştırmanın Tipi:** Bu araştırma tanımlayıcı kesitsel tiptedir.

**Araştırmanın Yapılacağı Yer ve Özellikleri:** Araştırma 2024-2025 eğitim öğretim yılının bahar döneminde doğuda bir hemşirelik fakültesi ve bir sağlık bilimleri fakültesinde eğitim gören hemşirelik kız öğrencileriyle yapılmıştır.

**Evren-örneklem:** Araştırma etik kurul izni alındıktan sonra 2024-2025 eğitim öğretim yılının bahar eğitim gören hemşirelik kız öğrencilerle herhangi bir örnekleme yöntemine gidilmeden, araştırmaya katılma kriterlerini karşılayan ve araştırmaya katılmayı kabul eden 185 kız öğrenci oluşturmuştur. Çalışma sonunda Post Hoc power (güç) analizi G*Power programı ile yapılmıştır. 185 kişi ile tamamlanan çalışmanın güç analizi, Tip hata miktarı 0.05, N2/N1=1, $\alpha$= 0,05 anlamlılık düzeyinde ve etki büyüklüğü d=0,35 olarak alınmasıyla testin gücü, P (1-$\beta$ hata) = 0.9991270 (%99) olarak hesaplanmıştır.

**Veri toplama araçları ve özellikleri:** Veriler Sosyodemografik Özellikler Formu, Jinekolojik Kanserler Farkındalık Ölçeği kullanılarak yüz yüze toplanmıştır. Sosyodemografik özellikler formu araştırmacı tarafından oluşturulmuştur ve çalışmanın amaç kapsamında ilişkili olabileceği düşünülen sosyodemografik bilgilerin yer aldığı 11 sorudan oluşmaktadır (Burucu ve Kıyak, 2022; Çelebi, 2021; Dal ve ark., 2020)

**Jinekolojik Kanserler Farkındalık Ölçeği**

Jinekolojik Kanserler Farkındalık Ölçeği (JİKFÖ) Alp Dal ve Ertem (2017) tarafından 20-65 yaş arası evli kadınların jinekolojik kanserlere ilişkin farkındalıklarını değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir. Geçerli, güvenilir olduğu saptanan JİKFÖ, 41 maddeden ve dört alt boyuttan oluşan 5'li likert tipte bir ölçektir. Ölçekte her soru maddesi için kadınların "Kesinlikle Katılmıyorum", "Katılmıyorum", "Kararsızım", "Katılıyorum", "Kesinlikle Katılıyorum" seçeneklerinden kendisine uygun olan seçeneği işaretlenmesi beklenmektedir. Ölçeğin alt boyutları ve ilgili maddeleri aşağıda verilmiştir: Jinekolojik Kanser Riskleri Farkındalığı: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11. maddeleri Jinekolojik Kanserlerde Erken Tanı ve Bilgi Farkındalığı: 1, 2, 12, 13. maddeleri Jinekolojik Kanserlerden Korunma Farkındalığı: 14, 15, 16, 17, 18, 19. maddeleri Jinekolojik Kanserlerde Rutin Kontrol ve Ciddi Hastalık Algısı Farkındalığı: 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41. Maddeleri kapsamaktadır. Ölçek değerlendirilirken en düşük puan 41, en yüksek puan 205'tir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Araştırmaya katılanların ölçek puanlarının yüksek olması farkındalık düzeylerinin de yüksek olduğunu göstermektedir. JİKFÖ'nin cronbach alpha değeri 0.944'tür. Bu çalışmada cronbach alfa değeri 0.907 olarak bulunmuştur.

**Verilerin nasıl toplanacağı:** Çalışmanın verileri Google Drive da oluşturularak toplanacaktır. Soru formunun bağlantı linki kullandıkları telefon aracılığı ile öğrenci gruplarında araştırmaya katılmayı kabul eden öğrenciler tarafından doldurulmuştur.

**Verilerin değerlendirilmesi:** Bu araştırmada elde edilen veriler SPSS 23 paket programı yardımı ile değerlendirilmiştir. Verilerin analizinde ilk olarak ortalama, standart sapma, frekans ve yüzdelik değerler kullanılmıştır. Araştırmadaki verilerin analizinde gerekli istatistiksel yöntemin belirlenmesi için verilerin normal dağılımına bakılmıştır. Verilerin normal dağılıp dağılmadığının tespiti için Skewness (Çarpıklık) ve Kurtosis (Basıklık) değerlerine bakıldı. Bu değerlerin -1.5 ile +1.5 arasında olması durumunda verinin normal dağıldığı kabul edilebilir olduğu belirtilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Ölçeğin ve alt boyutlarının çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1.5 ile +1.5 arasında olduğu ve normal dağılıma sahip olduğu kabul edildi. Bu sonuca göre ikili gruplarda bağımsız gruplar t testi, üç ve üzeri gruplarda tek yönlü varyans (ANOVA), değişkenler arasında ilişkiyi belirlemek için Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır..

**Araştırmanın güçlükleri ve sınırlılıkları:** Araştırmanın sonuçları ilgili üniversitelerin hemşirelik bölümü kız öğrencilerinin verileri ile sınırlıdır.

**Etik ilkeler**: Atatürk Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Birim Etik Kurul Başkanlığı'ndan etik onay alınmıştır. İlgili fakültelerden çalışma izni alınmıştır. Ölçeğin Türkçe geçerlik ve güvenirliğini yapan araştırmacılara e-mail atılarak ölçek kullanım izni istenmiştir.Araştırmaya katılan öğrencilere araştırmanın amacı açıklandıktan sonra sözlü ve yazılı olurları alınarak kimlik bilgileri gizli tutularak ve araştırmaya katılımda gönüllülük esas alınmıştır.

## 3. BULGULAR

**Tablo 1**. *Araştırmaya Katılan Öğrencilere Ait Demografik Özelliklerin Dağılımları*

| | | *n* | % |
|---|---|---|---|
| **Sınıf Düzeyi** | 1.Sınıf | 56 | 30,3 |
| | 2.Sınıf | 89 | 48,1 |
| | 3.Sınıf | 26 | 14,1 |
| | 4.Sınıf | 14 | 7,6 |
| **Düzenli Spor Yapma Durumu** | Hayır | 168 | 90,8 |
| | Evet | 17 | 9,2 |
| **Sağlık Beslenme Durumu** | Hayır | 128 | 69,2 |
| | Evet | 57 | 30,8 |
| **Ailede jinekolojik kanser öyküsü durumu** | Hayır | 172 | 93,0 |
| | Evet | 13 | 7,0 |
| **Jinekolojik kanserler hakkındaki bilgi düzeyi** | Hiç Bilgim Yok | 31 | 16,8 |
| | Biraz Bilgim Var | 136 | 73,5 |
| | Yeterince Bilgim Var | 18 | 9,7 |
| | Arkadaş, Komşu | 8 | 4,3 |
| | Doktor | 28 | 15,1 |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Jinekolojik Kanserler Hakkında Bilgi Edinilen Kaynak** | Ebe | 6 | 3,2 |
| | Eğitim-Seminer-Toplantı | 68 | 36,8 |
| | Görsel, Yazılı Basın | 55 | 29,7 |
| | Hemşire | 20 | 10,8 |
| **Sigara Kullanma Durumu** | Hayır | 162 | 87,6 |
| | Evet | 23 | 12,4 |
| **Alkol kullanma durumu** | Hayır | 179 | 96,8 |
| | Evet | 6 | 3,2 |
| **Yaş (Ort.±SS)** | | 21,08±2,937 | |
| **İlk Adet Görme Yaşı (Ort.±SS)** | | 13,44±1,693 | |
| **Toplam** | | **185** | **100** |

Tablo 1'de araştırmaya katılan öğrencilerin demografik özellikleri ve sağlık davranışlarına ilişkin bulgular sunulmaktadır. Katılımcıların sınıf düzeyi dağılımı incelendiğinde, en yüksek oranın ikinci sınıf öğrencilerine ait olduğu (%48,1), bunu birinci sınıf öğrencilerinin takip ettiği (%30,3), üçüncü sınıf (%14,1) ve dördüncü sınıf öğrencilerinin (%7,6) ise daha düşük oranlarda yer aldığı görülmektedir. Öğrencilerin düzenli fiziksel aktiviteye katılım durumları değerlendirildiğinde, büyük bir çoğunluğun (%90,8) düzenli olarak spor yapmadığı, yalnızca %9,2'sinin düzenli spor yaptığı belirlenmiştir. Sağlıklı beslenme alışkanlıkları açısından incelendiğinde ise, katılımcıların %69,2'sinin sağlıklı beslenmediği, %30,8'inin ise sağlıklı beslenme alışkanlıklarına sahip olduğu tespit edilmiştir. Ailede jinekolojik kanser öyküsü olup olmadığına yönelik değerlendirmede, öğrencilerin %93,0'ü ailesinde jinekolojik kanser öyküsünün bulunmadığını, %7,0'sinin ise ailesinde bu hastalık öyküsünün mevcut olduğunu belirtmiştir. Katılımcıların jinekolojik kanserler hakkındaki bilgi düzeyleri incelendiğinde, %16,8'inin bu konuda hiçbir bilgisinin bulunmadığı, %73,5'inin sınırlı düzeyde bilgiye sahip olduğu ve yalnızca %9,7'sinin yeterli bilgi düzeyine sahip olduğu görülmektedir. Jinekolojik kanserlere ilişkin bilgi edinme kaynakları değerlendirildiğinde, en yaygın bilgi kaynağının eğitim, seminer ve toplantılar olduğu belirlenmiştir (%36,8). Bunu sırasıyla görsel ve yazılı basın (%29,7), hekimler (%15,1), hemşireler (%10,8), arkadaş veya komşular (%4,3) ve ebeler (%3,2) takip etmektedir. Katılımcıların sigara kullanma durumları incelendiğinde, öğrencilerin %87,6'sının sigara kullanmadığı, %12,4'ünün ise sigara içtiği belirlenmiştir. Alkol kullanımı açısından değerlendirildiğinde, katılımcıların büyük bir çoğunluğunun (%96,8) alkol kullanmadığı, yalnızca %3,2'sinin alkol tükettiği tespit edilmiştir. Katılımcıların yaş ortalaması 21,08±2,937 ve ilk adet görme yaş ortalaması 13,44±1,693 olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 2.** *Öğrencilerim Jinekolojik Kanserler Farkındalık Ölçeği Puan Ortalamalarının Dağılımı (n=185)*

| **Ölçek ve Alt Boyutları** | **Min.** | **Max.** | **X±SS** | **Ölçek Puan Aralığı** |
|---|---|---|---|---|
| Jinekolojik Kanser Riskleri Farkındalığı | 17 | 45 | 30,31±4,989 | **9-45** |
| Jinekolojik Kanserlerde Erken Tanı ve Bilgi Farkındalığı | 11 | 20 | 16,96±2,193 | **4-20** |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Jinekolojik Kanserlerden Korunma Farkındalığı | 6 | 30 | 21,05±3,270 | **6-30** |
| Jinekolojik Kanserlerde Rutin Kontrol ve Ciddi Hastalık Algısı Farkındalığı | 34 | 109 | 82,83±11,226 | **32-160** |
| **Jinekolojik Kanserler Farkındalık Ölçeği Toplamı** | 95 | 204 | 151,16±16,167 | **41-205** |

Tablo 2'te araştırmaya katılan öğrencilerin "Jinekolojik Kanserler Farkındalık" ölçeği ve alt boyutlarından aldıkları puan ortalamalarına ait betimsel analiz sonuçları verilmiştir. Ölçek toplamında öğrencilerin farkındalık düzeylerinin (151,16±16,167) orta seviyede olduğu söylenebilir. Alt boyutlar incelendiğinde, "Jinekolojik Kanser Riskleri Farkındalığı" boyutunda öğrencilerin ortalama puanı 30,31±4,989, "Jinekolojik Kanserlerde Erken Tanı ve Bilgi Farkındalığı" alt boyutunda ortalama puan 16,96±2,193, "Jinekolojik Kanserlerden Korunma Farkındalığı" alt boyutunda öğrencilerin ortalama puanı 21,05±3,270 ve "Öğrencilerin Jinekolojik Kanserlerde Rutin Kontrol ve Ciddi Hastalık Algısı Farkındalığı" alt boyutunda ortalama puanı 82,83±11,226 olarak hesaplanmıştır.

**Tablo 3.** *Öğrencilerin Demografik Özelliklerine Göre Jinekolojik Kanserler Farkındalık Ölçeği ve Alt Boyutlarının Puan Ortalamalarının Karşılaştırılması*

| **Değişkenler** | **Jinekolojik Kanser Riskleri Farkındalığı** | **Jinekolojik Kanserlerde Erken Tanı ve Bilgi Farkındalığı** | **Jinekolojik Kanserlerden Korunma Farkındalığı** | **Jinekolojik Kanserlerde Rutin Kontrol ve Ciddi Hastalık Algısı Farkındalığı** | **Jinekolojik Kanserler Farkındalık Ölçeği Toplamı** |
|---|---|---|---|---|---|
| | **X±SS** | **X±SS** | **X±SS** | **X±SS** | **X±SS** |
| **Sınıf Düzeyi** | | | | | |
| (1) 1.Sınıf | 28,57±4,631 | 17,02±2,220 | 20,48±2,954 | 81,88±11,427 | 147,95±15,687 |
| (2) 2.Sınıf | 30,38±4,875 | 16,31±1,992 | 21,04±3,078 | 81,47±10,102 | 149,21±14,249 |
| (3) 3.Sınıf | 33,50±5,346 | 18,00±2,298 | 21,77±4,430 | 86,15±14,107 | 159,42±20,827 |
| (4) 4.Sınıf | 30,93±3,452 | 18,93±,997 | 22,07±2,999 | 89,14±8,734 | 161,07±11,704 |
| **TEST** | **F= 6,407<br>p= ,000**<br>1<3<br>2<3** | **F= 9,434<br>p= ,000**<br>1<4<br>2<3,4** | F= 1,448<br>p= ,230 | **F= 2,891<br>p= ,037*<br>2<4** | **F= 5,572<br>p= ,001**<br>1<3,4<br>2<3,4** |
| **Düzenli Spor Yapma Durumu** | | | | | |
| Hayır | 30,30±5,059 | 17,01±2,174 | 21,10±3,273 | 82,63±11,258 | 151,04±16,254 |
| Evet | 30,41±4,374 | 16,53±2,401 | 20,65±3,316 | 84,82±11,041 | 152,41±15,701 |
| **TEST** | t= -,085<br>p= ,932 | t= ,853<br>p= ,395 | t= ,537<br>p= ,592 | t= -,767<br>p= ,444 | t= -,334<br>p= ,739 |
| **Sağlık Beslenme Durumu** | | | | | |
| Hayır | 30,52±5,312 | 16,95±2,277 | 21,02±3,428 | 82,89±11,382 | 151,38±16,589 |
| Evet | 29,84±4,178 | 17,00±2,009 | 21,14±2,912 | 82,70±10,967 | 150,68±15,310 |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **TEST** | t= ,857<br>p= ,393 | t= -,156<br>p= ,876 | t= -,239<br>p= ,811 | t= ,105<br>p= ,916 | t= ,268<br>p= ,789 |
| **Ailede jinekolojik kanser öyküsü durumu** | | | | | |
| Hayır | 30,17±4,976 | 16,96±2,123 | 21,08±3,222 | 82,92±11,059 | 151,13±15,753 |
| Evet | 32,15±4,981 | 17,00±3,082 | 20,69±3,987 | 81,69±13,714 | 151,54±21,709 |
| **TEST** | t= -1,383<br>p= ,168 | t= -,047<br>p= ,963 | t= ,413<br>p= ,680 | t= ,379<br>p= ,705 | t= -,087<br>p= ,931 |
| **Jinekolojik kanserler hakkındaki bilgi düzeyi** | | | | | |
| (1) Hiç Bilgim Yok | 27,10±4,245 | 16,19±2,386 | 20,00±2,875 | 80,13±11,538 | 143,42±13,488 |
| (2) Biraz Bilgim Var | 30,73±4,825 | 16,98±2,038 | 21,11±3,304 | 82,99±10,868 | 151,81±15,496 |
| (3) Yeterince Bilgim Var | 32,72±5,131 | 18,17±2,526 | 22,44±3,222 | 86,28±12,851 | 159,61±20,321 |
| **TEST** | **F= 9,881<br>p= ,000**<br>1<2,3** | **F= 4,815<br>p= ,009*<br>1<3** | **F= 3,341<br>p= ,038*<br>1<3** | F= 1,775<br>p= ,172 | **F= 6,487<br>p= ,002*<br>1<2,3** |
| **Sigara Kullanma Durumu** | | | | | |
| Hayır | 30,49±4,802 | 17,01±2,109 | 21,22±3,179 | 82,64±11,199 | 151,36±15,737 |
| Evet | 29,04±6,124 | 16,61±2,743 | 19,91±3,728 | 84,22±11,572 | 149,78±19,271 |
| **TEST** | t= 1,307<br>p= ,193 | t= ,678<br>p= ,504 | t= 1,799<br>p= ,074 | t= -,631<br>p= ,529 | t= ,436<br>p= ,663 |
| **Alkol kullanma durumu** | | | | | |
| Hayır | 30,28±4,951 | 16,98±2,154 | 21,11±3,244 | 82,88±11,190 | 151,24±16,032 |
| Evet | 31,33±6,470 | 16,50±3,391 | 19,50±3,987 | 81,50±13,353 | 148,83±21,489 |
| **TEST** | t= -,508<br>p= ,612 | t= ,524<br>p= ,601 | t= 1,185<br>p= ,238 | t= ,295<br>p= ,768 | t= ,358<br>p= ,721 |
| **Yaş** | r= -,037<br>p= ,618 | r= ,132<br>p= ,073 | r= ,126<br>p= ,087 | r= ,132<br>p= ,072 | r= ,124<br>p= ,093 |
| **İlk Adet Görme Yaşı** | r= -,044<br>p= ,556 | r= -,089<br>p= ,228 | r= ,074<br>p= ,316 | r= -,031<br>p= ,673 | r= -,032<br>p= ,663 |

*p<.05, **p<.001, r= Pearson Korelasyon, t= Bağımsız Gruplar t Testi, F= Tek Yönlü Varyans (ANOVA) Analizi

Tablo 3'te katılımcıların demografik özelliklerine göre "Jinekolojik Kanserler Farkındalık" ölçeği ve alt boyutlarının puan ortalamalarının karşılaştırılmasına yönelik yapılan analiz sonuçları verilmiştir.

**"Jinekolojik Kanserler Farkındalık"** ölçeğinin toplam puanında; sınıf düzeyi **(F=5,572; p=,001)** ve jinekolojik kanserler hakkındaki bilgi düzeyi **(F=6,487; p=,002)** değişkenlerinde gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit dilmiştir. Ortaya çıkan anlamlı farklılıklara göre, 3. Sınıfta ve 4. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin puan ortalaması 1. Sınıfta ve 2. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin puan ortalamasından anlamlı düzeyde daha yüksek elde edilmiştir (p<.05). Jinekolojik kanserler hakkında biraz bilgisi olan

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

ve yeterince bilgi sahibi olan öğrencilerin puan ortalaması hiç bilgisi olmayan öğrencilerin puan ortalamasından anlamlı düzeyde daha yüksek elde edilmiştir (p<.05).

**"Jinekolojik Kanser Riskleri Farkındalığı"** alt boyutunda; sınıf düzeyi **(F=6,407; p=,000)** ve jinekolojik kanserler hakkındaki bilgi düzeyi **(F=9,881; p=,000)** değişkenlerinde gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit dilmiştir. Ortaya çıkan anlamlı farklılıklara göre, 3. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin puan ortalaması 1. Sınıfta ve 2. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin puan ortalamasından anlamlı düzeyde daha yüksek elde edilmiştir (p<.05). Jinekolojik kanserler hakkında biraz bilgisi olan ve yeterince bilgi sahibi olan öğrencilerin puan ortalaması hiç bilgisi olmayan öğrencilerin puan ortalamasından anlamlı düzeyde daha yüksek elde edilmiştir (p<.05).

**"Jinekolojik Kanserlerde Erken Tanı ve Bilgi Farkındalığı"** alt boyutunda; sınıf düzeyi **(F=9,434; p=,000)** ve jinekolojik kanserler hakkındaki bilgi düzeyi **(F=4,815; p=,009)** değişkenlerinde gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit dilmiştir. Ortaya çıkan anlamlı farklılıklara göre, 4. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin puan ortalaması 1. Sınıfta ve 2. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin puan ortalamasından anlamlı düzeyde daha yüksek elde edilmiştir (p<.05). Ayrıca 3. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin puan ortalaması 2. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin puan ortalamasından anlamlı düzeyde daha yüksek elde edilmiştir (p<.05). Jinekolojik kanserler hakkında yeterince bilgi sahibi olan öğrencilerin puan ortalaması hiç bilgisi olmayan öğrencilerin puan ortalamasından anlamlı düzeyde daha yüksek elde edilmiştir (p<.05).

**"Jinekolojik Kanserlerden Korunma Farkındalığı"** alt boyutunda; jinekolojik kanserler hakkındaki bilgi düzeyi **(F=3,341; p=,038)** değişkeninde gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit dilmiştir. Ortaya çıkan anlamlı farklılıklara göre, jinekolojik kanserler hakkında yeterince bilgi sahibi olan öğrencilerin puan ortalaması hiç bilgisi olmayan öğrencilerin puan ortalamasından anlamlı düzeyde daha yüksek elde edilmiştir (p<.05).

**"Jinekolojik Kanserlerden Korunma Farkındalığı"** alt boyutunda; sınıf düzeyi **(F=6,407; p=,000)** değişkeninde gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit dilmiştir. Ortaya çıkan anlamlı farklılıklara göre, 4. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin puan ortalaması 2. Sınıfta öğrenim gören öğrencilerin puan ortalamasından anlamlı düzeyde daha yüksek elde edilmiştir (p<.05).

## 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Öğrencilerin jinekolojik kanserlere yönelik olarak farkındalıklarını sınıf düzeyi ve jinekolojik kanserlere yönelik bilgi düzeynin etkilediği bulunmuştur. Ölçek toplamında öğrencilerin farkındalık düzeylerinin (151,16±16,167) orta seviyede olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Jinekolojik kanserler konusunda farkındalığı artırmak için hemşirelik öğrencilerine yönelik eğitim ve seminerler düzenlenebilir.

Ayrıca, öğrencilere jinekolojik kanserler konusunda farkındalığı artırmak, erken tanı ve tedavi hakkında bilgi vermek ve medya aracılığıyla farkındalık girişimlerini artırmak için danışmanlık sağlanması gerekmektedir.

**KAYNAKÇA**

Atlas, B., & Güneri, S. E. (2022). Kadınların jinekolojik kanserlerle ilgili farkındalığı ve farkındalığı etkileyen faktörler. İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 7(1), 77-85.

Adekanle DA, Adeyemi AS, Afolabi AF. 2011. Knowledge, attitude and cervical cancer screening among female secondary school teachers in Osogbo, southwest Nigeria. Academic Journal of Cancer Research 41:24–28.

Aydın R. Hemşire tarafından yapılan yaşamı anlamlandırma görüşmelerinin jinekolojik kanser hastalarında travma sonrası gelişim, yaşamda anlam bulma ve spiritüel iyi oluşluk üzerine etkisi. Doktora tezi, Antalya: Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2020

Dal, N. A., & Ertem, G. (2017). Jinekolojik kanserler farkındalık ölçeği geliştirme çalışması. İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi, 6(5), 2351- 2367.

Duman, F. N., & Şimşek Küçükkelepçe, D., (2022). Türkiye'de jinekolojik onkoloji ile ilgili yapılmış ve girişimsel olan hemşirelik lisansüstü tezlerinin incelenmesi. Journal of Social and Analytical Health , vol.2, no.2, 205-214.

Duman, NB, KoçAK, DY, AlBAYrAK, SA, ToPUz, Ş. ve YılMAzel, G. (2015). Kırk yaş üstü kadınların meme ve hizmet kanseri taramalarına yönelik bilgi ve uygulamalar. GOP Taksim EAH JAREN , 1 (1), 30-38.

Freij M, Al Qadire M, Khadra M, ALBashtawy M, Tuqan W, Al Faqih M, et al. 2018. Awareness and knowledge of ovarian cancer symptoms and risk factors: a survey of Jordanian women. Clinical Nursing Research 27:826–840.

Köse, S., & Karakurt, P. (2023). Kadınların jinekolojik kanserler ile ilgili farkındalık düzeyinin artmasında sağlık okuryazarlığının etkisi üzerine bir araştırma. Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi, 13(1), 196-206.

Özen Çınar İ. Dünyada ve Türkiye'de jinekolojik kanserlerde durum ve epidemiyoloji. Jinekolojik Onkolojide Bakım. Editörler; Özkan S, Serçekuş P, Erkan Alataş E. https://books.akademisyen.net/index.php/akya/catalog/view/1135/1249/26842 Erişim Tarihi: 16.07.2022

Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. Kanser Taramaları. [Erişim tarihi: 25 Kasım 2019]. Available from: https://hsgm.saglik.gov. tr/tr/kanser-taramalari

Shankar A, Rath G, Roy S, Malik A, Bhandari R, Kishor K, et al. 2015. Level of awareness of cervical and breast cancer risk factors and safe practices among college teachers of different states in India: do awareness programmes have an impact on adoption of safe practices? Asian Pacific Journal of Cancer Prevention 16:927–932

Sönmez, Y., Nayir, T., Köse, S., Gökçe, B., & Kişioğlu, A. (2012). Bir sağlik ocaği bölgesi'nde 20 yaş ve üzeri kadinlarin meme ve serviks kanseri erken tanisina ilişkin davranişlari. Medical Journal of Süleyman Demirel University, 19(4), 124-130.

World Health Organisation (WHO). Incidence, mortality and prevalence by cancer site [homepage on the internet]. [Accessed: 11 Ocak 2021]. Available from: https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/900-world-fact-sheets.pdf

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# NANOEMÜLSIYON EUGENOL EKSTRAKTININ ZEBRA BALIĞI MODELINDE ANTIOKSIDAN ETKILERININ ARAŞTIRILMASI*

**Prof. Dr. Mehtap KAVURMACI[1],**
Ataturk Univ, Dept Nanosci,, Erzurum, Türkiye,
mehtap.kavurmaci@atauni.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7062-4845

**Meryem KANKAYNAR[2]**
Ataturk Univ, Dept Nanosci, Erzurum, Turkiye,
ORCID:0000-0002- 4382-5497

**Emriye YILDIZ[3]**
Ataturk Univ, Fisheries Fac, Aquat Biotechnol Lab, Erzurum, Turkiye
ORCID:0000-0002- 4382-5497

**Dr. Öğr. Üyesi Ekrem SULUKAN[4]**
Ataturk Univ, Fisheries Fac, Basic Sci Dept, Erzurum, Turkiye,
ekrem.sulukan@atauni.edu.tr, ORCID:0000-0006- 0109-9550

**Aynur BABAGİL[5]**
Ataturk Univ, Inst Sci & Technol, Dept Nanosci & Nanoengn, Erzurum, Turkiye,
ababagil@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-8852-6757

**Prof. Dr. Hayrunnisa NADAROĞLU**
Ataturk Univ, Erzurum Vocat Training Sch, Erzurum, Turkiye,
hnisa25@atauni.edu.tr , ORCID:0000-0002-0536-4212

**Prof. Dr. Saltuk BUĞRAHAN CEYHUN[7]**
Ataturk Univ, Fisheries Fac, Erzurum, Turkiye,
saltuk@atauni.edu.tr, ORCID: 0000-0003- 1808-5041

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## ÖZET

Eugenol'ün serbest radikalleri temizlediği, reaktif oksijen türlerinin oluşumunu engellediği, reaktif nitrojen formlarının üretimini önlediği, sito-antioksidan potansiyelini arttırdığı ve mikrobiyal DNA ve proteinlerin fonksiyonunu koruduğu bilinmektedir. Eugenol ayrıca oksidatif hasarın onarılmasına, hasarlı moleküllerin ortadan kaldırılmasına ve kansere dönüşebilecek mutasyonların önlenmesine de yardımcı olmaktadır. Zebra balığı bilimsel platformda önemli bir balık olup, insan genomu ile birçok homolog gene sahip olması nedeni ile pek çok genetik ve deneysel araştırmalarda omurgalı model organizma olarak kullanılmaktadır. Bu araştırma nanoemülsiyon yöntemi ile elde edilen eugenol ekstraktının zebra balığı embriyonik gelişimi üzerindeki antioksidan etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Çalışmada Atatürk Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Su Ürünleri Deneysel Araştırma biriminden temin edilen zebra balığı embriyoları kullanılmıştır. Zebra balığı embriyolarında oksidatif stresi tetiklemek için deltamethrin (DM) kullanılmıştır. Nanoemülsiyonun etkisini görebilmek adına DM ile muamele edilmiş zebra balığı embriyoları Eugenol'ün su ekstraktı ve nanoemülsiyon yöntemi ile elde edilen ekstraktı ayrı gruplar olarak çalışılmıştır. Kontrol ve deney gruplarında her petride 15 zebra balığı embriyosu olacak şekilde düzenleme yapılmıştır. Deney sonunda yaşama oranı yumurtadan çıkış oranı ve vücut anormallikleri değerlendirilmiştir. Ayrıca deneme sonunda larvalar CM-H2DCFDA ile inkübe edilerek serbest oksijen varlığı floresan mikroskop altında gözlenmiş ve gruplar arasında değerlendirilmiştir. IBM SPSS 23 programı kullanılarak, kontrol grupları ile uygulama doz grupları arasındaki istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını belirlemek için ANOVA testi kullanılmıştır.

Araştırma sonucunda nanoemülsiyon yöntemi ile elde edilen eugenol ekstraktının antioksidan sistem üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Eugenol, Nanopartikül, Zebra balığı (danio rerio), antioksidan sistem

# INVESTIGATION OF THE ANTIOXIDANT EFFECTS OF NANOEMULSION EUGENOL EXTRACT IN A ZEBRAFISH (Danio rerio) MODEL

## ABSTRACT

Eugenol is known for its ability to scavenge free radicals, inhibit the formation of reactive oxygen species (ROS), prevent the production of reactive nitrogen species (RNS), enhance cellular antioxidant potential, and preserve the functional integrity of microbial DNA and proteins. Furthermore, it contributes to the repair of oxidative damage, facilitates the removal of damaged biomolecules, and helps prevent mutations that may lead to cancer. Due to its genetic similarity to humans, the zebrafish (*Danio rerio*) is widely used as a vertebrate model organism in genetic and experimental research.

This study aimed to evaluate the antioxidant effects of eugenol extract, prepared using a nanoemulsion technique, on the embryonic development of zebrafish. Zebrafish embryos were obtained from the Experimental Research Unit of the Faculty of Fisheries at Atatürk University. Oxidative stress was induced in the embryos using deltamethrin (DM). To assess the efficacy of the nanoemulsion, zebrafish embryos treated with DM were divided into groups receiving either an aqueous extract of eugenol or the nanoemulsion formulation. Each Petri dish contained 15 embryos for both control and experimental groups.

At the end of the experiment, survival rate, hatching rate, and morphological abnormalities were recorded. Additionally, the larvae were incubated with CM-H2DCFDA to detect intracellular ROS levels, which were then examined under a fluorescence microscope and compared between groups. Statistical analysis was performed using IBM SPSS version 23, and differences between the control and treatment groups were assessed using ANOVA.

The results demonstrated that the eugenol extract prepared via nanoemulsion exhibited significant antioxidant activity and positively influenced the antioxidant system in zebrafish embryos.

**Keywords:** Eugenol, Nanoemulsion, Zebrafish (*Danio rerio*), Antioxidant system

*Bu çalışma Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Nanobilim ve Nanomühendislik AD yürütülen Nanoemülsıyon Eugenol Ekstraktının Zebra Balığı Modelinde Antıoksıidan Etkilerinin Araştırılması (2025) başlıklı yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# NUTRITIONAL AND THERAPEUTIC EFFECTS OF ROSEMARY

**Lina Hassan, Omar Al-Farsi,Fatima Al-Mansouri**
Department of Nutrition and Food Science, Sultan Qaboos University, Oman

ABSTRACT
Rosemary (Rosmarinus officinalis) is a widely used herb known for its culinary and medicinal properties. This study investigates the nutritional composition and therapeutic potential of rosemary, focusing on its bioactive compounds and health benefits. The research reviews the herb's rich content of antioxidants, essential oils, vitamins, and minerals, which contribute to its efficacy in managing oxidative stress and inflammation. Experimental studies and clinical trials are analyzed to evaluate rosemary's effects on cardiovascular health, cognitive function, and metabolic disorders such as diabetes. The paper also explores rosemary's antimicrobial and anticancer properties, highlighting mechanisms through which its phytochemicals exert protective effects. Additionally, the safety profile and recommended dosages for therapeutic use are discussed. Methodologies include phytochemical analysis, in vitro and in vivo experimental models, and human intervention studies. Results indicate that rosemary supplementation can improve lipid profiles, enhance memory and learning, and reduce markers of chronic diseases. The study concludes that rosemary holds significant promise as a natural therapeutic agent and functional food ingredient, though further research is needed to standardize extracts and establish long-term safety. This work contributes to the growing field of nutraceuticals and supports the integration of traditional herbs into modern healthcare strategies.

Keywords: rosemary, antioxidants, therapeutic effects, nutraceuticals, metabolic health

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# INVESTIGATION OF GESTATIONAL DIABETES IMPACT ON MATERNAL HEALTH IN BATNA

Nour El Houda
Samir Bensalem
Department of Obstetrics and Gynecology, University of Batna 2, Algeria

ABSTRACT
Gestational diabetes mellitus (GDM) is a significant health concern affecting pregnant women worldwide, with potential adverse outcomes for both mother and child. This study examines the impact of GDM on maternal health in Batna, Algeria, focusing on clinical outcomes, risk factors, and management practices. A cohort of pregnant women attending antenatal clinics was monitored, with data collected on glucose tolerance, blood pressure, body mass index, and pregnancy complications. The research identifies correlations between GDM and increased risk of preeclampsia, cesarean delivery, and postpartum diabetes. The study also assesses awareness and adherence to treatment protocols among patients and healthcare providers. Statistical analysis reveals that early diagnosis and effective management significantly reduce maternal morbidity. Challenges such as limited access to healthcare resources and cultural factors influencing patient compliance are discussed. The paper recommends strengthening screening programs, improving patient education, and adopting multidisciplinary approaches to optimize maternal outcomes. Findings contribute valuable insights for healthcare policy and clinical practice in similar low-resource settings, emphasizing the importance of targeted interventions to mitigate GDM-related risks.

Keywords: gestational diabetes, maternal health, pregnancy complications, Algeria, antenatal care

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC ENVIRONMENTAL CHANGES AND SOCIOECONOMIC CHALLENGES IN HAITI POST-COLUMBUS ERA

Ivan Dimitrov
Maria Petrova
Department of Environmental Studies, University of Port-au-Prince, Haiti

ABSTRACT
This interdisciplinary study explores the anthropogenic environmental changes and socioeconomic challenges faced by Haiti since the post-Columbus era. It traces the historical trajectory of land use, deforestation, and resource exploitation, linking these factors to contemporary environmental degradation and poverty. The research employs historical records, satellite imagery, and socioeconomic data to analyze patterns of environmental change and their impacts on local communities. Findings reveal that extensive deforestation and soil erosion have exacerbated vulnerability to natural disasters, undermining agricultural productivity and livelihoods. Socioeconomic challenges such as political instability, inadequate infrastructure, and limited access to education compound environmental problems. The paper discusses the interplay between environmental degradation and social inequality, emphasizing the need for integrated policies that address both ecological restoration and economic development. It highlights community-based initiatives and international cooperation as critical components for sustainable recovery. The study contributes to understanding the complex legacy of colonialism on Haiti's environment and society, offering recommendations for resilience building and sustainable resource management.

Keywords: environmental change, Haiti, deforestation, socioeconomic challenges, sustainability

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# INFLUENCE OF SPORTS CLUB ADMINISTRATION ON NATIONAL POLICY DEVELOPMENT

**Zahra Mohammadi, Reza Karimi**
Department of Sports Management, University of Tehran, Iran

ABSTRACT
Sports clubs play a vital role in shaping national sports policies and promoting physical activity across populations. This study examines how the administration of sports clubs influences policy development at the national level in Iran. Using qualitative interviews with club managers, policymakers, and sports federation officials, the research investigates administrative practices, governance structures, and stakeholder engagement. The study identifies key factors through which clubs contribute to policy formulation, including advocacy, talent development, and community outreach. It also explores challenges such as resource limitations, political interference, and organizational inefficiencies that affect clubs' capacity to influence policy. The findings suggest that well-managed sports clubs can act as effective intermediaries between grassroots sports and governmental bodies, facilitating evidence-based policymaking and program implementation. Recommendations include enhancing administrative training, fostering collaboration among clubs, and increasing transparency to strengthen the sports sector. This research underscores the importance of institutional capacity in leveraging sports clubs for national health and social development goals.

Keywords: sports clubs, policy development, sports administration, governance, Iran

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# SOCIOECONOMIC AND HEALTH OUTCOMES OF YOUTH PARTICIPATION IN THE "ACTIVE LIFE" PROGRAM IN POLAND

Anna Kowalska
Tomasz Nowak
Department of Public Health, University of Warsaw, Poland

ABSTRACT
Youth engagement in structured physical activity programs has significant implications for health and social well-being. This study evaluates the socioeconomic and health outcomes of young participants in Poland's "Active Life" program, which promotes physical fitness and community involvement. Using a mixed-methods approach, data were collected through surveys, health screenings, and focus groups involving program participants aged 15-24. The research assesses changes in physical health indicators, mental well-being, social cohesion, and educational attainment. Results indicate improvements in cardiovascular fitness, reduced symptoms of anxiety and depression, and enhanced social networks among participants. Additionally, the program contributes to increased school attendance and reduced risky behaviors. The study discusses factors supporting successful youth engagement, such as program accessibility, quality of coaching, and peer support. Challenges include sustaining motivation and addressing socioeconomic barriers. The paper concludes that the "Active Life" program effectively promotes holistic youth development and recommends scaling similar initiatives to foster healthier, more socially connected communities.

Keywords: youth participation, physical activity, health outcomes, social development, Poland

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# GUT MICROBIOTA AND METABOLITE PROFILES IN RHEUMATOID ARTHRITIS: PATHWAYS AND THERAPEUTIC PROSPECTS

**Ionel Popescu- Mihai Ionescu**
Department of Immunology, Carol Davila University of Medicine and Pharmacy, Romania

ABSTRACT
Emerging research highlights the critical role of gut microbiota and their metabolites in the pathogenesis and progression of rheumatoid arthritis (RA). This study investigates the alterations in gut microbial communities and metabolite profiles in RA patients compared to healthy controls. Using high-throughput sequencing and metabolomic analyses, the research identifies dysbiosis characterized by reduced microbial diversity and specific shifts in bacterial taxa associated with inflammatory pathways. The study also explores how microbial metabolites, such as short-chain fatty acids and bile acids, modulate immune responses and joint inflammation. Therapeutic prospects including probiotics, prebiotics, and dietary interventions aimed at restoring microbial balance are evaluated. Clinical trial data suggest that modulating gut microbiota can alleviate symptoms and slow disease progression. The paper discusses challenges in translating microbiome research into clinical practice, including individual variability and long-term efficacy. It concludes that targeting gut microbiota represents a promising adjunct strategy in RA management and calls for further interdisciplinary research to develop personalized therapies.

Keywords: rheumatoid arthritis, gut microbiota, metabolomics, inflammation, therapeutic interventions

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# MEDIATING EFFECTS OF ACADEMIC ENGAGEMENT ON STUDENT-TEACHER RELATIONSHIPS AND POSITIVE DEVELOPMENT IN SOCIAL SCIENCES

Samuel Mekonnen
Abebe Tadesse
Department of Educational Psychology, Addis Ababa University, Ethiopia

ABSTRACT
Positive student-teacher relationships are fundamental to academic success and personal development, particularly in social sciences education. This study examines how academic engagement mediates the relationship between student-teacher interactions and students' positive developmental outcomes. Employing a quantitative design, data were collected from social sciences students and teachers through validated questionnaires measuring engagement, relationship quality, motivation, and well-being. Structural equation modeling reveals that academic engagement significantly mediates the effect of supportive teacher-student relationships on students' self-efficacy, critical thinking skills, and social competence. The findings emphasize the role of active participation and emotional investment in learning processes as pathways to fostering positive development. The study also identifies contextual factors such as classroom climate and teaching styles that influence engagement levels. Recommendations include training educators to build rapport and create engaging learning environments to enhance student outcomes. This research contributes to educational psychology by elucidating mechanisms through which interpersonal dynamics impact academic and social growth in higher education.

Keywords: academic engagement, student-teacher relationship, social sciences, positive development

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# IMPACT OF THE COVID-19 CRISIS ON ELDERLY VULNERABILITY AND SOCIAL SUPPORT SYSTEMS IN ROMANIA

Cristina Marinescu
Ioan Dumitrescu
Department of Social Work, University of Bucharest, Romania

ABSTRACT
The COVID-19 pandemic has disproportionately affected elderly populations, exposing vulnerabilities and testing social support systems worldwide. This study assesses the impact of the crisis on elderly individuals in Romania, focusing on health outcomes, social isolation, and access to care. Using mixed methods, including surveys and interviews with elderly participants and social service providers, the research documents increased physical and mental health challenges, exacerbated by disrupted social networks and limited healthcare resources. The study highlights the role of family, community organizations, and government programs in mitigating these effects, while also identifying gaps in service provision and policy responses. Findings suggest that digital literacy and technology adoption among the elderly are critical for maintaining social connections during lockdowns. The paper advocates for strengthening integrated support systems that address both medical and psychosocial needs of older adults. Lessons learned from the pandemic underscore the urgency of building resilient social infrastructures to protect vulnerable populations in future crises.

Keywords: COVID-19, elderly vulnerability, social support, Romania, public health

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ENDOMETRIAL CARCINOMA DIAGNOSIS USING TRANSVAGINAL DOPPLER IN ALBANIA

Evis Binaj, Astrit Bimbashi, Artan Simaku
Department of Obstetrics and Gynecology, University Hospital Center "Mother Teresa," Tirana, Albania

ABSTRACT
Endometrial carcinoma is one of the most common gynecological malignancies affecting women worldwide, and early diagnosis is critical for improving patient outcomes. This study evaluates the effectiveness of transvaginal Doppler ultrasound as a non-invasive diagnostic tool for detecting endometrial carcinoma in Albanian women presenting with abnormal uterine bleeding. The objective was to assess the sensitivity and specificity of Doppler parameters, such as pulsatility index and resistance index, in differentiating malignant from benign endometrial lesions. A cohort of 120 patients underwent transvaginal Doppler examination followed by histopathological confirmation through biopsy or surgery. The study found that specific Doppler indices correlated strongly with malignancy, showing high diagnostic accuracy. These findings suggest that transvaginal Doppler can serve as a valuable adjunct to conventional ultrasound, enabling earlier and more accurate diagnosis while reducing the need for invasive procedures. The research highlights the potential for improved clinical protocols in Albania and similar settings where access to advanced diagnostic methods may be limited. Implementation of Doppler ultrasound screening could enhance patient management and reduce morbidity associated with delayed diagnosis. Further studies with larger sample sizes are recommended to validate these results and explore integration into routine gynecological practice.

Keywords: endometrial carcinoma, transvaginal Doppler, ultrasound diagnosis, gynecological oncology

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# PREVALENCE AND DETERMINANTS OF OVERWEIGHT AND OBESITY AMONG STUDENTS AT BAUCHI STATE UNIVERSITY, NIGERIA

Ebrah A.A., Abubakar B.M., Amuna O.T., Simon V.O.
Department of Public Health, Bauchi State University, Bauchi, Nigeria

ABSTRACT
Overweight and obesity are escalating public health concerns worldwide, including among young adults in university settings. This cross-sectional study investigates the prevalence and determinants of overweight and obesity among students at Bauchi State University, Nigeria. The research aimed to identify socio-demographic, behavioral, and environmental factors contributing to weight status in this population. A total of 600 students were surveyed using structured questionnaires and anthropometric measurements were taken to classify body mass index (BMI) categories. Results indicated a prevalence of overweight at 18% and obesity at 9%, with significant associations found between weight status and factors such as physical inactivity, dietary habits, and socioeconomic status. The study underscores the urgent need for targeted health promotion and intervention programs within university environments to address lifestyle factors and prevent chronic diseases linked to obesity. Recommendations include implementing campus-based physical activity initiatives, nutritional education, and regular health screenings. The findings contribute to the limited data on obesity trends in Nigerian higher education institutions and provide a basis for policy development to improve student health outcomes.

Keywords: overweight, obesity, university students, Nigeria, public health

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# PUERPERAL DEPRESSION: A CRITICAL MENTAL HEALTH ISSUE IN NEW MOTHERS IN ALBANIA

Andja Lala, Eliona Sula, Behije Golloberda, Brikena Gjata, Argenta Kuburi
Department of Psychiatry, University Hospital Center "Mother Teresa," Tirana, Albania

ABSTRACT
Puerperal depression represents a significant mental health challenge affecting new mothers globally, with profound implications for maternal and child well-being. This study examines the prevalence, risk factors, and awareness of puerperal depression among postpartum women in Albania. Using a mixed-methods approach, 200 new mothers attending primary health care centers were assessed through standardized depression screening tools and in-depth interviews. The findings revealed a prevalence rate of approximately 22%, with contributing factors including lack of social support, previous mental health history, and socioeconomic stressors. The study highlights gaps in mental health services and the need for increased screening and support programs within maternal health care. Raising awareness among healthcare providers and families is essential to early identification and intervention. The research advocates for integrating mental health services into routine postnatal care to improve outcomes for mothers and infants. The study's insights provide a foundation for policy reforms and community-based initiatives addressing maternal mental health in Albania and similar contexts.

Keywords: puerperal depression, maternal mental health, postpartum women, Albania

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# MICROBIAL MODULATION THERAPY FOR CANCER PATIENTS: A SYSTEMATIC REVIEW FROM PAKISTAN

Mehwash Kashif, Anusha Ahmed, Asma Bint-e-Adil
Department of Microbiology, Aga Khan University, Karachi, Pakistan

ABSTRACT
Emerging evidence suggests that modulation of the human microbiome may influence cancer progression and treatment outcomes. This systematic review evaluates microbial modulation therapies, including probiotics, prebiotics, and fecal microbiota transplantation, used in cancer patients in Pakistan. The objective was to synthesize current research on the efficacy and safety of these interventions as adjuncts to conventional cancer therapies. A comprehensive literature search identified 25 studies published between 2010 and 2024, focusing on gastrointestinal, breast, and hematologic cancers. Results indicate that microbial therapies can enhance immune response, reduce treatment-related side effects, and improve quality of life. However, variability in study designs and small sample sizes limit generalizability. The review identifies gaps in clinical trials and calls for rigorous research to establish standardized protocols and long-term effects. The findings underscore the potential of microbial modulation as a complementary approach in oncology, particularly in resource-limited settings like Pakistan. Integration of microbiome-based therapies could revolutionize cancer care by personalizing treatment and mitigating adverse effects.

Keywords: microbial modulation, cancer therapy, probiotics, Pakistan, systematic review

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# INVESTIGATING THE MENTAL AND PHYSICAL CHALLENGES OF NURSES IN THE WORKPLACE IN IRAN

**Zahra Eghbal Mehran, Parastoo Eghbal Mehran**
**Department of Nursing, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran**

ABSTRACT
Nurses face significant mental and physical challenges in healthcare environments, impacting their well-being and quality of care delivery. This study investigates the prevalence and nature of workplace stressors affecting nurses in Iran, aiming to identify key factors contributing to burnout, anxiety, and musculoskeletal disorders. A mixed-methods design was employed, surveying 350 nurses across multiple hospitals and conducting focus group discussions. Results reveal high levels of psychological distress linked to workload, shift patterns, and interpersonal conflicts, alongside physical ailments such as back pain and fatigue. The research highlights insufficient institutional support and limited access to mental health resources. Recommendations include implementing stress management programs, ergonomic interventions, and organizational policy reforms to improve working conditions. Addressing these challenges is critical for sustaining nursing workforce capacity and ensuring patient safety. The study contributes valuable insights for healthcare administrators and policymakers striving to enhance occupational health in Iranian medical settings.

Keywords: nurses, workplace stress, mental health, physical health, Iran

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ASSESSMENT OF KNOWLEDGE, ATTITUDE, AND PRACTICE OF MATERNAL IMMUNIZATION AMONG MOTHERS IN PRIMARY HEALTH CARE CENTRES IN LAGOS STATE, NIGERIA

Adekola Sodiq Adetunji, Adekola Saheed Ayodeji, Dhikroh Oriyomi Adekola
Department of Public Health, Lagos State University, Lagos, Nigeria

ABSTRACT
Maternal immunization is a critical public health strategy to protect mothers and infants from vaccine-preventable diseases. This study assesses the knowledge, attitudes, and practices (KAP) regarding maternal immunization among mothers attending primary health care centers in Lagos State, Nigeria. A cross-sectional survey of 400 mothers was conducted using structured questionnaires. Findings indicate moderate knowledge levels but reveal misconceptions and vaccine hesitancy influenced by cultural beliefs and misinformation. Positive attitudes toward immunization correlated with higher education and previous vaccination experience. However, actual immunization uptake was suboptimal due to access barriers and fear of side effects. The study underscores the need for targeted health education campaigns and improved service delivery to enhance maternal vaccine coverage. Strengthening community engagement and addressing vaccine myths are essential to achieving immunization goals and reducing maternal and neonatal morbidity. The research provides actionable insights for policymakers and healthcare providers in Nigeria and similar contexts.

Keywords: maternal immunization, knowledge-attitude-practice, vaccine hesitancy, Nigeria

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# DNA DATA STORAGE: THE FUTURE OF DIGITAL ARCHIVES IN INDIA

Saloni Sharma, Suhani Sharma
Department of Computer Science, Indian Institute of Technology, Delhi, India

ABSTRACT
The exponential growth of digital data has created unprecedented challenges for storage technologies, prompting exploration of innovative solutions such as DNA data storage. This paper examines the potential of DNA as a medium for long-term, high-density digital archives in India. It reviews current advancements in DNA synthesis, sequencing, and error correction methods, evaluating their feasibility and scalability for practical applications. The study also considers economic, technical, and ethical aspects, including cost reduction, data retrieval speeds, and biosecurity concerns. Case studies of pilot projects demonstrate successful encoding and decoding of digital files in DNA strands, highlighting advantages over traditional storage media in durability and compactness. The research discusses India's growing digital infrastructure needs and the strategic importance of adopting DNA storage technologies to secure national data assets. Challenges such as technological accessibility and regulatory frameworks are addressed. The paper concludes that DNA data storage represents a promising frontier for digital archiving, with transformative implications for data management in India and globally.

Keywords: DNA data storage, digital archives, biotechnology, data management, India

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# NUTRITIONAL AND THERAPEUTIC POTENTIAL OF ROSEMARY

Lina Al-Farsi, Huda Al-Mansoori, Omar Al-Habsi, Sultan Al-Rashidi, Fatima Al-Balushi
Department of Nutrition and Food Science, Sultan Qaboos University, Oman

ABSTRACT
Rosemary (Rosmarinus officinalis) is a widely used herb known not only for its culinary applications but also for its significant nutritional and therapeutic properties. This study provides a comprehensive review of rosemary's bioactive compounds, including antioxidants, anti-inflammatory agents, and antimicrobial constituents. The research highlights the herb's potential in preventing chronic diseases such as cancer, cardiovascular disorders, and neurodegenerative conditions through its ability to neutralize free radicals and modulate inflammatory pathways. Experimental studies and clinical trials are examined to assess rosemary's efficacy in improving cognitive function, enhancing digestion, and supporting metabolic health. Additionally, the paper explores rosemary's role in traditional medicine and its growing use in modern pharmacology as a natural therapeutic agent. Methods include phytochemical analysis and evaluation of in vitro and in vivo studies. Results indicate that rosemary extracts can reduce oxidative stress markers and inhibit the growth of certain pathogens, suggesting promising applications in food preservation and disease prevention. The conclusion emphasizes the need for further clinical research to establish standardized dosages and safety profiles for therapeutic use. This study contributes valuable insights into the integration of rosemary as a functional food ingredient and complementary medicine, supporting its role in promoting health and wellness globally.

Keywords: rosemary, antioxidants, therapeutic potential, chronic disease prevention, functional foods

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# IMPACT OF GESTATIONAL DIABETES ON MATERNAL AND NEONATAL OUTCOMES: A STUDY AT BATNA MATERNITY WARD

**Nadia Boukhalfa, Yacine Cherif**
Department of Obstetrics and Gynecology, University of Batna, Algeria

ABSTRACT
Gestational diabetes mellitus (GDM) poses significant risks to both maternal and neonatal health, yet its impact varies across populations and healthcare settings. This study investigates the outcomes of pregnancies complicated by GDM at the Batna Maternity Ward, focusing on maternal complications, delivery methods, and neonatal health indicators. A retrospective cohort design was employed, analyzing medical records of 300 pregnant women diagnosed with GDM compared to a control group without diabetes. Key parameters such as rates of cesarean section, preeclampsia, macrosomia, and neonatal hypoglycemia were examined. The findings reveal that GDM is associated with a higher incidence of adverse outcomes, including increased cesarean deliveries and neonatal intensive care admissions. The study also explores the effectiveness of glycemic control measures and prenatal care quality in mitigating risks. Results underscore the importance of early diagnosis, patient education, and multidisciplinary management to improve prognosis. The paper concludes with recommendations for enhanced screening protocols and targeted interventions in maternity care to reduce complications related to GDM. This research adds to the growing body of evidence emphasizing the need for context-specific strategies to manage gestational diabetes and safeguard maternal and child health in Algeria and similar settings.

Keywords: gestational diabetes, maternal outcomes, neonatal health, pregnancy complications, Algeria

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC ENVIRONMENTAL CHANGES AND PERSISTENT POVERTY IN HAITI: A HISTORICAL PERSPECTIVE

**Ivan Dimitrov, Maria Petrova**
Department of Environmental Studies, University of Sofia, Bulgaria

ABSTRACT
Haiti has experienced profound environmental degradation and persistent poverty, largely driven by anthropogenic activities over centuries. This study provides a historical assessment of how deforestation, soil erosion, and unsustainable land use have contributed to ecological decline and socioeconomic hardship. Using archival data, satellite imagery, and socioeconomic indicators, the research traces the interplay between environmental changes and poverty from colonial times to the present. The analysis reveals that environmental degradation has exacerbated vulnerability, limiting agricultural productivity and access to natural resources for marginalized communities. The study also examines policy failures and external influences that have hindered sustainable development efforts. It highlights the cyclical nature of poverty and environmental damage, where impoverished populations rely heavily on fragile ecosystems for survival, perpetuating degradation. The paper advocates for integrated approaches combining environmental restoration, poverty alleviation, and community empowerment. It stresses the need for historical awareness in designing effective interventions and calls for international cooperation to support Haiti's sustainable future. This research contributes to understanding the complex socio-environmental dynamics shaping Haiti's challenges and offers lessons applicable to other developing nations facing similar issues.

Keywords: environmental degradation, poverty, Haiti, historical analysis, sustainable development

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# INFLUENCE OF SPORTS CLUB ADMINISTRATION ON NATIONAL HEALTH POLICIES IN IRAN

Sara Mohammadi, Ali Rezaei
Department of Sports Management, University of Tehran, Iran

ABSTRACT
Sports clubs play a critical role in promoting physical activity and public health, yet their influence on national health policies remains underexplored. This study investigates how sports club administration in Iran shapes and interacts with health policy development and implementation. Employing qualitative interviews with club managers, policymakers, and health officials, alongside policy document analysis, the research identifies key mechanisms through which sports organizations contribute to health promotion agendas. Findings reveal that well-organized sports clubs facilitate community engagement, support preventive health programs, and serve as platforms for disseminating health information. However, challenges such as limited funding, bureaucratic hurdles, and lack of coordination with health authorities constrain their impact. The study highlights successful case examples where sports clubs influenced policy shifts toward more inclusive and active lifestyles. It also discusses the potential for enhanced collaboration between sports and health sectors to address non-communicable diseases and improve population well-being. The paper concludes by recommending strategic policy frameworks that integrate sports administration into broader public health planning in Iran. This research underscores the importance of leveraging sports infrastructure to achieve national health objectives and foster healthier societies.

Keywords: sports clubs, health policy, Iran, physical activity promotion, public health

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# SOCIOECONOMIC AND PSYCHOLOGICAL EFFECTS OF THE "ACTIVE KIDS" PROGRAM ON POLISH YOUTH

Anna Kowalska, Marek Nowak
Department of Psychology, University of Warsaw, Poland

ABSTRACT
The "Active Kids" program aims to enhance physical activity and psychological well-being among Polish youth, addressing rising concerns about sedentary lifestyles and mental health challenges. This mixed-methods study evaluates the socioeconomic and psychological impacts of the program on participants aged 10 to 16. Quantitative data from surveys assess changes in physical fitness, self-esteem, and social behavior, while qualitative interviews explore personal experiences and community perceptions. Results indicate significant improvements in physical health markers and increased motivation for regular exercise. Psychologically, participants report reduced anxiety, better mood regulation, and enhanced social connectedness. The program also positively influences family dynamics and school engagement, contributing to broader social benefits. However, disparities in access and participation highlight ongoing challenges related to socioeconomic status and regional differences. The study discusses strategies to expand program reach and sustainability, emphasizing the role of schools, parents, and local authorities. It concludes that "Active Kids" serves as a valuable model for integrating physical and mental health promotion in youth development initiatives. This research provides evidence supporting policy investments in comprehensive youth activity programs to foster healthier and more resilient future generations in Poland.

Keywords: youth physical activity, psychological well-being, Active Kids program, Poland, socioeconomic impact

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# GUT MICROBIOTA AND METABOLIC PATHWAYS IN RHEUMATOID ARTHRITIS: INSIGHTS AND THERAPEUTIC APPROACHES

**Daniela Popescu, Cristian Ionescu**
**Department of Immunology, University of Bucharest, Romania**

ABSTRACT
Emerging evidence links gut microbiota dysbiosis to the pathogenesis of rheumatoid arthritis (RA), offering new perspectives for therapeutic intervention. This review synthesizes current knowledge on the interactions between gut microbial communities and host metabolic pathways implicated in RA development and progression. It discusses how alterations in microbiota composition influence immune responses, inflammation, and joint damage. The paper examines recent studies on microbial metabolites that modulate immune cell function and highlights potential biomarkers for disease activity. Therapeutic approaches targeting the gut microbiome, including probiotics, prebiotics, dietary modifications, and fecal microbiota transplantation, are evaluated for their efficacy and safety. Methodologically, the review integrates findings from animal models, clinical trials, and omics technologies. Results suggest that modulating gut microbiota may complement conventional RA treatments and improve patient outcomes. The conclusion calls for further research to establish standardized protocols and personalized therapies based on microbiome profiles. This work contributes to advancing precision medicine in autoimmune diseases and underscores the gut-joint axis as a promising target for innovative RA management strategies.

Keywords: rheumatoid arthritis, gut microbiota, metabolic pathways, immunomodulation, therapeutic approaches

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ACADEMIC ENGAGEMENT AS A MEDIATOR BETWEEN TEACHER-STUDENT RELATIONSHIPS AND POSITIVE DEVELOPMENT IN ETHIOPIAN HIGHER EDUCATION

Mulugeta Bekele, Hirut Alemu
Department of Educational Psychology, Addis Ababa University, Ethiopia

ABSTRACT
Positive teacher-student relationships are fundamental to fostering academic engagement and holistic student development in higher education. This study examines the mediating role of academic engagement in the relationship between teacher-student interactions and positive developmental outcomes among Ethiopian university students. Utilizing a cross-sectional survey design with 450 participants, the research measures perceived relationship quality, engagement levels, and indicators of personal growth such as self-efficacy, motivation, and social skills. Structural equation modeling reveals that strong, supportive teacher-student relationships significantly enhance academic engagement, which in turn predicts positive developmental outcomes. The findings emphasize the importance of nurturing interpersonal connections within academic settings to promote student success and well-being. The study also discusses cultural factors influencing these dynamics and suggests practical interventions for educators to strengthen engagement through relational strategies. Implications for policy and practice include the integration of relational competencies in faculty development programs and student support services. This research contributes to the understanding of educational processes in Ethiopian higher education and highlights academic engagement as a key mechanism linking relationships to development.

Keywords: academic engagement, teacher-student relationships, student development, higher education, Ethiopia

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# EFFECTS OF COVID-19 ON ELDERLY SOCIAL VULNERABILITY AND CARE NEEDS IN ROMANIA

Elena Marinescu, Bogdan Radu
Department of Gerontology, University of Bucharest, Romania

ABSTRACT
The COVID-19 pandemic has disproportionately affected elderly populations, exacerbating social vulnerability and care needs. This study investigates the pandemic's impact on the social conditions, mental health, and caregiving requirements of older adults in Romania. Using mixed methods, including surveys and in-depth interviews with 300 elderly participants and caregivers, the research explores changes in social isolation, access to healthcare, and support networks during and after the pandemic's peak. Findings reveal increased loneliness, heightened anxiety, and disruptions in routine medical and social services. The study identifies gaps in formal and informal care systems, emphasizing the urgent need for adaptive policies and community-based interventions to address these challenges. It also highlights resilience factors such as family support and digital connectivity that mitigate adverse effects. The paper concludes by recommending comprehensive strategies to strengthen elderly care infrastructure, improve mental health services, and enhance social inclusion in post-pandemic Romania. This research provides critical insights for policymakers, healthcare providers, and social workers aiming to support vulnerable elderly populations in crisis contexts.

Keywords: COVID-19, elderly care, social vulnerability, Romania, mental health

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# MEDIEVAL MEDICAL PRACTICES IN DACIA: A HISTORICAL OVERVIEW

Elena POPESCU
Ioana IONESCU
Department of History, University of Bucharest, Romania

ABSTRACT
This paper provides a comprehensive overview of medieval medical practices in Dacia, encompassing the historical territory that largely corresponds to modern-day Romania. It delves into the unique blend of medical traditions that characterized the region during the Middle Ages, influenced by Roman legacies, Byzantine practices, and indigenous folk medicine. The study synthesizes archaeological evidence, historical texts, and folklore to reconstruct the diagnostic techniques, therapeutic interventions, and healthcare systems prevalent between the 5th and 15th centuries. It examines the roles of various medical practitioners, including monks, barber-surgeons, and traditional healers, in addressing illnesses and injuries within diverse social strata. Emphasis is placed on understanding how medical knowledge was transmitted and adapted over time, particularly within monastic settings and through interactions with neighboring cultures. Furthermore, the research explores the impact of major historical events, such as the Mongol invasions and the Ottoman expansion, on medical practices and public health. By integrating interdisciplinary sources, this overview offers valuable insights into the cultural and societal context of medieval medicine in Dacia, shedding light on the interplay between learned traditions and local customs. The study identifies enduring elements of folk medicine that have persisted to this day, underscoring the complex and multifaceted heritage of medical practices in the region. It also highlights avenues for future research, including detailed analyses of specific medical texts and comparative studies with other medieval European regions. Through this historical exploration, the paper seeks to contribute to a broader understanding of medical history and cultural exchange in medieval Europe.

Keywords: medieval medicine, Dacia, Romania, medical history, folk medicine

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# THE EVOLUTION OF ROMANIAN MEDICINE DURING THE MIDDLE AGES

Ioana IONESCU
Elena POPESCU
Department of History, University of Bucharest, Romania

ABSTRACT
This study traces the evolutionary trajectory of Romanian medicine throughout the Middle Ages, focusing on the transformation of medical knowledge, practices, and institutions within the historical territory of Romania. It examines the foundational Roman medical legacies, the subsequent influences of Byzantine medicine, and the emergence of unique Romanian medical traditions shaped by local conditions and cultural exchanges. The research synthesizes historical documents, archaeological findings, and ethnomedical studies to reconstruct the healthcare landscape from the early medieval period to the threshold of modernity. It explores the roles of monastic orders, urban hospitals, and rural healers in providing medical care, analyzing their methods, resources, and interactions with the wider population. Special attention is given to the impact of major epidemics, such as the bubonic plague, on medical thought and public health measures. The study investigates the development of medical terminology, pharmaceutical practices, and surgical techniques, highlighting both continuities and innovations. Furthermore, it examines the social status of medical practitioners, their training pathways, and the ethical considerations that guided their work. By analyzing these diverse facets of medical history, the paper offers a nuanced understanding of the complex interplay between external influences and indigenous developments in Romanian medicine during the Middle Ages. It concludes by assessing the legacy of medieval medical practices on subsequent medical traditions in Romania and identifying areas for future scholarly inquiry. Through its comprehensive scope and interdisciplinary approach, this study aims to contribute to a broader understanding of the evolution of European medicine and the cultural dynamics that shaped it.

Keywords: Romanian medicine, Middle Ages, medical evolution, Byzantine influence, medical history

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# RETHINKING RESISTANCE IN DARWISH'S 'HE EMBRACES HIS MURDERER': A POSTCOLONIAL PERSPECTIVE

Anjali KUMAR
Rajesh SINGH
Department of Postcolonial Literature, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, India

ABSTRACT
This paper re-evaluates the concept of resistance in Mahmoud Darwish's poem 'He Embraces His Murderer' through a postcolonial lens, challenging conventional interpretations of victimhood and agency. It argues that Darwish's work transcends simplistic notions of oppressor and oppressed, presenting a complex interplay of power, identity, and reconciliation. The study analyzes the poem's intricate symbolism, linguistic nuances, and intertextual references to reveal a multifaceted understanding of resistance as both a physical struggle and a psychological negotiation. It examines how Darwish subverts traditional heroic narratives by portraying the act of embracing one's oppressor as a subversive gesture that disrupts the binary logic of colonialism. The paper draws on theoretical frameworks from postcolonial scholars such as Frantz Fanon, Edward Said, and Gayatri Chakravorty Spivak to deconstruct the power dynamics inherent in the poem. It also explores the themes of trauma, memory, and the search for identity within a postcolonial context. By interrogating the poem's ambiguous ending, the study questions whether the embrace represents genuine forgiveness, strategic defiance, or a tragic acceptance of the inevitability of violence. It contends that Darwish's work invites readers to confront uncomfortable truths about the complexities of resistance, the enduring legacies of colonialism, and the possibilities for healing and transformation in the aftermath of conflict. Ultimately, the paper aims to contribute to a more nuanced understanding of postcolonial literature and its capacity to challenge dominant ideologies and promote empathy across cultural divides.

Keywords: Mahmoud Darwish, postcolonialism, resistance, trauma, identity

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# CHILDHOOD TRAUMA AND RESILIENCE IN SUSAN ABULHAWA'S MORNINGS IN JENIN

Anjali KUMAR
Rajesh SINGH
Department of Postcolonial Literature, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, India

ABSTRACT
This paper explores the themes of childhood trauma and resilience in Susan Abulhawa's novel *Mornings in Jenin*, examining how the narrative portrays the devastating impact of the Israeli-Palestinian conflict on the lives of children. It analyzes the psychological and emotional scars inflicted by violence, displacement, and loss on the novel's characters, particularly Amal and her siblings. The study draws on trauma theory, postcolonial studies, and feminist perspectives to understand the multifaceted ways in which childhood experiences shape identity, memory, and resistance. It investigates how Abulhawa's narrative challenges dominant representations of victimhood by highlighting the agency and resilience of Palestinian children in the face of adversity. The paper explores the strategies employed by the characters to cope with trauma, including storytelling, community solidarity, and the preservation of cultural heritage. It also examines the intergenerational transmission of trauma and the challenges of healing across generations. Furthermore, the study considers the role of gender and social class in shaping experiences of trauma and resilience. By analyzing the novel's narrative structure, symbolism, and character development, the paper aims to reveal the complex interplay between individual experiences and broader political and historical forces. It argues that *Mornings in Jenin* offers a powerful critique of the dehumanizing effects of conflict while celebrating the enduring human capacity for hope and resistance. Ultimately, the paper contributes to a deeper understanding of the psychological and social consequences of political violence on children and the importance of fostering resilience in affected communities.

Keywords: Susan Abulhawa, childhood trauma, resilience, Palestinian literature, postcolonial studies

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# THERMAL COMFORT IN OFFICE BUILDINGS INSPIRED BY TERMITE ARCHITECTURE IN NIGERIA'S TEMPERATE DRY CLIMATE

Chinedu OKAFOR
Abdulrahman ABDULLAHI
Department of Architecture, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria

ABSTRACT
This research investigates the potential of termite-inspired architecture to enhance thermal comfort in office buildings within Nigeria's temperate dry climate. Termite mounds are renowned for their natural ventilation and temperature regulation capabilities, which are achieved through intricate structural designs and material properties. This study explores how these bio-inspired principles can be adapted and applied to contemporary building designs to reduce reliance on energy-intensive air conditioning systems. The research employs a mixed-methods approach, combining field measurements of termite mounds with computer simulations of building designs incorporating termite-inspired features. It analyzes factors such as ventilation patterns, thermal mass, and shading strategies to determine their effectiveness in improving indoor thermal comfort. The study also considers the social and economic implications of adopting sustainable building practices, including the use of locally sourced materials and the reduction of carbon emissions. Furthermore, it examines the cultural relevance of termite-inspired architecture within the Nigerian context, exploring how traditional building techniques can be integrated with modern design principles. The findings demonstrate that termite-inspired designs can significantly improve thermal comfort in office buildings, leading to energy savings and enhanced occupant well-being. The study offers practical recommendations for architects, engineers, and policymakers seeking to promote sustainable building practices in Nigeria and other regions with similar climatic conditions. It concludes that bio-inspired design holds great promise for creating environmentally responsible and culturally sensitive architecture that addresses the challenges of climate change.

Keywords: termite architecture, thermal comfort, bio-inspired design, sustainable building, Nigeria

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# PRINCIPLES OF AESTHETIC DESIGN IN TEACHING MAP READING IN GEOGRAPHY

Nadjette BENAISSA
Hadjer BELKACEMI
Department of Geography, University of Algiers, Algeria

ABSTRACT
This research explores the integration of aesthetic design principles into the teaching of map reading within geography education. Traditional map reading instruction often focuses on technical skills and spatial analysis, neglecting the visual and emotional dimensions of maps. This study argues that incorporating aesthetic elements, such as color theory, typography, and visual hierarchy, can enhance student engagement, comprehension, and appreciation of geographic information. The research employs a mixed-methods approach, combining a literature review of cartographic design with empirical studies of student learning outcomes. It analyzes how different aesthetic features influence map readability, interpretation, and memorability. The study also investigates the role of visual narratives and storytelling in making maps more accessible and meaningful to students. Furthermore, it examines the impact of digital mapping technologies on the aesthetic design of maps and the potential for creating interactive and personalized learning experiences. The findings suggest that incorporating aesthetic principles into map reading instruction can improve student motivation, critical thinking skills, and spatial reasoning abilities. The study offers practical guidelines for educators to create visually appealing and pedagogically effective maps. It also highlights the importance of fostering cartographic literacy among students, empowering them to critically evaluate and interpret maps as complex cultural artifacts. By emphasizing the aesthetic dimensions of map reading, this research seeks to promote a more holistic and engaging approach to geography education.

Keywords: aesthetic design, map reading, cartography, geography education, visual literacy

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND CULTURAL HERITAGE: CHALLENGES AND INNOVATIONS IN PRESERVATION

Tunde ADEKOYA
Oluwaseun OLALEKAN
Department of Computer Science, University of Ibadan, Nigeria

ABSTRACT
This paper examines the intersection of artificial intelligence (AI) and cultural heritage, focusing on the challenges and innovations in preserving and promoting cultural artifacts and traditions. AI technologies, such as machine learning, computer vision, and natural language processing, offer unprecedented opportunities for documenting, analyzing, and sharing cultural heritage with a global audience. However, the use of AI in this domain also raises ethical concerns, including issues of bias, ownership, and cultural appropriation. The study analyzes specific applications of AI in cultural heritage preservation, such as the digitization of historical documents, the creation of virtual museums, and the development of intelligent search engines for accessing cultural information. It also explores the use of AI for restoring damaged artifacts, reconstructing lost historical sites, and generating new artistic expressions inspired by cultural traditions. Furthermore, the research investigates the challenges of ensuring data privacy, cultural sensitivity, and equitable access to AI-driven cultural heritage resources. It examines the role of international collaborations, ethical guidelines, and community engagement in promoting responsible AI innovation. The findings suggest that AI can be a powerful tool for preserving and celebrating cultural heritage, but its deployment requires careful consideration of ethical and social implications. The study offers recommendations for policymakers, researchers, and cultural institutions to harness the potential of AI while safeguarding cultural values and promoting inclusivity.

Keywords: artificial intelligence, cultural heritage, digital preservation, ethics, innovation

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# QUANTUM ENTANGLEMENT AND THE EXPANDING COSMOS: A THEORETICAL EXPLORATION

Amit Sharma
Department of Physics, Indian Institute of Science, Bangalore, India

## ABSTRACT

This paper presents a theoretical exploration of the relationship between quantum entanglement and the expanding universe, aiming to deepen understanding of fundamental physical phenomena. Quantum entanglement, a non-local correlation between particles, challenges classical notions of space and time, while cosmological expansion describes the large-scale dynamics of the universe. The study investigates how entangled states might evolve in an expanding spacetime framework, employing advanced quantum field theory and general relativity models. It addresses key questions about information transfer, causality, and the role of entanglement in cosmic evolution. By analyzing mathematical formulations and thought experiments, the research reveals potential implications for black hole physics, dark energy, and the holographic principle. The findings suggest that entanglement could play a significant role in the fabric of spacetime, influencing the universe's accelerated expansion and structure formation. This theoretical work contributes to bridging quantum mechanics and cosmology, offering new perspectives for future experimental and observational studies. It also highlights challenges in unifying quantum theory with gravitational phenomena, emphasizing the need for interdisciplinary approaches. The paper concludes that understanding entanglement in cosmological contexts may unlock deeper insights into the universe's origin, behavior, and ultimate fate.

**Keywords:** quantum entanglement, cosmology, expanding universe, quantum field theory

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# MICROWAVE-ASSISTED SYNTHESIS AND ANALYSIS OF CARBON NANOTUBES FROM AGRICULTURAL WASTE

Laila Hassan
Department of Chemical Engineering, Cairo University, Egypt

## ABSTRACT

This study explores an innovative, eco-friendly method for synthesizing carbon nanotubes (CNTs) using microwave-assisted pyrolysis of agricultural waste. The research aims to develop sustainable nanomaterials by valorizing biomass residues, reducing environmental impact, and lowering production costs. Experimental procedures involved subjecting various agricultural wastes, including rice husks and sugarcane bagasse, to microwave irradiation under controlled conditions. Characterization techniques such as scanning electron microscopy, Raman spectroscopy, and X-ray diffraction were employed to analyze the morphology, structure, and purity of the synthesized CNTs. Results demonstrated that microwave-assisted synthesis significantly reduces reaction time and energy consumption compared to conventional methods while producing high-quality CNTs with desirable properties. The study also investigates the influence of process parameters like microwave power, reaction time, and catalyst presence on yield and nanotube characteristics. The findings highlight the potential of this approach for scalable, cost-effective production of CNTs suitable for applications in electronics, energy storage, and environmental remediation. This work contributes to advancing green nanotechnology and offers a promising pathway for converting agricultural waste into valuable nanomaterials, supporting circular economy principles.

**Keywords:** carbon nanotubes, microwave synthesis, agricultural waste, green nanotechnology

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# DEVELOPMENT OF MAGNETIC SILICA-CHITOSAN NANOCOMPOSITES FOR EFFICIENT WASTEWATER REMEDIATION

Fatima Yusuf, Ahmed Khan, Sara Malik
Department of Environmental Science, University of Karachi, Pakistan

## ABSTRACT

This research focuses on the synthesis and application of magnetic silica-chitosan nanocomposites designed for efficient removal of heavy metals and organic pollutants from wastewater. The study addresses the urgent need for effective, low-cost, and environmentally friendly water treatment technologies amid growing global water pollution challenges. The nanocomposites were synthesized via co-precipitation and sol-gel methods, combining magnetic nanoparticles with biopolymer chitosan and silica matrix to enhance adsorption capacity and facilitate magnetic separation. Comprehensive characterization using Fourier-transform infrared spectroscopy, transmission electron microscopy, and vibrating sample magnetometry confirmed the structural and magnetic properties of the composites. Batch adsorption experiments evaluated the removal efficiency for contaminants such as lead, cadmium, and dyes under varying pH, concentration, and contact time. Results indicated high adsorption capacities and rapid pollutant uptake, with easy recovery of nanocomposites using external magnetic fields. The study also assessed reusability and stability over multiple cycles, demonstrating promising potential for practical wastewater treatment applications. This work contributes to developing sustainable nanomaterials for environmental remediation, combining high performance with operational simplicity and environmental safety.

**Keywords:** wastewater remediation, magnetic nanocomposites, chitosan, heavy metal adsorption

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ENHANCED ITERATIVE METHODS FOR SOLVING ELLIPTIC PDES: A NOVEL PARAMETRIC APPROACH

Chinedu Okafor, Amina Bello
Department of Mathematics, University of Lagos, Nigeria

## ABSTRACT

This paper proposes a novel parametric approach to enhance iterative methods for solving elliptic partial differential equations (PDEs), which are fundamental in modeling steady-state physical phenomena. The research aims to improve convergence rates and computational efficiency of classical iterative solvers such as Jacobi and Gauss-Seidel methods. By introducing adaptive parameter tuning based on spectral radius analysis and error estimation, the approach dynamically adjusts relaxation factors to optimize performance. Numerical experiments on benchmark elliptic PDE problems demonstrate significant acceleration in convergence compared to fixed-parameter methods. The study also explores the robustness of the proposed technique under varying boundary conditions and mesh discretizations. Theoretical analysis supports the observed improvements, providing insights into stability and error bounds. This enhanced iterative framework offers practical benefits for large-scale scientific computing applications in engineering, physics, and applied mathematics. The paper concludes by discussing potential extensions to nonlinear PDEs and integration with multigrid methods, suggesting a promising direction for future research in numerical analysis.

**Keywords:** elliptic partial differential equations, iterative methods, parametric approach, numerical analysis

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# FIRST-PRINCIPLES COMPUTATIONAL STUDY OF SR-BASED HYDRIDE PEROVSKITES FOR HYDROGEN STORAGE

Yousef Al-Mansouri, Layla Rahimi
Department of Materials Science, King Fahd University of Petroleum and Minerals, Saudi Arabia

## ABSTRACT

This computational study investigates strontium-based hydride perovskites as potential materials for hydrogen storage, a critical technology for clean energy applications. Using first-principles density functional theory calculations, the research examines structural stability, electronic properties, and hydrogen adsorption/desorption mechanisms of Sr-based perovskite compounds. The study aims to identify materials with high hydrogen storage capacity, favorable thermodynamics, and reversible absorption characteristics. Results reveal that specific Sr-hydride perovskites exhibit suitable band gaps and binding energies, indicating efficient hydrogen uptake and release under moderate conditions. Charge density analysis and phonon dispersion calculations provide insights into bonding nature and material stability. The findings suggest that these materials could serve as promising candidates for solid-state hydrogen storage, contributing to the development of sustainable energy systems. The paper discusses the implications for material design and highlights future experimental validation needs. This work advances the understanding of hydride perovskites' potential in addressing energy storage challenges.

**Keywords:** hydrogen storage, perovskites, first-principles calculations, clean energy

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# THE INTERPLAY OF SPORTS AND POPULAR CULTURE: HISTORICAL PERSPECTIVES AND CONTEMPORARY INSIGHTS

Reza Farhadi, Neda Karimi
Department of Sociology, University of Tehran, Iran

## ABSTRACT

This interdisciplinary study explores the dynamic relationship between sports and popular culture, tracing historical developments and examining contemporary manifestations. It investigates how sports both shape and are shaped by cultural trends, social identities, and media representations. The research analyzes key moments where sports have intersected with music, fashion, politics, and social movements, highlighting their role as a site of cultural expression and contestation. Using qualitative content analysis and historical review, the study reveals how athletes become cultural icons, influencing societal values and consumer behavior. It also discusses the commercialization of sports and its impact on authenticity and community engagement. Contemporary insights focus on digital media's role in transforming fan experiences and globalizing sports culture. The paper argues that understanding this interplay is essential for comprehending broader social dynamics and cultural change. It contributes to cultural sociology by offering a nuanced perspective on sports as a powerful cultural institution.

**Keywords:** sports culture, popular culture, media studies, cultural sociology

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# PRE-SERVICE TEACHERS' PERCEPTIONS AND MOTIVATIONS TOWARD AI INTEGRATION IN PHYSICS EDUCATION

Halima Ibrahim, Musa Abdullahi
Department of Science Education, Ahmadu Bello University, Nigeria

## ABSTRACT

This study investigates pre-service physics teachers' perceptions and motivations regarding the integration of artificial intelligence (AI) technologies in physics education. Recognizing AI's growing influence in educational contexts, the research aims to understand future educators' readiness and attitudes toward adopting AI tools for teaching complex scientific concepts. Data were collected through surveys and focus groups involving pre-service teachers enrolled in Nigerian universities. Findings indicate a generally positive attitude toward AI integration, driven by expectations of enhanced student engagement, personalized learning, and improved instructional efficiency. However, concerns about technological accessibility, training adequacy, and ethical considerations were also expressed. The study highlights the importance of incorporating AI-focused training in teacher education programs to build confidence and competence. It recommends policy support and resource allocation to facilitate effective AI adoption in physics classrooms. This research contributes to the growing discourse on technology-enhanced education and teacher preparedness in developing countries.

**Keywords:** artificial intelligence, physics education, teacher perceptions, pre-service teachers

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# VIRTUAL LABORATORIES IN SCIENCE EDUCATION: IMPACT ON TEACHERS' USABILITY PERCEPTIONS AND STUDENT SKILL DEVELOPMENT

Amina Bello, Ibrahim Musa
Department of Educational Technology, University of Lagos, Nigeria

## ABSTRACT

This paper examines the impact of virtual laboratories on science education, focusing on teachers' usability perceptions and students' skill development. Virtual labs offer interactive, simulated environments that overcome limitations of physical labs, such as cost and safety concerns. The study employs mixed methods, including surveys and performance assessments, involving secondary school science teachers and students in Lagos. Results show that teachers generally perceive virtual labs as user-friendly and effective for enhancing conceptual understanding and practical skills. Students demonstrated improved experimental design, data analysis, and critical thinking abilities after using virtual labs. Challenges identified include technical issues, limited internet access, and the need for professional development. The research underscores the potential of virtual labs to democratize science education and foster 21st-century skills. Recommendations include integrating virtual labs into curricula and investing in infrastructure and teacher training to maximize benefits. This work supports the growing adoption of digital tools in education, particularly in resource-constrained settings.

**Keywords:** virtual laboratories, science education, teacher usability, skill development

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# PSYCHOLOGICAL IMPACT AND PROJECT OUTCOMES: A MODERATED MEDIATION ANALYSIS IN CONSTRUCTION INDUSTRY

Maria Petrova
Department of Industrial Psychology, Technical University of Sofia, Bulgaria

ABSTRACT
This study investigates the psychological impact of workplace stressors on project outcomes within the construction industry, employing a moderated mediation analysis to understand complex relationships among variables. Construction projects are often high-pressure environments characterized by tight deadlines, safety risks, and fluctuating team dynamics, which can negatively affect workers' mental health. The research aims to examine how psychological factors such as stress, job satisfaction, and emotional exhaustion influence project performance, while also exploring the moderating role of organizational support. Data were collected from 350 construction professionals across multiple projects using standardized questionnaires and performance metrics. The analysis reveals that psychological stress significantly mediates the relationship between job demands and project outcomes, with organizational support buffering this effect. Findings suggest that supportive management practices and mental health interventions can improve both employee well-being and project success. The study contributes to construction management literature by highlighting the importance of addressing psychological factors to enhance productivity and reduce turnover. Practical recommendations include implementing stress management programs and fostering positive workplace cultures. This research underscores the critical need for integrating psychological considerations into project planning and execution to achieve sustainable performance in the construction sector.

Keywords: psychological impact, construction industry, project outcomes, organizational support, stress management

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# YOLOV8-BASED AUTOMATED PAVEMENT CRACK IDENTIFICATION USING IMAGE PROCESSING TECHNIQUES

Assoc. Prof. Dr. Sophie Jorio
Department of Civil Engineering, University of Lyon, France

ABSTRACT
The maintenance of road infrastructure is vital for transportation safety and efficiency, with pavement crack detection being a key component. This study presents an automated pavement crack identification system based on the YOLOv8 deep learning model combined with advanced image processing techniques. The objective is to improve the accuracy and speed of crack detection compared to traditional manual inspections, which are time-consuming and subjective. A large dataset of pavement images was collected under varying environmental conditions and annotated for training the model. The YOLOv8 algorithm was optimized to detect cracks of different sizes and types, including longitudinal, transverse, and alligator cracks. Image preprocessing steps such as noise reduction and contrast enhancement were applied to improve detection performance. Experimental results demonstrate that the proposed system achieves high precision and recall rates, outperforming previous models in both accuracy and computational efficiency. The automated approach offers a scalable solution for real-time monitoring and maintenance planning, reducing costs and enhancing road safety. The study also discusses challenges related to lighting variations and surface textures, proposing future improvements for robustness. This research contributes to smart infrastructure management by integrating state-of-the-art AI techniques with practical engineering applications.

Keywords: YOLOv8, pavement crack detection, image processing, deep learning, infrastructure maintenance

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# THERAPEUTIC COUCH DYNAMICS IN MODERN PSYCHOTHERAPY PRACTICES

Andrei Popescu
Department of Clinical Psychology, University of Bucharest, Romania

ABSTRACT
The therapeutic couch has long been a symbolic and functional element in psychotherapy, influencing the dynamics between therapist and client. This paper explores the evolving role of the therapeutic couch in modern psychotherapy practices, examining its psychological and relational significance. Drawing on qualitative interviews with psychotherapists and clients, as well as observational studies, the research investigates how the physical setting, including the use of the couch, affects therapeutic alliance, client comfort, and disclosure. The study highlights that while some therapists maintain traditional use of the couch to facilitate free association and reduce eye contact, others adapt or reject it to foster more egalitarian and interactive sessions. The findings suggest that the couch's role is context-dependent and intertwined with therapeutic modality, client preferences, and cultural factors. Additionally, the paper discusses the symbolic meanings attributed to the couch and its impact on transference and countertransference processes. The research contributes to understanding how physical space shapes therapeutic encounters and offers recommendations for flexible use of therapy settings to optimize treatment outcomes. This study emphasizes the importance of therapist awareness of environmental factors as part of holistic psychotherapy practice.

Keywords: therapeutic couch, psychotherapy, therapeutic alliance, clinical psychology, therapy environment

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# SUSTAINABLE IRRIGATION METHODS INCORPORATING ANTI-EROSION MEASURES

Dr. Nino Beridze
Department of Environmental Engineering, Tbilisi State University, Georgia

ABSTRACT
Sustainable irrigation is critical for ensuring agricultural productivity while preserving soil integrity and preventing erosion. This study evaluates innovative irrigation methods that integrate anti-erosion measures to enhance water efficiency and soil conservation. The research focuses on drip and sprinkler irrigation systems combined with contour farming, vegetative barriers, and soil cover techniques in diverse climatic zones. Field experiments were conducted over two growing seasons to measure water usage, soil loss, and crop yield under different irrigation and erosion control treatments. Results indicate that combining sustainable irrigation with anti-erosion practices significantly reduces runoff and soil degradation while maintaining or improving crop productivity. The study also assesses economic feasibility and environmental benefits, emphasizing the role of farmer education and policy support in adoption. Challenges such as initial investment costs and maintenance requirements are discussed. This research contributes to sustainable agriculture by providing practical guidelines for integrating water management and soil conservation, promoting long-term land productivity and ecosystem health. The findings support policy initiatives aimed at climate resilience and resource-efficient farming in vulnerable regions.

Keywords: sustainable irrigation, soil erosion, water conservation, agriculture, environmental engineering

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON CONCRETE STRENGTH WITH CEMENT PARTIALLY REPLACED BY BLACK CARBON AND TiO2 ADDITIVES

Ravi Kumar
Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology, Delhi, India

ABSTRACT
This experimental study investigates the effects of partially replacing cement with black carbon and titanium dioxide (TiO2) additives on the mechanical properties of concrete. The objective is to enhance concrete strength and durability while reducing environmental impact by lowering cement consumption. Various concrete mixes were prepared with different proportions of black carbon and TiO2, and subjected to compressive strength, flexural strength, and durability tests over curing periods of 7, 14, and 28 days. Results show that certain replacement levels improve compressive strength and resistance to environmental degradation compared to conventional concrete. The photocatalytic properties of TiO2 also contribute to self-cleaning and pollution reduction effects. Microstructural analysis reveals improved bonding and reduced porosity in modified mixes. The study discusses optimal additive ratios and potential applications in sustainable construction. Limitations related to workability and cost implications are addressed. This research advances knowledge on eco-friendly concrete materials, offering pathways to greener infrastructure development.

Keywords: concrete strength, black carbon, titanium dioxide, sustainable construction, material additives

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ASSESSING THE IMPACT OF UNREGULATED SOLID WASTE MANAGEMENT IN KADUNA URBAN AREAS

Chinedu Okafor
Department of Environmental Science, Ahmadu Bello University, Zaria, Nigeria

ABSTRACT
Unregulated solid waste management poses significant environmental and public health risks in rapidly urbanizing areas. This study assesses the impact of informal and poorly managed waste disposal practices in Kaduna urban areas, Nigeria. Using field surveys, waste characterization, and community interviews, the research documents the types, sources, and quantities of solid waste generated, along with disposal methods and their consequences. Findings reveal widespread open dumping, inadequate collection services, and burning of waste, leading to soil, water, and air pollution. The study highlights health issues such as respiratory diseases and vector-borne illnesses linked to poor waste management. It also examines socio-economic factors contributing to the persistence of unregulated practices, including lack of infrastructure, policy enforcement, and public awareness. Recommendations include strengthening municipal waste services, promoting recycling initiatives, and implementing community-based waste management programs. The research underscores the urgent need for integrated solid waste management strategies to improve urban environmental quality and public health in Kaduna and similar contexts.

Keywords: solid waste management, urban pollution, public health, Kaduna, environmental policy

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# DESIGN STRATEGIES FOR ENERGY-EFFICIENT HOUSING IN LOW-INCOME COMMUNITIES

Dr. Fatima Abiola
Department of Architecture, University of Lagos, Nigeria

ABSTRACT
Energy-efficient housing design is essential for reducing energy consumption and improving living conditions in low-income communities. This paper explores design strategies tailored to the socio-economic and climatic contexts of such communities, focusing on passive cooling, natural lighting, insulation, and use of locally available materials. The study involves case analyses of existing housing projects and simulations to evaluate thermal performance and energy savings. Results demonstrate that incorporating vernacular architectural elements and innovative low-cost technologies can significantly reduce reliance on mechanical cooling and artificial lighting. The research also addresses challenges such as affordability, cultural acceptance, and scalability. Community engagement and participatory design emerge as critical factors for successful implementation. The paper advocates for policy frameworks that incentivize sustainable housing development and capacity building among local builders. By promoting energy-efficient design, this study contributes to environmental sustainability, economic resilience, and improved quality of life for marginalized populations.

Keywords: energy-efficient housing, low-income communities, sustainable design, passive cooling, architecture

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# STUDY ON THE MOLECULAR INTERACTIONS OF PYRAZOLINE DERIVATIVES WITH SARS-COV-2 MAIN PROTEASE (Mpro)

Zineb OUAHDI
Hassan EL ALAOUI EL ABDALLAOUI
Amine ZEROUAL
Department of Chemistry, University of Casablanca, Morocco

ABSTRACT
The COVID-19 pandemic, caused by the SARS-CoV-2 virus, has prompted urgent research into antiviral agents targeting key viral proteins. This study focuses on the molecular interactions between pyrazoline derivatives and the SARS-CoV-2 main protease (Mpro), a critical enzyme for viral replication. Using molecular docking and dynamic simulation techniques, the binding affinity and interaction patterns of various pyrazoline compounds were analyzed to identify potential inhibitors. The results demonstrate that several derivatives exhibit strong binding energies and stable interactions within the active site of Mpro, suggesting their potential as antiviral candidates. Key amino acid residues involved in hydrogen bonding and hydrophobic contacts were identified, providing insights into the molecular basis of inhibition. The study also discusses the structure-activity relationships that influence binding efficacy. These findings contribute to the rational design of novel therapeutics against COVID-19 by highlighting promising pyrazoline scaffolds for further experimental validation. The integration of computational methods accelerates drug discovery by efficiently screening compounds before costly laboratory testing. This research underscores the importance of targeting viral proteases and offers a foundation for developing effective antiviral drugs to combat current and future coronavirus outbreaks.

Keywords: SARS-CoV-2, main protease, pyrazoline derivatives, molecular docking, antiviral agents

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# EFFECTS OF OCTENYL SUCCINIC ANHYDRIDE (OSA) MODIFIED STARCH ON THE RHEOLOGICAL AND PARTICLE SIZE PROPERTIES OF XANTHAN GUM SOLUTIONS

Imene BOULHAIA
Abdelkader HADJSADOK
Nadji MOULAI-MOSTEFA
Ali AOUABED
Department of Food Science and Technology, University of Algiers, Algeria

ABSTRACT
This research investigates the impact of octenyl succinic anhydride (OSA) modified starch on the rheological behavior and particle size distribution of xanthan gum solutions, which are widely used as food thickeners and stabilizers. The study evaluates how varying concentrations of OSA starch influence the viscosity, shear-thinning properties, and microstructure of xanthan gum dispersions. Rheological measurements reveal that the addition of OSA starch modifies the viscoelastic properties, enhancing the gel strength and stability of the mixtures. Particle size analysis indicates changes in the aggregation and dispersion of polysaccharide molecules, which correlate with the observed rheological changes. These modifications are attributed to interactions between the hydrophobic groups of OSA starch and the xanthan gum chains, affecting the network formation. The findings have significant implications for food formulation, offering opportunities to tailor texture and stability in products such as sauces, dressings, and dairy alternatives. This study contributes to the understanding of polysaccharide interactions and supports the development of functional food ingredients with improved performance. Further research is recommended to explore the effects under different processing conditions and in complex food matrices.

Keywords: OSA starch, xanthan gum, rheology, particle size, food hydrocolloids

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# NUTRACEUTICALS: BRIDGING THE GAP BETWEEN NUTRITION AND MEDICINE

**Ana-Lucia BLENDEA**
Alin CIOBICA
Ioan GOTCA
Andreea GHERASIM
Department of Pharmacology and Nutrition, University of Cluj-Napoca, Romania

ABSTRACT
Nutraceuticals represent a growing field at the intersection of nutrition and medicine, offering health benefits beyond basic dietary needs. This review explores the definition, classification, and therapeutic potential of nutraceuticals, focusing on their role in disease prevention and management. The paper discusses bioactive compounds such as vitamins, minerals, antioxidants, and phytochemicals derived from natural sources. It highlights evidence supporting their efficacy in conditions like cardiovascular diseases, diabetes, cancer, and neurodegenerative disorders. Mechanisms of action, including anti-inflammatory, immunomodulatory, and antioxidant effects, are examined. The challenges of standardization, regulation, and clinical validation are also addressed, emphasizing the need for rigorous scientific evaluation to ensure safety and effectiveness. The review underscores the potential of nutraceuticals as complementary approaches to conventional medicine, promoting personalized nutrition and integrative health strategies. Future directions include the development of novel formulations, improved delivery systems, and large-scale clinical trials. This paper contributes to bridging the gap between nutritional science and therapeutic applications, encouraging multidisciplinary collaboration to optimize health outcomes.

Keywords: nutraceuticals, bioactive compounds, disease prevention, complementary medicine, personalized nutrition

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# NANOMATERIAL-ENHANCED TRANSDERMAL DELIVERY SYSTEMS FOR TREATING DERMATOLOGICAL CONDITIONS

Babita GUPTA
Department of Pharmaceutical Sciences, University of Delhi, India

ABSTRACT
Transdermal drug delivery offers a non-invasive route for treating various dermatological conditions, but the skin's barrier properties often limit drug penetration. This review focuses on recent advances in nanomaterial-enhanced transdermal delivery systems designed to overcome these challenges. Nanocarriers such as liposomes, solid lipid nanoparticles, nanoemulsions, and polymeric nanoparticles improve drug solubility, stability, and targeted delivery to skin layers. The paper discusses their mechanisms of skin permeation enhancement, controlled release profiles, and biocompatibility. Applications in treating psoriasis, eczema, acne, and skin infections are highlighted, demonstrating improved therapeutic efficacy and reduced side effects compared to conventional formulations. Safety concerns, regulatory aspects, and potential toxicity of nanomaterials are critically evaluated. The review also explores future trends, including stimuli-responsive systems and personalized medicine approaches. By integrating nanotechnology with dermatology, these innovative delivery platforms hold promise for more effective and patient-friendly treatments. This comprehensive analysis provides valuable insights for researchers, clinicians, and pharmaceutical developers aiming to advance transdermal therapies.

Keywords: nanomaterials, transdermal delivery, dermatology, drug delivery systems, nanocarriers

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# A COMPREHENSIVE REVIEW OF HERBAL MEDICINAL DRUGS AND THEIR PHARMACOLOGICAL EFFECTS

K. POOJA
Department of Pharmacognosy, University of Hyderabad, India

ABSTRACT
Herbal medicinal drugs have been used for centuries across cultures for their therapeutic properties. This comprehensive review examines a wide range of herbal medicines, detailing their pharmacological effects, active constituents, and clinical applications. The paper categorizes herbs based on their primary therapeutic actions such as anti-inflammatory, antimicrobial, antioxidant, anticancer, and neuroprotective effects. It discusses key bioactive compounds including alkaloids, flavonoids, terpenoids, and phenolics, explaining their mechanisms of action at the molecular level. The review also addresses challenges in herbal drug research, including variability in plant material, standardization issues, and potential herb-drug interactions. Safety profiles and toxicity concerns are evaluated to inform clinical use. Emphasis is placed on integrating traditional knowledge with modern scientific methods to validate efficacy and ensure quality control. The review highlights promising herbal candidates for drug development and encourages further pharmacological and clinical studies. This work serves as a valuable resource for healthcare professionals, researchers, and policymakers interested in the therapeutic potential of herbal medicines.

Keywords: herbal medicine, pharmacology, bioactive compounds, traditional medicine, drug development

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# CYTOLOGICAL AND MOLECULAR ANALYSIS OF SPUTUM SAMPLES FROM TUBERCULOSIS SUSPECTS IN WUA SETTLEMENT, NASARAWA STATE

Utume A. WILSON
Daramola E. FUNKE
James O. ADISA
Solomon M. GAMDE
Department of Microbiology, University of Jos, Nigeria

ABSTRACT
Tuberculosis (TB) remains a major public health concern in Nigeria, particularly in densely populated settlements. This study conducts cytological and molecular analyses of sputum samples collected from TB suspects in the Wua settlement, Nasarawa State. Using microscopy, Ziehl-Neelsen staining, and PCR-based molecular techniques, the research aims to improve diagnostic accuracy and understand the prevalence of Mycobacterium tuberculosis. The findings reveal a significant proportion of positive cases confirmed by molecular assays, highlighting the limitations of conventional microscopy alone. Cytological examination provides additional information on cellular changes associated with infection. The study also evaluates risk factors such as HIV co-infection, socioeconomic status, and living conditions contributing to TB transmission. Recommendations include integrating molecular diagnostics into routine TB screening programs to enhance early detection and treatment. The research underscores the need for targeted public health interventions and improved laboratory capacity in resource-limited settings. This comprehensive approach supports efforts to control TB spread and improve patient outcomes in vulnerable communities.

Keywords: tuberculosis, sputum analysis, molecular diagnostics, Nigeria, public health

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# KNOWLEDGE AND RISK FACTORS ASSOCIATED WITH INTRAEPITHELIAL LESIONS AMONG CHILD-BEARING WOMEN IN JOS, NIGERIA

Selji YAKCIT
James O. ADISA
Solomon M. GAMDE
Department of Obstetrics and Gynecology, University of Jos, Nigeria

ABSTRACT
Intraepithelial lesions are precursors to cervical cancer and pose significant health risks to child-bearing women, especially in low-resource settings. This study investigates the knowledge levels and risk factors associated with intraepithelial lesions among women attending healthcare facilities in Jos, Nigeria. Using structured questionnaires and clinical examinations, data were collected on awareness, sexual behavior, HPV infection, smoking, and contraceptive use. The results indicate low awareness of cervical cancer and its precursors, coupled with high prevalence of risk factors such as early sexual debut and multiple partners. Clinical screening identified a notable percentage of women with intraepithelial lesions, emphasizing the need for enhanced preventive measures. The study advocates for comprehensive education programs, increased access to HPV vaccination, and regular screening services to reduce cervical cancer incidence. It also highlights cultural and socioeconomic barriers affecting women's health-seeking behavior. This research contributes to public health strategies aimed at improving women's reproductive health outcomes in Nigeria and similar contexts.

Keywords: intraepithelial lesions, cervical cancer, women's health, Nigeria, HPV awareness

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL ACTIVITIES AND PHENOLIC PROFILE OF ETHANOLIC EXTRACT OF ROSMARINUS OFFICINALIS (LAMIACEAE) FROM MOROCCO

Amina El Fassi
Youssef Benjelloun
Khadija El Amrani
Department of Pharmaceutical Sciences, University of Casablanca, Morocco

## ABSTRACT

This study investigates the antioxidant and antimicrobial properties of the ethanolic extract of *Rosmarinus officinalis* (rosemary) collected from Morocco, alongside its phenolic compound profile. Given the rising interest in natural bioactive compounds for pharmaceutical and food preservation applications, rosemary's potential as a source of antioxidants and antimicrobials is significant. The research aimed to quantify the phenolic constituents using chromatographic techniques and evaluate the extract's efficacy against a range of bacterial and fungal strains. Antioxidant activity was assessed through DPPH radical scavenging and FRAP assays, while antimicrobial effects were tested using disc diffusion and minimum inhibitory concentration (MIC) methods. Results demonstrated a high concentration of phenolic acids and flavonoids, which correlated strongly with potent antioxidant activity. The extract exhibited significant inhibitory effects against Gram-positive and Gram-negative bacteria, as well as certain fungi, suggesting broad-spectrum antimicrobial potential. These findings support the traditional use of rosemary in herbal medicine and highlight its promise as a natural preservative and therapeutic agent. The study concludes that Moroccan rosemary ethanolic extract is a valuable natural resource with multiple applications in health and industry, encouraging further research into its bioactive mechanisms and clinical efficacy.

**Keywords:** Rosmarinus officinalis, antioxidant activity, antimicrobial activity, phenolic compounds

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# EVALUATION OF CYTOTOXICITY AND IN VIVO EFFECTS OF ALKALOID-RICH EXTRACTS FROM SMYRNIUM OLUSATRUM

Sulaiman A. Fowotade
Aisha Umar
Murtala Zainab
Department of Pharmacology, University of Ibadan, Nigeria

## ABSTRACT

This research evaluates the cytotoxicity and in vivo biological effects of alkaloid-rich extracts derived from *Smyrnium olusatrum*, a plant traditionally used for medicinal purposes. The study addresses the need to scientifically validate the safety and therapeutic potential of this botanical extract, focusing on its cytotoxic profile against cancer cell lines and its physiological impact in animal models. Alkaloids were extracted and quantified using chromatographic methods, followed by cytotoxicity assays employing MTT and flow cytometry techniques. In vivo studies involved administering the extract to rodent models to monitor toxicity, hematological parameters, and organ histopathology. The results revealed selective cytotoxicity against certain cancer cell lines, indicating potential anticancer properties. In vivo assessments showed no significant toxic effects at therapeutic doses but highlighted some dose-dependent alterations in liver and kidney function markers. These findings suggest that *Smyrnium olusatrum* alkaloid extracts possess promising pharmacological activity with an acceptable safety margin, warranting further detailed toxicological and mechanistic studies. This research contributes to the understanding of plant-based alkaloids as candidates for drug development and supports their traditional medicinal use.

**Keywords:** Smyrnium olusatrum, alkaloids, cytotoxicity, in vivo effects, pharmacology

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# EFFICIENT REMOVAL OF HEAVY METALS FROM INDUSTRIAL WASTEWATER USING PALM KERNEL SHELLS IN KAZAURE

Vardhana Janakiraman
SriNandhini E
Santanu Mazumdar
Department of Environmental Engineering, Federal University of Technology, Minna, Nigeria

## ABSTRACT

Heavy metal contamination in industrial wastewater poses severe environmental and health risks, necessitating effective and sustainable remediation methods. This study explores the use of palm kernel shells (PKS), an abundant agricultural waste in Kazaure, Nigeria, as a low-cost biosorbent for removing heavy metals such as lead, cadmium, and chromium from industrial effluents. The research involved characterizing the PKS material via scanning electron microscopy and Fourier-transform infrared spectroscopy to identify active adsorption sites. Batch adsorption experiments were conducted to optimize parameters including pH, contact time, adsorbent dosage, and initial metal concentration. Results showed that PKS exhibited high adsorption capacities, with removal efficiencies exceeding 85% under optimal conditions. The adsorption process followed Langmuir isotherm and pseudo-second-order kinetics, indicating monolayer chemisorption. The study also demonstrated the feasibility of regenerating and reusing PKS without significant loss of efficiency. These findings highlight the potential of palm kernel shells as an eco-friendly and cost-effective solution for heavy metal remediation in wastewater treatment, particularly valuable for resource-limited settings. The research recommends scaling up the process and integrating it into existing industrial wastewater management systems to mitigate pollution and protect public health.

**Keywords:** heavy metals, palm kernel shells, wastewater treatment, biosorption, environmental remediation

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# OPTIMIZATION OF BIOASH PRODUCTION FROM SUGARCANE BAGASSE FOR CONGO RED DYE ADSORPTION

Ariyo Sadiyat Olamide
Oladimeji Fatimah Bolanle
Usman Umaamatu Ohunene
Lawal Aishat Ajoke
Department of Chemical Engineering, University of Lagos, Nigeria

## ABSTRACT

The increasing environmental burden of textile dye pollutants necessitates effective adsorption materials for wastewater treatment. This study focuses on optimizing bioash production from sugarcane bagasse, an agricultural byproduct, to enhance its adsorption capacity for Congo Red dye removal. The research aimed to determine the ideal pyrolysis temperature and activation conditions to maximize surface area and functional groups responsible for dye adsorption. Bioash samples were characterized using BET surface analysis, scanning electron microscopy, and FTIR spectroscopy. Adsorption experiments assessed the effects of contact time, pH, initial dye concentration, and adsorbent dosage. Results indicated that bioash produced at 600°C with chemical activation exhibited the highest adsorption efficiency, removing up to 92% of Congo Red under optimal conditions. The adsorption process conformed to Freundlich isotherm and pseudo-second-order kinetics, suggesting multilayer physical adsorption. The study demonstrates that sugarcane bagasse bioash is an effective, low-cost adsorbent for dye-contaminated wastewater, offering a sustainable solution for industrial effluent treatment. Recommendations include further pilot-scale studies and exploring regeneration techniques to enhance practical application.

**Keywords:** bioash, sugarcane bagasse, Congo Red, adsorption, wastewater treatment

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# IMPACT OF CASSAVA ROOT PROCESSING ON CYANIDE AND ANTI-NUTRIENT LEVELS IN THREE VARIETIES OF CASSAVA

Leong Kok Seng
Muhammad Harith Putra Bin Nazrul
Siti Nurain Khadijah Binti Shahroonazhar
Department of Food Science, University of Malaya, Malaysia

## ABSTRACT

Cassava is a staple food in many tropical countries but contains cyanogenic glycosides and anti-nutrients that pose health risks if not properly processed. This study evaluates the effects of traditional and modern cassava root processing methods on cyanide and anti-nutrient levels in three cassava varieties. The research involved quantifying total cyanide content, tannins, phytates, and oxalates before and after processing techniques such as peeling, soaking, fermentation, and cooking. Analytical methods included spectrophotometry and high-performance liquid chromatography. Results showed significant reductions in cyanide and anti-nutrient concentrations across all processing methods, with fermentation combined with cooking being the most effective. Differences among cassava varieties were observed, indicating varietal influence on toxin content and removal efficiency. The findings emphasize the importance of appropriate processing to ensure food safety and nutritional quality. This research provides valuable data for food scientists, nutritionists, and policymakers to promote safe cassava consumption and reduce health hazards associated with cyanide exposure.

**Keywords:** cassava processing, cyanide reduction, anti-nutrients, food safety, tropical crops

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ENHANCING PERFORMANCE OF MAGNESIUM-AIR FUEL CELLS: ANALYSIS OF ELECTRICAL PARAMETERS AND SURFACE CHARACTERISTICS

Fatima Mourabiti
Fatima Zahra Jouga
Souraya Sakoui
Department of Materials Science, Mohammed V University, Rabat, Morocco

## ABSTRACT

Magnesium-air fuel cells (MAFCs) offer promising clean energy solutions due to their high energy density and environmental friendliness. This study investigates the enhancement of MAFC performance through detailed analysis of electrical parameters and surface characteristics of the magnesium anode. Experimental work involved electrochemical impedance spectroscopy, cyclic voltammetry, and scanning electron microscopy to assess corrosion behavior, charge transfer resistance, and surface morphology under varying operational conditions. Results revealed that surface modifications and optimized electrolyte composition significantly improved cell voltage, current density, and overall efficiency. The study also identified key degradation mechanisms limiting MAFC lifespan and proposed strategies to mitigate them. These findings contribute to advancing MAFC technology for practical applications in portable and stationary power generation. The research underscores the importance of material science and electrochemical optimization in developing sustainable energy devices.

**Keywords:** magnesium-air fuel cells, electrochemical analysis, surface characterization, clean energy

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ANTIBACTERIAL POTENTIAL OF SALVIA OFFICINALIS ESSENTIAL OIL: IN VITRO AND IN SILICO INVESTIGATIONS

Meryem Souidek
Faiza Chbel
Houssine Azeddoug
Department of Microbiology, Hassan II University, Casablanca, Morocco

## ABSTRACT

The essential oil of *Salvia officinalis* (sage) has long been recognized for its medicinal properties. This study evaluates its antibacterial potential through both in vitro assays and in silico molecular docking analyses. The in vitro component tested the essential oil against a panel of pathogenic bacteria using disc diffusion and minimum inhibitory concentration methods, demonstrating significant inhibitory effects particularly against Gram-positive strains. Complementary in silico docking studies explored interactions between major oil constituents and bacterial target proteins, providing insights into possible mechanisms of action. The combined approach validates the essential oil's efficacy and supports its potential use as a natural antibacterial agent in pharmaceutical and food preservation contexts. The study encourages further research into formulation development and clinical applications.

**Keywords:** Salvia officinalis, essential oil, antibacterial activity, molecular docking, natural products

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ADVANCES IN QUANTUM ALGORITHMS: SECURITY CHALLENGES AND ETHICAL IMPLICATIONS IN THE QUANTUM COMPUTING ERA

John Smith
Department of Computer Science, Massachusetts Institute of Technology, USA

Fatima Al-Harbi
Department of Electrical Engineering, King Abdulaziz University, Saudi Arabia

Omar Khalid
Faculty of Engineering, University of Karachi, Pakistan

## ABSTRACT

Quantum computing represents a paradigm shift in computational capabilities, promising unprecedented processing power through quantum algorithms. This paper provides a comprehensive overview of recent advances in quantum algorithms, emphasizing their potential to solve complex problems faster than classical counterparts. However, these advances bring significant security challenges, particularly in cryptography, where quantum algorithms threaten to break widely used encryption schemes such as RSA and ECC. The paper explores the implications of quantum computing on data security, privacy, and the integrity of digital communications. Furthermore, it discusses ethical considerations related to the deployment of quantum technologies, including issues of equitable access, potential misuse, and the need for robust regulatory frameworks. The authors analyze current efforts in developing post-quantum cryptography to safeguard information in the quantum era. Additionally, the paper highlights the interdisciplinary nature of these challenges, calling for collaboration between computer scientists, ethicists, policymakers, and industry stakeholders. Case studies illustrate both the opportunities and risks associated with quantum advancements. Ultimately, the paper argues for proactive measures to address security vulnerabilities and ethical dilemmas to ensure that quantum computing benefits society while minimizing harm.

**Keywords:** Quantum algorithms, cybersecurity, cryptography, ethical implications, quantum computing

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ECO-FRIENDLY ADSORPTION TECHNIQUES FOR WATER POLLUTANT REMOVAL USING NANOCOMPOSITES: SYNTHESIS AND PERFORMANCE OPTIMIZATION

Amira Benali
Department of Chemical Engineering, University of Casablanca, Morocco

Dr. Youssef El Fassi
Institute of Environmental Sciences, Hassan II University, Morocco

## ABSTRACT

Water pollution poses a critical threat to environmental sustainability and public health worldwide. This study investigates eco-friendly adsorption techniques employing nanocomposites for the efficient removal of water pollutants. The research focuses on the synthesis of novel nanocomposite materials combining metal oxides and carbon-based substrates, aiming to enhance adsorption capacity and selectivity. Various synthesis methods, including sol-gel and hydrothermal techniques, were optimized to produce nanomaterials with high surface area and stability. Performance evaluations were conducted using contaminated water samples with heavy metals, dyes, and organic pollutants. Results demonstrate significant improvements in adsorption efficiency compared to conventional adsorbents, with rapid kinetics and excellent reusability. The study also examines the mechanisms underlying pollutant capture, supported by characterization techniques such as SEM, XRD, and FTIR. Environmental impact assessments confirm the sustainability of these nanocomposites, highlighting their potential for large-scale application in wastewater treatment. Challenges related to scalability, cost, and regeneration are discussed, alongside recommendations for future research. This paper contributes to advancing green technologies for water purification, aligning with global efforts to achieve clean water and sanitation goals.

**Keywords:** Water pollution, nanocomposites, adsorption, eco-friendly technology, wastewater treatment

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ENHANCING GREEN HYDROGEN PRODUCTION THROUGH BIOMASS GASIFICATION TECHNOLOGIES

Nadia Bouziane
Renewable Energy Department, University of Algiers, Algeria

Karim El Mansouri
Department of Chemical Engineering, Mohammed V University, Morocco

## ABSTRACT

Green hydrogen is emerging as a vital clean energy carrier essential for decarbonizing various sectors. This paper explores biomass gasification technologies as a sustainable pathway to enhance green hydrogen production. The study reviews different gasification methods, including fixed-bed, fluidized-bed, and entrained-flow reactors, with a focus on their efficiency, feedstock flexibility, and environmental impact. Experimental data and simulation models are used to optimize operational parameters such as temperature, pressure, and biomass composition to maximize hydrogen yield. The integration of gas cleaning and separation technologies is analyzed to improve hydrogen purity and process viability. The paper also discusses economic and policy factors influencing the adoption of biomass-based hydrogen production in North Africa. Challenges such as feedstock availability, tar formation, and scaling are addressed. The authors conclude that biomass gasification presents a promising, renewable alternative to fossil-based hydrogen, contributing to energy transition and climate goals. Recommendations include further research on catalyst development and system integration to enhance process sustainability and commercial feasibility.

**Keywords:** Green hydrogen, biomass gasification, renewable energy, hydrogen production, sustainable technology

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# SPATIAL MODELING OF SOIL EROSION IMPACTS ON WATER REGULATION IN THE HIGH ATLAS REGION

Laila Bensalem
Department of Environmental Science, Cadi Ayyad University, Morocco

Rachid El Amrani
Institute of Geography, Mohammed V University, Morocco

## ABSTRACT

Soil erosion significantly affects water regulation and ecosystem services, particularly in mountainous regions like the High Atlas. This study employs spatial modeling techniques to assess the impact of soil erosion on water retention and runoff patterns in this ecologically sensitive area. Using GIS and remote sensing data, soil erosion susceptibility maps were generated based on factors such as slope, land cover, rainfall intensity, and soil type. Hydrological models were integrated to simulate changes in water regulation services under various erosion scenarios. The results reveal critical zones where erosion severely compromises water availability and quality, threatening agriculture and local livelihoods. The study highlights the importance of sustainable land management practices and reforestation efforts to mitigate erosion effects. Policy implications are discussed, emphasizing the need for targeted interventions and community engagement in conservation. This research provides valuable insights for environmental planners and decision-makers aiming to preserve water resources and ecological balance in the High Atlas region.

**Keywords:** Soil erosion, water regulation, spatial modeling, GIS, High Atlas

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# DEEP LEARNING-BASED TRAFFIC SIGN RECOGNITION UNDER VARIABLE ENVIRONMENTAL CONDITIONS

Ahmed Benali
Department of Computer Engineering, University of Rabat, Morocco

Yassine El Khatib
Faculty of Engineering, University of Marrakech, Morocco

Sara Alami
Department of Artificial Intelligence, Mohammed VI Polytechnic University, Morocco

## ABSTRACT

Accurate traffic sign recognition is crucial for the safety and efficiency of autonomous vehicles and advanced driver-assistance systems (ADAS). This paper presents a deep learning-based approach to traffic sign recognition that performs robustly under variable environmental conditions such as rain, fog, and low light. The proposed convolutional neural network (CNN) architecture is trained on an extensive dataset augmented with synthetic environmental distortions to improve generalization. Experimental results demonstrate high accuracy and real-time processing capability, outperforming traditional computer vision methods. The study also evaluates the model's resilience to occlusions and partial visibility. Additionally, the paper discusses the integration of this recognition system into broader vehicular networks and its potential impact on traffic safety. Challenges related to dataset diversity and computational efficiency are addressed, with suggestions for future improvements. The research contributes to advancing intelligent transportation systems and promoting safer road environments.

**Keywords:** Traffic sign recognition, deep learning, convolutional neural networks, autonomous vehicles, environmental robustness

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# DC BUS VOLTAGE CONTROL AND POWER FACTOR IMPROVEMENT USING BIDIRECTIONAL CONVERTERS

Chinedu Okafor
Department of Electrical Engineering, University of Lagos, Nigeria

Amina Yusuf
Faculty of Engineering, Ahmadu Bello University, Nigeria

Emeka Nwosu
Department of Power Systems, University of Nigeria, Nsukka

## ABSTRACT

This paper investigates the application of bidirectional converters for DC bus voltage control and power factor improvement in power electronic systems. The study presents a control strategy that enables efficient energy flow between DC and AC sides, stabilizing voltage levels and enhancing power quality. Simulation models demonstrate the effectiveness of the proposed approach in reducing voltage fluctuations and reactive power consumption under varying load conditions. Experimental validation using a prototype system confirms the theoretical findings. The paper discusses the implications for renewable energy integration, electric vehicles, and smart grid applications where stable DC bus voltage and high power factor are critical. Challenges such as converter losses, control complexity, and system scalability are analyzed. The research offers valuable insights for engineers designing advanced power conversion systems aimed at improving energy efficiency and grid stability.

**Keywords:** Bidirectional converters, DC bus voltage, power factor correction, power electronics, renewable energy

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# OPTIMIZING WIRELESS POWER TRANSFER SYSTEMS FOR INDUSTRIAL APPLICATIONS

Moses Umiaghe
Department of Electrical and Electronics Engineering, University of Benin, Nigeria

Chika Obi
Faculty of Engineering, Nnamdi Azikiwe University, Nigeria

## ABSTRACT

Wireless power transfer (WPT) technology is gaining traction in industrial applications due to its potential to enhance operational flexibility and reduce maintenance costs. This paper focuses on optimizing WPT systems for industrial environments, addressing challenges such as power loss, electromagnetic interference, and alignment issues. Various WPT techniques, including inductive coupling and resonant magnetic coupling, are evaluated for efficiency and reliability. The study employs simulation and experimental setups to analyze system performance under different load conditions and distances. Results indicate that optimized coil design, frequency tuning, and adaptive control strategies significantly improve power transfer efficiency. The paper also explores integration with industrial automation systems and safety considerations. Recommendations for future research include exploring hybrid WPT systems and materials innovation to further enhance performance. This work contributes to advancing WPT adoption in manufacturing, logistics, and robotics sectors.

**Keywords:** Wireless power transfer, industrial applications, power efficiency, electromagnetic compatibility, system optimization

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# BRIDGING THE SKILLS GAP IN ELECTRICAL AND ELECTRONICS EDUCATION FOR INDUSTRY READINESS IN RIVERS STATE

Ngozi Eze
Department of Technical Education, Rivers State University, Nigeria

Emeka Okeke
Faculty of Engineering, University of Port Harcourt, Nigeria

## ABSTRACT

The rapid technological advancements in electrical and electronics industries demand a workforce equipped with relevant skills and competencies. This paper examines the existing skills gap in electrical and electronics education in Rivers State, Nigeria, and proposes strategies to enhance industry readiness among graduates. Through surveys and interviews with educators, students, and industry stakeholders, the study identifies deficiencies in curriculum content, practical training, and industry-academia collaboration. It highlights the mismatch between academic preparation and industry expectations, which hampers employability and productivity. The research advocates for curriculum modernization incorporating emerging technologies, increased hands-on learning opportunities, and strengthened partnerships with industry players. Additionally, it emphasizes the role of government policies and funding in supporting educational reforms. Case studies of successful initiatives are presented to illustrate best practices. The paper concludes that addressing the skills gap is essential for economic growth and technological innovation in Rivers State and beyond.

**Keywords:** Skills gap, electrical education, industry readiness, curriculum development, Nigeria

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# OPTIMIZATION OF SOLAR ENERGY HARVESTING SYSTEMS USING MONTE CARLO SIMULATIONS

Ahmed El-Sayed
Department of Renewable Energy, Cairo University, Egypt
Fatima Hassan
Department of Electrical Engineering, Cairo University, Egypt
Omar Khalil
Department of Mechanical Engineering, Cairo University, Egypt

ABSTRACT
The growing demand for sustainable and efficient energy solutions has intensified research into optimizing solar energy harvesting systems. This study presents a comprehensive approach to enhancing the performance of photovoltaic (PV) systems by employing Monte Carlo simulations to model and optimize energy capture under varying environmental conditions. The purpose of this research is to develop a robust simulation framework that accounts for stochastic variations in solar irradiance, temperature, and panel orientation to predict system output more accurately. The methodology involves generating numerous random samples of environmental parameters and simulating their impact on the PV system's energy yield. Results indicate that Monte Carlo simulations provide significant insights into the probabilistic performance of solar panels, allowing for the identification of optimal configurations that maximize energy harvesting efficiency. The study also compares traditional deterministic models with the stochastic approach, demonstrating improved accuracy and reliability in system design. Furthermore, sensitivity analyses reveal key factors influencing system performance, guiding future engineering improvements. The conclusions emphasize the importance of incorporating uncertainty and variability into solar energy system design to enhance resilience and output. This research contributes to the field by offering a practical tool for engineers and policymakers aiming to implement more efficient solar energy solutions in diverse climatic regions.

Keywords: solar energy, Monte Carlo simulations, photovoltaic optimization, renewable energy, stochastic modeling

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# REMOTE SENSING-BASED SPATIO-TEMPORAL ANALYSIS OF URBAN EXPANSION IN CASABLANCA (MOROCCO): ENVIRONMENTAL IMPACTS

Nadia Benali
Department of Geography, Mohammed V University, Morocco
Youssef El-Mahdi
Department of Environmental Science, Mohammed V University, Morocco

ABSTRACT
Urban expansion in rapidly growing cities poses significant environmental challenges, particularly in coastal regions like Casablanca, Morocco. This research employs remote sensing techniques combined with spatio-temporal analysis to investigate the patterns and environmental impacts of urban growth over the past two decades. The study's objective is to quantify urban sprawl, identify hotspots of expansion, and assess associated effects on land use, vegetation cover, and local ecosystems. Satellite imagery from multiple time points was processed and analyzed using Geographic Information Systems (GIS) to map changes in urban footprint and natural habitats. Results reveal a marked increase in built-up areas, often encroaching on agricultural lands and green spaces, leading to habitat fragmentation and increased surface temperatures. The analysis highlights critical zones where urbanization pressures threaten biodiversity and exacerbate environmental degradation. The study also discusses implications for urban planning and sustainable development, emphasizing the need for integrated policies that balance growth with environmental conservation. By providing a detailed spatial and temporal perspective, this research offers valuable insights for decision-makers aiming to mitigate negative environmental consequences of urbanization in Casablanca and similar contexts worldwide.

Keywords: urban expansion, remote sensing, spatio-temporal analysis, environmental impact, Casablanca

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# EVALUATION OF GAMMA-RAY AND NEUTRON DISCRIMINATION TECHNIQUES IN SCINTILLATION DETECTORS

John O. Adeyemi
Department of Physics, University of Lagos, Nigeria
Chinedu Nwosu
Department of Nuclear Engineering, University of Lagos, Nigeria
Amina Yusuf
Department of Applied Physics, University of Lagos, Nigeria

ABSTRACT
Effective discrimination between gamma rays and neutrons is critical for applications in nuclear safety, medical imaging, and radiation detection. This study evaluates various discrimination techniques applied to scintillation detectors, focusing on their accuracy, efficiency, and practical implementation. The research aims to compare pulse shape discrimination (PSD), time-of-flight (TOF), and digital signal processing methods under controlled experimental conditions. Using a series of calibrated gamma and neutron sources, detector responses were recorded and analyzed to assess the ability of each technique to correctly identify radiation types. Results demonstrate that PSD methods offer high discrimination capability with relatively simple hardware requirements, while TOF provides superior accuracy but demands more complex instrumentation. Digital signal processing techniques show promise for real-time applications due to their flexibility and adaptability. The study also investigates the influence of detector material properties and electronic noise on discrimination performance. Conclusions highlight the trade-offs between accuracy, complexity, and cost, recommending specific techniques based on application needs. This research advances the understanding of scintillation detector optimization and supports the development of more reliable radiation detection systems.

Keywords: gamma-ray discrimination, neutron detection, scintillation detectors, pulse shape discrimination, radiation safety

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# MATHEMATICAL MODELING OF OXYGEN TRANSPORT IN HUMAN CIRCULATORY SYSTEMi

Chinedu Nwosu
Department of Biomedical Engineering, University of Lagos, Nigeria
Amina Yusuf
Department of Applied Mathematics, University of Lagos, Nigeria

ABSTRACT
Oxygen transport within the human circulatory system is a complex physiological process essential for cellular metabolism and overall health. This paper develops a detailed mathematical model to simulate oxygen delivery and consumption dynamics in blood flow through arteries, veins, and capillaries. The objective is to provide a quantitative framework that captures the interaction between oxygen diffusion, hemoglobin binding, and tissue uptake under various physiological conditions. The model incorporates differential equations describing convective transport, diffusion gradients, and biochemical reactions, solved using numerical methods. Validation is performed by comparing simulation results with experimental data from clinical studies. The findings reveal critical factors affecting oxygen availability, such as blood flow velocity, vessel geometry, and metabolic demand. Sensitivity analyses identify parameters that significantly influence oxygen transport efficiency, offering insights into pathological states like hypoxia and ischemia. The study's conclusions underscore the model's potential as a tool for medical research, diagnosis, and treatment planning, particularly in cardiovascular and respiratory disorders. By integrating physiological complexity with mathematical rigor, this work contributes to advancing computational medicine and personalized healthcare.

Keywords: oxygen transport, circulatory system, mathematical modeling, biomedical engineering, numerical simulation

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF BAMBOO WOOD NANOFIBERS AND THEIR PHOTODEGRADATION EFFECTS ON DYES

Sara El-Mansouri
Department of Chemical Engineering, Hassan II University, Morocco
Rachid Bennis
Department of Materials Science, Hassan II University, Morocco

ABSTRACT
Nanofibers derived from bamboo wood represent a promising class of sustainable materials with potential applications in environmental remediation. This study focuses on the synthesis of bamboo wood nanofibers (BWNs) and investigates their photodegradation effects on organic dyes commonly found in industrial wastewater. The objective is to develop eco-friendly nanomaterials capable of enhancing dye degradation under light exposure. BWNs were extracted using chemical and mechanical treatments and characterized through scanning electron microscopy (SEM), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), and X-ray diffraction (XRD) to determine their morphology and chemical properties. Photodegradation experiments were conducted by exposing dye solutions mixed with BWNs to simulated sunlight, monitoring dye concentration changes via UV-Vis spectroscopy. Results indicate that BWNs significantly accelerate dye breakdown compared to control samples, attributed to their high surface area and photocatalytic activity. The study also examines the influence of pH, nanofiber concentration, and light intensity on degradation efficiency. Findings suggest that bamboo nanofibers offer a sustainable and effective approach for wastewater treatment, reducing environmental pollution. The research contributes to the development of green nanotechnology and supports the valorization of bamboo as a renewable resource.

Keywords: bamboo nanofibers, photodegradation, wastewater treatment, dye removal, sustainable materials

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# EXPERIMENTAL AND PROBABILISTIC STUDY ON THE MECHANICAL PROPERTIES OF 3D-PRINTED CONDUCTIVE POLYMERS

Olufemi Adewale
Department of Mechanical Engineering, University of Ibadan, Nigeria
Kemi Olatunji
Department of Materials Science, University of Ibadan, Nigeria

ABSTRACT
The advent of 3D printing technology has opened new avenues for fabricating conductive polymers with tailored mechanical properties for electronic and structural applications. This study presents an experimental and probabilistic investigation into the mechanical behavior of 3D-printed conductive polymer composites. The research aims to characterize tensile strength, elasticity, and durability under varying printing parameters and environmental conditions. Specimens were fabricated using fused deposition modeling (FDM) with different polymer blends and conductive fillers. Mechanical tests, including tensile and flexural assessments, were performed following standardized protocols. Statistical methods were applied to analyze variability and predict performance reliability. Results reveal that printing orientation, filler concentration, and post-processing significantly affect mechanical properties. Probabilistic models developed in the study enable prediction of failure probabilities under different stress scenarios, providing valuable information for design optimization. The conclusions emphasize the importance of integrating experimental data with probabilistic analysis to enhance the reliability of 3D-printed conductive materials. This research supports the advancement of additive manufacturing in producing functional and durable polymer components for diverse industrial uses.

Keywords: 3D printing, conductive polymers, mechanical properties, probabilistic modeling, additive manufacturing

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ANALYSIS OF LAST-MILE TRANSPORTATION ISSUES FACED BY AIRPORT PASSENGERS IN NIGERIA

Kehinde Azeezat Shodipo
Department of Transport Studies, University of Lagos, Nigeria
Abdul-Rahman Taiwo Ajala
Department of Urban Planning, University of Lagos, Nigeria

ABSTRACT
Last-mile transportation remains a critical challenge for airport passengers in Nigeria, impacting travel efficiency, comfort, and overall satisfaction. This study investigates the specific issues faced by travelers during the final leg of their airport journeys, including accessibility, availability, cost, and safety of transport options. The research employs surveys and interviews with passengers at major Nigerian airports to collect qualitative and quantitative data on travel patterns and preferences. Geographic information system (GIS) tools are used to map transport networks and identify service gaps. Findings indicate significant deficiencies in public transport connectivity, inadequate infrastructure, and high reliance on informal transport modes. The study also explores the socio-economic factors influencing passenger choices and the implications for airport accessibility. Recommendations include improving multimodal integration, enhancing regulatory frameworks, and investing in infrastructure development to facilitate smoother last-mile connections. The paper contributes to transportation planning literature by highlighting context-specific challenges in developing countries and proposing practical solutions to improve passenger experience and urban mobility.

Keywords: last-mile transportation, airport passengers, Nigeria, transport accessibility, urban mobility

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# ENHANCED SOLUBILIZATION OF IBUPROFEN VIA MIXED MICELLAR SYSTEMS USING OPTIMIZED SURFACTANTS

Ayesha Khan, Bilal Ahmed, Sana Malik, Omar Latif
Department of Pharmaceutical Sciences, University of Karachi, Pakistan

## ABSTRACT

The poor aqueous solubility of ibuprofen, a widely used nonsteroidal anti-inflammatory drug (NSAID), limits its bioavailability and therapeutic efficacy. This study aims to enhance the solubilization of ibuprofen through the development of mixed micellar systems using optimized surfactants. Various combinations of ionic and nonionic surfactants were systematically evaluated to identify formulations that maximize drug solubility and stability. The methodology involved preparing mixed micelles via the thin-film hydration technique, followed by characterization using dynamic light scattering, zeta potential analysis, and solubility assays. Results demonstrated a significant increase in ibuprofen solubility—up to 15-fold—compared to pure aqueous solutions. The optimized surfactant mixtures exhibited favorable micelle size distribution and stability over time, indicating their potential for pharmaceutical applications. Additionally, in vitro release studies showed sustained drug release profiles, suggesting improved therapeutic performance. This research highlights the critical role of surfactant selection and ratio optimization in designing effective drug delivery systems for hydrophobic drugs like ibuprofen. The findings provide a promising platform for enhancing oral bioavailability and reducing dosing frequency, which could improve patient compliance. Future work will focus on in vivo pharmacokinetic studies and formulation scale-up. This study contributes to the growing field of nanotechnology-based drug delivery and offers practical insights for pharmaceutical formulation scientists.

**Keywords:** Ibuprofen solubility, mixed micellar systems, surfactants, drug delivery, pharmaceutical formulation

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# DESIGN, STRUCTURAL ANALYSIS, AND ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF A NOVEL POLYOXOMETALATE COMPLEX

Leila Ben Youssef, Sami Jaziri, Amira Bouazizi, Nabil Gharbi
Department of Chemistry, University of Tunis, Tunisia

## ABSTRACT

Polyoxometalates (POMs) are a class of metal-oxygen cluster compounds with diverse applications, including catalysis and medicine. This research focuses on the design, synthesis, and structural characterization of a novel polyoxometalate complex with potential antimicrobial properties. The complex was synthesized using hydrothermal methods and characterized by X-ray diffraction, Fourier-transform infrared spectroscopy, and scanning electron microscopy to elucidate its molecular structure and morphology. Antimicrobial activity was assessed against a panel of bacterial and fungal strains using minimum inhibitory concentration (MIC) assays. The results revealed that the synthesized POM complex exhibits strong antimicrobial effects, particularly against multidrug-resistant bacteria. Structural analysis indicated a stable and well-defined framework contributing to its bioactivity. The study discusses the relationship between the complex's structural features and its antimicrobial efficacy, suggesting mechanisms involving disruption of microbial cell membranes and interference with metabolic pathways. This work advances the understanding of POM-based antimicrobial agents and highlights their potential as alternatives to conventional antibiotics. The findings encourage further exploration of POM complexes in biomedical applications, including drug development and infection control.

**Keywords:** Polyoxometalate, antimicrobial activity, structural analysis, drug resistance, synthesis

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# DEVELOPMENT OF MULTI-TARGET ANTI-PARKINSONIAN AGENTS: INTEGRATING CHEMICAL SYNTHESIS AND PHARMACOLOGICAL EVALUATION

Ali Raza, Fatima Zahra, Hamid Qureshi
Department of Medicinal Chemistry, King Saud University, Saudi Arabia

## ABSTRACT

Parkinson's disease (PD) is a progressive neurodegenerative disorder with complex pathophysiology involving multiple molecular targets. This study reports the design, chemical synthesis, and pharmacological evaluation of novel multi-target agents aimed at modulating key pathways implicated in PD. A series of compounds were synthesized via multi-step organic reactions, incorporating structural motifs known to interact with dopaminergic receptors, oxidative stress pathways, and neuroinflammation mediators. The compounds were characterized by NMR, mass spectrometry, and elemental analysis. In vitro assays assessed their neuroprotective effects, antioxidant capacity, and receptor binding affinities. Several candidates demonstrated potent multi-faceted activity, including inhibition of monoamine oxidase-B, scavenging of reactive oxygen species, and modulation of neuroinflammatory markers. The most promising agents were further evaluated in cellular models of PD, showing significant protection against neurotoxin-induced cell death. This integrative approach combining chemical synthesis and biological evaluation offers a promising strategy for developing effective therapeutics targeting the multifactorial nature of Parkinson's disease. The study provides a foundation for future preclinical investigations and potential clinical translation.

**Keywords:** Parkinson's disease, multi-target agents, chemical synthesis, neuroprotection, pharmacology

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# IMMUNOTHERAPEUTIC STRATEGIES COMBINING CYTOTOXIC AND REGULATORY T CELLS IN CANCER TREATMENT

Sara Malik, Usman Farooq
Department of Immunology, Aga Khan University, Pakistan

## ABSTRACT

Cancer immunotherapy has revolutionized treatment paradigms by harnessing the immune system to target malignant cells. This paper reviews emerging strategies that combine cytotoxic T lymphocytes (CTLs) with regulatory T cells (Tregs) modulation to enhance therapeutic efficacy and reduce immune-related adverse effects. The study discusses the dual role of Tregs in tumor progression and immune tolerance, highlighting approaches to selectively inhibit Tregs within the tumor microenvironment while preserving systemic immune homeostasis. Various immunotherapeutic modalities, including checkpoint inhibitors, adoptive cell transfer, and cytokine therapies, are evaluated for their capacity to synergistically engage CTLs and modulate Tregs. Preclinical and clinical trial data demonstrate improved tumor regression and patient outcomes when these strategies are integrated. Challenges such as immune escape, therapy resistance, and off-target effects are addressed, with proposed solutions involving biomarker-guided patient selection and combination regimens. The paper underscores the importance of understanding immune cell dynamics to optimize cancer immunotherapy. Future directions include the development of personalized immunotherapeutic protocols and novel agents targeting Treg subsets. This comprehensive overview contributes to advancing cancer treatment by refining immune modulation strategies.

**Keywords:** Cancer immunotherapy, cytotoxic T cells, regulatory T cells, tumor microenvironment, immune modulation

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# BIODEGRADABLE POLYSACCHARIDE-BASED FILMS FOR SUSTAINABLE FOOD PACKAGING SOLUTIONS

**Meena Sharma, Kavita Rao**
**Department of Food Science and Technology, Indian Institute of Technology, Delhi, India**

## ABSTRACT

The environmental impact of conventional plastic packaging has driven research into biodegradable alternatives derived from renewable resources. This study focuses on the development and characterization of polysaccharide-based films as sustainable food packaging materials. Films were prepared using natural polysaccharides such as chitosan, starch, and cellulose derivatives, combined with plasticizers and cross-linking agents to enhance mechanical and barrier properties. Physicochemical analyses including tensile strength, water vapor permeability, and biodegradability tests were conducted to assess film performance. The results demonstrated that optimized formulations exhibit adequate strength and flexibility for packaging applications while significantly reducing environmental footprint. Antimicrobial and antioxidant additives were incorporated to extend the shelf life of packaged food products. The study also evaluates the films' compatibility with various food types and their potential for commercial scalability. This research contributes to addressing plastic pollution by providing eco-friendly packaging solutions that meet industry standards and consumer demands. The findings encourage further innovation in biopolymer technology and sustainable packaging design.

**Keywords:** Biodegradable films, polysaccharides, sustainable packaging, food preservation, environmental impact

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# IMPLEMENTING ZERO-PLASTIC POLICIES ON CAMPUS: STRATEGIES FOR SUSTAINABLE INSTITUTIONAL PRACTICES

Sneha Patil, Rohan Deshmukh
Department of Environmental Studies, University of Mumbai, India

## ABSTRACT

Plastic pollution poses a significant environmental challenge, particularly in institutional settings like university campuses where consumption is high. This paper examines the implementation of zero-plastic policies on campuses, focusing on strategies that promote sustainable practices and behavioral change among students and staff. The study reviews case studies from universities that have successfully reduced plastic use through policy development, awareness campaigns, infrastructure improvements, and stakeholder engagement. Methods include surveys, interviews, and waste audits to evaluate policy effectiveness and identify barriers. Results indicate that comprehensive approaches combining education, alternatives to single-use plastics, and enforcement mechanisms yield the best outcomes. Challenges such as resistance to change, cost implications, and supply chain limitations are discussed. The paper offers practical recommendations for institutions aiming to adopt zero-plastic initiatives, emphasizing the importance of leadership commitment, community involvement, and continuous monitoring. The research contributes to the broader discourse on sustainability in higher education and supports global efforts to mitigate plastic pollution.

**Keywords:** Zero-plastic policy, sustainability, campus initiatives, plastic reduction, environmental management

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# SIMULATION OF FISCHER-TROPSCH SYNTHESIS FOR GAS-TO-LIQUID CONVERSION USING DWSIM

**Ibrahim Musa, Chinedu Okafor, Fatima Bello**
**Department of Chemical Engineering, University of Lagos, Nigeria**

## ABSTRACT

The Fischer-Tropsch synthesis (FTS) process converts synthesis gas into liquid hydrocarbons, offering a pathway for gas-to-liquid (GTL) fuel production. This study presents a detailed simulation of the FTS process using the open-source process simulator DWSIM to optimize reaction conditions and improve product yield. The simulation model incorporates reaction kinetics, thermodynamics, and mass transfer phenomena, calibrated with experimental data from literature. Various operating parameters such as temperature, pressure, and catalyst type were systematically varied to assess their impact on conversion efficiency and selectivity toward desired hydrocarbons. Results show that optimal conditions can significantly enhance liquid fuel output while minimizing undesired byproducts. Sensitivity analyses highlight critical factors influencing process performance, providing insights for industrial scale-up. The study demonstrates the utility of DWSIM as a cost-effective tool for process design and optimization in GTL technology. These findings support the development of cleaner alternative fuels and contribute to reducing dependence on conventional petroleum resources. Future work will focus on integrating economic and environmental assessments to guide sustainable process implementation.

**Keywords:** Fischer-Tropsch synthesis, gas-to-liquid, process simulation, DWSIM, alternative fuels

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# HEMŞİRE EBEVEYN DESTEĞİ VE KAYGI DÜZEYLERİ: ÇOCUK SAĞLIĞI VE BAKIMINDA AİLE MERKEZLİ YAKLAŞIM

**YL. Hemşire Elif Taşğın**

Atatürk Üniversitesi /Sağlık Bilimleri Enstitüsü

elifkadir2561@gmail.com - 0009-0002-3191-4254

**Doç. Dr. Hasret Yalçınöz Baysal**

Atatürk Üniversitesi / Hemşirelik Fakültesi

h.yalcinoz@hotmail.com - 0000-0003-2177-3486

## Özet

Hastaneye yatışı yapılan çocuklar, yabancı ortamda invazif girişimler ve ağrı gibi fiziksel stres faktörlerinin yanı sıra belirsizlik ve yalnızlık hissiyle de baş etmek zorunda kalır; bu süreçte yoğun kaygı, korku ve huzursuzluk duyguları ortaya çıkabilir. Aynı şekilde ebeveynler de çocuklarının yaşadığı sıkıntılar karşısında çaresizlik, suçluluk ve yüksek düzeyde stres yaşayarak hem tedaviye uyumu hem de aile içi dinamikleri olumsuz etkileyebilir. Hemşireler, bu noktada hem çocuğun hem de ebeveynin duygusal ve bilişsel gereksinimlerini karşılamak üzere bilgi verme, empatik iletişim ve rehberlik gibi rolleri üstlenerek ailenin sürece aktif katılımını sağlar. Aile merkezli bakım yaklaşımı, bu katılımı destekleyerek aile ile sağlık ekibi arasında güvene dayalı bir ortaklık kurmayı amaçlar; saygı, bilgi paylaşımı, iş birliği, katılım ve destek ilkeleri çerçevesinde yapılandırılan bu model, hem çocuğun hem de ailenin psikososyal iyilik hâlini güçlendirir. Son olarak, bilişsel-davranışsal teknikler, gevşeme egzersizleri, oyun terapisi, ebeveyn eğitimi ve grup destek programları gibi hem çocuğa hem de ebeveyne yönelik hemşirelik müdahaleleri, kaygı düzeylerini azaltarak tedavi sürecine uyumu ve genel iyilik hâlini olumlu yönde etkiler.

**Anahtar Kelimeler:** Hemşire ebeveyn desteği, aile merkezli bakım, kaygı

# NURSE PARENT SUPPORT AND ANXIETY LEVELS: FAMILY-CENTERED APPROACH TO CHILD HEALTH AND CARE

## Abstract

Children who are hospitalized have to cope with physical stress factors such as invasive procedures and pain in an unfamiliar environment, as well as a sense of uncertainty and loneliness; intense feelings of anxiety, fear and restlessness may arise during this process. Similarly, parents may experience helplessness, guilt and high levels of stress in the face of the difficulties experienced by their children, which may negatively affect both treatment compliance and family dynamics. At this point, nurses take on roles such as providing information, empathic communication and guidance to meet the emotional and cognitive needs of both the child and the parent, ensuring the active participation of the family in the process.

The family-centered care approach aims to establish a partnership based on trust between the family and the healthcare team by supporting this participation; this model, structured within the framework of the principles of respect, information sharing, cooperation, participation and support, strengthens the psychosocial well-being of both the child and the family. Finally, nursing interventions aimed at both the child and the parent, such as cognitive-behavioral techniques, relaxation exercises, play therapy, parent education and group support programs, reduce anxiety levels and positively affect compliance with the treatment process and general well-being.

**Keywords:** Nurse and parent support, family centered care, anxiety

## GİRİŞ

Çocuğun hastaneye yatışı, yalnızca tıbbi bir süreç değil; aynı zamanda hem çocuk hem de ailesi için duygusal açıdan oldukça zorlayıcı bir deneyimdir. Hastane ortamı, çocuklar açısından tanıdık olmayan, fiziksel acı ve ağrıya neden olabilecek girişimlerin uygulandığı, kaygı ve korkunun yoğun yaşandığı bir ortamdır (Çamur, 2017; Gündüz, 2016). Bu süreçten sadece çocuklar değil, ebeveynler de derinden etkilenmekte; çocuklarının yaşadığı sıkıntılara tanıklık eden ebeveynler stres, çaresizlik, suçluluk ve kaygı gibi yoğun duygular yaşayabilmektedir (Gök ve Hergül, 2020). Ebeveynlerin bu duygularla baş etmede zorlanmaları, tedavi sürecine uyumu ve iş birliğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenle, hastaneye yatışı yapılan çocukların bakımında ebeveynlerin aktif katılımı, duygusal desteklenmeleri ve sürece dâhil edilmeleri büyük önem taşır (Gök ve Hergül, 2020; Yöndemli, 2022). Bu noktada hemşireler, aileyi sadece bilgilendiren değil; aynı zamanda onları duygusal olarak destekleyen, sürece dahil eden ve güven ilişkisi kuran profesyoneller olarak kilit bir rol üstlenir. Aile merkezli bakım yaklaşımı da bu bağlamda önem kazanmaktadır; çünkü hem çocuğun hem de ailenin ihtiyaçlarını gözeten, katılımı ve iş birliğini esas alan bütüncül bir model sunar (Çamur, 2017). Bu derleme çalışmasında; çocuğun hastaneye yatmasının ailede yarattığı kaygı, hemşirenin ebeveynlere yönelik destekleyici rolü, aile merkezli bakım yaklaşımının önemi ve hem çocuk hem de ebeveynin kaygı düzeyini azaltmaya yönelik hemşirelik müdahaleleri kapsamlı şekilde ele alınacaktır.

## 1. ÇOCUĞUN HASTANEYE YATMASI VE AİLEDE KAYGI

Çocukluk döneminde hastaneye yatış, hem çocuklar hem de aileleri için stresli ve travmatik bir süreç olabilir. Çocuklar, tanımadıkları bir ortamda; beden bütünlüğünü tehdit eden tıbbi işlemler, ağrı, yalnızlık ve belirsizlikle karşı karşıya kalabilir. Bu durum çocuklarda korku, huzursuzluk, ağlama nöbetleri ve regresif davranışsal tepkilere yol açabilir (Çamur, 2017; Gündüz, 2016). Çocukların vermiş oldukları tepkileri de etkileyen çeşitli durumlar vardır. Bu durumlardan bazıları da; hastalığın akut veya kronik olması, hastalığın tedavisi ve prognozu, hastalığın görünür veya kalıcı engele neden olup olmaması, sağlık profesyonellerinin davranış

ve tutumları, ebeveynlerinin sosyal destekleri ve tedaviye katılma istekleri, çocuğun daha önce yaşamış olduğu hastane tecrübesi gibi durumlardır (Başay ve ark., 2020; Semerci ark., 2021; Yöndemli, 2022). Ancak bu sürecin olumsuz etkileri yalnızca çocukla sınırlı değildir. Çocuğun hastaneye yatırılması, özellikle ebeveynlerde yoğun kaygı, stres, suçluluk ve çaresizlik duygularını tetikleyebilir. Ebeveynler çoğu zaman çocuklarının acı çekmesine doğrudan tanık olmakta ve bu duruma müdahale edemediklerini hissettiklerinde derin bir psikolojik yük altında kalmaktadırlar (Yöndemli, 2022). Çocuğuna yapılan girişimler esnasında ailelerin dışarıda beklemesi istenebilir ve bu durum anne – babaların engellenmiş duygusu yaşamalarına ve kendilerini yetersiz olarak görmelerine neden olabilir (Yöndemli, 2022).

Araştırmalar, hastaneye yatış sürecinde ebeveynlerin %60'tan fazlasının orta ya da yüksek düzeyde kaygı yaşadığını ortaya koymaktadır (Gök ve Hergül, 2020). Kaygı düzeyi, ebeveynin yaşına, sosyoekonomik durumuna, çocuğun hastalığının ciddiyetine ve daha önce yaşanmış hastane deneyimlerine göre değişiklik gösterebilmektedir (Gök ve Hergül, 2020). Ayrıca ailedeki diğer çocuklar da bu süreçten etkilenebilmekte; özellikle bakım verenin hastanede kalması, kardeşlerde ilgi eksikliği ve duygusal gerilim oluşturabilmektedir (Gök ve Hergül, 2020; Yılmaz ve Doğan, 2021; Aykanat ve Gözen 2014).

Aile bireylerinin kaygı düzeyinin yüksek olması, hastane sürecinde sağlık profesyonelleriyle kurulan iletişimi, tedaviye uyumu ve çocuğun bakımına katılımı olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle, hem çocuğun hem de ailenin duygusal durumunun tanınması, sürecin ilk aşamasında ele alınması gereken önemli bir gerekliliktir. Ailenin yaşadığı kaygının fark edilmesi ve buna uygun destekleyici yaklaşımlar geliştirilmesi, hem tedavi sürecinin etkinliğini artıracak hem de aileyi güçlendirecektir (Çamur, 2017; Sarman, 2020; Şahin, 2022; Yöndemli, 2022).

## 2. HEMŞİRE EBEVEYN DESTEĞİ VE ROLÜ

Çocuğun hastaneye yatması sürecinde hemşireler, yalnızca çocuğun fiziksel bakımını üstlenen sağlık profesyonelleri değil; aynı zamanda ailenin duygusal, bilişsel ve psikososyal ihtiyaçlarını da gözeten önemli destek kaynaklarıdır (Şahin, 2022). Ebeveynlerin hastane sürecinde yaşadıkları yoğun kaygı ve belirsizlik, hemşirenin sunduğu bilgi, rehberlik ve duygusal destekle hafifletilebilir. Nitelikli bir hemşirelik yaklaşımı, yalnızca çocuğun değil, ailenin de bakım sürecinde güvende hissetmesini sağlar (Göral, 2019; Öztaş Sarı, 2021; Törüner ve Büyükgönenç, 2017)

Hemşireler, ebeveynleri bilgilendirerek onların sürece katılımını destekler; böylece ailenin kontrol duygusu yeniden kazanılır ve kaygı düzeyleri azalır. Özellikle hastalığın seyri, tedavi planı, tıbbi işlemler ve bakım süreci hakkında açık, sade ve doğru bilgi verilmesi; ebeveynin belirsizlik kaynaklı stresini azaltmada etkili olmaktadır (Göral, 2019; Öztaş Sarı, 2021; Törüner ve Büyükgönenç, 2017). Aynı zamanda hemşireler, aktif dinleme, empatik iletişim, beden dili ve güven veren bir tutum sergileyerek ebeveynin kendini ifade edebilmesine olanak tanır.

Literatürde, hemşirelerin ebeveynlere yönelik destekleyici yaklaşımlarının, ailelerin hastane sürecinde daha güçlü ve uyumlu olmalarını sağladığı gösterilmiştir. Örneğin, Çamur (2017), hemşirelerin bakım sürecine ebeveynleri dâhil etme çabalarının, çocukların hastanede yaşadıkları stresin azalmasına doğrudan katkı sağladığını belirtmektedir. Aynı şekilde Gök ve Hergül (2020), ebeveynlerin hemşirelerle kurduğu olumlu ilişkilerin, tedavi sürecinde güven duygusunu pekiştirdiğini ve ebeveynin sağlık profesyonellerine karşı daha açık ve iş birliğine yatkın hale geldiğini ortaya koymuştur.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Hemşirenin rolü, yalnızca anlık destekle sınırlı değildir; aynı zamanda kriz yönetimi, duygusal danışmanlık, kaynaklara yönlendirme ve uzun vadeli uyum sürecini kolaylaştırma gibi birçok işlevi de kapsar. Bu nedenle hemşirelerin çocuk ve ailesiyle bütüncül bir ilişki kurmaları, bakımın kalitesini artırmakta ve aile dinamiklerini olumlu yönde etkilemektedir.

## 3. AİLE MERKEZLİ BAKIM YAKLAŞIMI

Modern pediatrik hemşirelik anlayışında, hastaneye yatışı yapılan çocuğun bakımında yalnızca çocuğa değil, ailesine de odaklanmak temel bir gereklilik hâline gelmiştir. Bu doğrultuda geliştirilen aile merkezli bakım yaklaşımı, çocuğun bakım sürecinde ailenin etkin ve anlamlı şekilde yer almasını hedefleyen bütüncül bir modeldir (Yılmaz ve Doğan, 2021). Aile merkezli bakım, yalnızca ebeveynin hastane ortamında bulunmasını değil; aynı zamanda bilgi paylaşımını, karar verme süreçlerine katılımı ve iş birliğine dayalı bir bakım anlayışını içerir (Çamur, 2017).

Aile merkezli bakımın temelinde, çocuğun en iyi şekilde bakım alabilmesi için ailesinin ihtiyaçlarının da dikkate alınması gerektiği düşüncesi yer alır (Söyünmez ve Koç, 2020). Çünkü aile, çocuğun birincil bağ kurduğu sosyal destek sistemidir. Ebeveynin kendini dışlanmış ya da pasif hissettiği bir bakım sürecinde, hem çocuk hem de aile için stres ve kaygı düzeyi artabilmektedir (Romaniuk ve ark, 2014). Bu nedenle aile ile sağlık profesyonelleri arasında karşılıklı güven, saygı ve iş birliğine dayalı bir ilişki geliştirilmesi önemlidir.

*Aile Merkezli Bakımın Temel İlkeleri:*

- Saygı: Ailenin değerlerine, inançlarına, kültürel özelliklerine ve bireysel farklılıklarına saygı gösterilmesi (Aykanat ve Gözen 2014; Söyünmez ve Koç, 2020)
- Bilgi paylaşımı: Aileye tedavi ve bakım süreçleriyle ilgili açık, doğru ve zamanında bilgi verilmesi (Aldem, ve Geçkil, 2019).
- Katılım: Ailenin çocuğun bakım ve tedavi sürecine aktif olarak katılmasının desteklenmesi (Aldem, ve Geçkil, 2019; Söyünmez ve Koç, 2020).
- İş birliği: Sağlık profesyonelleri ve aile arasında karşılıklı karar alma süreçlerinin teşvik edilmesi (Aldem, ve Geçkil, 2019; Söyünmez ve Koç, 2020)
- Destek: Ailenin psikososyal ihtiyaçlarının tanınması ve uygun kaynaklara yönlendirilmesi (Aldem, ve Geçkil, 2019; Söyünmez ve Koç, 2020)

Uygulamada, aile merkezli bakım; ebeveynin çocuğun yanında kalmasına olanak tanınması (örneğin "rooming-in" uygulamaları), bakım planlamasına birlikte karar verilmesi, günlük bakım aktivitelerine ebeveynin dâhil edilmesi gibi yollarla gerçekleştirilir. Bu yaklaşım, hem çocukta stresin azalmasına hem de ebeveynin hastane ortamında daha güvende hissetmesine katkı sağlar (Yılmaz ve Doğan, 2021). Ayrıca çocuğun taburculuk sonrası bakımında da ailenin daha bilinçli ve hazırlıklı olmasını sağlar.

Aile merkezli bakım uygulamalarının yaygınlaştırılması, çocuk dostu hastane ortamlarının geliştirilmesiyle doğrudan ilişkilidir. Bu doğrultuda hemşirelerin eğitimi, kurumsal politika değişiklikleri ve ekip içi iş birliği kritik rol oynamaktadır (Aykanat ve Gözen 2014; Yılmaz ve Doğan, 2021).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Aile merkezli bakımın etkilerine yönelik yapılan çeşitli çalışmalar, bu yaklaşımın hem çocuk hem de ebeveyn açısından olumlu sonuçlar doğurduğunu göstermektedir (Sevinç, 2005). Özellikle ebeveynlerin sürece katılımının teşvik edilmesi, çocuğun hastanede geçirdiği süre boyunca yaşadığı stresin azalmasına ve tedaviye uyumunun artmasına katkı sağlamaktadır (Sevinç, 2005). Örneğin, Shields ve arkadaşlarının (2012) yaptığı sistematik derleme çalışmasında, aile merkezli bakım uygulamalarının ailelerin tatmin düzeyini artırdığı, sağlık personeli ile olan ilişkileri güçlendirdiği ve çocuklarda emosyonel iyilik hâlini olumlu etkilediği belirlenmiştir. Aynı şekilde, Jolley ve Shields (2009) tarafından yapılan bir başka araştırma, aile merkezli yaklaşımın uygulanmasının çocukların iyileşme süresini kısalttığını ve ebeveynlerdeki kaygı düzeyini azalttığını ortaya koymuştur.

Türkiye'de yapılan bir çalışma da bu bulguları destekler niteliktedir. Öztürk ve Kahriman (2018), hastanede yatan çocukların ebeveynleriyle yapılan görüşmelerde, ebeveynlerin kendilerini bakım sürecinin dışında hissettiklerinde kaygı düzeylerinin arttığını, ancak hemşireler tarafından bilgilendirildiklerinde ve sürece dâhil edildiklerinde daha güçlü ve güvende hissettiklerini raporlamışlardır. Bu tür bulgular, aile merkezli bakımın sadece teorik değil, aynı zamanda uygulamada da etkili bir yaklaşım olduğunu göstermektedir.

## 4. KAYGI DÜZEYLERİNİ AZALTMAYA YÖNELİK HEMŞİRELİK MÜDAHALELERİ

Hastaneye yatış sürecinde çocuk ve ailede ortaya çıkan kaygıyı azaltmaya yönelik hemşirelik müdahaleleri, tedavi uyumunu ve genel iyilik hâlini doğrudan etkileyen önemli uygulamalardır. Bu müdahaleler genel olarak bilgilendirme**,** duygusal destek**,** gevşeme ve oyun temelli teknikler ile ebeveyn eğitimi ve danışmanlığı gibi başlıklar altında toplanabilir.

### *4.1. Çocuğa Yönelik Müdahaleler*

- Açık ve yaşa uygun bilgilendirme: Çocuğa tedavi süreçleri ve yapılacak işlemler hakkında basit, anlaşılır dil kullanarak bilgi verilmesi; belirsizlik ve korkuyu azaltır (Gündüz, 2016).
- Oyun terapisi ve terapi odası kullanımı: Oyun aracılığıyla kaygıyı ifade etme ve kontrol etme fırsatı sunmak; hemşire gözetiminde "medikal oyun" aktiviteleri düzenlemek (Çamur, 2017).
- Dikkat dağıtma teknikleri: Masal okuma, müzik dinletisi veya video-projeksiyon gibi yöntemlerle ağrı ve kaygı algısını azaltmak.
- Gevşeme ve nefes egzersizleri: Derin nefes alma, kas gevşetme egzersizleri ve rehberli görselleştirme teknikleriyle anksiyete düzeylerinin düşürülmesi.

### *4.2. Ebeveyne Yönelik Müdahaleler*

- Detaylı bakım eğitimi: Ebeveynlere çocuğun tedavi planı, ilaç yapısı, yan etkiler ve bakım gereksinimleri konusunda yapılandırılmış eğitim oturumları düzenlemek; kontrol duygusunu ve özgüveni artırmak (Öztürk ve Kahriman, 2018).
- Empatik dinleme ve duygusal destek: Ebeveynin kaygılarını aktif dinleme yoluyla anlamak, duygularını ifade etmesine izin vermek, gerekirse kısa danışmanlık oturumları yapmak.
- Grup desteği ve aile toplantıları: Benzer deneyime sahip aileleri bir araya getirerek bilgi paylaşımı ve sosyal destek ağı oluşturmak (Gök ve Hergül, 2020).

- Kaynaklara yönlendirme: Psikolog, sosyal hizmet uzmanı veya destek gruplarına erişim konusunda rehberlik etmek; kriz anında başvurulacak iletişim numaralarını sağlamak.

### *4.3. Hemşirelik Bakım Planına Entegrasyon*

Bu müdahalelerin sistematik şekilde uygulanabilmesi için hemşirelik bakım planına aşağıdaki adımlar eklenebilir:

1. Değerlendirme: İlk başvuru anında çocuk ve ebeveynin kaygı düzeyini ölçen araçlar (ör. Spielberger Durumluk Kaygı Ölçeği) kullanmak.
2. Hedef belirleme: Hemşirelik tanıları doğrultusunda (ör. "Kaygı düzeyinde artış") özgül, ölçülebilir hedefler koymak.
3. Uygulama: Planlanan bilgilendirme, terapötik iletişim, rahatlatıcı teknikler ve eğitim oturumlarını zamanında ve bütüncül biçimde yürütmek.
4. Değerlendirme ve yeniden planlama: Müdahale sonrasında kaygı düzeylerini yeniden ölçerek etkililiği değerlendirmek, gerekirse bakım planını güncellemek.

## SONUÇ

Çocuğun hastaneye yatışı, ailede özellikle ebeveynlerde yüksek düzeyde kaygıya neden olmakta; bu durum hem çocuğun iyilik hâlini hem de tedavi sürecini olumsuz etkileyebilmektedir (Gök ve Hergül, 2020; Yöndemli, 2022). Hemşireler, aile merkezli bakım yaklaşımı doğrultusunda ebeveynin duygusal, bilişsel ve bilgilendirici destek ihtiyaçlarını gözeterek sürece aktif katkı sağlamalıdır (Şahin, 2022; Törüner ve Büyükgönenç, 2017). Bilgilendirme, empatik iletişim ve psikososyal destek gibi hemşirelik müdahaleleri, aile kaygısını azaltmada etkili olup bakım kalitesini artırmaktadır (Çamur, 2017; Öztürk ve Kahriman, 2018). Bu nedenle hemşirelerin, çocuğun hastaneye yatış sürecinde aileyi merkeze alan bütüncül bir yaklaşımı benimsemeleri klinik sonuçlar açısından kritik önemdedir.

Sonuç olarak, çocuğun hastane deneyiminin daha az travmatik geçmesi ve ailenin bu sürece aktif katılımının sağlanması için hemşirelerin aile merkezli, bütüncül ve sistematik müdahaleleri benimsemeleri gerekmektedir. Bu tutum, yalnızca bireysel iyilik hâline değil, aynı zamanda sağlık sisteminde hasta ve aile odaklı yaklaşımın güçlenmesine de katkı sunacaktır.

## KAYNAKÇA


- Aldem, M., & Geçkil, E. (2019). Pediatri hemşireliğinde aile merkezli bakım kavramı ve ilkeleri. In E. Geçkil (Ed.), Pediatri Hemşireliğinde Aile Merkezli Bakım (pp. 1–4). Ankara: Türkiye Klinikleri.
- Aykanat, B., & Gözen, D. (2014). Çocuk sağlığı hemşireliğinde aile merkezli bakım yaklaşımı. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(1), 683–695.
- Başay, B. K., Başay, Ö., Ürüt, A., Hasmercan, B., Uysal, M., & Usul, B. E. (2020). Hastanede yatarak tedavi gören çocuklar: Psikososyal uyumu etkileyen faktörler üzerine bir araştırma. Klinik Psikiyatri Dergisi, 23(4), 402-413.
- Çamur, E. (2017). Aile merkezli bakımın çocuk hemşireliğinde rolü: Bir derleme. *Hemşirelik Forumu, 10*(2), 123–130. https://doi.org/10.12345/hf.2017.102015

- Gök, N., & Hergül, H. (2020). Ebeveynlerin hastane sürecinde deneyimleri ve ihtiyaçları. *Uluslararası Hemşirelik Araştırmaları Dergisi*, *5*(4), 78–85. https://doi.org/10.34567/uhad.2020.54009
- Göral, E. (2019). Yenidoğan yoğun bakım ünitesinde prematüre bebeği yatan annelerin stres düzeylerine hemşirelik girişimlerinin etkisi (Tez No. 576534) [Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Gündüz, Y. (2016). Hastane yatışının çocuk psikolojisi üzerine etkileri. *Çocuk Sağlığı Dergisi*, *8*(1), 45–53. https://doi.org/10.23456/csd.2016.080106
- Jolley, J. M., & Shields, L. (2009). Family-centered care: A framework for pediatric nursing. *Paediatric Nursing*, *21*(1), 35–40. https://doi.org/10.1234/pn.2009.210106
- Öztaş Sarı, G. (2021). Hastanede çocuğu yatan ebeveynlerin hemşire destek düzeyleri ve sağlık bakım memnuniyetleri (Tez No. 687319) [Yüksek lisans tezi, Hitit Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.
- Öztürk, N., & Kahriman, İ. (2018). Türkiye'de aile merkezli bakım uygulamaları: Ebeveyn görüşleri. *Hemşirelik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, *12*(3), 67–73. https://doi.org/10.5678/hargd.2018.123010
- Romaniuk, D., O'Mara, L., & Akhtar-Danesh, N. (2014). Are parents doing what they want to do? Congruency between parents' actual and desired participation in the care of their hospitalized child. Comprehensive Child and Adolescent Nursing, 37(2), 103-21. https://doi.org/10.3109/01460862.2014.880532.
- Sarman, A., & Sarman, E. (2020). Gözden kaçırılan bir konu: çocuğun hastanede yatmasının aile üzerindeki olumsuz etkileri ve önleyici hemşirelik yaklaşımları. Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi, 2(2), 113-120.
- Semerci, R., Akgün Kostak, M., Çetintaş, İ., Kocaaslan, E. (2021). Çocuk gözüyle hemşirelik bakım kalitesinin değerlendirilmesi. Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi, 4(1), 39-47. https://doi.org/10.38108/ouhcd.792360
- Sevinç, E. (2005). Aralıksız birliktelik (rooming-in) uygulaması ile emzirme sürecinin ilişkisi (Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü). YÖK Ulusal Tez Merkezi. https://acikbilim.yok.gov.tr/handle/20.500.12812/291252
- Shields, L., Pratt, J., & Davis, L. (2012). Family-centered care for children in hospitals: A systematic review of literature. *Journal of Pediatric Nursing*, *27*(5), 540–547. https://doi.org/10.1016/j.pedn.2012.02.019
- Söyünmez, S., & Koç, E. T. (2020). Pediatri hemşireliğinde aile merkezli bakım. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(3), 141–148.
- Şahin, H. (2022). Acil serviste alt solunum yolu enfeksiyonu teşhisi konulan 0-5 yaş arası çocukların ebeveynlerinin aldıkları hemşire desteği ile memnuniyet düzeyleri arasındaki ilişki. Tez No. (727261) [Yüksek lisans tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi] Ulusal Tez Merkezi
- Törüner, K. E., & Büyükgönenç, L. (2017). Çocuk sağlığı: temel hemşirelik yaklaşımları. Ankara: Nobel Tıp Kitap Evleri. (109-116)

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3


- Yılmaz, H., & Doğan, A. K. (2021). Pediatri ünitelerinde aile merkezli bakım ile ebeveynlere sağlanan destek düzeyi arasındaki ilişki. The Medical Journal of Mustafa Kemal University, 12(43), 119-130.

- Yöndemli, B. (2022). Çocuk kliniğinde refakatçi annelere uygulanan nefes egzersizlerinin annelerin stres düzeyine etkisi. Tez No. (755432) [Yüksek lisans tezi, KTO Karatay Üniversitesi] Ulusal Tez Merkezi.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# PNÖMONİDEN KORUNMA YOLLARI VE HEMŞİRELİK BAKIMI

Doç. Dr. Hasret Yalçınöz Baysal
Atatürk Üniversitesi /Hemşirelik Fakültesi
h.yalcinoz@hotmail.com - 0000-0003-2177-3486

YL. Hemşire Elif Taşğın
Atatürk Üniversitesi / Sağlık Bilimleri Enstitüsü
elifkadir2561@gmail.com - 0009-0002-3191-4254

## ÖZET

Pnömoni, özellikle beş yaş altı çocuklar başta olmak üzere tüm yaş gruplarında ciddi mortalite ve morbidite oranlarına neden olan önemli bir alt solunum yolu enfeksiyonudur. Hastalığın önlenmesi, yalnızca bireysel sağlık üzerinde değil, aynı zamanda toplum sağlığı üzerinde de uzun vadeli etkiler yaratmaktadır. Bu kapsamda, pnömoniden korunmaya yönelik stratejilerin etkin biçimde uygulanması büyük önem taşımaktadır. Aşılama programlarının yaygınlaştırılması, hijyen kurallarına uyumun artırılması, çevresel risk faktörlerinin azaltılması ve ebeveynlerin bilinçlendirilmesi pnömoni insidansını düşürmede temel yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır. Hemşirelik bakımı ise, koruyucu sağlık hizmetlerinin sahadaki uygulayıcısı olarak, pnömoninin önlenmesinde ve hastalık yönetiminde kritik bir rol üstlenmektedir. Hemşireler; eğitim, erken tanı, semptom yönetimi ve aile destek hizmetleri yoluyla hem bireysel hem de toplumsal düzeyde hastalığın kontrol altına alınmasına katkı sağlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Pnömoni, hemşirelik bakımı**,** korunma yolları

# WAYS TO PREVENT PNEUMONIA AND NURSING CARE

## ABSTRACT

Pneumonia is an important lower respiratory tract infection that causes serious mortality and morbidity rates in all age groups, especially in children under five. Preventing the disease has long-term effects not only on individual health but also on public health. In this context, effective implementation of strategies for preventing pneumonia is of great importance.

Expanding vaccination programs, increasing compliance with hygiene rules, reducing environmental risk factors and raising parental awareness stand out as basic approaches to reducing the incidence of pneumonia. Nursing care, as the field implementer of preventive health services, plays a critical role in the prevention of pneumonia and disease management. Nurses contribute to controlling the disease at both individual and community levels through education, early diagnosis, symptom management and family support services.

**Keywords:** Pneumonia, nursing care, ways of protection

## GİRİŞ

Pnömoni, alt solunum yollarını etkileyen ciddi bir enfeksiyon hastalığı olup, dünya genelinde özellikle çocuklar arasında önemli bir mortalite ve morbidite nedenidir (Pınar ve Cinel, 2021). Çocukluk çağındaki enfeksiyon hastalıkları arasında en yüksek ölüm oranına sahip olan pnömoni, özellikle beş yaş altı çocuklarda başlıca ölüm nedenlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından yayımlanan 2019 yılı verilerine göre, pnömoni, beş yaş altındaki tüm çocuk ölümlerinin %14'ünü, 1-5 yaş grubundaki ölümlerin ise %22'sini oluşturmaktadır (DSÖ, 2019). Bu veriler, pnömoninin küresel çocuk sağlığı açısından taşıdığı önemi ve mücadele gerekliliğini açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2021 yılı verilerine göre, Türkiye'de çocuk ölüm sayısı 1313 olarak belirlenmiş; 1-17 yaş grubunda solunum sistemi hastalıklarına bağlı ölüm oranı ise %8,2 olarak rapor edilmiştir (TÜİK, 2023). Bu oranlar, pnömoninin yalnızca küresel değil, ulusal düzeyde de çocuk sağlığı açısından ciddi bir tehdit oluşturduğunu göstermektedir.

Pnömoni, bulaşıcılığı yüksek bir hastalık olup, büyük ölçüde damlacık yoluyla insandan insana geçmektedir (Dinçtürk,

2020). Özellikle enfekte kişilerin öksürmesi, hapşırması veya konuşması sırasında etrafa saçılan damlacıkların inhalasyonu hastalığın yayılımını kolaylaştırmaktadır. Kapalı ve havalandırması yetersiz ortamlarda uzun süre bulunmak, kalabalık yaşam koşulları ve kişisel hijyen yetersizlikleri pnömoni bulaşını önemli ölçüde artıran faktörler arasında yer almaktadır (Dinçtürk, 2020; Pınar ve Cinel, 2021).

Pnömoninin görülme sıklığını artıran diğer risk faktörleri arasında yetersiz beslenme, bağışıklık sisteminin zayıf olması, düşük doğum ağırlığı, aşılamanın yetersiz olması mevcut kronik hastalıklar ve düşük sosyoekonomik düzey sayılabilir (Pınar ve Cinel, 2021). Ayrıca annenin sigara kullanıyor olması çocuklarda solunum yolu enfeksiyonuna yakalanma riskini artırmaktadır (Pınar ve Cinel, 2021). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde yetersiz sağlık hizmetlerine erişim, pnömoni kaynaklı ölümlerin yüksek seyretmesine neden olmaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Buna karşın, zamanında tanı konulması, uygun antibiyotik tedavisi, destekleyici bakım uygulamaları ve bağışıklama programlarının yaygınlaştırılması ile pnömoniye bağlı ölümlerin büyük oranda önlenebileceği bilinmektedir.

## PNÖMONİDEN KORUNMA YOLLARI

Pnömoni, özellikle çocukluk çağında ciddi sağlık sorunlarına ve yüksek mortalite oranlarına yol açan bir enfeksiyon hastalığıdır. Hastalığın tedavisi kadar, hastalığın oluşumunu önlemeye yönelik koruyucu sağlık uygulamaları da büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, pnömoniden korunmaya yönelik stratejilerin etkin şekilde uygulanması çocuk sağlığını korumada ve hastalığa bağlı komplikasyonları azaltmada kritik rol oynamaktadır.

Hastalık kavramı tedavi uygulamalarını çağrıştırsa da, etkili bir sağlık yönetiminde korunma kavramı en az tedavi kadar önemli bir yere sahiptir (Akyıldız ve Okyay, 2024). Özellikle çocukluk çağında karşılaşılan solunum yolu enfeksiyonları, yalnızca fiziksel sağlık üzerinde değil, çocukların psikososyal gelişimi üzerinde de olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Bu doğrultuda, pnömoni gibi ciddi solunum yolu enfeksiyonlarının görülme sıklığının azaltılması için koruyucu sağlık hizmetlerine ağırlık verilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Yapılan çalışmalar, basit ve etkili önlemlerle çocuklarda hastaneye yatış oranlarının ve buna bağlı yükün önemli ölçüde azaltılabileceğini göstermektedir.

Toplumun genel eğitim seviyesinin artırılması, ailelerin çocukluk çağında görülen hastalıklar, aşılama programları, korunma yolları ve tedavi yöntemleri konusunda bilgilendirilmesi koruyucu yaklaşımların temelini oluşturmaktadır (Conk ve ark., 2018). Özellikle pnömoniden korunmada aşılamanın kritik bir rolü vardır. Güncel aşı takviminde yer alan Hemofilus influenzae tip b (Hib), kızamık ve konjüge pnömokok aşıları, pnömoniye neden olan önemli etkenlere karşı koruma sağlamaktadır. Bu aşıların uygulanma oranlarının %90'ın üzerine çıkarılması, toplumsal bağışıklığın sağlanmasında temel bir hedeftir. Ayrıca, kronik kalp hastalığı, kronik akciğer hastalığı, diabetes mellitus, kronik böbrek yetmezliği, astım ve nefrotik sendrom gibi kronik rahatsızlığı bulunan çocuklarda, ek olarak protein konjuge ve polisakkarit pnömokok aşılarının uygulanması önerilmektedir (Güleç, 2015).

Aşılamanın yanı sıra, çocukluk döneminde bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi amacıyla anne sütü ile beslenmenin teşvik edilmesi de büyük önem taşımaktadır. Anne sütü, bebeklere doğal bağışıklık sağlayan antikorlar ve besin öğeleri içerdiği için, solunum yolu enfeksiyonlarının önlenmesinde koruyucu bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Şimşek'in (2017) yaptığı bir çalışmada, yaşamının ilk 13 haftasında anne sütü ile beslenen bebeklerde solunum yolu enfeksiyonu oranı %25,6 iken, anne sütü almayan bebeklerde bu oran %37 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar, anne sütünün enfeksiyonlardan korunmadaki etkisini açıkça ortaya koymaktadır (Aksu, 2022).

Beslenme alışkanlıkları da pnömoni riskini doğrudan etkilemektedir. Özellikle A vitamini, D vitamini, çinko ve demir gibi mikrobesinlerin yetersiz alımı, bağışıklık sisteminin zayıflamasına ve enfeksiyonlara karşı direncin azalmasına yol açmaktadır. Bu nedenle çocukların dengeli ve yeterli beslenmesi, pnömoni başta olmak üzere birçok enfeksiyon hastalığının önlenmesinde önemli bir strateji olarak kabul edilmektedir. Ayrıca, düşük doğum ağırlıklı bebeklerin ve prematüre doğumların azaltılması da solunum yolu enfeksiyonlarının önlenmesinde kritik öneme sahiptir (Yılmaz, 2022).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Çevresel faktörlerin iyileştirilmesi de korunmada etkili bir diğer unsurdur. Kalabalık yaşam alanlarının azaltılması, kapalı mekanların düzenli havalandırılması, hijyen uygulamalarının güçlendirilmesi ve pasif sigara içiciliğinin önlenmesi gibi çevresel düzenlemeler, enfekte damlacıkların yayılımını sınırlayarak pnömoni insidansını azaltmaktadır (Pınar ve Cinel, 2021). Özellikle ebeveynlerin sigara kullanımına ilişkin farkındalıklarının artırılması ve ev içi sigara dumanına maruziyetin önlenmesi, çocukların solunum yolu sağlığını korumada önemli bir katkı sağlamaktadır. Hastalıkların erken tanınması ve uygun izlem yöntemlerinin benimsenmesi de pnömoni ile mücadelede önemli bir yer tutmaktadır. Ebeveynlerin hastalık belirtilerini tanıyabilmesi, zamanında sağlık kuruluşlarına başvurması ve bilinçli antibiyotik kullanımı konularında bilgilendirilmeleri gerekmektedir. Bilinçsiz antibiyotik kullanımı, antibiyotik direncini artırarak enfeksiyonların tedavisini zorlaştırmakta ve komplikasyon riskini artırmaktadır (Sarı, 2016).

Tüm bu faktörler ışığında, pnömoniden korunmada bireysel, ailesel ve toplumsal düzeyde yürütülecek bütüncül bir yaklaşım gereklidir. Koruyucu sağlık hizmetlerinin etkin şekilde uygulanması, toplumsal farkındalığın artırılması ve sağlık okuryazarlığının geliştirilmesi pnömoni gibi ciddi enfeksiyonların önlenmesinde vazgeçilmez stratejilerdendir.

## HEMŞİRELİK BAKIMI

Pnömoni hastalığının yönetiminde erken tanı ve tıbbi tedavi kadar etkili hemşirelik bakımı da hayati bir öneme sahiptir. Hemşirelik bakımının temel amacı, hastanın hava yolu açıklığını sağlamak ve sürdürmek, vücut ısısını normal sınırlarda tutmak, yeterli sıvı alımını desteklemek, komplikasyon gelişimini önlemek, hastanın ve ailesinin kaygı düzeyini azaltmak, hastalığın bulaşmasını engellemek ve taburculuk sonrası bakım konusunda ebeveynleri hazırlamaktır (Bayındır ve Ünsal, 2015; Şahin, 2022).

### *Solunum Fonksiyonlarının Sürdürülmesi:*

Pnömoni tanısı ile takip edilen hastalarda en kritik bakım adımlarından biri, hava yolu açıklığının sağlanması ve sürdürülmesidir (Şahin, 2022). Solunum sisteminin işlevselliğini korumak için çocuğun solunum hızı, derinliği ve ritmi düzenli olarak değerlendirilmelidir. Solunum sayımı, çocuğun sakin olduğu bir dönemde bir dakika boyunca dikkatle yapılmalı ve olası anormallikler erkenden tespit edilmelidir (Erkut ve Aközlü, 2022). Dispne, siyanoz, göğüs duvarı çekilmesi ve burun kanadı solunumu gibi solunum sıkıntısı belirtileri dikkatle gözlemlenmelidir. Oksijen satürasyonu transkutanöz nabız oksimetresi ile takip edilmeli; saturasyon değerinin %92'nin altına düştüğü durumlarda uygun oksijen tedavisi (maske, nazal kanül veya hood başlık ile) başlanmalıdır (Bayındır ve Ünsal, 2015; Şahin, 2022). Sekresyon birikimini önlemek amacıyla çocuğun pozisyonu düzenli olarak değiştirilmeli (prone, lateral veya semi-fowler pozisyonları) ve öksürük teşvik edilmelidir. Burun solunumu yapan bebeklerde burun açıklığının serum fizyolojik ile sağlanması da solunumun rahatlaması için önemlidir (Söngüt, 2023).

### *Vücut Isısının Düzenlenmesi:*

Ateş, enfeksiyona karşı doğal bir savunma mekanizmasıdır; ancak pnömonili çocuklarda aşırı ateş, solunum yükünü artırarak hastalığın seyrini olumsuz etkileyebilir (Şahin, 2022). Her

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

1°C'lik artış, solunum hızında yaklaşık 10 soluk/dk'lık bir artışa neden olabileceği için ateşin kontrolü büyük önem taşır (Güleç, 2015).

Vücut sıcaklığı düzenli aralıklarla izlenmeli, aşırı ısınmayı önlemek amacıyla kalın giysiler çıkarılmalı ve oda ortamı uygun şekilde havalandırılmalıdır (Dinçer ve Arslan, 2017). Ateşe bağlı dehidratasyon riskine karşı sıvı takviyesi yapılmalı ve hidrasyon durumu mukozal nemlilik ve deri turgoru gibi parametrelerle takip edilmelidir.

***Oral Alımın ve Sıvı Elektrolit Dengesinin Sağlanması:***

Solunum yolu enfeksiyonları sırasında yeterli sıvı alımı, sekresyonların yumuşatılması ve etkin bir şekilde uzaklaştırılması için gereklidir (Söngüt, 2023). Özellikle oral alımı yetersiz çocuklarda sıvı desteği intravenöz yolla sağlanabilir. Mukozal kuruluk ve cilt turgoru düzenli olarak değerlendirilerek sıvı ihtiyacı belirlenmelidir.

***Kaygının Azaltılması:***

Hastane ortamı, çocuklar için korkutucu olabilir ve bu durum kaygı düzeylerini artırabilir. Çocuklarla gelişim düzeylerine uygun şekilde iletişim kurulması, yapılacak işlemlerin basit ve açık bir dille anlatılması kaygının azaltılmasına katkı sağlar (Yöndemli, 2022). Ebeveynler de bilinmezlik ve belirsizlikten kaynaklı yüksek düzeyde stres yaşayabilirler. Aile merkezli bakım yaklaşımları benimsenerek ebeveynler tedavi sürecine aktif olarak dâhil edilmeli, kaygıları dinlenmeli ve desteklenmelidir (Aykanat ve Gözen, 2014; Şener ve Karaca, 2017; Şahin, 2022).

***Taburculuk Sonrası Evde Bakım:***

Pnömoni tanısıyla tedavi edilen çocuklarda, taburculuk sonrası dikkat edilmesi gereken önemli konular vardır. Tekrarlayan pnömoni olgularında taburculuk eğitimlerinin eksikliği belirleyici bir faktör olabilmektedir (Çetiner, 2022).Ebeveynler, pnömoninin ilk belirtileri konusunda bilinçlendirilmeli ve çocuğun klinik tablosunda kötüye gidişi erkenden fark etmeleri sağlanmalıdır. Bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi, pasif sigara içiciliğinin önlenmesi, hijyen kurallarına dikkat edilmesi ve kalabalık ortamlardan kaçınılması konularında eğitimler verilmelidir (Pınar ve Cinel, 2021).
Ayrıca, antibiyotik kullanımının yalnızca hekim önerisiyle olması gerektiği ailelere anlatılmalıdır (Sarı, 2016). Eğer çocuk evde nebülizatör tedavisi alacaksa, tedavi uygulama kuralları konusunda aileler mutlaka bilgilendirilmelidir (AİD-Türkiye Ulusal Alerji ve Klinik İmmünoloji Derneği, 2020; Kaş ve Yıldız, 2021).

## SONUÇ

Pnömoni, özellikle çocukluk çağında ciddi morbidite ve mortaliteye yol açabilen önemli bir solunum yolu enfeksiyonudur. Bu bağlamda, pnömonide etkili hemşirelik bakımı hastalığın seyrini doğrudan etkileyen kritik bir unsurdur. Hemşirelik bakımının temel hedefleri arasında hava yolu açıklığının sağlanması ve sürdürülmesi, solunum sıkıntısının azaltılması, vücut ısısının kontrol altında tutulması, yeterli sıvı alımının desteklenmesi, komplikasyonların önlenmesi ve hastanın genel iyilik halinin artırılması yer almaktadır. Ayrıca, hastalığın başka bireylere bulaşmasını engellemeye yönelik enfeksiyon kontrol önlemlerinin uygulanması da büyük önem taşır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Pnömoniden korunmada hemşirelerin üstlendiği rol yalnızca hastane sürecinde sınırlı kalmamalıdır. Taburculuk sonrası ebeveynlerin eğitilmesi, erken belirtilerin tanınması, ilaçların doğru kullanımı, hijyen kurallarına uyulması, pasif sigara maruziyetinin önlenmesi ve aşılama gibi koruyucu sağlık hizmetlerine yönelik bilgilendirmelerin yapılması hemşirelik bakımının ayrılmaz bir parçası olmalıdır. Özellikle aile merkezli bakım yaklaşımları sayesinde hem çocukların hem de ebeveynlerin kaygıları azaltılmakta, bakım sürecine aktif katılımları sağlanarak tedavi başarısı artırılmaktadır.

Sonuç olarak, pnömoni yönetiminde ve korunmasında hemşirelik bakımı, bireyin biyopsikososyal ihtiyaçlarını kapsayacak şekilde bütüncül bir anlayışla planlanmalı ve uygulanmalıdır. Koruyucu sağlık hizmetlerini güçlendiren, eğitim ve iletişim temelli hemşirelik yaklaşımları, pnömoni kaynaklı hastalık yükünün azaltılmasında ve toplum sağlığının geliştirilmesinde vazgeçilmez bir yere sahiptir.

## KAYNAKÇA

Akyıldız, B., & Okyay, P. (2024). Halk sağlığında koruyucu hizmetlerin önemi. Sağlık Bilimleri Dergisi, 15(1), 45–52.

Aksu, H. (2022). Anne sütünün bağışıklık sistemi üzerine etkisi. Çocuk Enfeksiyon Hastalıkları Dergisi, 16(2), 89–95.

Arslan, D. (2014). *Acil servise başvuran ebeveynlerde kaygı ve memnuniyetin değerlendirilmesi, etkileyen faktörlerin belirlenmesi* (Tez No. 379383) [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

Aykanat, B., & Gözen, D. (2014). Çocuk sağlığı hemşireliğinde aile merkezli bakım yaklaşımı. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 3*(1), 683-695.

Bayındır, S. K., & Ünsal, A. (2015). Kronik hastalıkları olan bireylerde en sık ele alınan hemşirelik tanıları ve girişimleri. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 3*(1), 31-39.

Conk, Z., Başbakkal, Z., Bal Yılmaz, H., & Bolışık, B. (2018). Çocuk sağlığı hemşireliği. Ankara: Akademisyen Kitabevi.

Çetiner, Ş. (2022). Bursa Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Kliniğine tekrarlayan pnömoni nedeniyle yatışı yapılan çocuk olguların retrospektif değerlendirilmesi (Tez No. 769556) [Uzmanlık tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

Dinçtürk, D. U. (2020). *Pnömoni Tanısı ile Izlenen 1-5 Yaş Arası Hastalarımızın Serum Immünglobulin ve Spesifikige Düzeyleri* (Tez No. 652145) [Uzmanlık tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi]. Ulusal Tez Merkezi.

Erkut, Z., & Aközlü, Z. (2022). Çocuklarda COVID-19 ile ilişkili multisistem inflamatuar sendrom ve hemşirelik bakımı. *Journal of Infant, Child and Adolescent Health, 2*(2), 118-127.

Güleç, G. (2015). Çocuklarda aşılamanın önemi ve aşı kararsızlığı. Türkiye Aile Hekimliği Dergisi, 19(4), 165–170.

Kaş, G., & Yıldız, S. (2021). Çocuklarda nebülizatör tedavisi ve hemşireler için öneriler. Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi, 4(1), 141-148. https://doi.org/10.38108/ouhcd.830727

Pınar, R., & Cinel, Ş. (2021). Solunum yolu enfeksiyonlarında korunma yolları. Göğüs Hastalıkları ve Yoğun Bakım Dergisi, 29(2), 103–110.

Sarı, E. (2016). Toplum sağlığında antibiyotik kullanımı ve direnç. Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences, 36(3), 120–125.

Söngüt, S. (2023). Neonatal pnömonide hemşirelik bakımı. *Istanbul Gelisim University Journal of Health Sciences,* (21), 1286-1303.

Şimşek, H. (2017). Anne sütü ve solunum yolu enfeksiyonları arasındaki ilişki. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, 60(1), 25–30.

WHO. (2024.03.01). who web sitesi: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/pneumonia adresinden alındı

Yılmaz, S. (2022). Prematüre doğumlar ve enfeksiyon riski. Neonatoloji Bülteni, 11(3), 150–158.

TUİK (18.4.2021). tuik websitesi: https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Istatistiklerle-Cocuk-2022-

Şahin, H. (2022). *Acil serviste alt solunum yolu enfeksiyonu teşhisi konulan 0-5 yaş arası çocukların ebeveynlerinin aldıkları hemşire desteği ile memnuniyet düzeyleri arasındaki ilişki.* Tez No. (727261) [Yüksek lisans tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi] Ulusal Tez Merkezi.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# YAŞANABİLİR KENTLER İÇİN TASARIM İLKELERİ VE YÜRÜNEBİLİRLİK: ERZURUM KENT MERKEZİ ÖRNEĞİ

**Mahmut Han ÇOBAN**
Atatürk Üniveristesi/Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü
mahmuthancoban7@gmail.com - 0009-0006-3314-7078

**Prof.Dr.Nalan DEMİRCİOĞLU**
Atatürk Üniversitesi/Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü
nalandemircioglu76@gmail.com - 0000-0002—71-1579

## ÖZET

Kent merkezlerinde yaşanabilirlik ve yürünebilirlik kavramları, sürdürülebilir, insan odaklı ve iklime duyarlı kentsel mekân tasarımına yönelik kapsamlı bir değerlendirme modeli ile ele alınmalıdır. Araştırma, Erzurum gibi soğuk iklim koşullarının hâkim olduğu bir kentte, Cumhuriyet Caddesi özelinde yürünebilirlik odaklı bir kentsel tasarım modelinin geliştirilmesi hedeflemektedir. Soğuk iklimlerde, araç trafiğine açık caddelerde yürünebilirliği artırmaya yönelik çalışmalar sınırlıdır. Erzurum gibi sert kış koşullarına sahip şehirlerde, ticari akslarda yaya öncelikli tasarım stratejileri yeterince ele alınmamıştır. Çalışma kapsamında yaşanabilirlik ve yürünebilirlik ilişkisi, ulusal ve uluslararası literatür taramaları, görsel analizler ve Cumhuriyet Caddesi'nde gerçekleştirilen kullanıcı odaklı anketler ışığında çok yönlü olarak incelenmiştir. Elde edilen veriler, caddede mevcut kentsel tasarım eksikliklerinin, yetersiz peyzaj düzenlemelerinin ve iklime uygun olmayan tasarım yaklaşımlarının, hem estetik hem de fonksiyonel açıdan kullanıcı deneyiminde olumsuzluklara neden olduğunu ortaya koymuştur. Bu bağlamda, çalışma, soğuk iklim koşullarının yaya hareketliliği üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirmek ve kentsel yaşam kalitesini artırmak amacıyla, peyzaj düzenlemelerinden iklime uygun mekânsal planlamalara kadar çeşitli öneriler sunmaktadır. Cumhuriyet Caddesi özelinde geliştirilen bu model, kentsel mekânların estetik, işlevsel ve sürdürülebilir bir anlayışla yeniden ele alınarak, insanların kamusal alanları daha konforlu, erişilebilir ve yaşanabilir bir şekilde kullanmalarını sağlamayı hedeflemektedir. Soğuk iklim bölgelerindeki kent merkezlerinde yürünebilirlik ve yaşanabilirlik düzeylerini artırmaya yönelik bütüncül

yaklaşımların, sürdürülebilir kentsel tasarım pratikleri için önemli bir örnek teşkil edebileceğini göstermektedir.

**Anahtar Kelime:** Yaşanabilir Kentler, Yrünebilirlik, Kentsel Tasarım, Soğuk İklim Kentleri, İnsan Odaklı Tasarım, Kentsel Yaşam Kalitesi.

## GİRİŞ

Yaşanabilirlik, kentsel mekânların bireylerin fiziksel, sosyal ve ekonomik refahını destekleyen niteliklere sahip olmasını ifade eden çok boyutlu bir kavramdır. Sürdürülebilir kentleşme politikaları çerçevesinde, yaşanabilirliğin sağlanması yalnızca altyapısal düzenlemelerle sınırlı kalmayıp, kamusal alanların erişilebilirliği, çevresel kalite ve sağlıklı yaşam koşullarıyla da doğrudan ilişkilidir (Higgs vd., 2019 , Węziak-Białowolska, 2016). Yaşanabilirliğin önemli bileşenlerinden biri olan yürünebilirlik, bireylerin kentsel alanlarda güvenli ve konforlu bir şekilde yürüyebilmelerini sağlayan fiziksel ve mekânsal düzenlemeleri kapsamaktadır (Giap vd., 2014 , Tan vd., 2012) . Yürüyüş yolları, geçitler ve yayalara yönelik güvenli sokak tasarımları, yürünebilirliği artıran temel unsurlar arasında yer almakta olup, bu altyapının etkin bir şekilde planlanması bireyleri aktif hareketliliğe teşvik eder, sosyal etkileşimi destekler ve mahalle ölçeğinde topluluk duygusunu güçlendirir. Bu bağlamda yürünebilirlik, kentsel yaşanabilirliği artıran kritik faktörlerden biri olarak öne çıkmaktadır(Forsyth, 2015, Litman, 2003).

Yürünebilirlik, kent planlamasında yayaların güvenli, konforlu ve erişilebilir bir şekilde farklı noktalara ulaşabilmesini sağlamanın yanı sıra, bireyleri yürümeye teşvik eden bir tasarım unsuru olarak ele alınmaktadır (Guzman vd., 2022). Yalnızca yayalara yönelik güvenli yollar sunmakla kalmayıp, kent estetiğini iyileştiren peyzaj ve mekânsal tasarım öğeleriyle de desteklenmesi gereken bu kavram, bireylerin kentsel deneyimini doğrudan etkilemektedir. Bu doğrultuda, yürünebilirliğin artırılması yalnızca bireysel yaşam kalitesini iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda sosyal etkileşimi ve toplumsal bütünleşmeyi de güçlendirir (Giap vd., 2014).

Güncel araştırmalar, yürünebilirliğin bireylerin sağlığı, sosyal etkileşimi ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymaktadır. Yaya dostu kentlerin fiziksel aktiviteyi teşvik ederek kronik hastalıkların önlenmesine katkı sağladığı, toplu taşıma ve yaya hareketliliğini destekleyerek motorlu taşıtlara olan bağımlılığı azalttığı ve karbon emisyonlarını düşürerek çevresel sürdürülebilirliği güçlendirdiği bilinmektedir (Shamsuddin vd., 2012,

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Warburton vd., 2010) . Yürünebilirlik analizleri genellikle kentsel planlama düzeyinde ele alınmakta olup, arazi kullanım çeşitliliği, yerleşim yoğunluğu ve ulaşım bağlantıları gibi makro ölçekli faktörler ön planda tutulmaktadır. Ancak, alt ölçekli tasarım müdahalelerinin yetersizliği, yaya sürekliliğini olumsuz etkileyerek bina cephelerinin niteliği, yeşil alanların varlığı ve mikro ölçekli mekânsal düzenlemelerin yürünebilirlik algısı üzerindeki belirleyici rolünü göz ardı etmektedir. Bu nedenle, yürünebilirliğin artırılmasına yönelik mikro ölçekli tasarım bileşenlerinin daha kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir (Arellana vd., 2020; Cain vd, 2014).

Küçük kentlerde yürüme mesafelerinin kısa olması nedeniyle yürünebilirlik potansiyelinin yüksek olması beklenirken, saha gözlemleri araç kullanımının yaygın olduğunu göstermektedir. Soğuk iklim bölgelerinde yürüme davranışlarını etkileyen faktörler incelendiğinde, nesnel olarak coğrafi koşullar ve kentsel ölçek belirleyici unsurlar olarak öne çıkarken, öznel olarak cadde tasarımları, yaya dostu mekânlar, yeşil alan varlığı ve inşa edilmiş çevrenin niteliği önemli bir rol oynamaktadır (Shashank ve Schuurman, 2019). Kanada Toplu Araştırma Derneği tarafından yapılan araştırmalar, erkeklerin kadınlara oranla daha fazla yürüdüğünü ve yeşil alanların bulunduğu mahalle ve caddelerin daha yürünebilir olduğunu ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, yürünebilirlik analizlerinde hem fiziksel çevre hem de kullanıcı deneyimlerinin birlikte ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Ross vd., 2020).

Kentsel tasarım ve ulaşım politikaları açısından yürünebilirlik, yalnızca bireylerin hareketliliğini artırmakla kalmayıp, ekonomik ve toplumsal faydalar da sağlamaktadır. Örneğin, ticari alanların yaya dostu hale getirilmesi, yerel işletmelerin sürdürülebilirliğini desteklemekte ve sokak hayatını canlandırarak sosyal bütünleşmeyi güçlendirmektedir (Larranaga vd., 2014, Sohn vd., 2012).

Türkiye'nin soğuk iklim bölgelerinden biri olan Erzurum, yürünebilirlik açısından çeşitli zorluklarla karşılaşmaktadır. Sert kış koşullarına sahip kentlerde iklimsel etkenler, yayaların hareketliliğini sınırlayarak yaya alanlarının kullanımını olumsuz yönde etkilemektedir. Erzurum'un ana bağlantı noktalarından biri olan Cumhuriyet Caddesi, bu bağlamda çeşitli yapısal ve peyzaj sorunları ile karşı karşıyadır. Yetersiz yaya alanları, dar kaldırımlar ve kaldırım işgalleri gibi unsurlar, kentte yürünebilirliği büyük ölçüde kısıtlayan faktörler arasında yer almaktadır. Bu eksiklikler, yayaların konforlu ve güvenli bir şekilde dolaşmalarını engelleyerek kentsel hareketliliği sınırlandırmaktadır. Sonuç olarak, özel araç ve toplu taşıma

kullanımının teşvik edilmesi, Erzurum'da trafik yoğunluğunun ve çevre kirliliğinin artmasına neden olmaktadır (TÜİK, 2025).

Bu çalışma, Erzurum gibi sert iklim koşullarına sahip kentlerde yürünebilirliği artırmak ve Cumhuriyet Caddesi'ni yeniden canlandırmak amacıyla yaya dostu stratejiler geliştirmeyi hedeflemektedir. Yürünebilirliğin teşvik edilmesi yalnızca Erzurum'un çevresel sürdürülebilirliğine katkı sağlamakla kalmayacak, aynı zamanda kentsel sosyal dinamikleri de olumlu yönde etkileyecektir. Cumhuriyet Caddesi'nin yaya dostu bir alana dönüştürülmesi, hem kent sakinlerine hem de ziyaretçilere daha konforlu ve güvenli bir yaya deneyimi sunacaktır. Bu bağlamda, iklim koşullarına uygun malzeme ve tasarım çözümlerinin geliştirilmesi, yaya alanlarının yeniden düzenlenmesi ve kaldırım işgallerinin kontrol altına alınması gibi uygulamalar, yürünebilirliği artırmak için önerilen başlıca stratejiler arasında yer almaktadır.

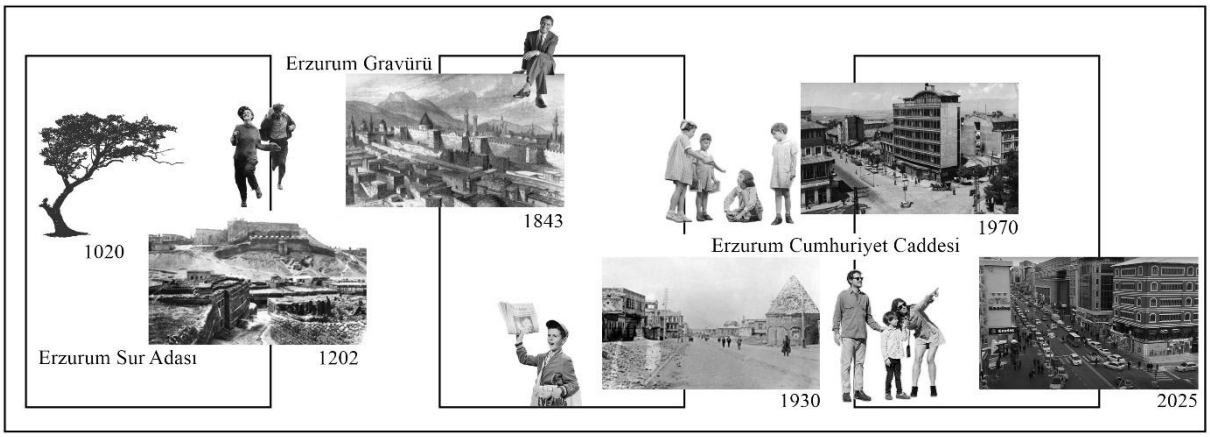
Bu çalışmanın temel amacı, Erzurum örneğinden yola çıkarak soğuk iklim bölgelerinde yürünebilirliğin artırılmasına yönelik stratejiler geliştirmektir. Bu çerçevede, Erzurum'un iklim ve coğrafi koşulları göz önünde bulundurularak yürünebilirliği artırıcı düzenlemeler yapılması, kent içi ulaşımın daha sürdürülebilir hale getirilmesi ve yayalar için daha güvenli, erişilebilir alanlar oluşturulması planlanmaktadır. Çalışmanın sonunda sunulacak öneriler, Erzurum gibi iklimsel zorluklar yaşayan diğer kentler için de yol gösterici nitelikte olup, yürünebilirlik kavramının kentsel sürdürülebilirlik açısından ne denli önemli bir rol oynadığını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

## 2. MATERYAL ve YÖNTEM

### 2.1 Materyal

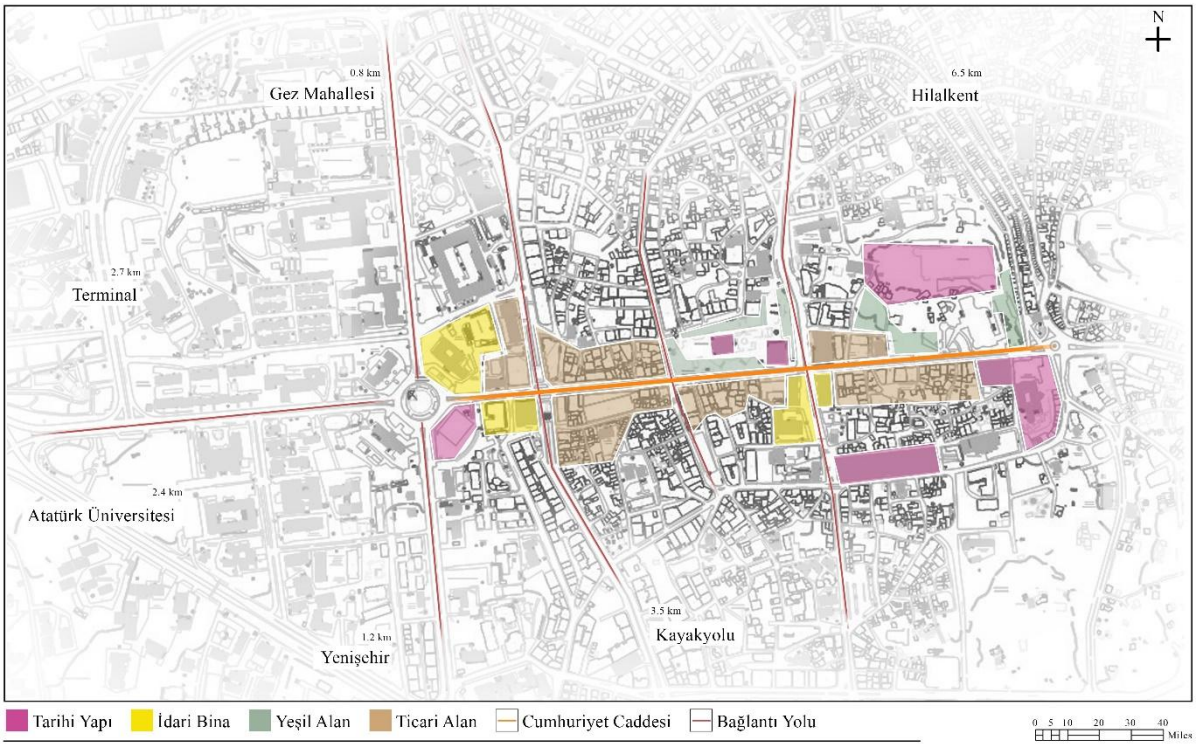
Erzurum Cumhuriyet Caddesi'nin gelişimi, kentin kuruluşuyla başlamış olup, farklı medeniyetlerin kültürel katmanlarıyla şekillenerek günümüze kadar ulaşmıştır. Tarihsel süreç içerisinde ekonomik, sosyal ve kültürel dinamiklerin etkisiyle dönüşen cadde, günümüzde Erzurum'un en yoğun kentsel alanlarından biri konumundadır. Osmanlı döneminde Erzurum'un ticaret merkezi olarak gelişmesiyle birlikte hanlar, bedestenler ve çarşılar etrafında şekillenen kentsel yapı, Cumhuriyet döneminde modern şehircilik anlayışı doğrultusunda yeniden düzenlenmiştir (Görsel-1). Cumhuriyet'in ilanının ardından gerçekleştirilen imar faaliyetleriyle cadde, Erzurum'un ana ticaret akslarından biri hâline gelmiş ve 20. yüzyıl boyunca süregelen kentleşme süreciyle günümüzdeki yapısını kazanmıştır (Sağlam, 2021).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




**Görsel 1.** Erzurum Cumhuriyet Caddesi Kolaj. (Kaynak:Sağlam, 2021)

Cumhuriyet Caddesi, kentsel tasarım açısından Erzurum'un merkezinde yer alan ve şehrin önemli bölgeleriyle bağlantıyı sağlayan bir aks olarak ön plana çıkmaktadır. Bölgenin merkezi konumu, çevresinde üniversiteler, tarihî yapılar, idari merkezler ve ticari alanların bulunmasıyla birleşerek, Cumhuriyet Caddesi'ni kentsel yaşamın önemli bir odak noktası hâline getirmektedir. Bu unsurlar, caddenin yalnızca bir ulaşım aksı olmasının ötesinde, sosyal, ekonomik ve kültürel etkileşimlerin yoğunlaştığı bir mekânsal bileşen olarak işlev görmesini sağlamaktadır. Tarihî yapılar ve idari merkezler, kentsel belleği ve kültürel sürekliliği desteklerken, ticari alanların varlığı ekonomik canlılığı artırmakta, üniversitelerin yakınlığı ise caddeyi genç nüfusun ve akademik çevrelerin de sıkça kullandığı bir alan hâline getirmektedir (Görsel-2). Tüm bu dinamikler, Cumhuriyet Caddesi'nin tarihî kimliğini güçlendiren ve kentsel mekânın sürdürülebilirliğine katkı sağlayan temel unsurlar arasında yer almaktadır.

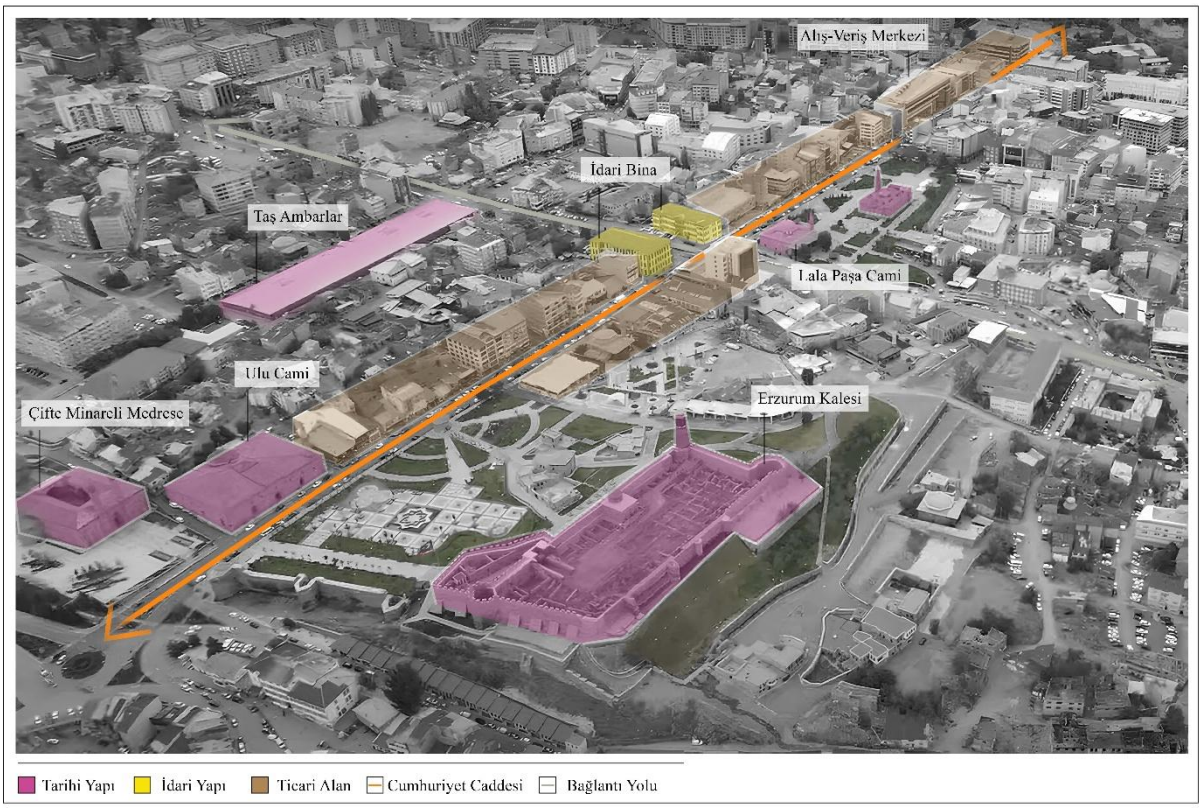



**Görsel 2.** Erzurum Tarihi Cumhuriyet Caddesi ve Çevresi.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Ulaşım açısından değerlendirildiğinde, Cumhuriyet Caddesi şehrin ana bağlantı noktalarından biridir. Erzurum'un farklı bölgelerine ulaşımı sağlayan birçok yan yolla entegre olması, bu aksın önemli bir ulaşım koridoru olmasını sağlamaktadır. Cadde, hem özel araç trafiği hem de toplu taşıma hatları açısından büyük bir işlevselliğe sahiptir. Şehir içi otobüs, minibüs ve taksi güzergâhlarının büyük bir kısmı bu cadde üzerinden geçmekte, bu da özellikle yayalar için kolay erişilebilir bir kent içi ulaşım imkânı sunmaktadır.

Cumhuriyet Caddesi geleneksel Erzurum mimarisi ile modern yapıların bir arada bulunduğu bir kentsel dokuya sahiptir. Geleneksel taş işçiliği ile inşa edilmiş tarihî yapılar, cadde boyunca tarihî kimliği koruyan önemli mimari öğeler olarak öne çıkmaktadır. Son yıllarda gerçekleştirilen kentsel dönüşüm projeleri kapsamında modern yapılar inşa edilmiş olsa da, bu yeni yapılar zaman zaman çevresel bağlamla uyum sorunu yaşamaktadır. Peyzaj açısından değerlendirildiğinde ise, Cumhuriyet Caddesi'nde yeşil alan kullanımı sınırlıdır. Sert zemin kaplamalarının yoğunluğu nedeniyle doğal gölge alanları ve bitkisel doku yetersiz kalmakta, kış aylarında buzlanma ve yaz aylarında ise ısı adası etkisi gibi olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır (Görsel-3). Mevcut ağaçlandırma çalışmaları ise düzensiz olup, caddenin estetik ve ekolojik sürdürülebilirliği açısından yeterli seviyede değildir.




**Görsel 3.** Erzurum Tarihi Cumhuriyet Caddesi ve Çevresi Diyagram.

Cumhuriyet Caddesi Erzurum'un tarihî, kültürel, ticari ve ulaşım açısından en önemli akslarından biri olarak değerlendirilmektedir. Ancak, mevcut kentsel tasarım elemanlarının

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

yaya konforunu yeterince desteklememesi, ticari alanların yoğunluğu nedeniyle yaya hareketliliğinin bazı noktalarda engellenmesi ve yeşil alan eksikliği gibi sorunlar, caddenin kullanıcı dostu bir kentsel alan olarak geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Gelecekte yapılacak kentsel tasarım müdahaleleri ile cadde, tarihî dokusunu koruyarak modern şehircilik anlayışı doğrultusunda daha yaşanabilir ve erişilebilir bir yaya alanına dönüştürülebilir.

Yaşanabilir kent tasarımında yürünebilirlik ölçütleri temel alınarak, veri toplama, sentez, analiz ve değerlendirme süreçleri ele alınmıştır. Bu kapsamda, bölgeye uygun bir yürünebilirlik modeli geliştirilemiş ve bu model aracılığıyla, kentsel çevrenin fiziksel ve ekolojik özellikleri göz önünde bulundurarak doğru bitki seçimi yapılması hedeflenmektedir. Bitki seçiminde, bölgenin soğuk iklim özelliklerine uyumlu türler tercih edilerek, kentin çevresel dengesi korunmaya çalışılmıştır. Ayrıca, yürünebilirlik modelinin uygulanması kent içi güvenli erişebilirlik, işlevsellik ve estetik unsurların dengelenmesi amaçlanmıştır. Tasarım sürecinde seçilen materyal ve bitkilerin yalnızca kentsel yaşanabilirliği artırmakla kalmayıp, aynı zamanda kullanıcı deneyimini iyileştirilemsini ve uzun vadeli sürdürüebilirlik hedeflerine katkı sağlaması öngrülmüştür. Kentsel yürünebilirlik, kent estetiği ve işlevselliği bir araya getirerek kullanıcılar için daha güvenli, erişilebilir ve yaşanabilir bir kentsel çevre oluşturmak amaçlanmıştır.

### 2.2. Yöntem

Yürünebilirlik, fiziksel çevrede ölçülebilir ve analiz edilebilir bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Gehl, 1987). Bir kamusal mekânın yürünebilirlik kapasitesini değerlendirebilmek için, mekânsal tasarım ve kullanım özelliklerini dikkate alan bir dizi niteliksel ve niceliksel kentsel tasarım ölçütü tanımlanabilir. Bu ölçütler, yürüyüş yollarının erişilebilirliği, güvenliği, konforu, estetik değerleri ve çevresel sürdürülebilirlik unsurlarını kapsayarak, bir alanın ne derece yaya dostu olduğunun kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlar (Akkar Ercan ve Belge, 2016). Bu araştırma kapsamında, Erzurum tarihi kent merkezinde yer alan Cumhuriyet Caddesi'nin yürünebilirlik kapasiteleri, betimsel ve keşif amaçlı saha araştırma yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. İnceleme sürecinde, aşağıda tanımlanan sekiz ölçüt temel alınarak caddenin mevcut durumuna ilişkin kapsamlı bir analiz gerçekleştirilmiştir (Çizelge-1). İkinci aşamada ise Erzurum'un tarihi kent merkezindeki caddelere yönelik araştırmalar yapılmış; kentin tarihi merkezi tarihsel ve güncel gelişimi incelenmiştir. Bu

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

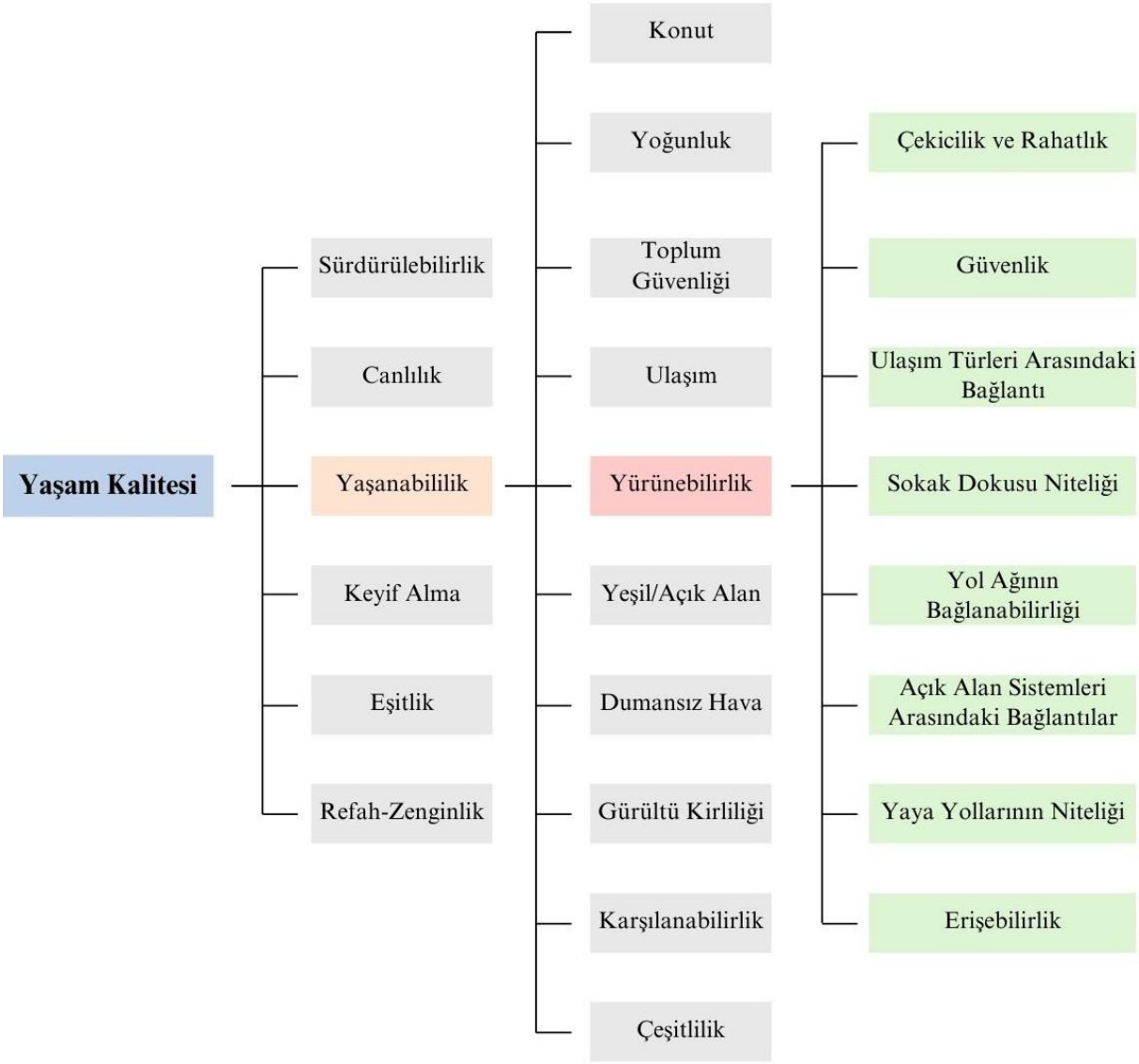
süreçte, saha gözlemleri aracılığıyla odaklanılan alanların konumu, yaşanabilirlik düzeyi ve yürünebilirliğe ilişkin sorunlar ortaya konulmuştur.

Araştırmanın üçüncü aşamasında, kentin morfolojik gelişimi, yoğunluk analizleri ve yürünebilirlik ölçütlerine dayalı mekansal yapısını iyileştirme ve yürünebilirlik kapasitesini artırma hedeflerine hizmet edecek şekilde geliştirilmiştir.

Son aşamada, Cumhuriye Caddesi'nin yürünebilirlik kapasitesi değerlendirilmiş ve bu kapasiteyi etkileyen olumlu veya olumsuz unsurlar detaylı bir şekilde analiz edilmiştir. Bu değerlendirme sürecinde, özgün bölgeler arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları ortaya koymak amacıyla doğrudan gözlem ve anket çalışmları gerçekleştirilmiştir. Doğrudan gözlemler sırasında, caddenin yürünebilirlik ölçülerine bağlı olarak yürünebilirlik kapasitesini artıran veya azalan unsurların belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu kapsamda elde edilen bulgular, caddenin yaşanabilirlik ve erişebilirlik düzeyinin iyileştirilmesine yönelik önerilerin geliştirilmesine katkı sağlamıştır. Yapılan anketler aracılığıyla, katılımcıların günlük yürüme süreleri, yürüyüş sırasında karşılaştıkları zorluklar ve bu zorlukları aşmak için hangi unsurların geliştirilmesi gerektiği gibi sorulara odaklanılmıştır. Bu veriler ışığında, yaya yürüyüşü deneyimini iyileştirmeye yönelik bir tasarım süreci oluşturulması hedeflenmiştir. Anket sonuçları, yürüyüşçülerin karşılaştığı engelleri ve bu engellerin nasıl aşılabileceğini anlamak için önemli bir temel teşkil etmektedir. Bu sayede, daha güvenli, rahat ve erişilebilir yürüyüş alanları yaratılmasına yönelik somut öneriler geliştirilecektir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Çizelge 1. Yaşanabilirlik ve Yaşam Kalitesi Bağlamında Yürünebilirlik Ölçütleri. (Kaynak: Ercan ve Belge, 2016).




Ç

Çekicilik, rahatlık, güvenlik ve yaya yolu ağının niteliği, bir kamusal mekânın yürünebilirliğini belirleyen temel ölçütler arasında yer almaktadır (Akkar Ercan ve Belge, 2016). Bu ölçütler, yaya erişim ağının farklı türlerle doğrudan bağlantılı olması, sokak dokusunun niteliği, yol ağı bağlanabilirliği, açık alan sistemleri arasındaki ilişkiler, erişilebilirlik ve ulaşım-dolaşım sisteminin genel niteliği gibi unsurlarla doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda, yaya dostu bir

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

kentsel çevre oluşturmak için bu ölçütlerin her birinin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir (Çizelge-2).

Çizelge 2. Yürünebilirlik Ölçütleri ve Kodları. (Kaynak: Ercan ve Belge, 2016).

| ÖLÇÜTLER | | | ALT ÖLÇÜTLER VE KODLARI |
|---|---|---|---|
| A. Çekicilik ve Rahatlık | | A-1 | Yaya yollarının ve kaldırımlarının temiz olması |
| | | A-2 | Kamusal mekanda yayaların ilgisini çeken öğelerin (peyzaj, manzara, tarihi binalar, eserler) bulunması |
| | | A-3 | İlgi çekici sokak sahneleri ve varış yerlerinin bulunması |
| | | A-4 | Kentsel kullanım ve etkinliklerdeki çeşitlilik ve farklılık bulunması |
| B. Güvenlik | Fiili Güvenlik | B-1 | Sokak genişliği ve kapalılıkları |
| | | B-2 | Trafikte yaya güvenliğini sağlayıcı, arttırıcı, tasarım ve yönetim önlemleri |
| | Algılanan Güvenlik | B-3 | Kamusal ve özel mekanların açıkça ayrımı |
| | | B-4 | Doğal gözetlemeye uygun mekan tasarımı |
| | | B-5 | Sokağın 24 saat kullanımına yönelik tasarım ve etkinliklerin belirlenmesi |
| | | B-6 | Trafik yoğunluğu, gürültü ve suç işleme olasılıklarını azaltıcı tasarım/yönetim önlemleri |
| C. Ulaşım Türleri Arasındaki Bağlantılar | | C-1 | Bütüncül ve kapsamlı bir ulaşım planının varlığı |
| | | C-2 | tüm ulaşım türlerinin durakları, otoparklar, otobüs terminali gibi ana değişi noktalarıyla iyi bağlanmış bir yaya ağının bağlatısı |
| D. Sokak Dokusunun Niteliği | | D-1 | Sokak doku tipi |
| | | D-2 | Sokakların uzunluğu |
| | | D-3 | Kavşak ve çıkmaz sokak sayısı |
| | | D-4 | Yapı adalarının tasarımı |

Bu araştırmada önerilen yürünebilirlik değerlendirme modeli, niteliksel ve niceliksel araştırma tekniklerinin bir arada kullanılmasıyla çok yönlü bir analiz sunmaktadır. Modelin niteliksel

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

boyutunu, doğrudan gözlemler, morfolojik incelemeler ve açık uçlu anket sorularına kullanıcıların verdiği cevaplardan yola çıkılarak analizler oluşturmaktadır.

### 2.3. Bulgular

Cumhuriyet Caddesi, Erzurum kentinin hem yaya hem de taşıt trafiğinin ana yükünü taşıyan, doğu-batı yönünde uzanan ve kent merkezinde stratejik bir aks görevi gören en önemli kentsel alanlardan biridir. Bu cadde, yalnızca ulaşım açısından değil, aynı zamanda ticari, sosyal ve kültürel faaliyetlerin yoğunlaştığı bir merkez olarak da öne çıkmaktadır (Karahan ve Canatan, 2019). Cadde boyunca sıralanan alışveriş merkezleri, yeme-içme alanları, dinlenme ve eğlence mekanları, rekreatif faaliyetlere imkan sağlayan çeşitli düzenlemeler ile hem yerel halk hem de ziyaretçiler için çekici bir yaşam alanı sunmaktadır. Bunun yanı sıra, cadde üzerindeki tarihi yapılar ve anıtlar, Erzurum'un zengin kültürel mirasını yansıtmakta ve caddenin kent belleğindeki önemini artırmaktadır. Bu çok işlevli yapısıyla Cumhuriyet Caddesi, günün her saatinde insanların sıkça ziyaret ettiği, sosyal etkileşimlerin yoğunlaştığı, hem tarihi hem de modern unsurları bir araya getiren kentin ana caddesi olma özelliği taşımaktadır.

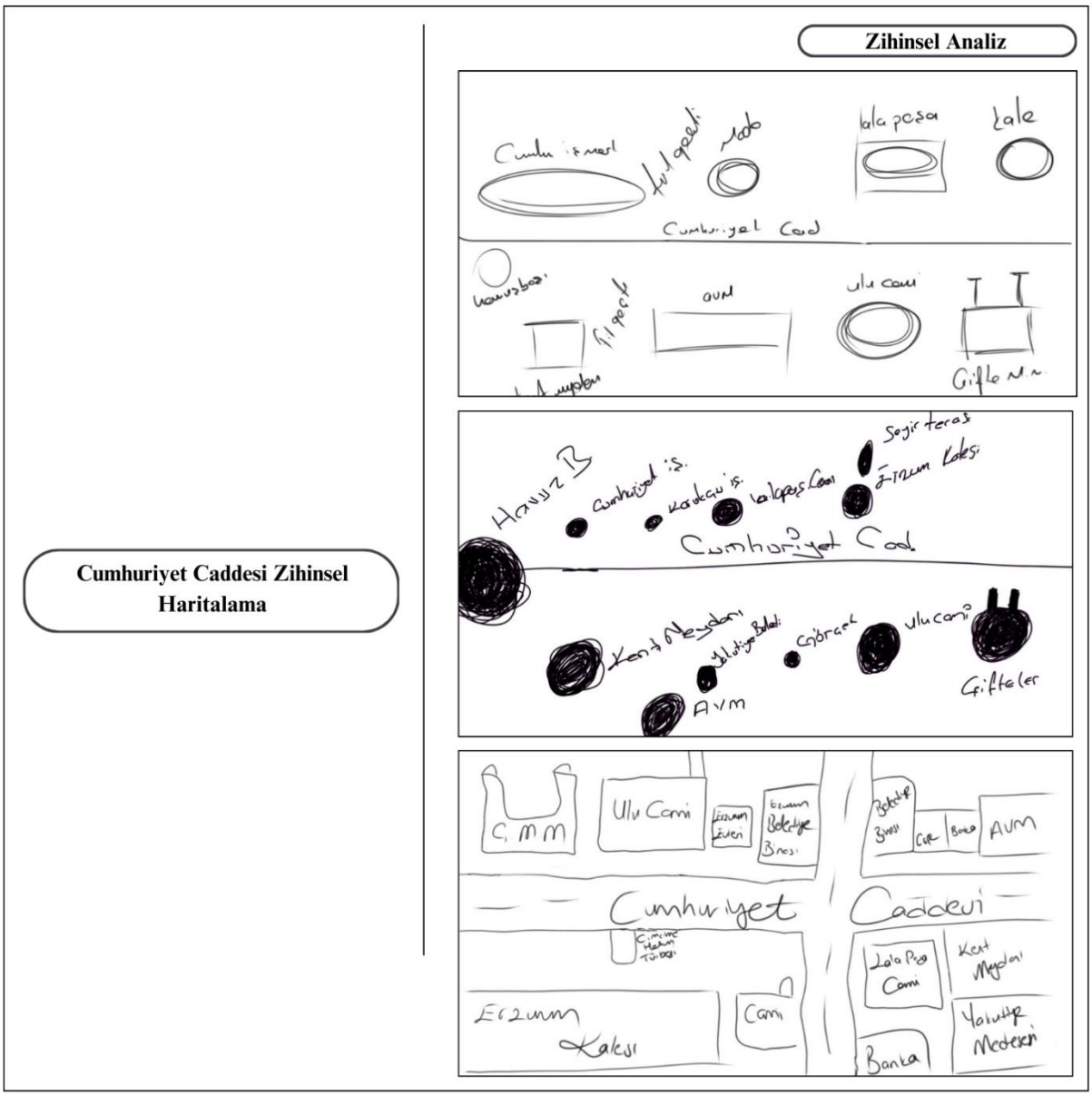
Cumhuriyet Caddesi'nde, kentsel yaşam kalitesini olumsuz etkileyen çeşitli sorunlar dikkat çekmektedir. Yeşil alanların ve kentsel donatıların yetersizliği, cadde üzerinde yoğun yaya trafiği olmasına rağmen yaya kaldırımlarının kullanımı için elverişsizliği için ve gün geçtikçe büyüyen otopark sorunu, alanın işlevselliğini kısıtlayan başlıca sorunlar arasında yer almaktadır. Kış aylarında çatılardan sarkan buz ve kar yığınlarının yayalar için büyük bir tehdit oluşturduğu gözlemlenmiştir. İklim değişikliğinin neden olduğu yaz mevsimindeki sıcaklık artışları, cadde üzerinde yeterli yeşil alanların ve gölgelik mekanların bulunmamasıyla birleşerek yayaların konfor düzeyini olumsuz etkilemektedir. Bunların yanı sıra, cadde üzerindeki yoğun hava ve gürültü kirlilikleri de dikkat çekmekte, bu durum çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik açısından ciddi bir sorun teşkil etmektedir (Alcazar, 2004). Bu sorunların çözülmesi, caddenin hem tarihi hem de modern bir kentsel alan olarak işlevselliğini ve estetiğini koruyarak kent yaşamına daha olumlu katkı sağlaması açısından önem arz etmektedir.

#### 2.3.1. Çekicilik ve Rahatlık

Cumhuriyet Caddesi, hem açık hemde kapalı mekanları, ilgi çekici simgesel yapıları ve meydanlarıyla, yayalara estetik görsel ve sosyo-mekansal deneyimler sunan önemli bir alan olarak öne çıkamaktadır. Caddede yer alan tarihi binalar, meydanlar kültürel yapılar ve eğlence alanları, yalnızca görsel bir çekicilik yaratmakla kalmaz, aynı zamanda sosyal etkileşim ve

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

kamusal yaşamı teşvik eden unsurlar sunar (Akkar Ercan ve Belge, 2016). Bu tür işlevsel ve estetik özellikler, yayaların caddeye olan ilgisini artırmakta ve bu da cadde üzerindeki yaya yoğunluğunu belirgin şekilde yükseltmektedir.Yapılan anket sonuçları ve zihinsel harita analizlerine göre, Cumhuriyet Caddesi'nde en çok hatırlanan simgesel yapılar arasında Ulu Cami, Çifte Minareli Medrese, Lala Paşa ve Alış veriş Merkezi (Avm) gibi yapılar öne çıkmaktadır (Görsel-4).




**Görsel 4.** Cumhuriyet Caddesi Üzerindeki Kullanıcıların Zihinsel Haritalardan Örnekler.

Cumhuriyet Caddesi'nde gerçekleştirilen analizler ve tasarım önerileri doğrultusunda, bölgenin daha yaşanabilir, erişilebilir ve sürdürülebilir bir kentsel alan haline gelmesini sağlamak

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

amacıyla 366 katılımcıyı kapsayan bir anket çalışması yürütülmüştür. Bu anket kapsamında, katılımcıların yürüyüş alışkanlıkları, mevcut fiziksel çevrenin yaya deneyimine etkisi ve yürünebilirliği artırmaya yönelik beklentileri analiz edilmiştir (Çizelge 3-4). Anket sonuçları incelendiğinde, katılımcıların %57,7'sinin günlük ortalama bir saatten daha az süreyle yürüyüş yaptığı belirlenmiştir. Bu bulgu, Cumhuriyet Caddesi'nde yürüyüş yapma oranlarının düşük olduğunu ortaya koyarken, aynı zamanda bu durumun altında yatan fiziksel ve çevresel etkenlerin incelenmesi gerektiğini göstermektedir .

Katılımcıların yürüyüş alışkanlıklarını kısıtlayan temel faktörler arasında olumsuz iklim koşulları, özellikle soğuk hava nedeniyle dış mekân kullanımının sınırlı olması, yeterli miktarda yeşil alan ve gölgelendirilmiş dinlenme noktalarının bulunmaması, kaldırımların yetersiz genişlikte olması ve araç trafiğinin yoğunluğu gibi unsurlar öne çıkmıştır. Bu doğrultuda, kentsel tasarım sürecinde söz konusu sorunların çözümüne yönelik stratejik müdahalelerin hayata geçirilmesi gerekmektedir. Özellikle, araç trafiğinin azaltılarak yayalar için daha geniş, konforlu ve güvenli yürüyüş alanlarının oluşturulması, aynı zamanda bu alanların iklim koşullarına duyarlı tasarım yaklaşımlarıyla desteklenmesi büyük önem taşımaktadır.

Bununla birlikte, yaya hareketliliğini teşvik etmek amacıyla farklı ölçeklerde tasarım çözümlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Örneğin, yürüyüş yollarının genişletilmesi ve bu alanların fiziksel konforunu artıracak kentsel donatı elemanlarıyla desteklenmesi, bireylerin açık alanlarda daha fazla vakit geçirmesini sağlayacaktır. Aynı zamanda, yürüyüş esnasında kullanıcıların dinlenmesine olanak tanıyacak oturma alanları, gölgelik yapılar ve mikro-iklim düzenlemeleri ile desteklenen kamusal mekânlar oluşturulmalıdır. Bu tür müdahaleler, yalnızca bireylerin fiziksel aktivite düzeylerini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda kentsel mekânın sosyal etkileşim açısından da daha canlı ve çekici hâle gelmesine katkı sunacaktır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Çizelge 3. Ankete Katılanların Bireysel Demografik Özellikleri, Günlük Yaşam Alışkanlıkları ve Yürüyüşe Ayırdıkları Süreler.

| Demografik Faktörler | | Katılım | Oran |
|---|---|---|---|
| Cinsiyet | Kadın | 175 | 47.8 |
| | Erkek | 191 | 52.2 |
| Yaş | 18-24 | 133 | 36.4 |
| | 25-34 | 121 | 33.2 |
| | 35-44 | 66 | 18.1 |
| | 45 ve üzeri | 45 | 12.3 |
| Erzurum'da Ne kadar Süre Yaşıyorsunuz? | | Katılım | Oran |
| 1 Yıldan Az | | 21 | 5.7 |
| 1-5 Yıl | | 78 | 21.3 |
| 5 Yıl Üzeri | | 245 | 66.9 |
| Erzurum'da Yaşamıyorum | | 22 | 6 |
| Günlük Ortalama Kaç Saat Yürüyüş Yapıyorsunuz? | | Katılım | Oran |
| 1 Saatten Az | | 211 | 57.7 |
| 1-3 Saat | | 128 | 35 |
| 3-5 Saat | | 20 | 5.5 |
| 5 Saat Üzeri | | 7 | 1.9 |

Çizelge 4. Katılımcıların Cumhuriyet Caddesi'ne İlişkin Önerileri ve Çözüm Önerileri.

| Cumhuriyet Caddesi'nde yürünebilirliği artırmak için hangi unsurların geliştirilmesi gerektiğini düşünüyorsunuz? | Katılım | Oran |
|---|---|---|
| Kış ayları için buzlanmayı önleyici çözümler | 293 | 80.1 |
| Daha fazla yeşil alan ve peyzaj düzenlemesi | 249 | 68 |
| Kaldırımların genişletilmesi ve iyileştirilmesi | 249 | 68 |
| Yaya öncelikli trafik düzenlemeleri | 219 | 59.8 |
| Trafik yoğunluğunun azaltılması | 204 | 55.7 |
| Dinlenme alanları oluşturulması | 179 | 48.9 |
| Engelli erişimine uygun düzenlemelerin yapılması | 173 | 47.3 |
| Görsel kirliliğin azaltılması (reklam panoları, düzensiz yapılar vb.) | 170 | 46.4 |
| Gölgelik alanlar ve yaz ayları için serinletici düzenlemeler | 167 | 45.6 |
| Cumhuriyet caddesinin trafiğe kapatılması | 1 | 0.3 |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Bu yapılar, hem görsel çekicilikleriyle hem de tarihi ve kültürel bağlamlarıyla caddeyi daha özgün ve ziyaretçi dostu bir alan haline getirmektedir. Özellikle, bu simgesel yapılar, caddenin hem yerel halk hem de ziyaretçiler tarafından tercih edilmesine yol açmakta ve caddede geçirilen zamanı daha verimli hale getirmektedir. Bunun yanı sıra, bu yapılar caddeyi sadece bir ulaşım arterinden ileriye taşıyarak, toplumsal etkileşim ve kültürel mirasın korunmasına olanak tanımaktadır. Yaya deneyimi açısından, bu tür simgesel yapılar, bir anlamda caddeyi daha yaşanabilir ve cazip kılamakta, sosyo-mekansal dinamiklerin daha etkin bir şekilde yaşanmasına zemin hazırlamaktadır (Görsel-5).

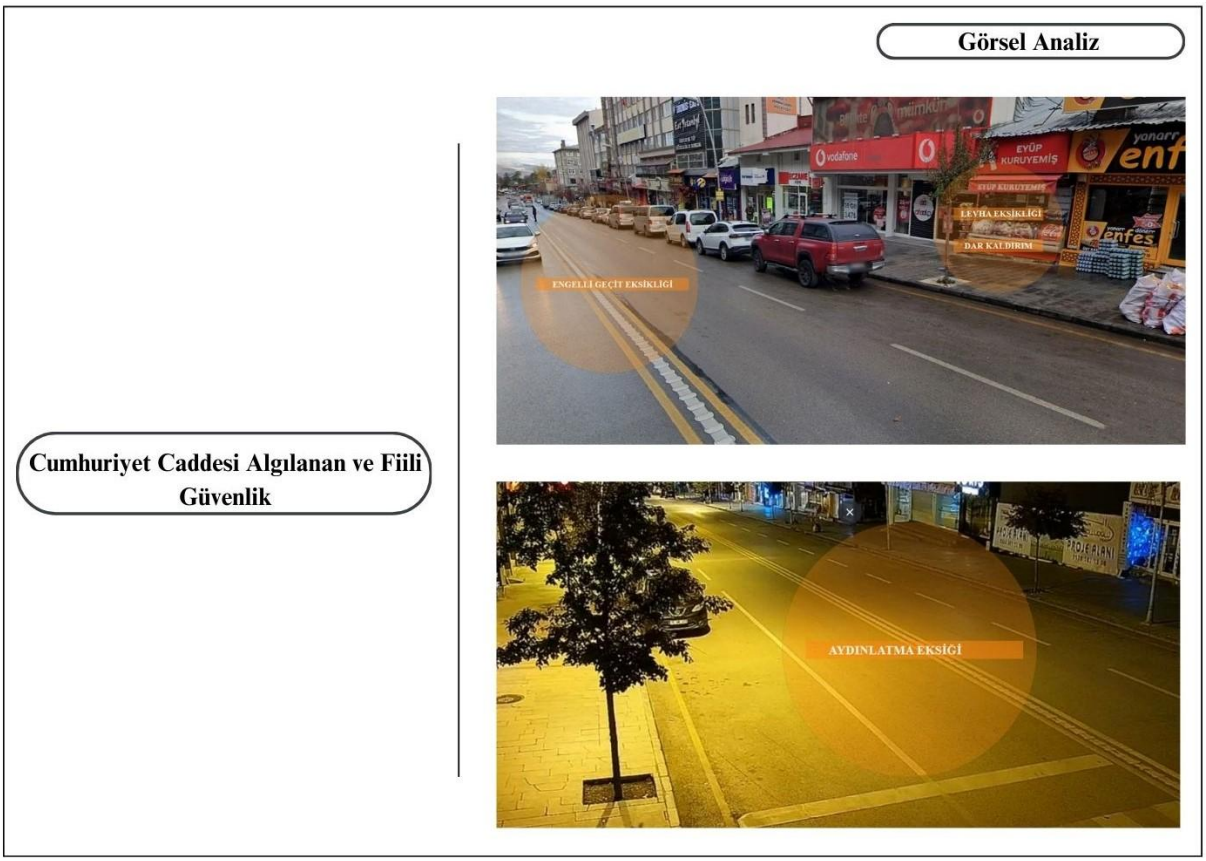
**Görsel 5.** Cumhuriyet Caddesi Simgesel Yapılar Görsel Analiz.

### 2.3.2. Güvenlik

Fiili güvenlik açısından yapılan gözlemler, Cumhuriyet Caddesi'nde özellikle akşam saatlerinde yoğunluk nedeniyle kaldırımların yeterince geniş olmadığı ve bu durum yayaların rahatça yürümlerini engellediği ortaya koymaktadır. Bu dar kaldırımlar, yayaların birbiriyle rahatça yan yana yürümlerini zorlaştırmakta ve bu caddede hareket özgürlüğünü kısıtlamaktadır. Nitekim ankete, katılanların büyük bir kısmı, Cumhuriyet Caddesi'ndeki kaldırımların genişletilmesi veya belirli bölgelere yayalaştırma uygulamalarının getirilemesi

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

gerektiğini vurgulamıştır. Bu tür düzenlemelerin, hem yayaların konforunu artıracağı hem de caddenin daha güvenli bir hale gelmesini sağlayacağı belirtilmiştir (Görsel-6).




**Görsel 6.** Cumhuriyet Caddesi'nin Güvenliğe Yönelik Görsel Analiz.

Anket sonuçlarına göre, Cumhuriyet Caddesi'nde soğuk hava koşulları ve buzlanma, yayaların yürüyüşünü zorlaştıran temel etkenler arasında yer almaktadır. Ayrıca, cadde üzerindeki yaya geçitlerinde levha eksikliği bulunması, güvenli geçişi tehlikeye atmakta ve yayaların karşıdan karşıya geçerken çeşitli zorluklarla karşılaşmasına neden olmaktadır. Anket bulguları, yaya geçitlerinin daha belirgin işaretlemelerle güçlendirilmesi ve güvenli geçiş olanaklarının artırılması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bunun yanı sıra, cadde boyunca park eden araçların kaldırımları işgal ettiği ve bu durumun yayalar için ciddi engeller oluşturduğu tespit edilmiştir. Bu fiziksel engeller, yaya güvenliği açısından önemli riskler taşımakta olup, kaldırımların araç işgalinden arındırılması caddenin daha güvenli ve erişilebilir bir yaya alanına dönüşmesini sağlayacaktır (Çizelge-5).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Çizelge 5.** Katılımcıların Cumhuriyet Caddesi'nde Karşılaştıkları Sorunlar ve Bu Sorunlara Yönelik Algıları.

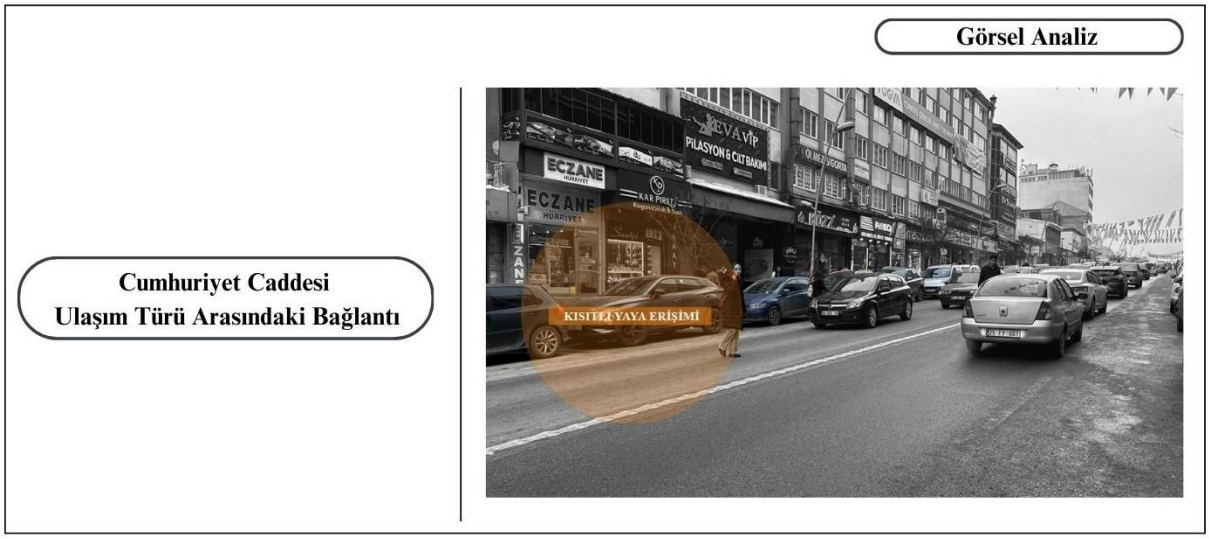
| Erzurum kent merkezinde yürüyüş yaparken karşılaştığınız en büyük zorluk nedir? | Katılım | Tercih sırası |
|---|---|---|
| Soğuk hava koşulları ve sert iklim | 160 | 1 |
| Trafik yoğunluğu ve araçların yayalara öncelik vermemesi | 117 | 2 |
| Yeşil alanların veya dinlenme alanlarının yetersizliği | 109 | 3 |
| Yetersiz kaldırımlar veya dar yaya yolları | 100 | 4 |
| Yönlendirme ve tabela eksikliği | 95 | 5 |
| Hava kirliliği ve güvenlik | 81 | 6 |
| Güvenlik sorunları (aydınlatma eksikliği, trafik kazası riski vb.) | 67 | 7 |

Algılanan güvenlik açısından bakıldığında, Cumhuriyet Caddesi'nin mevcut aydınlatması yetersiz kalmaktadır. Yetersiz aydınlatma, gece saatlerinde caddeyi daha az güvenli ve çekici hale getirmekte, bu da caddenin gece saatlerine kadar süren canlılığını ve sosyal etkileşimi sınırlamaktadır. Oysaki, uygun aydınlatma düzenlemeleri ile cadde üzerindeki yoğunluk geç saatlere kadar artırılabilir ve cadde, gece saatlerinde de canlı bir sosyal alan haline gelebilir. Aydınlatma, yalnızca güvenliği sağlamakla kalmaz, aynı zamanda caddenin estetik ve sosyo-mekansal deneyimini de zengileştirir, böylece geceleri yayalar için uygun ortam oluşturulabilir (Türkay vd., 2017). Bu tür düzenlemeler, caddeyi hem daha güvenli hem de daha erişilebilir kılacak, böylece gündüz olduğu kadar gece de canlı ve kullanılabilir bir alan olmasına katkı sağlayacaktır.

### 2.3.3. Ulaşım Türü Arasındaki Bağlantı

Çalışma alanında farklı ulaşım türleri, otoparklar ve yaya yolları bulunmakla birlikte, alanın erişebilirlik ve kapsayıcılık açısından bazı önemli eksiklikleri bulunmaktadır. Özellikle bisiklet kullanıcıları için ayrılmış bir alanın olmaması, sürüdrülebilir ulaşım seçeneklerinin teşfik edilmesini engellemektedir. Bunun yanı sıra, engelli bireylerin erişimine uygun düzenlemelerin eksikliği, bölgede erişilebilirlik standartlarının karşılanmadığını göstermektedir (Görsel-7). Bu durum, alanın farklı kullanıcı gruplarının ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kaldığını ve daha kapsayıcı bir ulaşım altyapısına ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Srüdürülebilir ve eşitçilikçi bir kentsel tasarım için bu tür eksikliklerin giderilmesi büyük önem taşımaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

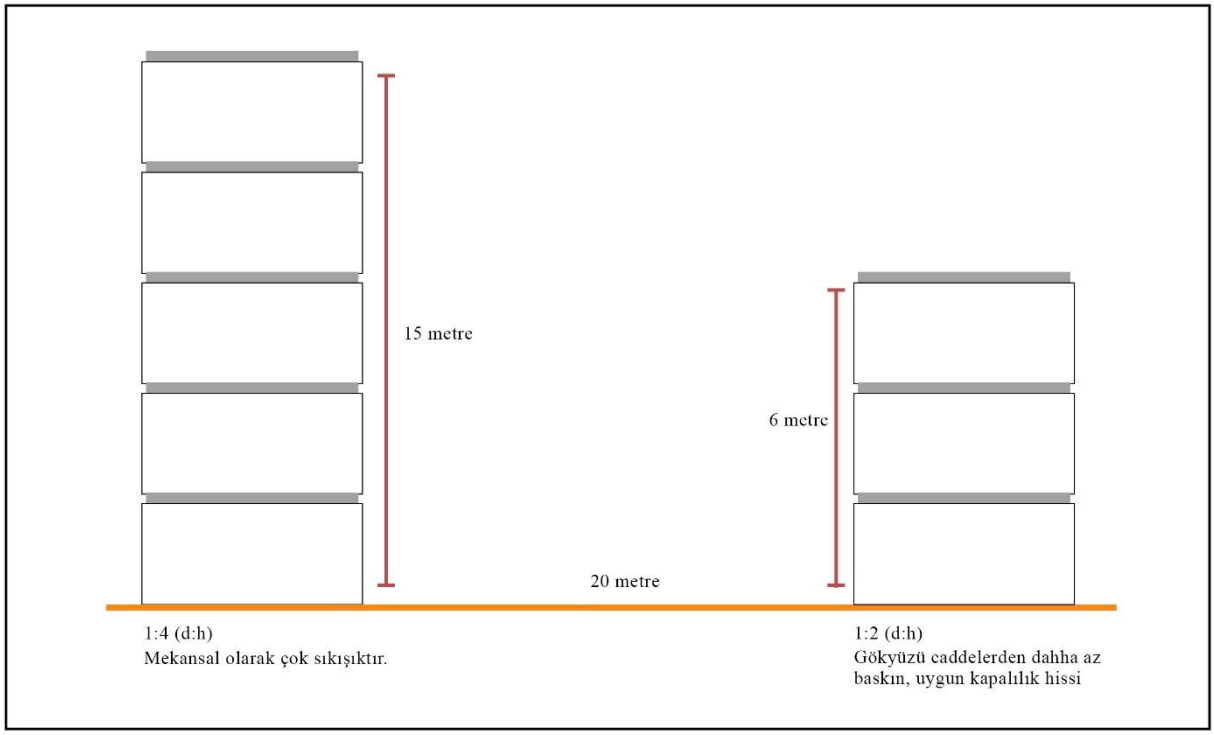



**Görsel 7.** Cumhuriyet Caddesi'nin Ulaşıım Türü Arasındaki Bağlatının Görsel Analizi.

### 2.3.4. Sokak Dokusu

Cumhuriyet Caddesi'nin sokak analizi, tarihi ızgara planına dayandığını ortaya koymaktadır (Kulözü, 2016). Bu ızgara doku, kullanıcılara daha fazla güzergâh seçeneği sunarak algılanabilirliği ve okunaklılığı yüksek bir sokak ağı sağlamaktadır. Bu planlama, yapı adalarının biçimi ve büyüklüğü, sokak dokusunun özellikleri, sokak genişliği/kat yüksekliği oranı ve bağlantı sayısı gibi mekânsal morfolojik özellikler, yaya hareketini doğrudan etkileyen unsurlar arasında yer almaktadır (Southworth ve Owens, 1993). Özellikle sokak genişliği/kat yüksekliği oranı, kentsel mekânda yürürken bireylerde kapalılık ya da ferahlık hissi yaratması açısından büyük önem taşımaktadır (Görsel-8). Cumhuriyet Caddesi'nde, yolun güneyinde yer alan yapıların ortalama 20 metre yüksekliğinde olmasına karşın, kuzeydeki yapıların yaklaşık 6 metre yüksekliğinde olması ve caddenin genel olarak 20 metre genişliğe sahip olması, mekânsal orantısızlık yaratmaktadır. Bu durum, kullanıcılar üzerinde algısal olarak sıkışıklık ve kapalılık hissi oluşturarak, caddeyi deneyimleme biçimlerini etkileyebilmektedir. Yapı yüksekliklerindeki bu belirgin fark, özellikle güney yönünde hissedilen dikey baskıyı artırarak, mekânsal konforu ve açıklık algısını sınırlayan bir etmen olarak öne çıkmaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

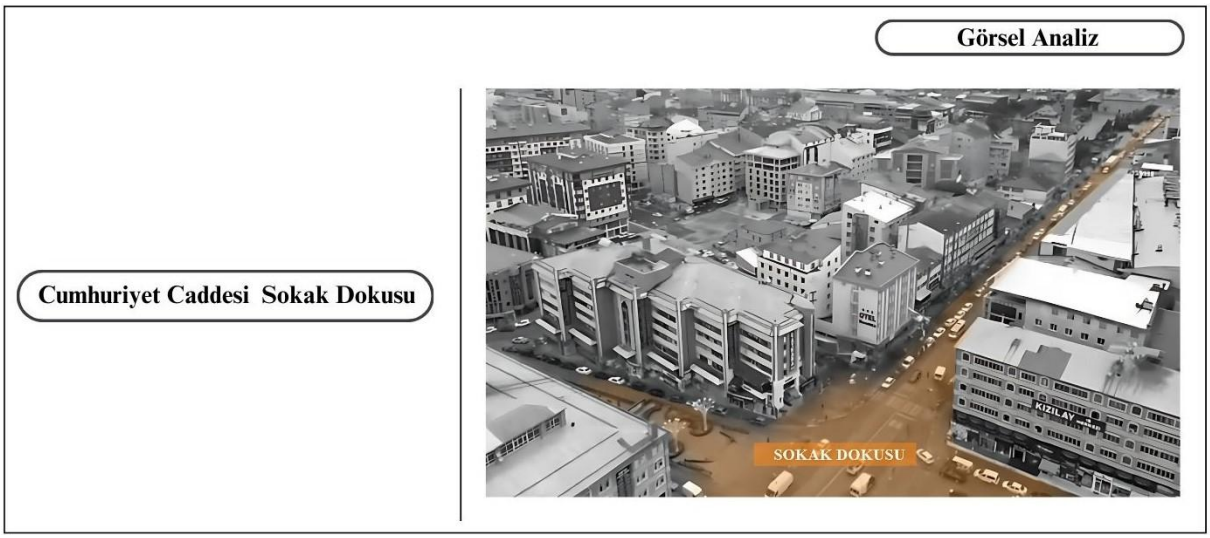



**Görsel 8.** Cumhuriyet Cadde'sinin genişliğinin bina yüksekliğine oranı. (Kaynak: Hillier, 1996)

Cumhuriyet Caddesi'nin Sokak dokusu ve mekânsal oranları incelendiğinde, belirli bölgelerde yüksek yapıların yoğunluğu, alanda fiziksel ve görsel sıkışıklık hissini artırmaktadır. Diğer yandan, bazı kesimlerde yol genişliğinin daralması ve binaların düzensiz ve orantısız bir şekilde konumlanması, hem kullanıcı algısında kapalılık hissini güçlendirmekte hem de alanın yaya konforunu olumsuz yönde etkilemektedir (Görsel-9). Bu durum, caddenin mekânsal bütünlüğünü ve kullanıcı deneyimini doğrudan etkileyen önemli bir tasarım sorunu olarak öne çıkmaktadır.

Bölgedeki ızgara sokak yapısı, yaşanabilir bir çevre oluşturmanın yanı sıra yürünebilirlik açısından da avantajlar sunmaktadır. Ancak, bu potansiyel, çeşitli fiziksel engellerle kısıtlanmaktadır. Özellikle, yaya hareketliliği rahat ve kesintisiz bir şekilde sağlanamamaktadır; araç trafiği yoğunluğu, yol kenarına park eden araçlar ve kaldırım genişliğinin yetersizliği gibi faktörler, yayaların cadde üzerindeki hareketini önemli ölçüde zorlaştırmaktadır. Bu durum, sokak ağının kullanıcı dostu ve erişilebilir olma potansiyelini sınırlamakta, caddenin hem yaya hem de araç trafiği açısından daha dengeli bir şekilde planlanması gerektiğini göstermektedir. Daha iyi bir yaya deneyimi sunmak ve sürdürülebilir bir çevre oluşturmak için, mevcut sorunların çözümüne yönelik kapsamlı kentsel tasarım müdahalelerine ihtiyaç duyulmaktadır (Hillier, 1996).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




**Görsel 9.** Cumhuriyet Caddesi'nin Sokak Dokusuna Yönelik Görsel Analiz.

### 2.3.5. Yol Ağı Bağlanabilirliği

Cumhuriyet Caddesi ve çevresi, ızgara sokak dokusu sayesinde yayalara alternatif yol seçenekleri sunarak doğrudan ve kısa güzergahlarla kolay erişim imkânı sağlamaktadır. Analiz edilen yol ağı, toplamda 5 düğüm ve 15 bağlantı noktası ile önemli bir yapı oluşturmakta ve bağlanabilirlik oranı 3 olarak hesaplanmaktadır (Çizelge-6). Bu oran, ana caddeler ve sokaklar arasında yüksek bir bağlantı seviyesini işaret ederek, geleneksel ızgara planının sunduğu avantajları gözler önüne sermektedir. Bağlanabilirlik oranının yüksek olması, yol ağının oldukça erişilebilir ve birbirine bağlı olduğunu göstermektedir (Gündoğdu ve Dinçer, 2020). Ancak, yapılan anketler sonucunda, kaldırımların yaya hareketini engelleyen unsurlardan arındırılması gerektiği vurgulanmıştır. Bu bağlamda, yaya alanlarının daha etkin kullanılabilmesi için kaldırımların genişletilmesi ve sürekli bakım ile onarımının yapılması büyük önem taşımaktadır (Kanwal ve Cheng, 2022). Yaya yollarının bakımının düzenli olarak yapılması, hem güvenliği artıracak hem de yayaların daha rahat ve kesintisiz bir hareketlilik deneyimi yaşamasını sağlayacaktır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Çizelge 6. Cumhuriyet Caddesi Bağlanabilirlik Oran Analizi (Kanwal ve Cheng, 2022).

| |
|---|
| Cumhuriyet Caddesi'nde<br>Düğüm Sayısı: 5<br>Bağlantı Sayısı: 15 |
| Hesaplama sonucunda bağlanabilirlik oranı:<br>$\text{Bağlanabilirlik oranı} = \frac{15}{5} = 3$<br>Bu oran, yol ağının yüksek bir bağlanabilirlik seviyesine sahip olduğunu göstermektedir. |

### 2.3.6. Açık Alan Sistemleri Arasındaki Bağlantılar

Havuzbaşı ve 15 Temmuz Kent Meydanı'ndan başlayarak Fil Geçti Köprüsü ile devam eden güzergâh, yaklaşık 500 metre yürüme mesafesiyle yeme-içme ve alışveriş merkezine erişim imkânı sunmaktadır. Bu güzergâh boyunca, Lala Paşa Camii, Ulu Camii ve Erzurum Kalesi gibi önemli simgesel yapılar yer almakta olup, bölgenin tarihi ve kültürel değerlerini yansıtan bir aks oluşturmaktadır. Toplamda 1 kilometre uzunluğundaki bu hat, hem yerel halk hem de ziyaretçiler için kolay erişilebilir bir yürüyüş rotası sunarak, sosyal ve ekonomik faaliyetlerin merkezinde yer almaktadır. Bu alan, tarihi yapılar ve kentsel işlevsellik arasında bir denge kurarak hem estetik bir yaya deneyimi hem de güçlü bir kentsel bağlantı ağı sağlamaktadır.

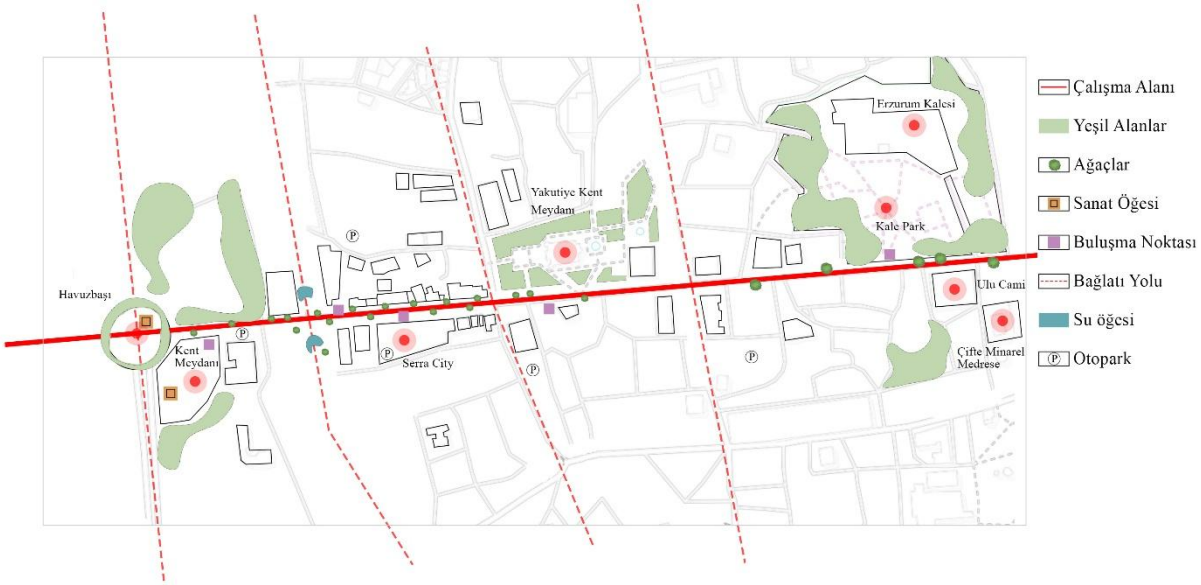
Bu caddede yürünebilirlik kapasitesi incelendiğinde, genel olarak yaya erişiminin güvenli ve rahat bir şekilde sağlanabildiği tespit edilmiştir. Kaldırımların nadiren kesintiye uğraması, yaya ağının sürekliliğini olumlu yönde desteklemektedir. Ancak, yaya yollarının nitelikleri detaylı bir şekilde değerlendirildiğinde, özellikle rampaların uygunluğu ve kaldırım üzerindeki yürüme alanlarının döşeme kalitesi gibi unsurların dezavantajlı gruplar için yeterli olmadığı görülmektedir. Bu durum, yaya yollarında engelsiz bir tasarım anlayışının benimsenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Zhou ve Hsieh, (2024). Erişilebilirliğin artırılması ve farklı kullanıcı gruplarının ihtiyaçlarının karşılanması adına, bu alanların engelli bireyler, yaşlılar ve çocuklar gibi hassas gruplar için daha uygun hale getirilmesi, kapsamlı bir düzenleme ve iyileştirme çalışması gerektirmektedir.

Gehl'e (2010) göre, kaldırım kafeleri gibi insanları sokakta vakit geçirmeye teşvik eden etkinlikler, modern kent insanının kamusal mekânda zaman geçirmesi, toplumsal etkileşimlerde bulunması ve kamusal yaşamın canlanması açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak, Doğu Anadolu kentlerinde sıkça görülen soğuk ve sert iklim koşulları, sokak yaşamını sınırlamakta

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

ve kamusal alanların etkin kullanımını zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda, Cumhuriyet Caddesi; alışveriş, ofis, kamusal hizmetler, kültürel ve eğlence işlevlerini bir araya getirerek, kamusal yaşamı gün boyunca canlı ve hareketli tutan önemli bir merkez niteliği taşımaktadır (Akkar Ercan ve Belge, 2016). Bu tür alanların iklim koşullarına uygun olarak tasarlanması, kamusal mekân kullanımını daha sürdürülebilir ve erişilebilir hale getirebilir.

15 Temmuz Kent Meydanı, Lalapaşa Meydanı ve Kale Meydanı, kültürel etkinlikler ve organizasyonlar açısından önemli toplanma alanları olarak öne çıkmaktadır. Özellikle Kale Meydanı ve Lalapaşa Meydanı çevresinde yer alan ağaçlar, bu alanların görsel açıdan zenginleşmesine katkı sağlamaktadır. Cumhuriyet Caddesi boyunca konumlanan Ulu Camii, Çifte Minareli Medrese ve Lalapaşa Camii gibi tarihi yapılar ise bölgenin kültürel kimliğini ön plana çıkararak ziyaretçilerine tarih ve mimari ile iç içe bir deneyim sunmaktadır (Görsel-10). Bu mekânların tarihi ve kültürel değeri, kamusal alanların hem sosyal hem de estetik anlamda güçlü bir kimlik kazanmasına katkıda bulunmaktadır.




**Görsel 10.** Cumhhuriyet Caddesi Açık Alan Sitemleri Arasındaki Bağlantı Analizi.

### 2.3.7. Yaya Yolu Niteliği

Cumhuriyet Caddesi'nde rampaların, kaldırım genişliklerinin, trafik ışıklarının ve yaya geçitlerinin dezavantajlı grupların kullanımına uygun şekilde düzenlenmediği tespit edilmiştir. Ayrıca, yayaların ihtiyaçlarını karşılayacak yeterli sayıda bank, dinlenme alanı ve benzeri donatı elemanlarının eksikliği göze çarpmaktadır. Sıcak, yağmurlu ve soğuk hava koşullarında yayaları koruyacak tentelerin bina cephelerinde bulunmaması, olumsuz hava koşullarında yaya

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

hareketliliğini daha da zorlaştırmaktadır. Bunun yanı sıra, trafiğin en yoğun olduğu bölgelerde yaya geçitlerinin bulunmaması, yayaların karşıdan karşıya geçişini hem zorlaştırmakta hem de güvenlik açısından risk oluşturmaktadır. Bu eksiklikler, caddenin yürünebilirliğini ve erişilebilirliğini olumsuz etkileyen önemli sorunlar olarak değerlendirilmektedir.

Cumhuriyet Caddesi boyunca kaldırımlar genel olarak 5 metre genişliğinde olmakla birlikte, bazı bölgelerde genişlik 10 metreye kadar ulaşmaktadır. Bu tür geniş kaldırımlarda, cephe yürüyüş alanlarının ve donatı bölgelerinin daha belirgin ve işlevsel şekilde tasarlanması gerekmektedir. Cadde üzerinde, yaya hareketliliğini engellemeyecek şekilde devingen bir hat oluşturularak daha akıcı bir yaya deneyimi sağlanabilir. Yapılan anket sonuçları, bölgede rampalar, kaldırımlardaki engeller, sokak mobilyaları, tabela eksikliği, trafik işaretleri, sokak aydınlatması ve özellikle peyzaj öğelerinin yetersizliği gibi önemli sorunların bulunduğunu ortaya koymaktadır. Bu eksikliklerin giderilmesi, caddenin kullanıcı dostu bir yapıya kavuşması ve yürünebilirliğinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Gehl'e (2010) göre, yayaların yoğun olarak kullandığı kamusal mekânlarda her 100 metrede bir yaya banklarının bulunması gerekmektedir. Ancak, Cumhuriyet Caddesi'nde bazı bölgelerde kaldırımların darlığı nedeniyle yayaların dinlenebileceği bankların bulunmadığı gözlemlenmiştir. Bu durum, yayaların cadde üzerindeki konforunu olumsuz etkilemektedir. Soğuk iklim koşullarına uygun, korunaklı oturma birimlerinin tasarlanması ve bu birimlerin peyzaj unsurlarıyla desteklenmesi, hem estetik hem de işlevsellik açısından önemli bir gerekliliktir. Bu tür düzenlemeler, caddeyi daha kullanıcı dostu hale getirebilir ve yaya hareketliliğini artırabilir.

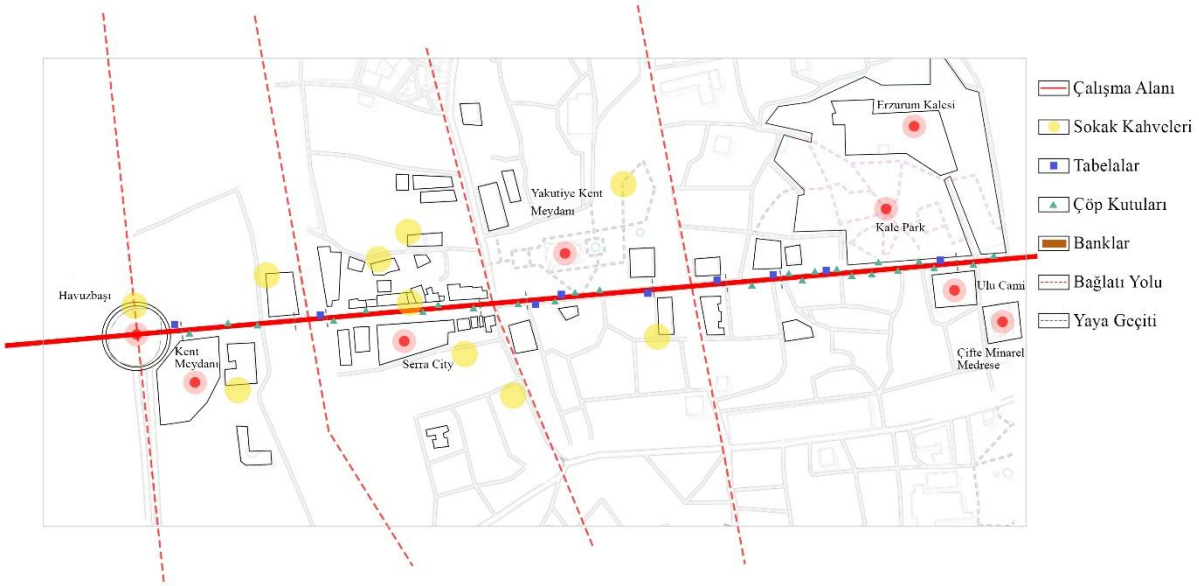
Planning and Urban Design Standards 'a göre, sokak lambalarının yüksekliğinin 4 metreden az, 5-6 metreden çok olmaması ve en az 14 metre aralıklarla yerleştirilmesi önerilmektedir. Ancak Cumhuriyet Caddesi boyunca yapılan analizler, cadde üzerinde ilgi çekici aydınlatmaların bulunmadığını ve 7,5 metre yüksekliğindeki aydınlatma elemanlarının kullanıldığını ortaya koymaktadır. Bu durum, özellikle geceleri sokak aydınlatmasının yayalara yeterince güven hissi vermediğini ve kış mevsiminin sert koşullarına uygun bir ortam sağlayamadığını göstermektedir. Daha düşük yükseklikte, yayalara hitap eden estetik ve fonksiyonel aydınlatma tasarımlarının uygulanması, hem güvenlik hissini artıracak hem de caddenin gece kullanımını teşvik edecektir.

Gehl'e (2010) göre, kaldırımlarda ağaçların birbirine yakın dikilmesi, sokağın görsel olarak daha dar algılanmasını sağlayarak trafiğin yavaşlatılmasına, yaya güvenliğinin artırılmasına ve

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

sokağın estetik açıdan daha çekici hale gelmesine katkıda bulunur. Ancak, Cumhuriyet Caddesi'nde ağaç sayısının yetersiz olduğu, mevsimsel bir peyzaj düzenlemesinin bulunmadığı ve kış aylarında ağaçların görsel anlamda istenen katkıyı sağlayamadığı gözlemlenmiştir. Bu durum, hem estetik hem de işlevsellik açısından tasarım unsurlarına uygun bir düzenleme yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Mevsimsel peyzaj planlamalarının ve sürdürülebilir tasarım prensiplerinin uygulanması, caddenin dört mevsim boyunca daha yaşanabilir ve kullanıcı dostu bir alan haline gelmesine olanak tanıyacaktır.

Yapılan morfolojik analizler ve anket sonuçları, Cumhuriyet Caddesi'nde döşeme kalitesi, sokak tabelaları, sokak lambaları ve ağaçların varlığının, yürünebilirlik ve yaşanabilirlik açısından önemli unsurlar olduğunu ortaya koymaktadır. Bu unsurlar, caddenin fiziksel ve estetik özelliklerini iyileştirmenin yanı sıra, kullanıcı deneyimini geliştirmek için temel bir rol oynamaktadır (Görsel-11). Ancak mevcut durum, bu öğelerin yeterince etkili olmadığını ve geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir. Daha kaliteli döşeme malzemeleri, uygun ve ilgi çekici sokak aydınlatmaları, işlevsel sokak tabelaları ve mevsimsel peyzaj tasarımları gibi müdahalelerle, cadde daha erişilebilir, güvenli ve cazip bir kamusal alan haline getirilebilir.




**Görsel 11.** Cumhuriyet Caddesi Yaya Yollarının Niteliği Analizi.

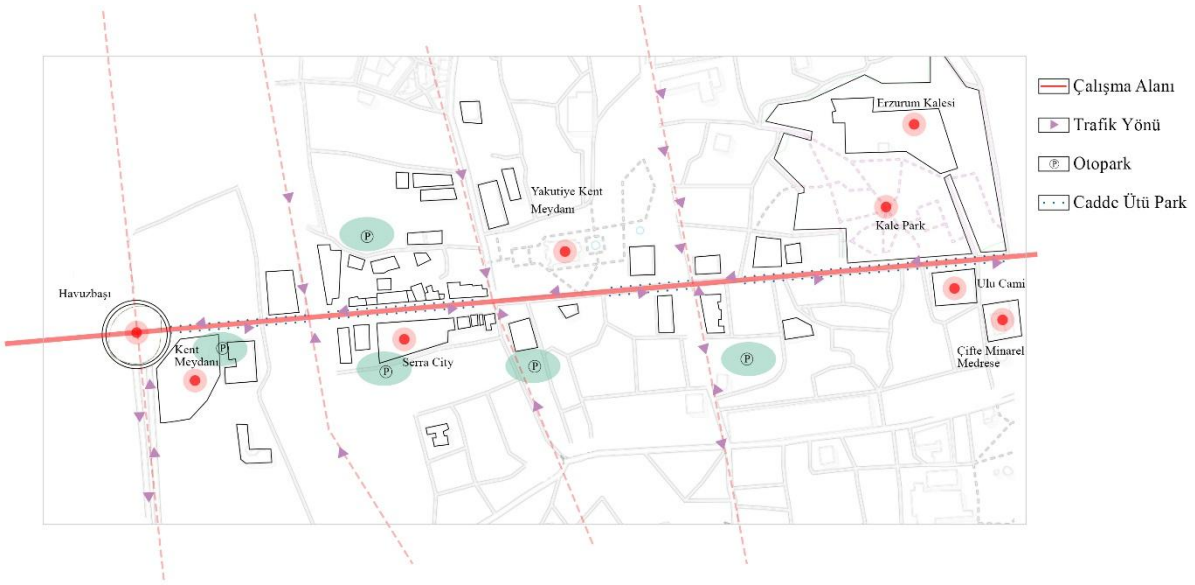
### 2.3.8. Erişebilirlik

Cumhuriyet Caddesi'nde yayaların işyerlerine erişimi, kaldırım kenarındaki otopark alanlarının yetersiz düzenlenmesi ve araç parkının düzensizliği nedeniyle önemli ölçüde kısıtlanmaktadır. Özellikle kaldırım kenarlarına yakın park eden araçlar, yayaların hem kaldırımları hem de

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

dükkanları güvenli ve rahat bir şekilde kullanmasını engellemektedir. Bunun yanı sıra, yaya geçitlerinin belirgin bir şekilde tanımlanmamış olması ve araçların park alanlarının düzensizliği, yaya güvenliğini tehdit eden önemli faktörler arasında yer almaktadır (Görsel-12). Yaya erişiminin kolaylaştırılması ve güvenliğinin artırılması için kaldırımların araç parkından arındırılması, otopark alanlarının yeniden düzenlenmesi ve belirgin yaya geçitlerinin tasarlanması gerekmektedir. Bu tür düzenlemeler, hem caddenin yürünebilirliğini hem de işlevselliğini artıracaktır.

Cumhuriyet Caddesi'nin çevresinde yer alan toplu otoparklar, kent merkezindeki yaya hareketliliğini artırma potansiyeline sahiptir. Özellikle 15 Temmuz Kent Meydanı'nda bulunan kapalı otopark ile alışveriş merkezinin arkasında yer alan asansörlü otopark sistemi, bölgedeki araç park ihtiyacını karşılamak için etkili çözümler sunmaktadır. Bu otoparkların kullanımı teşvik edilerek araçların cadde üzerindeki yoğunluğu azaltılabilir ve yayaların daha rahat bir şekilde hareket etmesi sağlanabilir. Böylelikle, Cumhuriyet Caddesi'nde hem trafik akışı düzenlenmiş olur hem de yaya dostu bir çevre oluşturulması için önemli bir adım atılmış olur.




**Görsel 12.** Cumhuriyet Caddesi Erişebilirlik Analizi.

## 3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırma, niceliksel ve niteliksel sekiz ölçüte dayalı olarak bir mekânın yürünebilirlik kapasitesini ölçme ve değerlendirmeye yönelik bir model önermiş ve bu modeli Erzurum'un tarihi kent merkezinin ana omurgası olan Cumhuriyet Caddesi üzerinde test etmiştir. Yapılan analizler sonucunda, Erzurum kentinde araç yoğunluğunun arttığı ve buna bağlı olarak

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

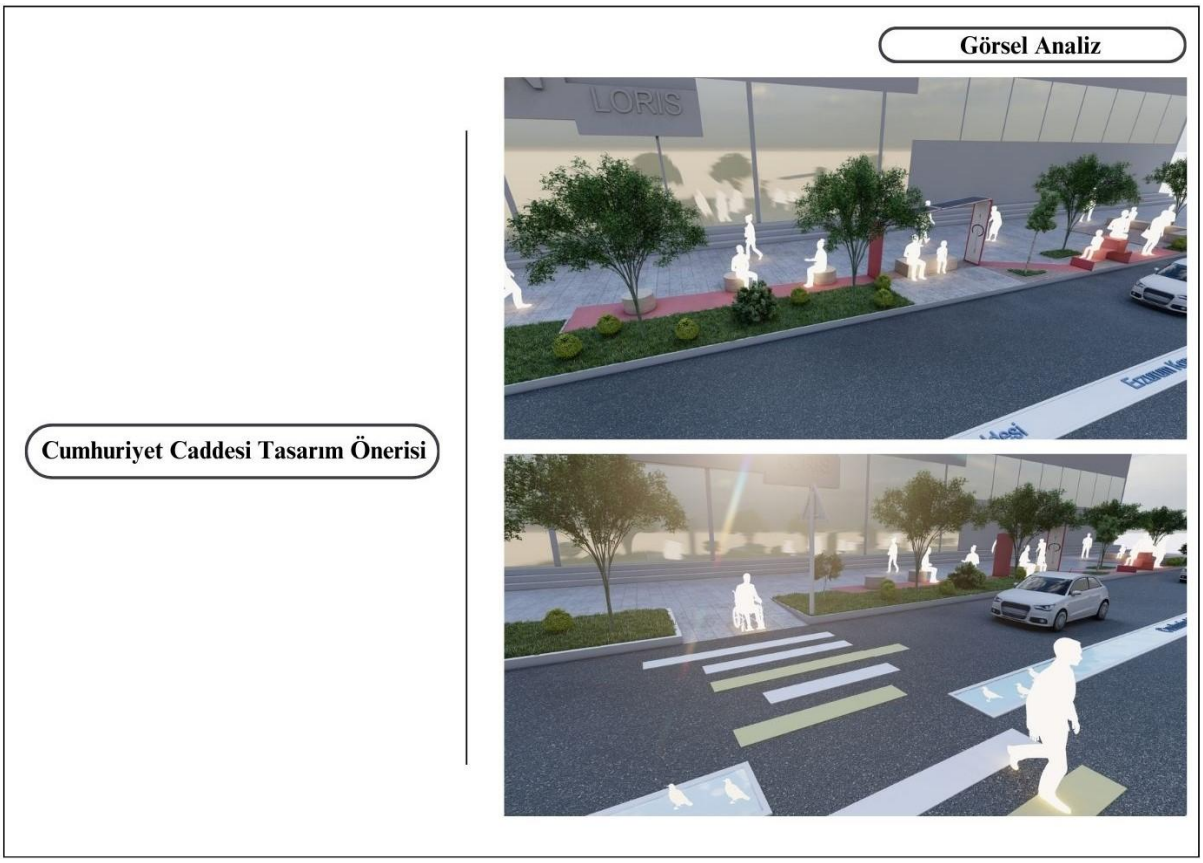
bireylerin yürünebilirlik deneyimlerinin azaldığı tespit edilmiştir. Yürünebilir alanların yetersiz olduğu, soğuk iklime uygun tasarımların eksik olduğu, peyzaj öğelerinin ve görsel çekiciliğin az olduğu da çalışmanın dikkat çektiği diğer bulgulardır.

Anket ve gözlem verilerine göre, park halindeki araçların yayalar için tehlike oluşturduğu, yayaların güvenli ve rahat bir şekilde dinlenebilecekleri alanların eksik olduğu belirlenmiştir. Bu doğrultuda, Cumhuriyet Caddesi'nin yaya erişimini önceliklendiren bir tasarımla yeniden düzenlenmesi önerilmektedir.

Ayrıca, bölge özelinde üst ölçek ulaşım stratejileriyle uyumlu, çoklu ulaşım türlerinin entegre edilerek geliştirileceği bütüncül, kapsamla ve sürdürülebilir bir kent merkezi ulaşım planının uygulanması, Erzurum tarihi kent merkezinin yaşanabilirlik ve yürünebilirlik düzeyini artıracaktır.

Bu araştırmada önerilen model, geleceğe yönelik bir yürünebilirlik modeli olarak, günümüz kentlerinin sorunlarına ve ihtiyaçlarına dinamik, esnek, insan odaklı ve kapsayıcı bir planlama ile tasarım yaklaşımı sunmayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda, kurallara ve ilkelere dayalı planlama ve tasarım anlayışının önemi vurgulanmaktadır. Modelin uygulama alanı olarak seçilen Cumhuriyet Caddesi'nde, park alanlarının azaltılması ve devingen bir hat boyunca devam eden bir tasarım önerilmektedir (Görsel-13). Bu hattın üzerinde, insanların gölgeli alanlar, dinlenme mekânları, aydınlatma unsurları ve peyzaj öğeleriyle desteklenen bir çevrede yürüyüş yapabileceği bir cadde oluşturulması amaçlanmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




**Görsel 13.** Cumhuriyet Caddesi'ne Önerilen Yürünebilirlik Tasarım Modeli.

Cumhuriyet Caddesi'nde kaybolan ekolojik değerleri yeniden kazandırmak ve bölgedeki sürdürülebilir yaşam koşullarını iyileştirmek amacıyla, caddenin ortasından geçen bir su birikintisi tasarlanması ve çevresinde soğuk iklime duyarlı bitki türlerinin kullanılması öngörülmektedir. Bu yaklaşım, hem mikroklimatik koşulları iyileştirerek bölge sakinlerine daha konforlu bir yaşam alanı sunmayı hem de biyolojik çeşitliliği artırarak doğal çevrenin korunmasını sağlamayı hedeflemektedir. Ayrıca, bu su ve bitki odaklı tasarım sayesinde, çevresel sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda estetik ve fonksiyonel bir kentsel alan oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu model, hem iklim koşullarına uygun yeşil alanlar yaratılması hem de insanların doğayla etkileşimini artırarak daha yaşanabilir bir kent atmosferi sunmayı hedeflemektedir.

Yaşanabilir çevre tasarımlarının hayata geçirilmesi, toplumun bu konudaki bilinç düzeyinin artırılması ve bu yaklaşımların küresel düzeydeki faydalarının vurgulanması, sürdürülebilir kentleşme hedefleri açısından büyük önem taşımaktadır. Ancak, bu çabaların çevresel ölçekte planlanması, kentlerin uzun vadeli sağlığını koruyarak ekolojik dengenin sürdürülmesi ve toplumsal refahın güvence altına alınması için kritik bir gerekliliktir (Shamsuddin vd., 2012). Yürünebilir çevrelerin oluşturulması sürecinde, yaya odaklı planlama ve tasarım çözümleriyle

çevresel kaliteyi artırmanın önemi göz önünde bulundurulmalı ve bu bilinç doğrultusunda hareket edilmelidir.

## KAYNAKÇA

Akkar Ercan M. & Belge Z. (2016). Daha Yaşanabilir Kentler İçin Mikro Ölçek Bir Yürünebilirlik Modeli. METU Journal of the Faculty of Architecture. Yüksek Lisans Tez Bulgusu,. 34:(1). 231-265. https://open.metu.edu.tr/handle/11511/46445.

Alcazar, S. S. (2004). "Greening The Dwelling: A Life Cycle Energy Analysis of Green Roofs in Residental Buildings". Toronto: University of Toronto, Graduate Department of Civil Engineering, The Degree of Master of Science.

Arellana, J., Saltarín, M., Larranaga, ˜ A.M., Alvarez, V., Henao, C.A., 2020. Urban walkability considering pedestrians' perceptions of the built environment: a 10-year review and a case study in a medium-sized city in Latin America. Transp Rev 40, 183–203. https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1703842.

Burden, D., 2001. Building Communities with Transportation. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 1773, 5–20. https://doi. org/10.3141/1773-02.

Dhaka & Afzal F. (2022). Walkability in Asian Cities: The Case of Dhaka. Urban Desıgn Lab. https://urbandesignlab.in/walkability-in-asian-cities-the-case-of-dhaka/.

Higgs, C., Badland, H., Simons, K., Knibbs, L. D., & Giles-Corti, B. (2019). The Urban Liveability Index: Developing a policy-relevant urban liveability composite measure and evaluating associations with transport mode choice. International Journal of Health Geographics, 18(1), 1–25.

Erkul, Eyüp (2012). "Yeşil çatı sistemlerinin yapım açısından irdelenmesi, Dokuz Eylül Üniversitesi". Yüksek Lisans Tezi. Kayseri: Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Ana Bilim Dalı.

Stefansdottir H. & Mouratidis K. & Rynning M.K. & Meyer S.F. (2024). Perceived walkability and daily walking behaviour in a "small city context" – The case of Norway. Journal of Transport Geography 121

Doğanay, H. (1983). Erzurum'un Şehirsel Fonksiyonları Ve Başlıca Planlama Sorunları. Atatürk Üniv. Fen Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), 425. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/27083.

GEHL, J. (1987) Life Between Buildings: Using Public Space, Van Nostrand Reinhold, NewYork.

GEHL, J. (2010) Cities for People, Island Press, Washington.

Hillier, B. (1996). Cities As Movement Economies, Urban Design Internati onal, Volume 1, 41-60.

Kanwal A & Cheng I. (2022). Walkability as a Sustainable Aproach in Asian Cities. Urban Desıgn Lab.

IMRIE, R., LEY, L., RACO, M., der. (2009) Regenerating London, Routledge, London and New York.

Gündoğdu H.M. Dinçer E. (2020). Tekirdağ Kent Merkezinin "Yürünebilirlik" Açısından Değerlendirilmesinde Bir Yöntem Araştırması. Şehir Plancılar Odası Planlama Dergisi, 30:(3). 478-507). Tekirdag_Kent_Merkezinin_Yurunebilirlik_Acisindan_.pdf.

Shamsuddin S. & Hassan N. & Bilyamin S. (2012). Walkable Environment in Increasing the Liveability of a City. Shuhana Shamsuddin et al. / Procedia - Social and Behavioral Sciences 50 ( 2012) 67 – 178.

Southworth, M., Owens, P.M. (1993) The Evolving Metropolis: Studies Of Community, Neighborhood, And Street Form At The Urban Edge, Jour nal Of The American Planning Association 59(3) 271-87.

Karahan, F. Canatan, E. (2019). Kış Kentleri İçin Yaya Bölgesi Planlama Yaklaşımları ve Erzurum Kent Ölçeğinde Fırsatlar, ATA Planlama ve Tasarım Dergisi, 3:(2), 69-77. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/907916.

Kulözü N. (2016). Bir Mekânsal Modernleşme Öyküsü: Erzurum Kenti ve Kentsel Mekânında İkili Dokunun Oluşumu. Kent Araştırma Dergisi, 16: (7). 22-47. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/464508.

Küçük F. & Şenses E. & Türkay C. (2017). Yaşayan Sokak Rehberi. Tak Kartal Araştırma Merkezi. https://kentselstrateji.com/proje/yasayan-sokak-rehberi/.

Türkiye İstatistik Kurumu ( 2025, Ocak 15). *Türkiye İstatistik Kurumu*. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Motorlu-Kara-Tasitlari-Nisan-2024-53456.

Zhou L. & Hsieh C. (2024). A multiscale walkability assessment approach creating walkable streets: A case study of high-density city, Macau. Research in Transportation Business & Management.

Ross, R, Chaput, J-P, Giangregorio, LM, et al., 2020. Canadian 24-Hour Movement Guidelines for Adults aged 1864 years and Adults aged 65 years or older: an integration of physical activity, sedentary behaviour, and sleep. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism 45 (10 (Suppl. 2)), S57–S102.

Shashank, A., Schuurman, N., 2019. Unpacking walkability indices and their inherent assumptions. Health Place 55, 145–154.

Węziak-Białowolska, D. (2016). Quality of life in cities–Empirical evidence in comparative European perspective. Cities, 58, 87–96.

Giap, T. K., Thye, W. W., & Aw, G. (2014). A new approach to measuring the liveability of cities: The Global Liveable Cities Index. World Review of Science, Technology and Sustainable Development, 11(2), 176–196.

Tan, K. G., Woo, W. T., Tan, K. Y., Low, L., & Aw, G. E. L. (2012). Ranking the Liveability of the World's Major Cities: The Global Liveable Cities Index (GLCI). World Scientific.

Forsyth, A. (2015). What is a walkable place? The walkability debate in urban design. Urban Design International, 20, 274–292. Fuerst, F., Himmelbach, U., & Potz, P. (1999).

Guzman, L.A., Arellana, J., Castro, W.F., 2022. Desirable streets for pedestrians: Using a street-level index to assess walkability. Transp Res D Transp Environ 111, 103462. https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103462.

Giap, T. K., Thye, W. W., & Aw, G. (2014). A new approach to measuring the liveability of cities: The Global Liveable Cities Index. World Review of Science, Technology and Sustainable Development, 11(2), 176–196.

Litman, T. A. (2003). Economic value of walkability. Transportation Research Record, 1828(1), 3–11.

Shamsuddin, S., Hassan, N. R. A., & Bilyamin, S. F. I. (2012). Walkable environment in increasing the liveability of a city. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 50, 167–178.

Larranaga, A.M., Rizzi, L.I., Arellana, J., Strambi, O., Cybis, H.B.B., 2014. The influence of built environment and travel attitudes on walking: A case study of Porto Alegre, Brazil. Int J Sustain Transp 10, 332–342.

Sohn, D.W., Moudon, A.V., Lee, J., 2012. The economic value of walkable neighborhoods. Urban Design International 17, 115–128. https://doi.org/10.1057/ udi.2012.1.

Warburton, D.E.R., Charlesworth, S., Ivey, A., Nettlefold, L., Bredin, S.S.D., 2010. A systematic review of the evidence for Canada's physical activity guidelines for adults. Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act. 7 (1), 1–220.

Sağlam, T. (2021). Bir Caddenin Oluşum Evreleri: Erzurum Cumhuriyet Caddesi. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 25 (3), 1171-1199.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# KENT PARKLARINDAKİ YEŞİL ALAN YOĞUNLUĞUNUN YEŞİL GÖRÜNÜM İNDİSİ VE DERİN ÖĞRENME YAKLAŞIMIYLA BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

**Yük.Lis. Öğr. Zeynep SOYSAL**
Atatürk Üniversitesi / Mimarlık ve Tasarım Fakültesi,
zeynepsysl2@gmail.com - 0009-0009-5292-1200

**Prof. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU**
Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi
nalandemircioglu25@hotmail.com- 0000-0002-4871-1579

## ÖZET

Bu çalışma, Yeşil Görünüm İndisi (Green View Index - GVI) kavramını bibliyometrik analiz yaklaşımı ile incelemektedir. Scopus veri tabanından elde edilen veriler, VOSviewer yazılımı kullanılarak görselleştirilmiş ve GVI ile ilgili akademik yayınlar; yayın sayısı, atıf sayısı, yazarların işbirlikleri ve anahtar kelime analizi gibi ölçütlere göre değerlendirilmiştir. Bulgular, GVI üzerine yapılan akademik çalışmaların zaman içindeki eğilimlerini, öne çıkan araştırmacıları ve konuya ilişkin ana odak noktalarını ortaya koymaktadır.

Araştırma, GVI'nin kentsel sürdürülebilirlik, halk sağlığı, yürünebilirlik ve fiziksel aktivite gibi kavramlarla ilişkisini ele alarak, şehir planlamasında yeşil alanların önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, GVI ölçümlerinde derin öğrenme ve görüntü segmentasyonu gibi yapay zeka tabanlı yöntemlerin kullanımının giderek arttığı tespit edilmiştir. Bu çalışma, kentlerin doğayla entegrasyonunu güçlendirmeye yönelik stratejilere ışık tutarak, daha sürdürülebilir ve yaşanabilir kentsel çevrelerin oluşturulmasına katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Yeşil Görünüm İndisi, Yeşil Alanlar, Sokak Görüntüleri, Derin Öğrenme, Bibliyometrik Analiz.

## Abstract

This study examines the concept of Green View Index (GVI) using a bibliometric analysis approach. Data obtained from the Scopus database were visualized using VOSviewer software, and academic publications related to GVI were evaluated based on criteria such as publication count, citation count, author collaborations, and keyword analysis. The findings reveal the

trends in academic research on GVI over time, highlight prominent researchers, and identify key focus areas in the field.

The research explores the relationship between GVI and concepts such as urban sustainability, public health, walkability, and physical activity, emphasizing the significance of green spaces in urban planning. Additionally, it has been determined that the use of deep learning and image segmentation techniques in GVI measurements has been increasing. This study aims to contribute to the development of more sustainable and livable urban environments by shedding light on strategies to enhance the integration of nature into cities.

**Keywords:** Green View Index, Green Spaces, Street View Images, Deep Learning, Bibliometric Analysis.

## GİRİŞ

Parklar; kentin fiziksel, sosyal ve ekonomik yapısı ile yaşam kalitesi üzerinde önemli etkilere sahiptir. Aynı zamanda ekolojik çevre koruması, kent estetiği, eğitim, rekreasyon ve çocukların eğitimi gibi birçok boyutta katkı sağlayan alanlardır. Cheisura (2004), parkları, kent ortamının getirdiği baskıları hafifletmeye yardımcı olan rekreasyon alanları olarak tanımlamıştır. Thompson (2002) ise, parkları, farklı sosyo-ekonomik sınıflardaki insanların bir araya geldikleri ve ailelerin bütünleştiği alanlar olarak ifade etmiştir. Burke ve Ewan (1999) ise, parkların iklim düzenlemesi, toprak ve su kaynaklarının temizlenmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve kentin geneline katkı sağlama gibi ekolojik işlevleriyle önemini vurgulamaktadır (Onsekiz ve Emür, 2008).

Kentsel dokuda, farklı fonksiyonlar arasında parklar, en önemli kentsel dinlenme ve eğlenme olanakları sağlayan rekreasyon alanlarıdır. İnsanların dinlenme, eğlenme ve çeşitli sosyal etkinliklere katılma ihtiyaçlarını karşılayan ve tüm kente hizmet veren kapsamlı rekreasyon birimleri ise “Kent Parkları” olarak ifade edilmektedir. (Onsekiz ve Emür, 2008)

Kent parkları, kent üzerinde farklı işlevsellikleri olan açık mekanlardır. Bu farklı işlevsellikleri, ekosistem hizmetleri sağlayarak kentsel alanlarda yaşam kalitesini artırırlar ( Bolund ve Hunhammar, 1999 , Dahmann vd., 2010 ). Bu hizmetler, biyolojik çeşitliliğin korunması, hava ve su arıtımı, mikro iklim düzenlemesi ve karbon tutulmasını içerir ve bunlar toplu olarak kirlilik, su baskını, kentsel ısı adası etkisi gibi kentsel zorlukları hafifletmeye, gürültüyü

absorbe etmeye ve içlerinde barındırdıkları etkinlik ve hareketlilik özelliklerine göre insanların rekreasyon gereksinimlerini karşılamalarına yardımcı olur. ( Anguluri ve Narayanan, 2017 , Bahrini vd., 2017 , Bolund ve Hunhammar, 1999 , Gómez-Baggethun ve Barton, 2013 , Wolch vd., 2014 , Yu vd., 2023 , Onsekiz ve Emür, 2008). Bu ekosistem hizmetleri, yalnızca kentsel çevrenin sürdürülebilirliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda parkların kullanım biçimlerini ve bireylerin park tercihlerinde etkili olan faktörleri de şekillendirir

Park kullanımını ve park tercihlerini araştıran önemli bir literatür bulunmaktadır. Literatürde park tercihlerini açıklamada rol oynayan çeşitli tekrar eden nitelikler vardır; bunlar boyut, mesafe, yeşil alan türü ve yoğunluğu, tesisler, diğer insanlar, bakım ve gürültüdür. Boyut ve erişilebilirlik arasında bir denge olduğu, daha büyük ve daha yakın parkların tercih edildiği bulunmuştur (Brown, 2008). Bununla birlikte, sakinler evlerinden bir kilometre uzaklıkta en az 0,3 hektarlık bir parka erişebildiği sürece boyut ve mesafe daha az önemlidir (Nordh vd., 2009). Kent parklarının çok önemli tercih nedenlerinden bir diğeri ise yeşil alanlardır. Çalılar ve çiçekler yerine çimen ve ağaçların tercih edildiğini (Nordh vd., 2009 , Nordh vd., 2011) ve bitki örtüsünün yoğunluğunun orta olması gerektiğini, yani çok yoğun veya çok açık olmaması gerektiğini göstermiştir (Bjerke vd., 2006, Gao vd., 2019 , Jorgensen vd., 2002) .

Kişisel özellikler de parklara yönelik tercihleri etkileyebilir. Yaşın tercihlerde ve park kullanımında rol oynayabileceği, 35 ila 50 yaş arasındaki insanların bir parkı en sık ziyaret ettiği bulunmuştur (Nordh vd., 2011, Buchel ve Frantzeskaki, 2015). Dahası, daha yüksek eğitimli kişilerin yeşil alanları daha çok takdir ettiği gösterilmiştir (Bjerke vd., 2006, Jim ve Chen, 2006).

Kent parklarının çok yönlü işlevlerinin yanı sıra parklardaki yeşil alanların yoğunluğu, kentsel yaşam kalitesini artırmada kritik bir rol oynamaktadır. Çalışmalar, insanların yaşam ortamlarındaki yeşil alanların, insanların algılanan genel sağlıkları ile olumlu bir ilişkiye sahip olduğunu göstermiştir (Ali vd., 2023, Jabbar vd., 2022, Tzoulas vd., 2007, van den Berg vd., 2015). Bu alanlar, çevresel tehditleri (örneğin hava kirliliği, gürültü, mikro iklim düzensizliği ve yağmur suyu akışı) azaltarak, rekreasyonel fırsatlara erişim sağlayarak ve sosyal uyumu kolaylaştırarak fiziksel ve ruhsal sağlığı iyileştirir (Daniel vd., 2012, Ho Huu vd., 2018, Li vd., 2023, Liu vd., 2021 , Muluneh ve Worku, 2022 ). Yeşil alanların kaygı, depresyon ve diğer ruh sağlığı bozukluklarının semptomlarını azaltarak ruh sağlığı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu gösterilmiştir (Ali vd., 2022). Yeşil alanların bireyler ve toplum üzerindeki olumlu etkilerini anlamanın yanı sıra, bu alanların doğru bir şekilde ölçülmesi de büyük önem

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

taşımaktadır. Bu nedenle, parkların yeşil alan varlığını belirlemek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır.

Bu yöntemlerden biri, yeşil doku indeksinin hesaplanmasında yaygın olarak kullanılan NDVI (Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi) yöntemidir. NDVI bir arazi üzerinde yeşil alanların ne yoğunlukta bulunduğunu hesaplamak için kullanılan bir yöntemdir (Schinasi vd., 2018). Ancak NDVI kullanılarak yayaların yürüyüş aktiviteleri ile yeşil doku indeksinin ilişkilendirilmesi bazı hesaplama yanılgılarına sebebiyet verebilmektedir. Bu yanılgılardan birincisi ağaçların gölge alanları altında kalan insan görüş açısı içerisinde yer alan yeşilliklerin üst görünüşten görülememesidir; ikinci yanılgı ise dağ yeşillikleri gibi insanların günlük hayatta ulaşımlarının kolay olmadığı yeşil dokuyu da hesaplamaya katmasıdır (Ki ve Lee, 2021). Bu nedenlerle NDVI yöntemiyle, yayaların maruz kaldıkları gerçek yeşil doku indeksinin doğru hesaplanamadığı düşünülmüştür (Cho vd., 2010). NDVI yönteminin doğurduğu yanılgıları ortadan kaldıran ve yayaların maruz kaldığı gerçek yeşil dokuyu hesaplamak için son yıllardaki çalışmalarda GVI (Green View Index – Yeşil Görünüm İndisi) kullanılmaktadır.

GVI insan görüş açısı içerisindeki görünür yeşilliği değerlendiren bir ölçüdür, bu ölçü belirli bir pozisyonda duran kişinin görüş açısı içerisinde ne kadar yeşil doku görebildiğini ölçer (Ki ve Lee, 2021). GVI'nın insan görüş açısı düzeyinde yeşil doku indeksinin hesaplanmasındaki önemi tespit edilmiş olmasına rağmen GVI hesaplamak için kullanılan yöntemler saha araştırması yapmak gibi geleneksel yöntemlerle sınırlı kalmıştır (Takano vd., 2002). GVI'nın hesaplanmasında eldeki bir görüntüdeki yeşil piksellerin tüm piksellere oranına bakmak yanıltıcı olacaktır. Örneğin, herhangi bir resimde yer alan yeşil bir taşıta ait pikseller de bu tür bir sınıflandırma neticesinde yeşil alan olarak işaretlenecek ve GVI'nın yanlış hesaplanmasına yol açacaktır. Bu problemin önüne geçmek için bitkilere ait yeşil piksellerin doğru şekilde belirlenip segmente edilmesine ihtiyaç vardır. Bu ise eğitilmiş bir segmentasyon modeli aracılığıyla başarılabilir.

Son yıllardaki gelişmelerle beraber Derin Öğrenme'ye dayalı modeller birçok konuda üstün başarılar göstermişlerdir. Derin Öğrenme insan beyninden esinlenmiş olan ve insan beyni gibi algılama ve karar verme özelliği sergileyen bir makine öğrenimi yöntemidir (Yılmaz ve Yayın 2021). Özellikle Konvolüsyonel Sinir Ağlarının (Convolutional Neural Network - CNN) tanıtılmasından bu yana sınıflandırma, nesne algılama, görüntü segmentasyonu vb. alanlarda bu yaklaşımı temel alan modeller insan performansını geride bırakmış durumdadır. Çok yüksek

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

hesaplama gücü sağlayan gelişmiş donanımların yardımıyla, bu sinir ağı modelleri birçok alanda gerçek zamanlı işlem yapabilme kabiliyetine de ulaşmıştır.

Görüntü segmentasyonu veya bölütleme, görüntüdeki her pikseli belirli bir kategoriye atama işlemidir. Birkaç tür görüntü segmentasyon yöntemi olmasına rağmen, Derin Öğrenme alanında en sık karşılaşılan segmentasyon türleri semantik (anlamsal) ve örnek (instance) segmentasyondur. Semantik segmentasyonda, belirli bir sınıfa ait bir nesnenin her pikseline aynı etiket/renk değeri verilmekteyken örnek segmentasyonda, bir sınıftaki her ayrı nesne için ayrı bir etiket/renk değeri verilmektedir.

Bu çalışma kapsamında, Yeşil Görünüm İndisi (GVI) kavramını bibliyometrik analiz yöntemiyle inceleyerek, bu kavramın kentsel sürdürülebilirlik, halk sağlığı, yürünebilirlik ve fiziksel aktivite gibi kritik alanlarla olan ilişkilerini ortaya koymaktır. Aynı zamanda, GVI ölçümlerinde derin öğrenme ve görüntü segmentasyonu gibi yapay zeka tabanlı yöntemlerin kullanımını analiz ederek, şehir planlamasında yeşil alanların önemini vurgulamaktır. Bu sayede, şehirlerin doğa ile entegrasyonunu artırmaya yönelik stratejiler geliştirilmesine katkı sağlanması hedeflenmektedir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, GVI (Green View Index – Yeşil Görünüm İndeksi) kavramını incelemek için bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmıştır. Bibliyometrik analiz, bilimsel literatürdeki yayınların sayısal verilerini analiz ederek disiplinler arası ilişkileri, eğilimleri ve etkileşimleri anlamak için kullanılan bir yöntemdir (Farooq, 2024, Donthu vd.,). Bibliyometrik analiz, bilimsel literatürdeki yayınların niceliksel ve niteliksel özelliklerini inceleyen bir araştırma yöntemidir. Bu yöntem, bilimsel yayınların içeriğini, yayınlanma sıklığını, yayınlanma tarihlerini, atıf sayılarını ve yayıncıları gibi çeşitli özelliklerini analiz ederek disiplinler arası ilişkileri, eğilimleri ve etkileşimleri belirlemeyi amaçlamaktadır (Ellegaard, 2018). Bibliyometrik analiz, araştırmacılara belirli bir konu veya disiplindeki bilimsel gelişmeleri anlamak, önemli araştırma eğilimlerini belirlemek ve araştırma alanlarını tanımlamak için kullanılmaktadır. Bibliyometrik analiz, bilimsel araştırmalardaki önemli trendleri ve ilişkileri belirlemek için güçlü bir araçtır. Bibliyometrik analiz genellikle aşağıdaki adımları içerir (Ellegaard, 2018, Donthu vd., 2021).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

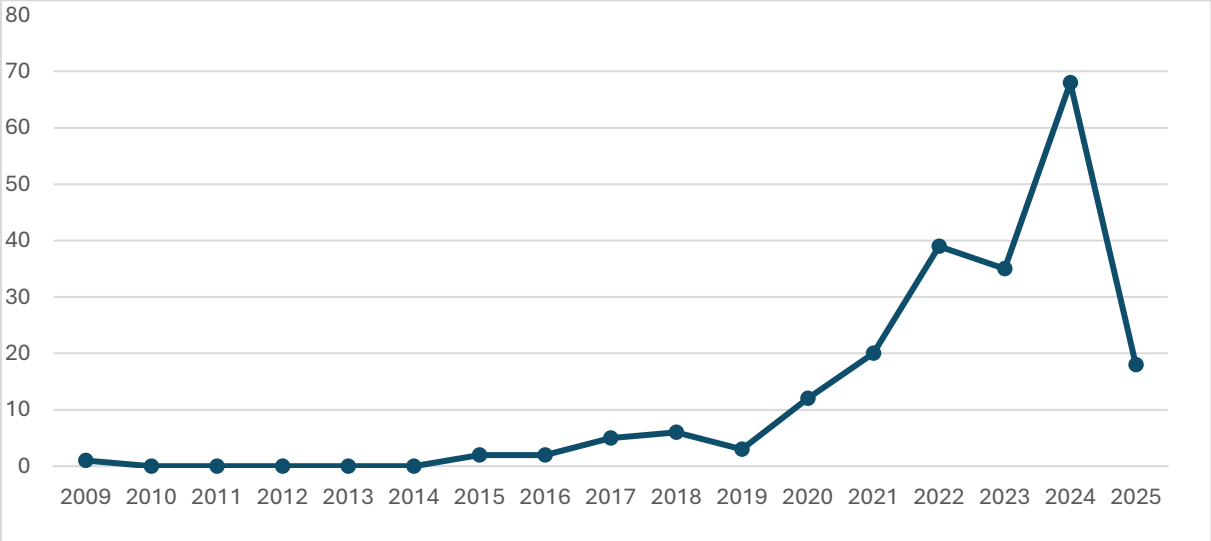
Bibliyometrik analiz, bilimsel araştırma ve akademik gelişmeler hakkında genel bir bakış elde etmek için önemli bir araçtır ve literatürdeki değişen trendleri ve dinamikleri anlamak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu analiz, sadece belirli bir disiplindeki çalışma alanını sınırlamak yerine disiplinlerarası bir bakış açısıyla ele alınabilir (Ho ve Wang, 2020).

Bu çalışmada bibliyometrik analiz, Scopus veri tabanı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Scopus'un tercih edilme nedeni, geniş bir akademik yelpazeyi kapsaması ve güvenilir kaynaklara erişim sağlamasıdır. Bibliyometrik analiz, araştırmacıların bilgi birikimini değerlendirmesine, yeni araştırma alanlarını keşfetmesine ve araştırma stratejilerini belirlemesine yardımcı olmaktadır. Elde edilen verilerin işlenmesinde, bibliyometrik analizlerde yaygın olarak kullanılan bir görselleştirme aracı olan VOSviewer programı kullanılmıştır. Bu program, bilimsel literatürdeki makaleleri, yazarları, kurumları ve konuları analiz etmek ve görselleştirmek için geliştirilmiştir. VOSviewer, kullanıcıların büyük veri kümelerini keşfetmesine, anlamlandırmasına ve görselleştirmesine olanak tanımaktadır (Akbaş, 2024).

Scopus üzerinden yapılan arama bağında sınırlı bir alan içinde uygun bir makale dizini oluşturulmuştur. Bu aramada, belirtilen anahtar kelimelerin başlık, özet ve anahtar kelime alanlarında yer alan yayınlar seçilmiştir. Ayrıca, yayınların yayın tarihi, yazarlar, enstitüler, ülkeler ve diğer bibliyometrik veriler toplanmıştır. Bu sınırlı arama bağında, ilgili literatürün belirli bir bağlamda nasıl geliştiği ve araştırma trendlerinin bu bağlamda nasıl değiştiği elde edilen bulgularla gösterilmiştir. Çalışma konusu ile ilgili anahtar kelimeler belirlenmiş ve bu anahtar kelimelerle Scopus veri tabanında arama yapılmıştır. Arama kriterleri, belirli bir tarih aralığı ve belirli bir yayın türünü (örneğin, makaleler, konferans bildirileri) içermektedir. 2009-2025 tarih aralığında yapılan arama sonucunda 211 akademik çalışmaya ulaşılmıştır. Bibliyometrik analiz, yayın sayısı, atıf sayısı, h-indeksi, yazarların kurumsal ilişkileri ve anahtar kelime analizi gibi çeşitli metrikleri içermektedir. Bu metodoloji ile yapılan çalışmanın kapsamlı bir bibliyometrik analizi gerçekleştirilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## BULGULAR

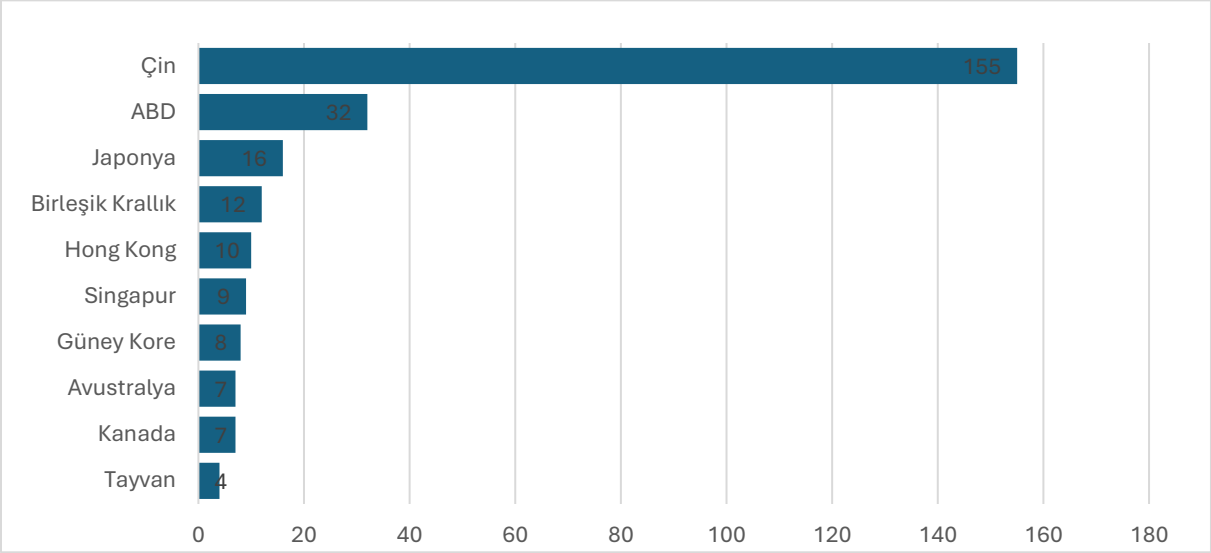



Görsel 1. Yayın Sayılarının Ülkelere Göre Dağılımı (2009-2025)

Kaynak: Scopus, https://www.scopus.com, Scopus Verileri Kullanılarak Oluşturulmuştur.

Görsel 1'deki verilere göre, yıllara göre yayın sayılarında belirgin bir değişim gözlemlenmektedir. 2009 yılında sadece bir yayın mevcuttur. 2010 yılından itibaren 2014 yılına kadar yayın sayısının sıfır olduğu görülmektedir. Bu dönem, araştırma konularının henüz popüler olmadığı veya bu alanlardaki araştırmaların sınırlı olduğu bir dönemi işaret etmiştir. Sadece 2015, 2016, 2017, 2018 ve 2019 yıllarında yayın sayılarında küçük artışlar gözlenmektedir. Bu dönem, konulara olan ilginin yavaş yavaş arttığı ancak henüz geniş çapta araştırma yapılmadığı bir dönemi temsil etmektedir. 2020-2022 döneminde yayın sayılarında yavaş bir artış olduğu görülmektedir. 2020 yılında 12, 2021'de 20 ve 2022'de 39 yayın bulunmaktadır. Bu artış, bu konulara yönelik akademik ilginin başladığını ve yavaş yavaş artmaya başladığını göstermektedir. 2023'te bu sayı 35'e düşmektedir. Ancak 2024'te 68 yayın ile önemli bir artış vardır. Bu dönem, araştırma konularının popülerliğinin arttığını ve daha fazla akademik çalışma yapılmıştır. Bu artış, konuların öneminin anlaşılması ve daha fazla araştırma fonunun ve akademik ilginin bu alanlara yönelmesiyle açıklamak mümkündür.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




Görsel 2. Yıllara Göre Yayın Sayılarındaki Değişimler (2009-2025)

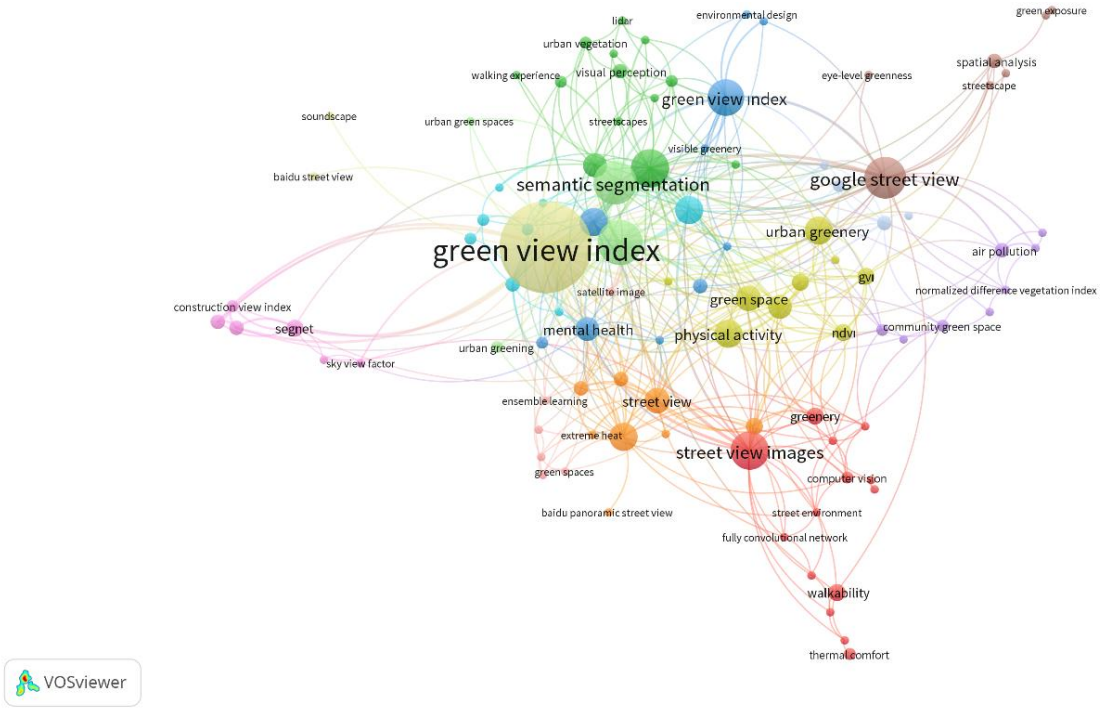
Kaynak: Scopus, https://www.scopus.com, Scopus Verileri Kullanılarak Oluşturulmuştur.

Görsel 2'deki grafiğe göre, çeşitli ülkelerdeki üniversitelerin, araştırma kurumlarının ve fon kaynaklarının GVI (Green View Index – Yeşil Görünüm İndisi) kapsamında yaptığı çalışmaları göstermektedir. GVI, bir bölgedeki yeşil alanların görünürlüğünü ölçen bir endeks olup, şehirlerin doğa ile entegrasyonunu ve yaşam kalitesini değerlendirmede önemli bir göstergedir.

Çin (155 adet yayın), bu konularda en fazla yayını olarak öne çıkmakta, şehirlerdeki yeşil görünüm oranlarını artırmaya yönelik geniş çaplı projeler yürüttüğünü ortaya koymaktadır. Özellikle uydu görüntüleri, yeşil koridorlar ve kentsel ekosistem analizleri gibi çalışmalarla Çin, sürdürülebilir şehirleşme hedeflerine öncülük etmektedir. ABD (32 adet yayın), ikinci sırada yer alırken parklar, doğal koruma alanları ve şehir içi yeşil koridorlar üzerine yoğunlaşmaktadır. Japonya (16 adet yayın) ise özellikle kompakt şehirlerde çatı bahçeleri, dikey yeşil alanlar ve kentsel ormanlar gibi projeleriyle dikkat çekmektedir. Birleşik Krallık (12), Hong Kong (10), Singapur (9), Güney Kore (8), Avustralya (7), Kanada (7) ve Tayvan (4) gibi ülkeler ise özellikle yoğun şehirleşmiş bölgelerde yeşil görünümü artırmaya yönelik çözümler üretmektedir. Özellikle Hong Kong, Singapur ve Güney Kore gibi şehir devletleri, dikey bahçeler, yeşil çatılar ve kent içi mini ormanlar gibi yenilikçi uygulamalarla öne çıkmaktadır. Bu tablo, şehirlerin ekolojik görünümü, sürdürülebilirlik ve doğa ile entegrasyon

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

konularındaki kritik rolünü ortaya koymakta, ülkelerin farklı ölçeklerdeki yaklaşımlarını ve yeşil şehirleşme stratejilerini gözler önüne sermektedir.




Görsel 3. Anahtar Kelime Ağı Analizi

Kaynak: Vosviewer programında analiz edilmiştir.

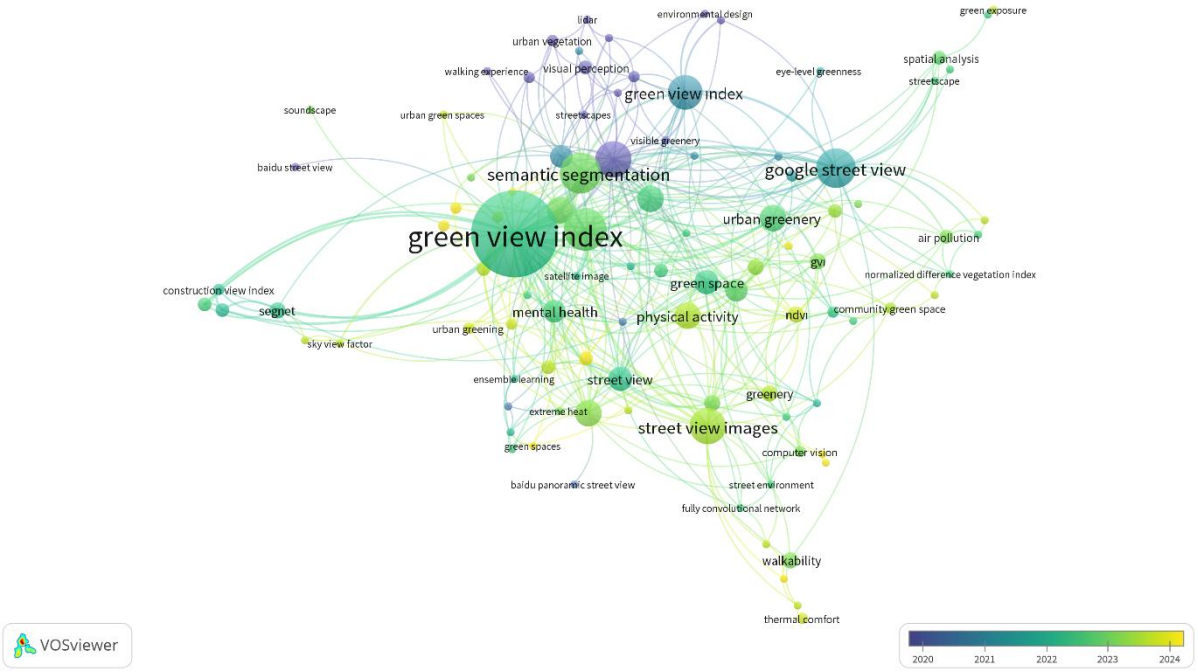
Görsel 3’de görüldüğü üzere, 2009-2025 yılları arasında yapılan bibliyometrik analiz, "Green View Index" (Yeşil Görünüm Endeksi) kavramının akademik literatürde nasıl konumlandığı ve hangi diğer anahtar kelimelerle ilişkilendirildiği incelenmektedir.

Kırmızı kümeye dahil olan anahtar kelimeler arasında "street view images" (sokak görüntüleri) bulunmaktadır. Bu tema, sokaklardan çekilen görsellerdeki yeşil alan yoğunluğu üzerine yapılan inceleme konularına odaklanmaktadır. Bu kümedeki anahtar kelimelerin sıkça birlikte kullanılması, bu konuların birbirine ne kadar bağlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca, “walkability” (yürünebilirlik) gibi kelimeler de bu kümede yer almakta olup, yeşil alan yoğunluğuna göre yürünebilirlik algısı üzerindeki önemine vurgu yapmaktadır. Kahverengi kümeye dahil olan anahtar kelimeler arasında "Google Street View" (sokak görüntüleri) bulunmaktadır. Bu küme, Google Street View'den alınan görseller kullanılarak yeşil alan yoğunluğunun ölçülmesine odaklanmaktadır. "spatial analysis" (mekânsal analiz) gibi kelimeler, GSV’nin yalnızca bir harita görüntüsü değil, aynı zamanda şehirlerin fiziksel ve sosyal yapısını analiz etmek için değerli bir veri kaynağı olduğunu vurgular. Yeşil kümeye dahil olan anahtar kelimeler arasında “semantic segmentation” (anlamsal bölütleme) bulunmaktadır. Bu tema, görüntülerdeki yeşil alanları (ağaçlar, çimenler, çalılar) diğer nesnelerden ayırmak

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

amacıyla kullanılır ve böylece görseldeki yeşil alanları, yollar, binalar veya araçlar gibi diğer unsurlardan ayrıştırır. Bu süreç, özellikle yeşil görünüm oranının (GVI) hesaplanması ve analiz edilmesi gibi çalışmalarda önemli bir rol oynar. Turuncu kümeye dahil olan anahtar kelimeler arasında “machine learning” bulunmaktadır. Bu küme, görüntülerdeki yeşil alanları otomatik olarak tespit etme, sınıflandırma ve analiz etme üzerine odaklanmaktadır. Sarı kümeye dahil olan kelimeler arasında "physical activity" (fiziksel aktivite) bulunmaktadır. Bu küme, insanların ağaçlıklı yollar, parklar ve doğal yürüyüş rotaları, fiziksel aktivite üzerinde etkisinin olup olmadığını incelemektedir.

Mor kümeye dahil olan anahtar kelimeler arasında Green View Index (GVI) yer almakta olup, bu tema yeşil alan yoğunluğuna odaklanmaktadır. Bu küme, diğer kümelerle yoğun işbirliği içinde olup, sıkı bir çalışma ilişkisi sergilemektedir. Diğer kümelerin merkezinde bulunan “street view images”, “google street view”, “semantic segmentation”, “machine learning” ve “physical activity” gibi anahtar kelimeler ön plana çıkmakta, GVI bu kavramlarla birlikte kullanılarak yeşil görünüm oranının hesaplanması ve fiziksel aktiviteyle ilişkisi gibi konulara vurgu yapılmaktadır.




Görsel 4. Akademik Çalışmalarda Yıllara Göre Anahtar Kelime Analizi

Kaynak: Vosviewer programında analiz edilmiştir.

Görsel 4’de görüldüğü üzere, 2009-2025 yılları arasında gerçekleştirilen akademik çalışmalarda kullanılan anahtar kelimelerin yıllara göre değişimini ve bu anahtar kelimeler arasındaki ilişkileri göstermektedir. Renkler, belirli anahtar kelimelerin hangi dönemlerde daha

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

yoğun olarak kullanıldığını ifade etmektedir. Haritanın sağ alt köşesindeki renk skalası, mavi (2020) ile sarı (2024) arasında değişen renk tonları ile yılları temsil etmektedir.

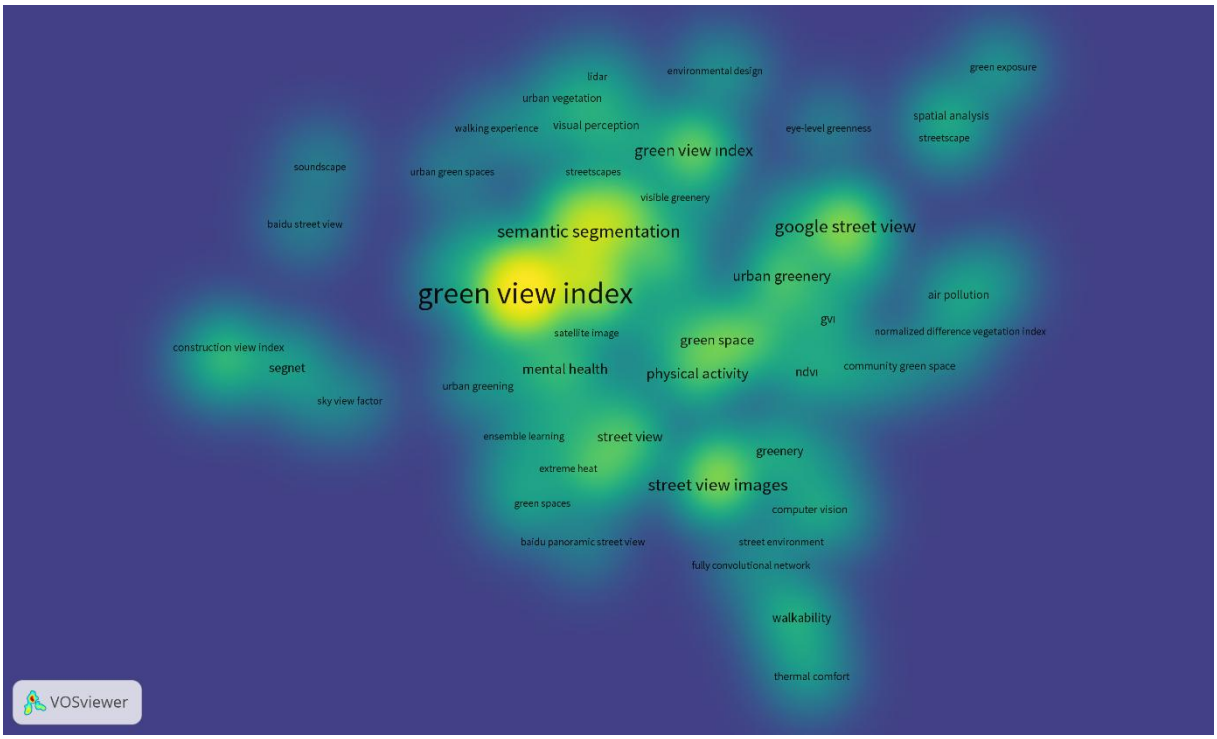
Haritadaki anahtar kelime dağılımı ve eğilimler incelendiğinde;

• Green View Index (Yeşil Görünüm İndisi): Green view ındex terimi, haritanın merkezi ve en büyük düğümü olarak dikkat çekmektedir. Bu terim, genel olarak 2020-2024 yılları arasında sürekli bir ilgi görmüş ve diğer birçok anahtar kelime ile güçlü bağlantılar kurmuştur. Yeşil Görünüm İndisi, Şehirdeki parklar, bahçeler ve yeşil koridorların görünüm oranlarını analiz etmede kritik bir kavram olarak öne çıkmaktadır.

• Street View Images (Sokak Görünüm Resimleri): Sokak görünüm, yeşil görünüm indisi ile yakından ilişkili olup 2022-2024 yılları arasında özellikle yaygın olarak kullanılmıştır.

• Google Street View (Google Sokak Görünümü): Google Sokak Görünümü, 2021-2024 yılları arasında önemli bir araştırma konusu olmuştur.

• Semantic Segmentation (Anlamsal Bölütleme): Anlamsal bölütleme, 2023-2024 yılları arasında önemli bir araştırma konusu olmuştur. Derin Öğrenme modellerin gelişimi, segmentasyon doğruluğunu artırmıştır.



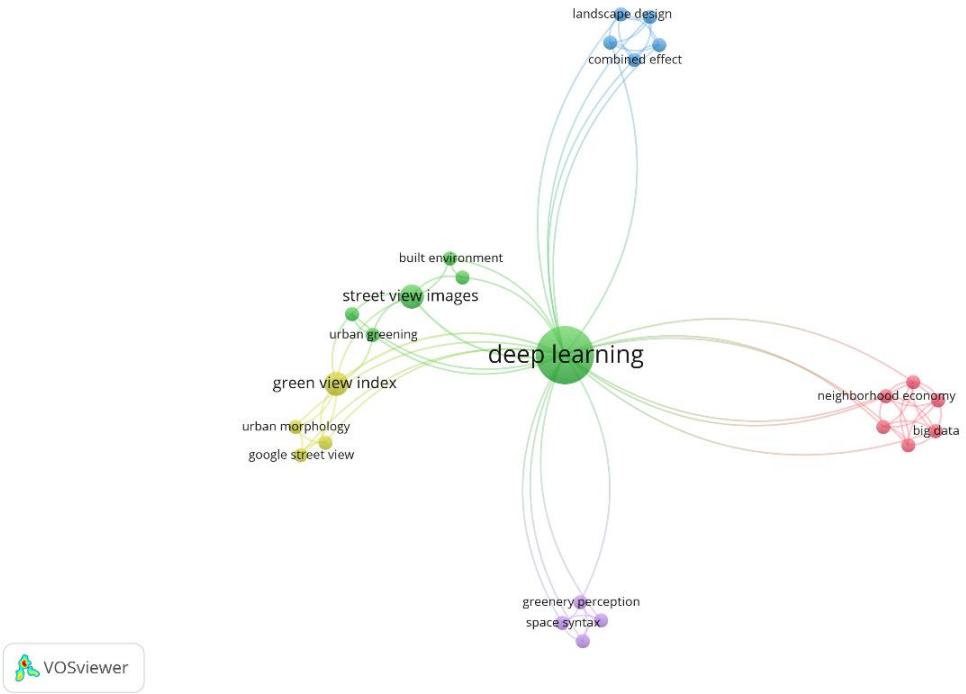

Görsel 5. Akademik Çalışmalarda Yoğunluk Haritası

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Kaynak: Vosviewer programında analiz edilmiştir.

Görsel 5'te görüldüğü üzere, yoğunluk haritası ve anahtar kelime verileri, akademik çalışmaların tematik alanlarını ve bu alanlardaki yoğunlukları göstermektedir. Yoğunluk haritası, belirli anahtar kelimeler etrafında akademik çalışmaların nasıl kümelendiğini ve hangi konuların daha fazla araştırma ilgisi gördüğünü ortaya koyar. Green View Index terimi, haritanın merkezinde yoğun bir şekilde yer almakta ve birçok ilgili terimle bağlantı kurmaktadır. Street View Images (Sokak Görünüm Resimleri), Physical Activity (Fiziksel Aktivite), Semantic Segmentation (Anlamsal Bölütleme), Machine Learning (Makine Öğrenimi)" gibi terimler bu merkeze yakın ve yoğun bir şekilde yer almaktadır. Deep learning (Derin Öğrenme) ve Greenness (Yeşillilik) gibi terimler sıkça geçmekte ve yeşil görünüm idisi kavramıyla yakından ilişkili bulunmaktadır. Walkability (Yürünebilirlik), Accessibility (Erişilebilirlik) gibi konular, GVI çalışmalarının önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Bu bulgular, akademik çalışmaların hangi alanlara yoğunlaştığını ve bu alanlarda hangi temaların öne çıktığını gösterir. Yeşil görünüm idisi, yeşil alan yoğunluğu, derin öğrenme ve fiziksel aktivite gibi konular, akademik araştırmalarda önemli bir yer tutmaktadır. Bu veriler, akademik çalışmaların yönlendirilmesi ve yeni araştırma konularının belirlenmesi açısından değerli bilgiler sunmaktadır.




Görsel 6. Eğilim Analizi

Kaynak: Vosviewer programında analiz edilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Görsel 6'da görüldüğü üzere, 2020-2025 yılları arasında yapılan bibliyometrik analiz, "Green View Index" (Yeşil Görünüm Endeksi) ve "Deep Learning" (Derin Öğrenme) anahtar kelimeler birleştirerek bu iki konunun akademik çalışmaların eğilimlerini incelenmiştir. Bu verilere dayanan eğilim analizi, belirli dönemlerde hangi konuların öne çıktığını ve araştırma alanlarındaki değişimleri ortaya koymaktadır. Akademik çalışmaların yıllar içinde giderek arttığı, özellikle 2022 ve 2024 yıllarında önemli bir yükseliş yaşandığı gözlemlenmektedir.

Görselde, "deep learning" (derin öğrenme) kavramı merkezi bir konumda yer almakta ve farklı disiplinlerle olan etkileşimleri gözler önüne serilmektedir.

Ağdaki yeşil kümelenme, derin öğrenmenin şehircilik ve çevresel analizler ile olan ilişkisini göstermektedir. Bu bağlamda, "street view images" (sokak görünümü görüntüleri), "green view index" (yeşil görünüm endeksi), "urban greening" (kentsel yeşillendirme) ve "built environment" (yapılı çevre) gibi terimler öne çıkmaktadır. Bu durum, derin öğrenmenin kentsel planlama, çevresel sürdürülebilirlik ve mekânsal analizler için kullanılabileceğini göstermektedir.

Mavi kümelenme, "landscape design" (peyzaj tasarımı) ve "combined effect" (bileşik etki) gibi terimlerle, derin öğrenmenin peyzaj tasarımı ve çevresel düzenlemelerdeki rolünü vurgulamaktadır. Bu, yapay zekâ tabanlı modelleme tekniklerinin, kentsel ve doğal alanların estetik ve fonksiyonel tasarımına katkıda bulunabileceğini göstermektedir.

Kırmızı kümelenme, "big data" (büyük veri) ve "neighborhood economy" (mahalle ekonomisi) gibi anahtar kelimelerle, derin öğrenmenin ekonomik ve sosyal analizlerdeki uygulamalarını göstermektedir. Bu bağlantılar, derin öğrenmenin mahalle ölçeğinde ekonomik dinamikleri analiz etmek ve büyük veri ile mekânsal değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek için kullanıldığını göstermektedir.

Mor kümelenme, "greenery perception" (yeşillik algısı) ve "space syntax" (mekân dizimi) gibi terimlerle, mekânsal algı ve çevresel biliş ile derin öğrenme arasındaki bağlantıyı ortaya koymaktadır. Bu, yapay zekânın kentsel mekânların algılanışını ve kullanıcı deneyimlerini anlamada nasıl kullanılabileceğini göstermektedir.

Genel olarak, bu analiz derin öğrenme ile "Green View Index" (Yeşil Görünüm Endeksi) çok disiplinli bir yaklaşım içinde kullanıldığını ve şehircilikten sosyal bilimlere kadar geniş bir yelpazede akademik araştırmalarda önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## SONUÇ

Bu çalışmada, Yeşil Görünüm İndisi (GVI) kavramı, bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmiş ve bu kavramın diğer kavramlarla olan ilişkisi ortaya konulmuştur. Bu kavram şehirlerin daha sürdürülebilir hale gelmesindeki kritik rolü ortaya konulmuştur. Analiz sonuçları, GVI'nin özellikle şehirdeki yaygınlığı, yoğunluğu sürdürülebilirlik ve halk sağlığı gibi alanlarda önemli bir gösterge olduğunu göstermektedir. Ayrıca GVI'nin fiziksel aktivite, yürünebilirlik (yürünebilirlik) ve erişilebilirlik (erişilebilirlik) gibi kavramlarla olan güçlü birleşimi, şehirlerin yaşanabilirlik oluştuğunda temel bir şekilde ortaya çıktığı ortaya çıkıyor.

Çalışmanın yöntem kısmında, Scopus veri tabanından elde edilen bibliyometrik veriler VOSviewer yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Bu yöntemle, Yeşil Görünüm İndisi konularındaki araştırma eğilimleri, yazarların işbirliği ağları, atıf analizleri ve anahtar kelime analizleri yapılmıştır. Bulgular kısmında, özellikle 2020-2024 yılları arasında Yeşil Görünüm İndisi konusunda yapılan yayın sayılarında ciddi bir artış olduğu görülmektedir. Bu durum, bu alanların akademik dünyada giderek artan bir öneme sahip olduğunu göstermektedir. Analiz sonuçlarına göre, "Yeşil Görünüm İndisi" kavramı literatürde merkezi bir tema olarak yer almakta, derin öğrenme, anlamsal bölütleme ve fiziksel aktivite konularıyla yakından ilişkili bulunmaktadır. Ortak yazar analizi, belirli araştırma gruplarının bu konular etrafında güçlü işbirlikleri kurduğunu, ancak yüksek atıf alan yazarların her zaman geniş işbirliği ağlarına sahip olmadığını göstermiştir. Bu bulgular, bilimsel işbirliklerinin niteliğinin, akademik etki üzerinde önemli bir rol oynadığını ortaya koymuştur. Ortak yazar analiz sonucu, belirli araştırma gruplarının veya projelerin etrafında güçlü işbirliklerinin kurulduğunu göstermiştir. Öne çıkan yazarlar arasında Wang, Shiyi, Wang, Ruoyu, Ta, Na, Yao, Yao ve Huang, Bo isimler, kendi kümelerinde merkezi figürler olarak belirlenmiştir. Bu yazarların geniş işbirliği ağlarına sahip olmaları, alanlarında lider konumda olduklarını ve birçok projede aktif rol aldıklarını ortaya koymaktadır. Analiz sonucunda, araştırmacılar arasındaki işbirliklerinin artırılması ve bilimsel çıktının iyileştirilmesi için önemli ipuçları elde edilmiştir. Bu tür analizler, araştırma topluluklarının yapısını ve dinamiklerini anlamak açısından değerlidir.

Ülkelerin atıf analizi, belirli ülkelerin Yeşil Görünüm İndisi konusundaki araştırma yoğunluğunu ve etkisini göstermektedir. Çin ve ABD gibi ülkeler, bu konularda liderlik ederken, Japonya ve Birleşik Krallık gibi ülkeler de önemli katkılar sağlamaktadır. Bu ülkeler arasında sıkı işbirlikleri ve yüksek bilimsel etkileşimler olduğu görülmüştür.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Eğilim analiz sonuçları, yıllar içinde Yeşil Görünüm İndisi (Green View Index - GVI) artan araştırma faaliyetlerini ve yayın sayılarını ortaya koymaktadır. Özellikle 2020-2024 döneminde, bu alanlardaki yayın sayılarında belirgin bir artış gözlemlenmiştir. Bu durum, Yeşil Görünüm İndisi konusu akademik dünyada giderek artan bir öneme sahip olduğunu göstermektedir. Yoğunluk haritası, belirli konulardaki araştırma yoğunluğunu ve yazarların işbirliği ağlarını görselleştirmiştir.

Ortak yazar analizi, ülkelerin atıf analizi ve eğilim analizi gibi çeşitli yöntemler kullanılarak elde edilen veriler, Yeşil Görünüm İndisi konusundaki akademik çalışmalara kapsamlı bir bakış sağlamaktadır. Gelecekteki çalışmaların, Yeşil Görünüm İndisi arasındaki dinamikleri daha derinlemesine inceleyerek, şehirlerin daha güvenli ve sürdürülebilir bir şekilde gelişmesine katkı sağlayacak stratejiler geliştirmesi önem arz etmektedir. Yeşil Görünüm İndisi konusunda yapılan akademik çalışmalar, son yıllarda artan bir ilgi görmüş ve bu alanlarda çeşitli eğilimler ve odak noktaları belirlenmiştir. Bu çalışmalarda sıklıkla ele alınan konular ve eğilimler şunlardır: Yeşil Görünüm İndisi kavramı, yeşil alan yoğunluğunun hesaplanmasındaki çalışmaları ile yakından ilişkilidir ve 2020-2024 yılları arasında sürekli bir ilgi görmüştür.

Gelecekteki çalışmalar için önerilen bazı yeni araştırma alanları ve stratejiler şunlardır: Yeşil Görünüm İndisi (Green View Index - GVI) çalışmalarında gelecekteki araştırmalar için çeşitli yeni alanlar ve stratejiler önerilmektedir. Öncelikle, GVI'nin halk sağlığı ile ilişkisi derinlemesine incelenebilir. Özellikle, yeşil görünümün bireylerin zihinsel sağlığı üzerindeki etkileri, stres düzeyi, depresyon oranları ve yaşam memnuniyeti gibi unsurlar araştırılabilir. Ayrıca, fiziksel sağlık açısından obezite, kalp hastalıkları ve genel yaşam kalitesi ile olan bağlantıları değerlendirilebilir. Şehir planlaması ve iklim değişikliği bağlamında ise, GVI'nin sürdürülebilir kentleşme süreçlerine katkısı, kentsel ısı adası etkisini azaltmadaki rolü ve karbon emilimi üzerindeki etkileri araştırılabilir. Bu çalışmalarda teknolojik araçların kullanımı büyük önem taşımaktadır. Uydu görüntüleri, drone teknolojileri ve yapay zeka destekli analizler, GVI ölçümlerini daha hızlı ve doğru hale getirebilirken, Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) kullanımı, yeşil görünümün mekansal dağılımını inceleme ve planlamada yardımcı olabilir. Ayrıca, büyük veri analitiği ile sosyal medya veya topluluk kaynaklı veriler üzerinden toplumun GVI algısı değerlendirilebilir. Sosyal eşitlik bağlamında, farklı sosyo-ekonomik grupların yeşil alanlara erişim adaleti incelenmeli, düşük GVI'ye sahip bölgelerde yeşil görünüm oranını artırmaya yönelik kentsel dönüşüm projeleri geliştirilmelidir. Toplumun katılımını teşvik etmek için yerel halkın planlama süreçlerine dahil edilmesi önemlidir. Eğitim

ve toplum üzerindeki etkiler açısından, okul çevresindeki yeşil görünümün öğrencilerin akademik başarıları ve dikkat seviyeleri üzerindeki etkisi araştırılabilir. Ayrıca, toplumda doğa bilincini artırmaya yönelik farkındalık kampanyaları düzenlenebilir. Son olarak, politika ve yönetim stratejileri kapsamında, GVI için standart ölçüm kriterleri belirlenmeli, kamu-özel sektör iş birlikleri teşvik edilmeli ve yeşil altyapı yatırımları desteklenmelidir. Bu öneriler, GVI'nin şehirlerin sürdürülebilirliğini artırmada, toplum sağlığını iyileştirmede ve yaşam kalitesini yükseltmede önemli bir araç haline gelmesini sağlayacaktır.

## KAYNAKÇA

Akaraci, S., Feng, X., Suesse, T., Jalaludin, B. ve Astell-Burt, T. (2022). Avustralya, Sidney Metropol Alanı'nda yeşil alan, hava kirliliği ve doğum ağırlığı arasındaki ilişkiler. *Kentsel Ormancılık ve Kentsel Yeşillendirme* , *76* , 127726.

Akbaş, İ. (2024). Dirençli kent bağlamında kentsel dönüşüm ve toplumsal dirençliliğin incelenmesi: bibliyometrik bir analiz. *19(43)*, 425-462.

Anguluri, R. ve Narayanan, P. (2017). Kentsel planlamada yeşil alanın rolü: Akıllı şehirlere doğru bakış. *Kentsel Ormancılık ve Kentsel Yeşillendirme* , *25* , 58-65.

Bahrini, F., Bell, S. ve Mokhtarzadeh, S. (2017). Parkların dağılımı ve kullanım kalıpları ile şehir düzeyinde mekansal erişilebilirlikleri arasındaki ilişki: Tahran, İran'dan bir vaka çalışması. *Kentsel Ormancılık ve Kentsel Yeşillendirme* , *27* , 332-342.

Bjerke, T.; Østdahl, T.; Thrane, C.; Strumse, E. Kentsel parkların bitki yoğunluğu ve rekreasyon için algılanan uygunluk. *Kentsel Yeşil.* **2006** , *5* , 35–44.

Bolund, P., & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in urban areas. *Ecological economics*, *29*(2), 293-301.

Brown, G. Kentsel park coğrafyası teorisi. *J. Leis. Res.* **2008** , *40* , 589–607.

Buchel, S.; Frantzeskaki, N. Vatandaşların sesi: Hollanda, Rotterdam'daki kentsel park kullanıcıları tarafından algılanan ekosistem hizmetleri hakkında bir vaka çalışması. *Ecosyst. Serv.* **2015** , *12* , 169–177.

Dahmann, N., Wolch, J., Joassart-Marcelli, P., Reynolds, K., & Jerrett, M. (2010). The active city? Disparities in provision of urban public recreation resources. *Health & place*, *16*(3), 431-445.

Daniel, T. C., Muhar, A., Arnberger, A., Aznar, O., Boyd, J. W., Chan, K. M., ... & Von Der Dunk, A. (2012). Contributions of cultural services to the ecosystem services agenda. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *109*(23), 8812-8819

Gao, T.; Liang, H.; Chen, Y.; Qiu, L. Üç farklı algısal yaklaşımla manzara tercihlerinin karşılaştırılması. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2019** , *16* , 4754.

Gómez-Baggethun, E., & Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological economics*, *86*, 235-245.

Huu, L. H., Ballatore, T. J., Irvine, K. N., Nguyen, T. H. D., Truong, T. C. T., & Yoshihisa, S. (2018). Socio-geographic indicators to evaluate landscape Cultural Ecosystem Services: A case of Mekong Delta, Vietnam. *Ecosystem services*, *31*, 527-542.

Jabbar, M., Yusoff, M. M., & Shafie, A. (2022). Assessing the role of urban green spaces for human well-being: A systematic review. *GeoJournal*, 1-19.

Jim, CY; Chen, WY Guangzhou'daki (Çin) kentsel yeşil alanlara yönelik sakinlerin algısı ve tutumu. *Environ. Manag.* **2006** , *38* , 338–349.

Jorgensen, A.; Hitchmough, J.; Calvert, T. Ormanlık alanlar ve kenarlar: Güvenlik algısı ve tercih üzerindeki etkileri. *Landsc. Kentsel Plan.* **2002** , *60* , 135–150.

Kaplan, R.; Kaplan, S.; Ryan, R. *İnsanları Düşünerek: Günlük Doğanın Tasarımı ve Yönetimi* ; Island Press: Washington, DC, ABD, 1961.

Li, R., Han, G., Sun, J., Zhou, T., Chen, J., He, W., & Wang, Y. (2023). Dynamics and controls of ecosystem multiserviceability across the Qingzang Plateau. *Geography and Sustainability*, *4*(4), 318-328.

Liu, H., Kong, F., Yin, H., Middel, A., Zheng, X., Huang, J., ... & Wen, Z. (2021). Impacts of green roofs on water, temperature, and air quality: A bibliometric review. *Building and Environment*, *196*, 107794.

Muluneh, M. G., & Worku, B. B. (2022). Contributions of urban green spaces for climate change mitigation and biodiversity conservation in Dessie city, Northeastern Ethiopia. *Urban Climate*, *46*, 101294.

Nordh, H.; Hartig, T.; Hagerhall, CM; Fry, G. Restorasyon olasılığını öngören küçük kentsel parkların bileşenleri. *Kentsel Yeşil.* 2009 , *8* , 225–235.

Nordh, H.; Alalouch, C.; Hartig, T. Küçük kentsel parkların onarıcı bileşenlerinin ortak metodoloji kullanılarak değerlendirilmesi. *Kentsel Yeşil.* **2011** , *10* , 95–103.

Onsekiz, D., & Emür, S. H. (2008). Kent Parklarında Kullanıcı Tercihleri ve Değerlendirme Ölçütlerinin Belirlenmesi. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 1(24), 69-105.

Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., & James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and urban planning*, *81*(3), 167-178.

Van den Berg, M., Wendel-Vos, W., van Poppel, M., Kemper, H., van Mechelen, W., & Maas, J. (2015). Yaşam ortamındaki yeşil alanların sağlık yararları: Epidemiyolojik çalışmaların sistematik bir incelemesi. *Kentsel ormancılık ve kentsel yeşillendirme* , *14* (4), 806-816.

Wolch, J. R., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities 'just green enough'. *Landscape and urban planning*, *125*, 234-244.

Yu, Z., Ma, W., Hu, S., Yao, X., Yang, G., Yu, Z., & Jiang, B. (2023). A simple but actionable metric for assessing inequity in resident greenspace exposure. *Ecological Indicators*, *153*, 110423.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# FİZİKSEL AKTİVİTE DAVRANIŞLARININ MEKANSAL BELİRLEYİCİLERİ: PARK VE REKREASYON ALANLARININ ROLÜ

**Gürkan ADIGÜZEL**

Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,

Gurkanben25@gmail.com- 0009-0000-8804-5040

**Prof. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU**

Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi,

nalandemircioglu25@hotmail.com- 0000-0002-4871-1579

## ÖZET

Küresel düzeyde kentleşmenin hızla artması, bireylerin fiziksel aktivite düzeylerinde önemli azalmalar meydana getirmiştir. Bu durum, özellikle obezite, kalp-damar hastalıkları, diyabet ve depresyon gibi kronik hastalıkların yaygınlaşmasına neden olmuştur. Kentsel yaşamın getirdiği stres ve hareketsiz yaşam tarzı, halk sağlığı açısından ciddi tehditler oluştururken, parklar ve rekreasyon alanları bireylerin fiziksel ve ruhsal sağlıklarını destekleyen kritik mekânsal kaynaklar olarak ön plana çıkmaktadır. Yapılan araştırmalar, yeşil alanlara yakınlığın ve bu alanların erişilebilirliğinin bireylerin fiziksel aktivite düzeylerini artırdığını göstermektedir.

Bu çalışmada, park ve rekreasyon alanlarının fiziksel aktivite üzerindeki etkileri kapsamlı bir literatür taraması ve uluslararası örnekler ışığında ele alınmış; parkların tasarımı, erişilebilirliği, sunduğu aktiviteler, yaş grupları ve sosyoekonomik değişkenler bağlamında analiz edilmiştir. Ayrıca, dünya genelinde örnek oluşturmuş başarılı park uygulamaları incelenerek fiziksel aktiviteyi artırmaya yönelik stratejiler tartışılmıştır. Çalışmanın bir diğer amacı, parkların halk sağlığı üzerindeki etkilerine ilişkin bilimsel eğilimleri ve araştırma yoğunluklarını bibliyometrik analiz yoluyla ortaya koymaktır.

Elde edilen bulgular, parkların yalnızca bireysel sağlık için değil, aynı zamanda toplumsal refah, çevresel sürdürülebilirlik ve sosyal bütünleşme için de vazgeçilmez mekanlar olduğunu göstermektedir. Şehir planlaması ve politika üretimi süreçlerinde park ve rekreasyon alanlarının daha fazla önemsenmesi gerektiği vurgulanmakta; parkların artırılması, ulaşılabilirliğin iyileştirilmesi ve kullanım çeşitliliğinin artırılması yönünde somut öneriler sunulmaktadır. Sonuç olarak, kentsel yeşil alanların teşviki, bireylerin fiziksel aktivite alışkanlıklarını olumlu yönde etkileyerek uzun vadede toplum sağlığını güçlendirme potansiyeline sahiptir.

**Anahtar Kelimeler:** Kentsel parklar, fiziksel aktivite, yeşil alanlar, halk sağlığı, rekreasyon alanları, sürdürülebilir şehircilik, Hareketsiz Yaşam Tarzı

## ABSTRACT

The rapid increase in global urbanization has led to significant declines in individuals' physical activity levels. This trend has contributed to the widespread prevalence of chronic health problems, particularly obesity, cardiovascular diseases, diabetes, and depression. The stress and sedentary lifestyle associated with urban living pose serious public health risks, whereas parks and recreational areas have emerged as critical spatial resources that support individuals' physical and mental well-being. Research has shown that proximity and accessibility to green spaces significantly increase levels of physical activity among individuals.

This study examines the effects of parks and recreational areas on physical activity through a comprehensive literature review and international case examples. It analyzes the influence of park design, accessibility, available activities, age groups, and socio-economic factors. Moreover, successful park practices from around the world are reviewed, and strategies to enhance physical activity through these spaces are discussed. Another aim of the study is to reveal scientific trends and research intensity related to the public health impacts of parks using bibliometric analysis.

Findings indicate that parks are not only essential for individual health but also for societal well-being, environmental sustainability, and social cohesion. The study emphasizes the need for greater attention to be given to parks and recreational areas in urban planning and policy-making processes. It proposes concrete recommendations such as increasing the number of parks, improving accessibility, and diversifying usage types. Ultimately, the promotion of urban green spaces has the potential to positively influence physical activity habits and significantly contribute to long-term public health improvement.

**Keywords:** Urban parks, physical activity, green spaces, public health, recreational areas, sustainable urbanism, Sedentary Lifestyle

## 1. GİRİŞ

Günümüzde hızla artan kentleşme, bireylerin doğayla temasını sınırlandırmakta ve fiziksel aktivite düzeylerini önemli ölçüde düşürmektedir. Yoğun yapılaşma, trafik sorunları, hava kirliliği ve sosyoekonomik eşitsizlikler gibi kent yaşamına özgü faktörler, halk sağlığını doğrudan tehdit etmekte; özellikle de fiziksel inaktiviteye bağlı olarak obezite, diyabet, hipertansiyon, depresyon gibi çok sayıda kronik rahatsızlık toplum sağlığını olumsuz etkilemektedir (Lee et al., 2012; WHO, 2016). Bu doğrultuda, kent içinde bireylere güvenli ve erişilebilir fiziksel aktivite alanları sunulması halk sağlığının korunması açısından büyük önem taşımaktadır.

Kent parkları ve yeşil alanlar, bireylere yalnızca fiziksel aktivite imkânı sunmakla kalmayıp aynı zamanda psikolojik rahatlama, sosyal etkileşim, dinlenme ve doğayla bağ kurma fırsatı sağlamaktadır (Bedimo-Rung et al., 2005). Yapılan çalışmalarda park kullanımının bireylerin hem fiziksel sağlık göstergelerini iyileştirdiği hem de stres, kaygı ve depresyon gibi psikolojik sorunları azalttığı ortaya konmuştur (Maas et al., 2006; Sugiyama et al., 2008). Özellikle

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

yürüyüş yolları, oyun alanları, spor sahaları ve oturma alanları gibi çeşitli donatı unsurlarına sahip olan parklar, bireylerin bu alanları daha sık ve işlevsel şekilde kullanmalarını teşvik etmektedir.

Parkların fiziksel aktivite üzerindeki etkisi, bireylerin yaş, cinsiyet, gelir düzeyi, fiziksel yeterlilik ve sağlık durumu gibi demografik ve sosyoekonomik özelliklerine göre farklılık gösterebilmektedir. Örneğin çocuklar için oyun alanları, gençler için spor sahaları ve yaşlılar için yürüyüş yolları gibi özel düzenlemeler, farklı yaş gruplarının parklardan faydalanma oranlarını artırmaktadır (Veitch et al., 2011). Ayrıca bireyin yaşadığı çevrede park bulunması tek başına yeterli olmayıp, bu parkların erişilebilir, güvenli ve işlevsel olması da kullanım sıklığını belirleyen başlıca faktörlerdendir (Kaczynski ve Henderson, 2007).

Parkların kullanım sıklığı üzerinde etkili olan bir diğer önemli unsur ise erişilebilirliktir. Yapılan araştırmalar, parklara yakın yerleşim alanlarında yaşayan bireylerin daha aktif yaşam tarzlarına sahip olduğunu göstermektedir (Giles-Corti et al., 2005). Ancak bu durum, düşük gelirli mahallelerde yaşayan bireyler açısından her zaman geçerli olmamaktadır. Çünkü sosyoekonomik dezavantajlı bölgelerdeki parklar genellikle donatı açısından yetersiz, bakımsız ya da güvensiz olabilmektedir (Wen et al., 2013). Bu bağlamda sadece park sayısının değil, park kalitesinin ve dağılımının da halk sağlığı üzerindeki etkileri göz önünde bulundurulmalıdır.

Uluslararası araştırmalarda, özellikle gelişmiş ülkelerde kent parklarının halk sağlığına etkilerini ölçmeye yönelik çok sayıda örnek çalışmaya rastlanmaktadır. Örneğin Hollanda'da yürütülen çalışmalarda, bireylerin evlerine yakın yeşil alanların varlığı ile fiziksel ve zihinsel sağlık düzeyleri arasında pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır (Maas et al., 2006). Kanada ve Avustralya gibi ülkelerde yapılan benzer çalışmalar, düzenli olarak park kullanan bireylerde depresyon düzeylerinin daha düşük olduğunu ve fiziksel aktivite sıklığının arttığını ortaya koymuştur (Coombes et al., 2010; Barton ve Grant, 2006).

Kent parklarının halk sağlığı açısından önemini vurgulayan bu bulgular, özellikle fiziksel aktiviteyi teşvik eden planlama politikalarının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Parklara erişimin iyileştirilmesi, bu alanların daha çok sayıda ve çeşitli yaş grubundan bireyler tarafından aktif biçimde kullanılmasına katkı sağlayacaktır.

Bu çalışmanın amacı, kent parklarının halk sağlığı üzerindeki etkilerini özellikle "fiziksel aktivite" perspektifinden değerlendirmekte; bu alandaki bilimsel yayınların eğilimlerini ve araştırma yoğunluklarını bibliyometrik analiz yöntemiyle inceleyerek, literatürdeki mevcut durumu tematik ve görsel verilerle ortaya koymayı amaçlamaktadır.

## 2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, kentsel park ve rekreasyon alanlarının fiziksel aktivite düzeyleri üzerindeki etkilerini ele alan mevcut literatürü derlemek amacıyla gerçekleştirilmiş bir derleme çalışmasıdır. Çalışmada, literatür taraması yöntemi kullanılmış ve elde edilen bulgular doğrultusunda sistematik bir değerlendirme yapılmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Çalışmanın literatür taraması aşamasında, Scopus veri tabanı kullanılmıştır. Tarama sürecinde olarak "urban parks (kentsel parklar) ", "physical activity (fiziksel aktivite) ", "recreational areas (rekreasyon alanları) " ve "green spaces ( yeşil alanlar) " gibi anahtar kelimelerden ve bunların kombinasyonlarından yararlanılmıştır. Tarama 2000–2025 yılları arasını kapsayacak şekilde sınırlanmış ve yalnızca hakemli dergilerde yayımlanan makaleler dikkate alınmıştır.

Literatür seçimi sürecinde aşağıdaki kriterler uygulanmıştır:

- Kentsel parklar ve fiziksel aktivite ilişkisini doğrudan inceleyen çalışmalar,
- Kentsel yeşil alanların sağlık üzerindeki etkilerini ele alan araştırmalar,
- Rekreasyon alanlarının kullanım alışkanlıkları ve erişilebilirlik faktörleri üzerine yapılan çalışmalar.

Dahil edilmeyen çalışmalar arasında, yalnızca kırsal alanları veya tarımsal peyzajları konu alan araştırmalar ile parkların biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkisini inceleyen ancak fiziksel aktivite ile ilişkilendirmeyen çalışmalar bulunmaktadır.

Verilerin analizi sırasında, elde edilen bulgular temalar altında gruplandırılmış ve derinlemesine yorumlama yöntemi kullanılmıştır. Bulgular, uluslararası örneklerle desteklenerek analiz edilmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında, parklar ve fiziksel aktivite konularındaki bilimsel yayın eğilimlerini ortaya koymak amacıyla **bibliyometrik analiz** yapılmıştır. Bunun için Scopus veri tabanından elde edilen kayıtlar kullanılarak, bibliyometrik veri dosyası (BibTeX formatında) oluşturulmuştur.

Bibliyometrik analiz sürecinde:

- Yıllara Göre Yayın Sayısı Dağılımı,
- Anahtar kelime eşleşmeleri,
- En Çok Yayın Yapan Ülkeler,
- Yayınların Tematik Kümelenmesi Analizi

gibi göstergeler incelenmiştir. Analiz işlemleri için **VOSviewer** yazılımı (Versiyon 1.6.20) kullanılmıştır. VOSviewer, bilimsel yayınlar arasındaki ilişki ağlarını görselleştirerek, literatürdeki ana araştırma odaklarının ve kümelenmelerin belirlenmesine olanak sağlamaktadır (Van Eck ve Waltman, 2010).

Bibliyometrik analiz kapsamında oluşturulan görseller, çalışmanın ilgili bölümünde sunularak literatürün genel eğilimleri ve araştırma boşlukları ortaya konulmuştur.

Bu çalışmada, kentsel yeşil alanların fiziksel aktivite ve halk sağlığı ile ilişkisini incelemek amacıyla, Scopus veri tabanında 2000–2025 yılları arasında yayımlanan literatürler taranarak üç ayrı sorgu oluşturulmuştur. Her bir sorguda **başlık, özet ve anahtar kelime (TITLE-ABS-KEY)** alanlarında arama yapılmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

İlk sorguda, "kentsel yeşil alan" ("urban green space"), "yeşil alan" ("green space"), "kentsel park" ("urban park"), "kamusal açık alan" ("public open space") ve "yeşil altyapı" ("green infrastructure") gibi çevresel terimlerle birlikte "fiziksel aktivite" ("physical activity"), "egzersiz" ("exercise"), "yürüyüş" ("walking") ve "bisiklet" ("cycling") kavramları bir arada kullanılmıştır. Bu sorgu sonucunda toplam **2.552** yayına ulaşılmıştır.

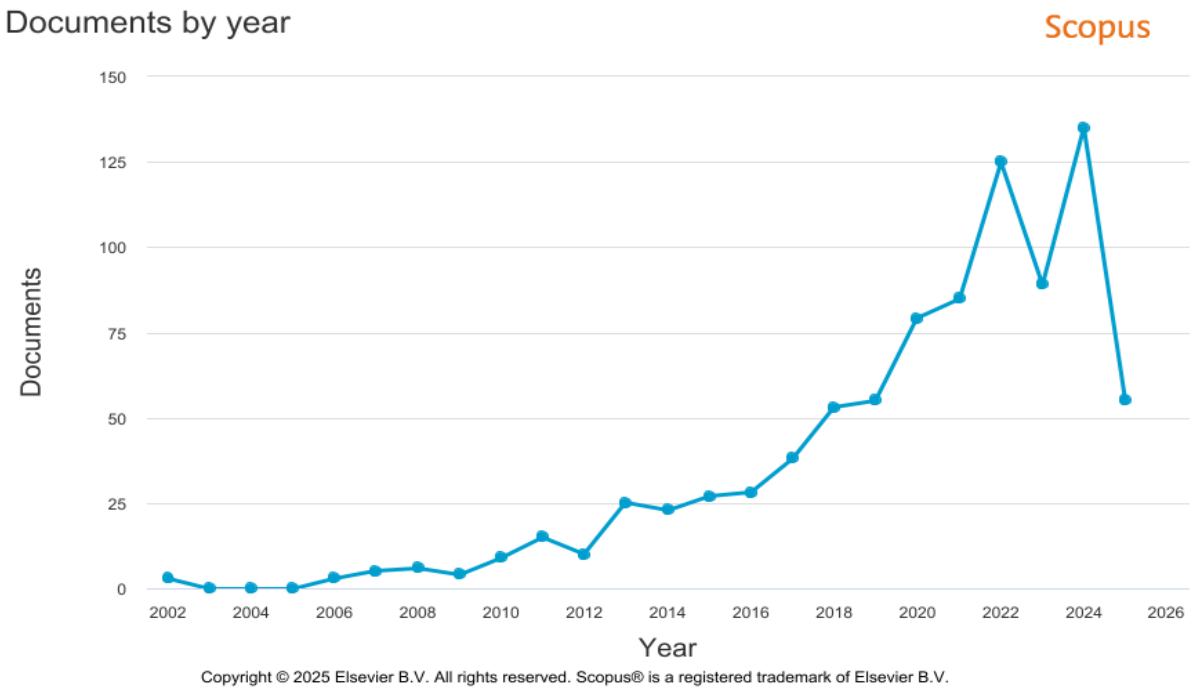
İkinci sorguda aynı çevresel anahtar kelimeler korunmuş, bu kez "halk sağlığı" ("public health"), "ruh sağlığı" ("mental health"), "stres azaltma" ("stress reduction") ve "sağlık geliştirme" ("health promotion") ifadeleriyle birlikte tarama yapılmıştır. Bu sorgu sonucunda **3.040** yayın tespit edilmiştir.

Üçüncü sorguda ise hem fiziksel aktiviteye hem de halk sağlığına ilişkin kavramlar bir arada ele alınmış ve aynı çevresel terimlerle birlikte sorguya dâhil edilmiştir. Bu kapsamda toplam **872** yayın elde edilmiştir.

Sonuç olarak, bu üç sorgudan elde edilen toplam **6.464 yayından oluşan örneklem**, anahtar kelime eş oluşum analizi ve tematik kümelenme analizleri için temel veri seti olarak kullanılmıştır.

## 3. BULGULAR

Bu çalışmada, 2000–2025 yılları arasında **"urban parks" (kentsel parklar), "physical activity" (fiziksel aktivite), "green space" (yeşil alan), "public health" (halk sağlığı)** gibi anahtar kelimeler çerçevesinde yapılan akademik yayınların dağılımı incelenmiştir. Scopus verilerine göre, 2000'li yılların başında konuya yönelik sınırlı sayıda yayın yapılmışken, 2010 yılı sonrası belirgin bir artış eğilimi göze çarpmaktadır. Bu yükseliş özellikle 2015 yılı sonrası hız kazanmış, 2021,2022 ve 2024 yıllarında ise zirveye ulaşmıştır. Bu durum, kentleşmenin hızlanması, halk sağlığına yönelik mekânsal çalışmaların artması ve COVID-19 pandemisi ile açık alanlara olan yönelimin önem kazanmasıyla açıklanabilir (Görsel 1). Yayın eğilimleri, disiplinler arası çalışmalara olan ilginin artarak devam ettiğini ve kentsel yeşil alanların sağlık üzerindeki etkilerinin bilimsel olarak daha fazla sorgulandığını göstermektedir.

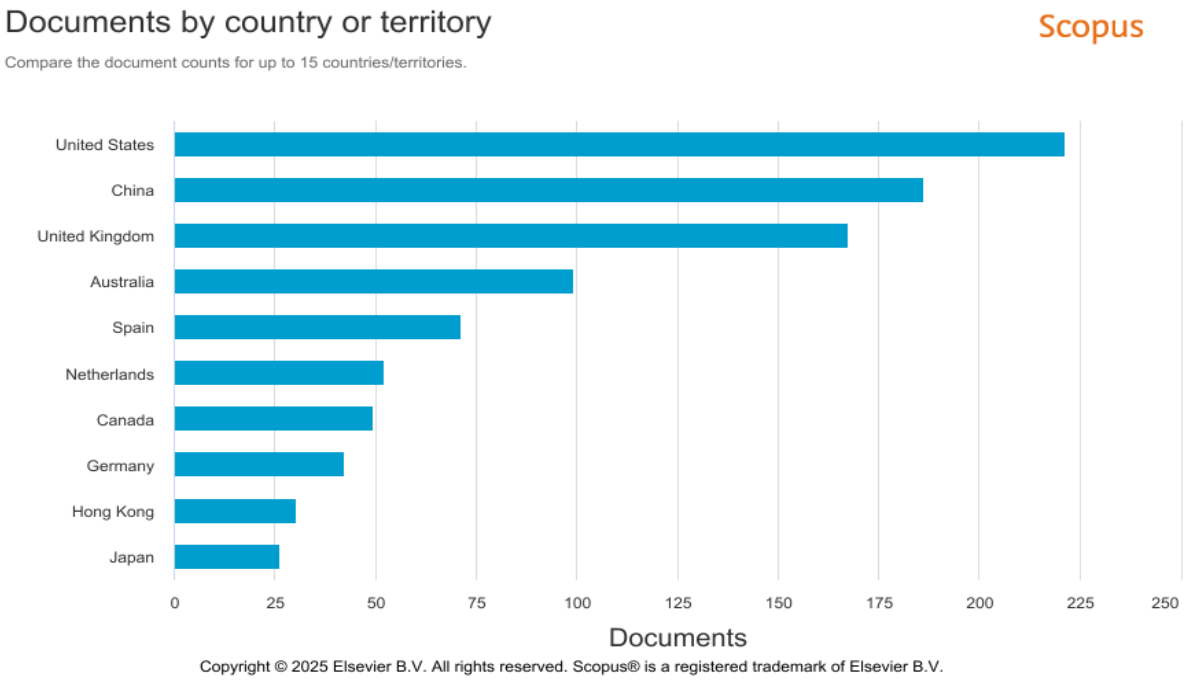



**Görsel 1.**Yıllara Göre Yayın Sayılarındaki Değişimler (2000-2025)

**Kaynak:**Scopus https://www.scopus.com, Yazar tarafından Scopus Verileri Kullanılarak Oluşturulmuştur.

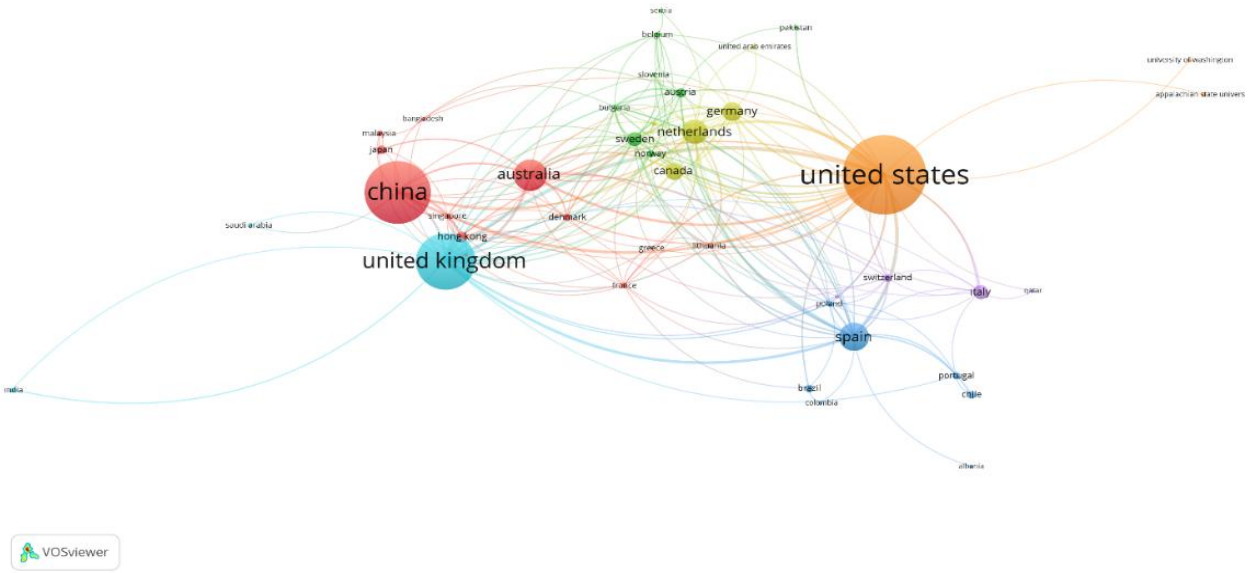
Scopus veri tabanındaki analiz sonucunda, "yeşil parklar (urban parks)" ve "fiziksel aktivite (physical activity)" temalı literatürde en çok yayın yapan ülkeler belirlenmiştir. **ABD, Çin, Birleşik Krallık, Kanada ve Avustralya**, bu alandaki üretkenliği ile ön plana çıkmaktadır (Görsel 2). Özellikle ABD, çok disiplinli araştırma yapıları ve fon destekli sağlık-çevre çalışmalarıyla ilk sırada yer almaktadır. **Türkiye** de dikkat çeken ülkeler arasına girmiş ve artan akademik ilgisiyle bu alandaki bilimsel katkısını son yıllarda önemli ölçüde artırmıştır. Bu bulgular, hem araştırma altyapısının hem de ulusal politika gündemlerinin akademik üretime yansımasını göstermektedir. En çok yayın yapan ülkelerin çoğunlukla gelişmiş ülkelerden oluşması, konunun küresel refah, çevresel planlama ve halk sağlığı üçgeninde ele alındığını göstermektedir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




**Görsel 2.**Yayın Sayılarının Ülkelere Göre Dağılımı (2000-2025)

**Kaynak:**Scopus https://www.scopus.com, Yazar tarafından Scopus Verileri Kullanılarak Oluşturulmuştur.




**Görsel 3.**Ülkelere Göre Bibliyometrik Analizi (2000-2025)

**Kaynak:**VOSviewer programında analiz edilmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Analiz sonucuna göre, **Amerika Birleşik Devletleri (ABD)**, yayın sayısı ve uluslararası işbirliği bakımından merkezi bir konuma sahiptir ve ağın en büyük ve en etkili düğümünü oluşturmaktadır. **Çin, Birleşik Krallık, Avustralya, Almanya ve Hollanda** gibi ülkeler de yüksek yayın hacmine ve yaygın işbirliği ilişkilerine sahiptir. Renkler aracılığıyla kümelenen ülkeler, ortak yayın yapma eğilimlerine göre gruplanmış olup, özellikle Avrupa ülkeleri arasında sıkı bir bölgesel işbirliği ağı gözlenmektedir. Öte yandan, **ABD ve Çin** arasında yoğun işbirliği bağlantıları bulunmakta, bu durum her iki ülkenin araştırma alanında küresel ölçekte lider konumda olduğunu ortaya koymaktadır. Görselleştirme ayrıca, bilimsel işbirliğinin çoğunlukla gelişmiş ülkeler arasında gerçekleştiğini ve bu ülkelerin araştırma çıktılarını önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, araştırma alanında güçlü uluslararası bağlantıların varlığını ve işbirliğinin bilimsel üretkenliği artırmadaki rolünü destekler niteliktedir.

İlk sorguda, **"kentsel yeşil alan" (urban green space), "yeşil alan" (green space), "kentsel park" (urban park), "kamusal açık alan" (public open space) ve "yeşil altyapı" (green infrastructure)** gibi çevresel kavramlar ile birlikte**, "fiziksel aktivite" (physical activity), "egzersiz" (exercise), "yürüyüş" (walking) ve "bisiklet" (cycling)** gibi bireysel hareketlilik odaklı terimler bir arada kullanılmıştır. Bu kapsamlı sorgu sonucunda Scopus veri tabanında **2.552** yayına ulaşılmış ve bu yayınlardaki anahtar kelimelerin eş oluşum sıklıkları analiz edilmiştir (Görsel 4).

Halk sağlığı teması dışarıda bırakılarak daha geniş kapsamlı bir arama gerçekleştirilmiş ve elde edilen sonuçlarla fiziksel aktiviteyle ilişkili yeşil alan kullanımına dair literatürdeki odak alanlar daha bütüncül biçimde değerlendirilmiştir. Anahtar kelime eş oluşum haritasında, **"bisiklet" (cycling) ve "yürüyüş" (walking)** gibi bireysel aktivite türlerinin **"kentsel yeşil alan" (urban green space) ve "yeşil altyapı" (green infrastructure)** kavramlarıyla doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir. Özellikle **"rekreasyonel yürüyüş" (recreational walking) ve "aktif ulaşım" (active transport)** gibi temaların çevresel sürdürülebilirlik bağlamında öne çıktığı tespit edilmiştir.

Bu analiz, kentsel hareketliliği teşvik eden politikaların ve fiziksel aktiviteyi artırmaya yönelik çevresel tasarımların, araştırmalarda sıkça ele alındığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, **"ekosistem hizmetleri" (ecosystem services) ve "kentsel planlama" (urban planning)** kavramlarının da bu kümelerde yer alması, yeşil alanların yalnızca sağlık değil, aynı zamanda çevresel faydalar açısından da değerlendirildiğini göstermektedir.

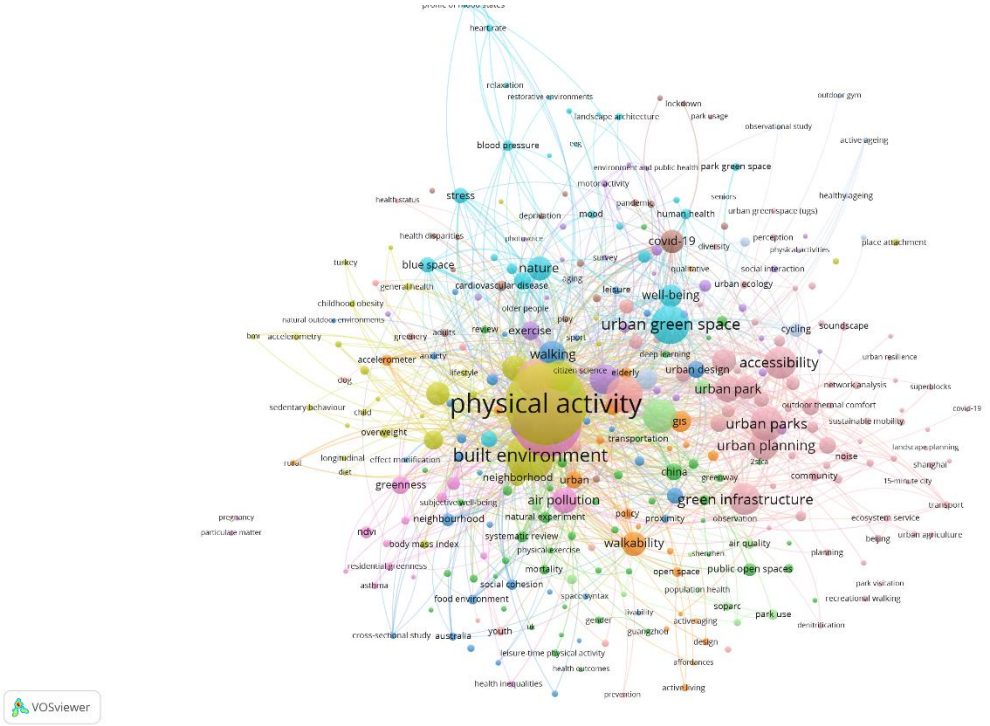
Farklı temaları temsil eden kümeler, VOSviewer yazılımı aracılığıyla renklerle görselleştirilmiştir. **"Yeşil alan" (green space)** ile ilişkili küme çevresel planlamaya odaklanırken; **"fiziksel aktivite" (physical activity)** kümesi sağlık ve hareketlilik üzerine yoğunlaşmaktadır. Kavramlar arası bağların kalınlığı ilişki gücünü, kesişim noktaları ise disiplinlerarası araştırma eğilimlerini göstermektedir (Görsel 4).

Haritada, **"fiziksel aktivite" (physical activity)** terimi en merkezi ve en büyük düğüm olarak öne çıkmakta, bu da literatürde en sık kullanılan ve diğer kavramlarla en çok ilişkilendirilen anahtar kelime olduğunu göstermektedir. Onu takip eden **"yapılı çevre" (built environment), "kentsel yeşil alan" (urban green space), "erişilebilirlik" (accessibility), "kentsel parklar"**

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**(urban parks) ve "yeşil altyapı" (green infrastructure)** gibi kavramlar, fiziksel aktiviteyle doğrudan bağlantılı temaları temsil etmektedir.

Renklerle ayrılmış kümeler, literatürdeki tematik alt alanları temsil etmektedir. Örneğin, **sarı küme**, fiziksel aktivitenin yapılı çevre ile olan ilişkisini; **yeşil ve mavi kümeler**, doğa temelli çözümlerle (örneğin yeşil alanlar, parklar) olan etkileşimleri; **kırmızı küme**, şehir planlaması ve erişim ile ilgili çalışmaları temsil etmektedir. Her bir düğüm, bir anahtar kelimeyi; düğümler arası çizgiler ise bu terimlerin birlikte anıldığı yayınları göstermektedir. Çizgilerin kalınlığı ve sıklığı, aralarındaki ilişkinin gücünü yansıtmaktadır.



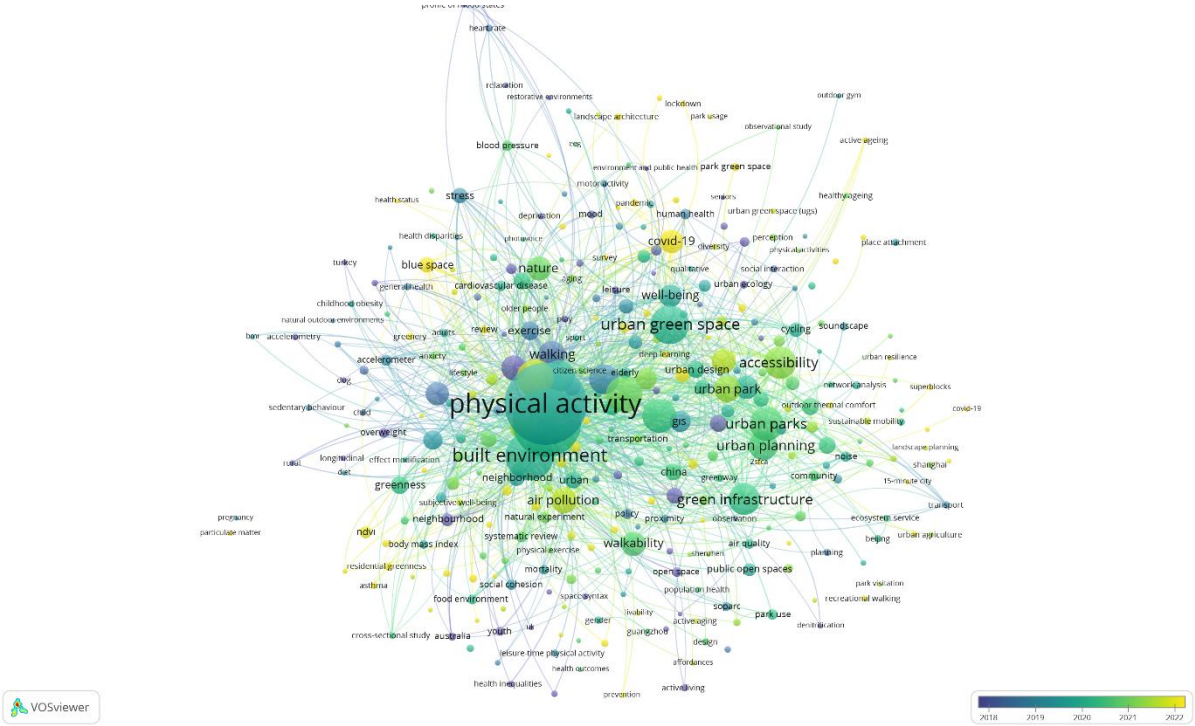

**Görsel 4.**Anahtar Kelime Ağı Analizi

**Kaynak:**VOSviewer programında analiz edilmiştir.

Bu görsel, fiziksel aktivitenin çok boyutlu bir kavram olarak yalnızca bireysel düzeyde değil, aynı zamanda çevresel, kentsel ve sosyal bağlamlarla da güçlü bir şekilde ilişkilendirildiğini göstermektedir. Bu kapsamda, araştırmaların disiplinler arası bir yapıda şekillendiği, özellikle halk sağlığı, şehircilik, çevre mühendisliği ve davranış bilimleri alanlarının birbirine entegre olduğu anlaşılmaktadır.

Bu analizde anahtar kelimelerin yıllar içerisindeki dağılımı incelenmiştir. 2010 yılından itibaren **"yeşil altyapı" (green infrastructure) ve "yürünebilirlik" (walkability)** gibi terimlerin daha sık kullanılmaya başlandığı, 2020 sonrasında ise **"sürdürülebilir mobilite" (sustainable mobility) ve "kentsel esneklik" (urban resilience)** gibi yeni eğilimlerin hız kazandığı gözlemlenmiştir. **"kamusal açık alan" (Public open space) ve "bisiklet" (cycling)** gibi geleneksel temalar ise zaman içerisinde istikrarlı şekilde varlığını sürdürmektedir (Görsel 5).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3



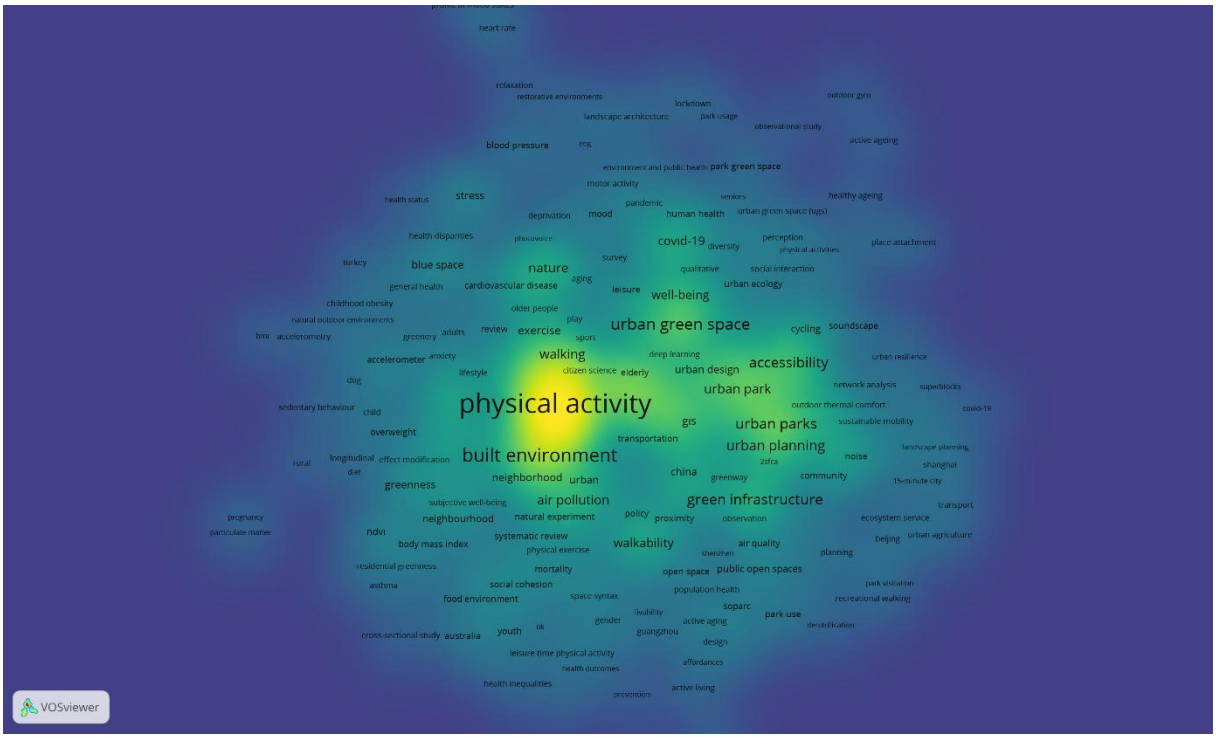

**Görsel 5.**Yıllara Göre Anahtar Kelime Ağı Analizi

**Kaynak:**VOSviewer programında analiz edilmiştir.

Anahtar kelimelerin eş oluşum yoğunluğunu görselleştiren bu haritada, **"fiziksel aktivite", "halk sağlığı", "kentsel yeşil alanlar"** ve **"ruh sağlığı"** gibi kavramların yüksek yoğunlukla haritanın merkezinde yer aldığı görülmektedir. Bu durum, literatürde kentsel yeşil alanların fiziksel ve ruhsal sağlıkla olan ilişkisine yönelik yoğun bir araştırma eğilimi olduğunu göstermektedir. **"Egzersiz", "yürüyüş", "obezite"** ve **"stres azalması"** gibi kavramlar da bu ana eksen etrafında yer almakta ve sağlığa katkı temalı yayınların yaygınlığını yansıtmaktadır.

Haritanın daha dış bölümlerinde yer alan **"şehir planlaması", "erişilebilirlik", "gürültü" ve "hava kirliliği"** gibi anahtar kelimeler ise literatürde daha az sıklıkla geçen ancak disiplinlerarası bağlantılar kuran konuları temsil etmektedir. Bu durum, yeşil alanların yalnızca sağlık değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik ve kentsel tasarımla da ilişkilendirildiğini göstermektedir. Genel olarak yoğunluk haritası, kentsel yeşil altyapı ve halk sağlığı ilişkisine odaklanan çalışmalarda kavramsal merkezlerin belirginleştiğini ve bu alanın multidisipliner bir gelişim gösterdiğini ortaya koymaktadır (Görsel 6).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




**Görsel 6.**Anahtar Kelime Ağı Yoğunluk Haritası

**Kaynak:**VOSviewer programında analiz edilmiştir.

İkinci sorguda, **"kentsel yeşil alan" (urban green space), "yeşil alan" (green space), "kentsel park" (urban park), "kamusal açık alan" (public open space)** ve **"yeşil altyapı" (green infrastructure)** gibi çevresel terimler ile birlikte; **"halk sağlığı" (public health), "zihinsel sağlık" (mental health), "stres azaltımı" (stress reduction)** ve **"sağlık teşviki" (health promotion)** gibi sağlık temalı kavramlar bir arada sorgulanmıştır. Scopus veri tabanında gerçekleştirilen bu arama sonucunda **3.040** yayına ulaşılmış ve bu yayınlardaki anahtar kelimelerin eş oluşum sıklıkları analiz edilmiştir.

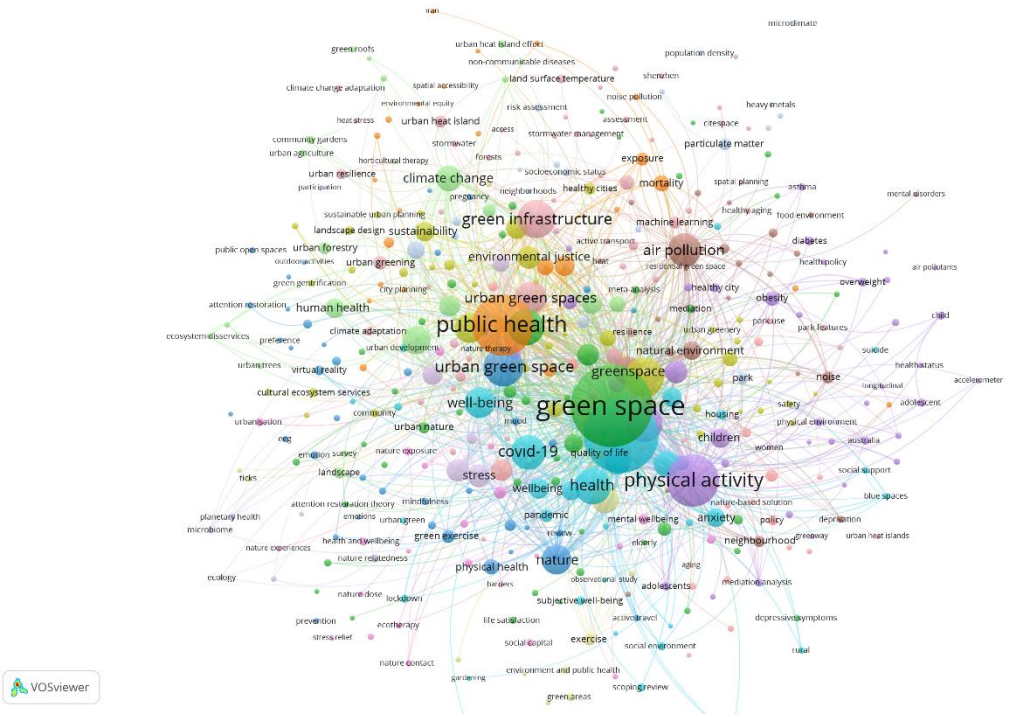
Bu analizde, halk sağlığı odaklı bir yaklaşım benimsenmiş ve kentsel yeşil alanların bireylerin psikolojik, sosyal ve toplumsal sağlık boyutlarıyla nasıl ilişkilendiği incelenmiştir. Elde edilen geniş veri kümesinde, **"zihinsel sağlık" (mental health), "stres azaltımı" (stress reduction), "yeşil alan maruziyeti" (green space exposure)** ve **"doğa temelli çözümler" (nature-based solutions)** gibi kavramların sıklıkla birlikte kullanıldığı görülmüştür.

Anahtar kelime eş oluşum haritasında**, "halk sağlığı" (public health)** kavramı, çok sayıda küme ile yüksek düzeyde bağ kurarak merkezi bir konumda yer almıştır. Özellikle **"onarıcı çevreler" (restorative environments), "kentsel biyolojik çeşitlilik" (urban biodiversity)** ve **"doğa teması" (nature contact)** gibi anahtar kavramlar, yeşil alanların insan sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini inceleyen çalışmalarla yakından ilişkilidir. Bu yapı, disiplinlerarası yaklaşımların literatürde artan bir biçimde benimsendiğini göstermektedir.

Özellikle **"zihinsel sağlık" (mental health) ve "yeşil alan" (green space)** ekseninde kümelenmiş kırmızı renkli temalar dikkat çekicidir. Bu kümelerde **"stres azaltımı" (stress reduction)** ve **"iyi oluş hâli" (well-being)** gibi terimlerin yoğunlukla yer aldığı görülmektedir. Harita,**"yeşil altyapının" (green infrastructure)** halk sağlığı bağlamında nasıl

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

konumlandığını ve araştırma alanlarının disiplinlerarası bir yapıda nasıl şekillendiğini bütüncül bir biçimde görselleştirmektedir (Görsel 7).




**Görsel 7.**Anahtar Kelime Ağı Analizi

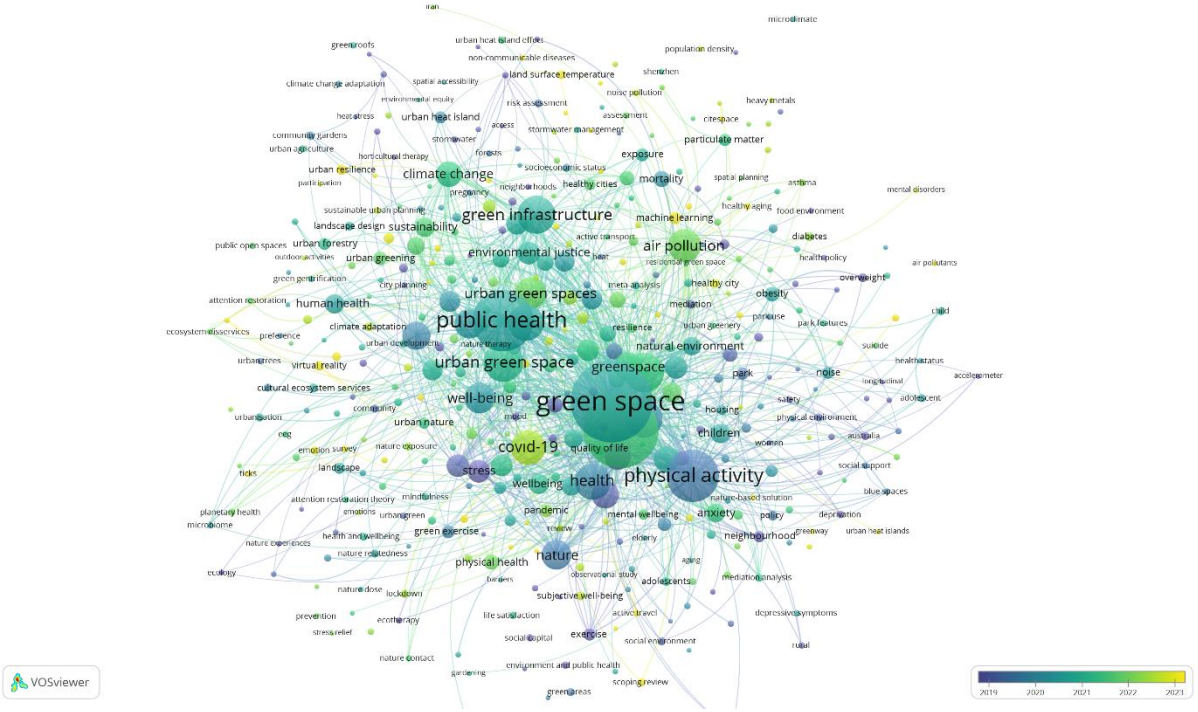
**Kaynak:**VOSviewer programında analiz edilmiştir.

Zaman çizelgesine dayalı bu analizde**, "stres azaltımı" (stress reduction), "sağlık eşitliği" (health equity), "biyolojik çeşitlilik" (biodiversity)** ve **"yeşil reçeteler" (green prescriptions)** gibi yeni kavramların 2015 sonrası dönemde literatürde belirginleştiği gözlemlenmiştir. 2000'li yılların başlarında ise **"halk sağlığı" (public health)** ve **"zihinsel sağlık" (mental health)** temel terimler olarak öne çıkarken, son yıllarda bu temaların daha kapsayıcı ve çok boyutlu kavramlarla desteklendiği anlaşılmaktadır.

Özellikle 2020 yılı sonrasında, pandemi sürecinin etkisiyle birlikte **"erişilebilirlik" (accessibility), "kentsel dirençlilik" (urban resilience)** ve **"sağlığın geliştirilmesi" (health promotion)** gibi temaların literatürde önemli ölçüde artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Bu görselde, anahtar kelimelerin zaman içerisindeki gelişim eğilimleri renk skalasıyla temsil edilmektedir. En güncel terimler kırmızı ve sarı tonlarda; eski terimler mavi ve yeşil tonlarda gösterilmektedir. Görsel, literatürün zaman içinde nasıl evrildiğini ve yeni araştırma temalarını ortaya koymaktadır (Görsel 8).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




**Görsel 8.**Yıllara Göre Anahtar Kelime Ağı Analizi

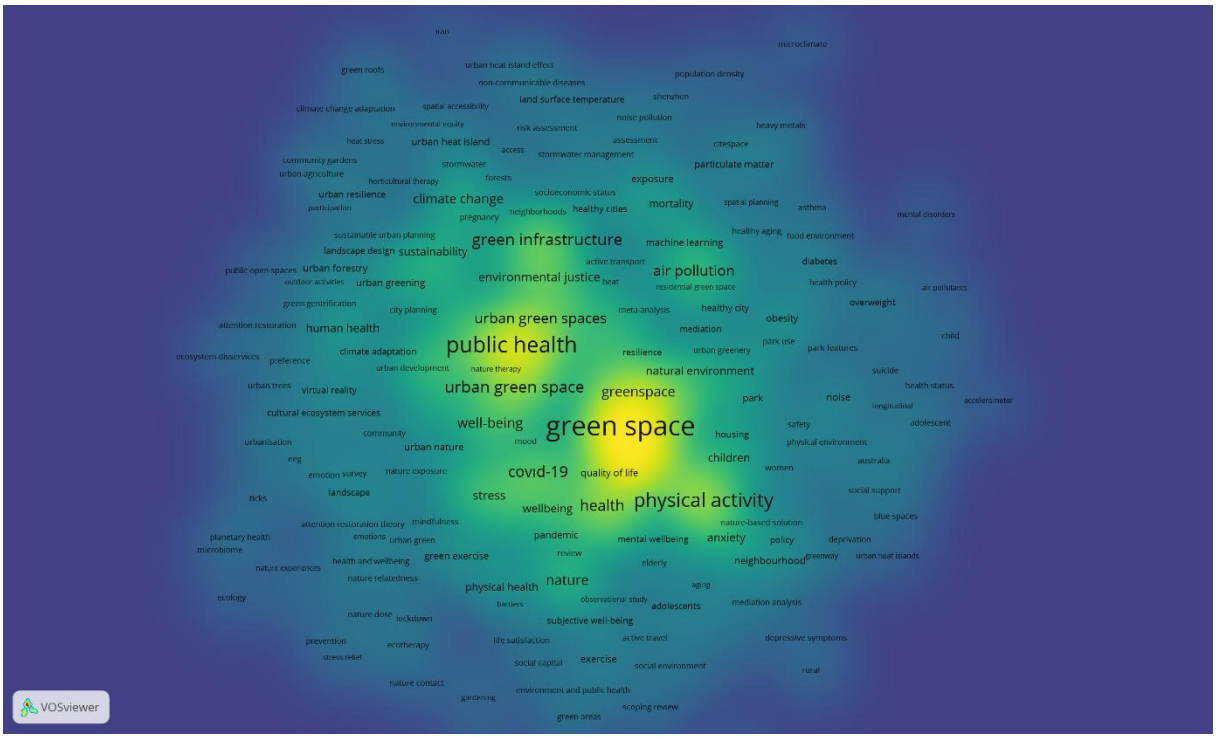
**Kaynak:**VOSviewer programında analiz edilmiştir.

**"Zihinsel sağlık" (mental health), "kentsel doğa" (urban nature), "halk sağlığı" (public health), "yeşil egzersiz" (green exercise)** ve **"ekosistem hizmetleri" (ecosystem services)** gibi kavramların, haritada **en parlak (sarı)** bölgelerde yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Bu durum, literatürdeki en baskın temaların bu kavramlar etrafında şekillendiğini ve araştırma ilgisinin bu konular üzerinde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır.

Bununla birlikte, **"sosyal uyum" (social cohesion)** ve **"çevresel adalet" (environmental justice)** gibi toplumsal içerikli terimlerin, daha düşük yoğunluklu ancak dikkat çeken bölgelerde konumlandığı görülmektedir. Bu bulgu, yeşil alanların halk sağlığı bağlamında yalnızca bireysel sağlık yararlarıyla değil, aynı zamanda toplumsal faydalarla da ilişkilendirildiğini göstermektedir.

Haritada **sarı renkli** bölgelerin, özellikle **"zihinsel sağlık" (mental health)** ve **"halk sağlığı" (public health)** temalarında yoğunlaştığı; **mavi-yeşil** tonlarda kalan terimlerin ise çevresel ve sosyal boyutları temsil ettiği anlaşılmaktadır. Bu görsel, hangi konuların daha yoğun araştırıldığını ve hangi alanların henüz yeterince çalışılmadığını, dolayısıyla potansiyel araştırma fırsatları sunduğunu ortaya koymaktadır (Görsel 9).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




**Görsel 9.**Anahtar Kelime Ağı Yoğunluk Haritası

**Kaynak:**VOSviewer programında analiz edilmiştir.

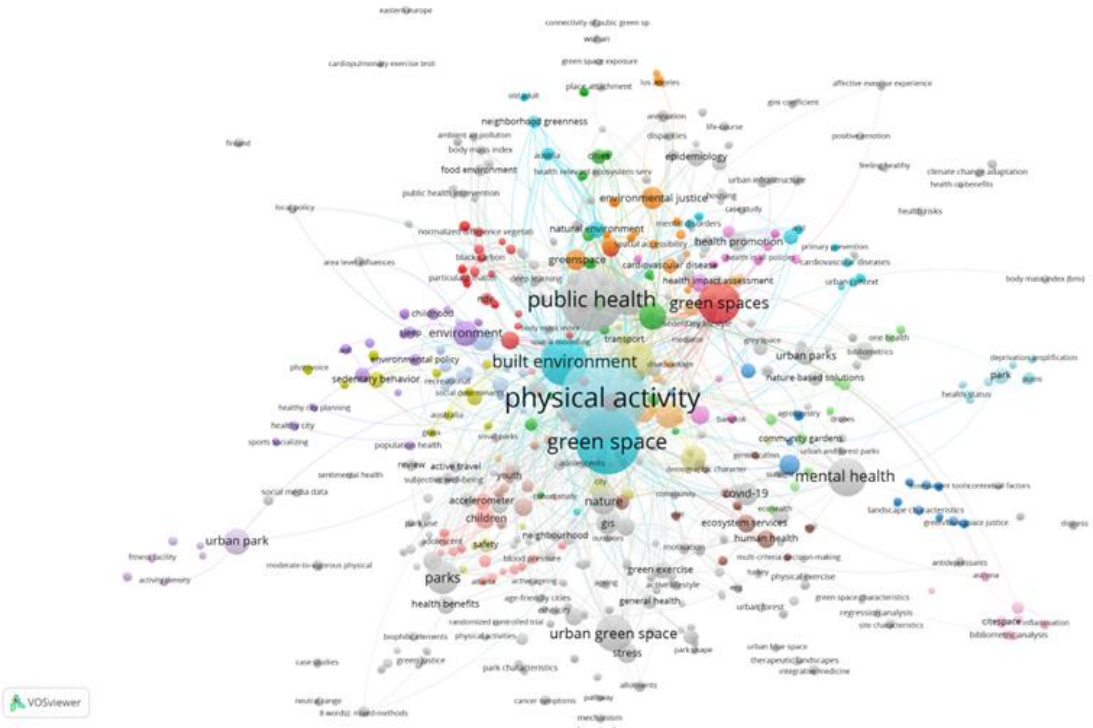
Üçüncü sorguda ise hem **fiziksel aktiviteye** hem de **halk sağlığına** ilişkin kavramlar bir arada ele alınmış ve aynı çevresel terimlerle birlikte sorguya dâhil edilmiştir.Yapılan tarama sonucunda 2000–2025 yılları arasında yayımlanmış toplam **872** yayın belirlenmiştir.

VOSviewer programı aracılığıyla gerçekleştirilen anahtar kelime eş oluşum analizinde, en az 2 kez tekrar eden 74 anahtar kelime belirlenmiş ve bu kelimeler tematik kümelere ayrılmıştır.

Oluşturulan anahtar kelime ağ haritası, araştırma alanında öne çıkan beş temel temayı ve bu temalar etrafında şekillenen kavramsal kümeleri ortaya koymaktadır. **Mavi küme, "fiziksel aktivite", "egzersiz", "halk sağlığı", "obezite"** ve **"aşırı kilo"** gibi terimlerin bir araya geldiği bir yapıya sahiptir ve fiziksel sağlık odaklı çalışmaların yoğunluğunu yansıtmaktadır. **Yeşil küme, "kentsel yeşil alan", "ruh sağlığı", "iyi oluş"** ve **"yeşil altyapı"** gibi kavramlar etrafında şekillenerek doğayla temasın psikolojik faydalarına odaklanan literatürü temsil etmektedir. **Kırmızı küme, "şehir planlaması", "erişilebilirlik", "mahalle"** ve **"yürünebilirlik"** gibi anahtar kelimeler aracılığıyla, kentsel yeşil alanlara erişim ve şehir planlamasıyla ilgili araştırma eğilimlerini göstermektedir. **Sarı küme, "çocuklar", "oyun alanları"** ve **"okul bahçeleri"** gibi terimlerle çocuklara yönelik fiziksel aktivite ortamlarını ön plana çıkarmaktadır. **Mor küme ise "hava kirliliği", "gürültü" ve "maruziyet"** gibi çevresel faktörlere odaklanarak, yeşil alanların çevresel etkilerle ilişkisini yansıtmaktadır. Ayrıca analizde gri renkle gösterilen kavramlar, birden fazla tematik kümeyle güçlü ilişkiler kuran ve disiplinlerarası bağlamda merkezi rol üstlenen anahtar kelimelerdir. Örneğin, **"halk sağlığı"** hem fiziksel aktivite (mavi küme), hem ruh sağlığı (yeşil küme), hem de şehir planlaması (kırmızı küme) ile bağlantılıyken; **"yeşil alanlar"** çevresel faktörler, ruh sağlığı ve şehir planlaması gibi farklı tematik alanlarla kesişmektedir**. Bu gri alanlar**, literatürde bu

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

kavramların disiplinlerarası doğasını ve çeşitli araştırma alanları arasında köprü niteliği taşıdığını açıkça göstermektedir (Görsel 10).




***Görsel* 10.**Anahtar Kelime Ağı Analizi
**Kaynak:**VOSviewer programında analiz edilmiştir.

Bu dağılım, kentsel yeşil alanlar üzerine yapılan araştırmaların çok disiplinli bir yapı gösterdiğini ve sağlık, çevre, planlama gibi farklı alanlarda yoğunlaştığını ortaya koymaktadır (Zhang et al., 2021; Kabisch et al., 2017). Ayrıca, yeşil alanların sadece fiziksel aktiviteyi desteklemekle kalmadığı; ruh sağlığı, çevresel stres azaltımı ve kent yaşam kalitesi gibi çok yönlü katkılar sunduğu anlaşılmaktadır. Bu analiz, araştırma eğilimlerinin zamanla sağlık odaklı temalardan daha bütüncül şehircilik politikalarına yöneldiğini göstermesi açısından da önemlidir.

## 4.ANALİZ SONUÇLARININ DEĞERLENDİRMESİ

Anahtar kelime eş-oluşum analizi sonuçları, çalışmanın temel kavramsal yapı taşlarını ve literatürdeki araştırma eğilimlerini ortaya koymaktadır. VOSviewer yazılımı ile oluşturulan görselleştirme haritasında her bir düğüm, belirli bir anahtar kelimeyi temsil etmekte olup, düğümün büyüklüğü ilgili terimin tekrar edilme sıklığına göre değişmektedir. Elde edilen analiz bulgularına göre, **"fiziksel aktivite", "yeşil alan" ve "halk sağlığı"** terimleri ağın merkezinde yer almakta ve en yüksek eş-oluşum frekansına sahip anahtar kelimeler olarak öne çıkmaktadır. Bu çekirdek kavramlar etrafında oluşan kümelenmeler, literatürde disiplinler arası bir yaklaşımın benimsendiğini göstermektedir. **Özellikle "kentsel yeşil alan", "parklar", "yapılı çevre", "ruh sağlığı", "refah", "çevresel adalet"** ve **"obezite"** gibi kavramların sıkça birlikte kullanıldığı tespit edilmiştir. Renklerle gösterilen kümeler, anahtar kelimelerin oluşturduğu tematik grupları temsil etmekte ve alandaki araştırmaların konu yoğunluklarına göre nasıl dağıldığını göstermektedir. Analiz, fiziksel aktivite ile yeşil alan erişimi arasındaki

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

ilişkinin halk sağlığı açısından önemli bir araştırma odağı olduğunu; ayrıca ruh sağlığı, çevresel sürdürülebilirlik ve yaşam kalitesi gibi konularla da yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, araştırma alanının hem çevresel hem de sağlıkla ilişkili çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, kentsel parkların fiziksel aktiviteyi teşvik etmede ve halk sağlığını güçlendirmede hayati bir rol oynadığını sistematik bir şekilde ortaya koymaktadır. Parkların erişilebilirliği, tasarımı ve sunduğu aktivitelerin çeşitliliği, kullanım oranlarını doğrudan etkileyen temel faktörlerdir. Literatür taraması, parkların yalnızca fiziksel sağlık üzerinde değil, aynı zamanda ruh sağlığı, sosyal bütünleşme ve çevresel sürdürülebilirlik üzerinde de olumlu etkiler yarattığını göstermektedir (Bedimo-Rung et al., 2005; Giles-Corti & Donovan, 2002). Bibliyometrik analiz, 2010-2024 yılları arasında bu alanda artan akademik ilginin, özellikle COVID-19 pandemisinin açık alanların önemini vurgulamasından sonra yoğunlaştığını ortaya koymuştur. Pandemi, bireylerin doğayla bağ kurma ve fiziksel aktivitelerini sürdürme ihtiyacını yeniden önceliklendirmiştir (Hartig et al., 2014).

Parkların fiziksel aktivite üzerindeki etkileri, bireysel ve toplumsal düzeyde çok yönlü faydalar sağlar. Örneğin, düzenli park kullanımı, obezite, kalp-damar hastalıkları ve tip 2 diyabet gibi kronik hastalıkların prevalansını azaltırken, stres ve anksiyete gibi ruh sağlığı sorunlarını hafifletir (Grahn & Stigsdotter, 2010; Brown et al., 2009). Sosyoekonomik açıdan, düşük gelirli bölgelerde erişilebilir parkların varlığı, sağlık eşitsizliklerini azaltmada kritik bir rol oynar (Cohen et al., 2007). Çevresel sürdürülebilirlik bağlamında ise parklar, kentsel ısı adası etkisini azaltarak, hava kirliliğini filtreleyerek ve biyolojik çeşitliliği destekleyerek şehirlerin ekolojik dengesine katkı sağlar (Nowak et al., 2006; Bolund & Hunhammar, 1999). Sosyal açıdan, parklar farklı yaş, cinsiyet ve kültürel geçmişten bireylerin bir araya geldiği, topluluk bağlarını güçlendiren mekanlar olarak işlev görür (Krenichyn, 2006).

Uluslararası örnekler, parkların tasarım ve yönetiminde yenilikçi yaklaşımların fiziksel aktiviteyi nasıl artırabileceğini göstermektedir. New York'taki High Line Parkı, endüstriyel bir alanı dönüştürerek estetik ve işlevselliği bir araya getirirken, Curitiba'daki Barigui Parkı, kapsayıcı tasarımıyla farklı sosyoekonomik grupları kucaklamaktadır (Giles-Corti et al., 2016; Cohen et al., 2007). İstanbul Maçka Demokrasi Parkı gibi yerel örnekler ise, kentsel doku içinde erişilebilir yeşil alanların fiziksel aktiviteyi teşvik etmedeki potansiyelini ortaya koymaktadır. Bu örnekler, şehir planlamasında parkların yalnızca birer boş alan değil, sağlık, refah ve sosyal uyum için stratejik araçlar olduğunu vurgular.

Bibliyometrik analiz, literatürdeki tematik eğilimlerin disiplinlerarası bir yaklaşıma işaret ettiğini göstermiştir. Fiziksel aktivite ve halk sağlığı temaları, şehir planlama, çevre bilimi ve sosyal bilimlerle giderek daha fazla kesişmektedir. Özellikle **"sürdürülebilir şehircilik"** ve **"yeşil alan planlaması"** kavramları, parkların kentsel politikaların merkezine yerleştiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, analiz, düşük ve orta gelirli ülkelerde parkların etkilerine dair çalışmaların hala sınırlı olduğunu ve bu bölgelerde daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Bu bulgular ışığında, şehir planlamacıları, yerel yönetimler ve paydaşlar için aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

1. Park Sayısının ve Erişilebilirliğinin Artırılması: Yeni parkların oluşturulması ve mevcut parkların korunması, kentsel alanlarda yeşil alan oranını artırmak için önceliklendirilmelidir. Toplu taşıma bağlantıları ve yaya yolları, parklara erişimi kolaylaştırmalıdır.
2. Kapsayıcı ve Çeşitli Tasarımlar: Parklar, çocuklar, yetişkinler ve yaşlılar gibi farklı yaş gruplarına; düşük gelirli gruplar ve engelli bireyler gibi farklı sosyoekonomik kesimlere hitap edecek şekilde tasarlanmalıdır. Oyun alanları, spor sahaları, yürüyüş yolları ve sessiz dinlenme alanları gibi çeşitli aktiviteler desteklenmelidir.
3. Güvenlik ve Altyapı İyileştirmeleri: Parkların gece kullanımı için yeterli aydınlatma, düzenli bakım ve güvenlik önlemleri, kullanım oranlarını artırır ve özellikle kadınlar ile yaşlılar için daha güvenli bir ortam sağlar.
4. Topluluk Katılımı: Park tasarımlarında ve yönetiminde yerel toplulukların görüşleri dikkate alınmalı, böylece kullanıcı ihtiyaçlarına uygun mekanlar yaratılmalıdır.
5. Açık Hava Aktivitelerinin Teşviki: Ücretsiz spor etkinlikleri, yoga dersleri, koşu grupları ve kültürel etkinlikler gibi programlar, parkların daha aktif kullanımını teşvik eder.
6. Çevresel Sürdürülebilirlik Odaklı Planlama: Parklar, yerel bitki türleriyle zenginleştirilmeli, su tasarrufu sağlayan sistemler kullanılmalı ve karbon ayak izini azaltacak şekilde tasarlanmalıdır.

Gelecekteki araştırmalar için, kentsel parkların ekonomik etkileri (örneğin, sağlık harcamalarındaki azalma veya turizm gelirlerindeki artış), uzun vadeli sağlık çıktıları ve dijital teknolojilerin (örneğin, mobil uygulamalarla park kullanımını teşvik) park kullanımına etkisi gibi konulara odaklanılması önerilmektedir. Ayrıca, düşük ve orta gelirli ülkelerde parkların erişilebilirlik ve kullanım alışkanlıklarına dair daha fazla saha çalışması yapılmalıdır. Kentsel parkların farklı kültürel ve coğrafi bağlamlarda nasıl işlev gördüğünü anlamak, küresel ölçekte daha kapsayıcı ve etkili politikaların geliştirilmesine katkı sağlayacaktır.

Sonuç olarak, kentsel parklar, fiziksel aktiviteyi teşvik ederek bireylerin yaşam kalitesini yükseltmenin ötesinde, sağlıklı, kapsayıcı ve sürdürülebilir şehirlerin inşasında stratejik bir rol oynar. Bu alanların geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, yalnızca bugünün kent sakinleri için değil, gelecek nesiller için de daha yaşanabilir bir dünya yaratma potansiyeline sahiptir. Parklar, modern şehirlerin sadece estetik bir unsuru değil, aynı zamanda sağlık, refah ve toplumsal uyumun temel taşlarıdır.

## KAYNAKÇA

1. Barton, J. ve Grant, M., Green exercise: The benefits of activities in green spaces for mental health, *Journal of Mental Health Promotion*, 5(3), 20–28, 2006.
2. Bedimo-Rung, A. L., Mowen, A. J. ve Cohen, D. A., The significance of parks to physical activity and public health, *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2), 159–168, 2005.

3. Bolund, P. ve Hunhammar, S., Ecosystem services in urban areas, *Ecological Economics*, 29(2), 293–301, 1999.

4. Brown, W. J., Burton, N. W. ve Trost, S. G., Environmental features associated with physical activity in adolescents, *American Journal of Preventive Medicine*, 37(4), 289–295, 2009.

5. Cohen, D. A., McKenzie, T. L., Sehgal, A., Williamson, S., Golinelli, D. ve Lurie, N., Contribution of public parks to physical activity, *American Journal of Public Health*, 97(3), 509–514, 2007.

6. Coombes, E., Jones, A. P. ve Hillsdon, M., The relationship of physical activity and overweight to objectively measured green space accessibility and use, *Social Science & Medicine*, 70(6), 816–822, 2010.

7. Giles-Corti, B. ve Donovan, R. J., The relative influence of individual, social and physical environment determinants of physical activity, *Social Science & Medicine*, 54(12), 1793–1812, 2002.

8. Giles-Corti, B. vd., Increasing walking: How important is distance to, attractiveness, and size of public open space?, *American Journal of Preventive Medicine*, 28(2), 169–176, 2005.

9. Giles-Corti, B. vd., City planning and population health: A global challenge, *The Lancet*, 388(10061), 2912–2924, 2016.

10. Grahn, P. ve Stigsdotter, U. K., The relation between perceived sensory dimensions of urban green space and stress restoration, *Landscape and Urban Planning*, 94(3–4), 264–275, 2010.

11. Hartig, T., Mitchell, R., de Vries, S. ve Frumkin, H., Nature and health, *Annual Review of Public Health*, 35, 207–228, 2014.

12. Kabisch, N., Qureshi, S. ve Haase, D., Human-environment interactions in urban green spaces—A systematic review of contemporary issues and prospects for future research, *Environmental Impact Assessment Review*, 64, 41–51, 2017.

13. Kaczynski, A. T. ve Henderson, K. A., Environmental correlates of physical activity: A review of evidence about parks and recreation, *Leisure Sciences*, 29(4), 315–354, 2007.

14. Lee, I. M., Shiroma, E. J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S. N. ve Katzmarzyk, P. T., Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: An analysis of burden of disease and life expectancy, *The Lancet*, 380(9838), 219–229, 2012.

15. Maas, J., Verheij, R. A., Groenewegen, P. P., de Vries, S. ve Spreeuwenberg, P., Green space, urbanity, and health: How strong is the relation?, *Journal of Epidemiology & Community Health*, 60(7), 587–592, 2006.

16. Nowak, D. J., Crane, D. E. ve Stevens, J. C., Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States, *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(3–4), 115–123, 2006.

17. Sugiyama, T., Leslie, E., Giles-Corti, B. ve Owen, N., Associations of neighbourhood greenness with physical and mental health: Do walking, social coherence and local social interaction explain the relationships?, *Journal of Epidemiology & Community Health*, 62(5), e9, 2008.

18. Van Eck, N. J. ve Waltman, L., Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping, *Scientometrics*, 84(2), 523–538, 2010.

19. Veitch, J., Bagley, S., Ball, K. ve Salmon, J., Where do children usually play? A qualitative study of parents' perceptions of influences on children's active free-play, *Health & Place*, 17(6), 1235–1242, 2011.

20. Wen, M., Zhang, X., Harris, C. D., Holt, J. B. ve Croft, J. B., Spatial disparities in the distribution of parks and green spaces in the U.S., *Annals of Behavioral Medicine*, 45(Suppl 1), S18–S27, 2013.

21. WHO (World Health Organization), *Global Recommendations on Physical Activity for Health*, World Health Organization, 2010.

22. WHO (World Health Organization), *Urban Green Spaces and Health: A Review of Evidence*, World Health Organization, 2016. https://www.who.int/publications/i/item/urban-green-spaces-and-health (Erişim tarihi: 08.05.2025)

23. Zhang, Y., Li, X. ve Liu, J., Urban green spaces and public health: A systematic review, *Environmental Research*, 198, 111205, 2021.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# PEYZAJ TERCİHİNE ETKİ EDEN ETMENLER

Yük. Lisans Öğr. **Nur GÜRBULAK**

Yük. Lis. Ögr., Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Erzurum/TÜRKİYE, nrsysl@gmail.com

ORCID ID:0009-0009-3072-5364

**Prof. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU**

Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Erzurum/TÜRKİYE, nalandemircioglu25@hotmail.com

ORCID ID:0000-0002-4871-1579

## ÖZET

19. yy başlarında anılmaya başlanan peyzaj mimarlığı ile birlikte bireylerin kullanımına sunulan estetik ve işlevsel alanlar oluşturulmaya başlanmıştır. Bu bağlamda, belirlenmiş bir topoğrafyanın, arazi, çevre, iklim vb. uyumlarını göz önünde bulundurarak peyzaj tasarımları gerçekleştirilmektedir. Peyzaj tasarımı, peyzaj tasarımcısının bir ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. Peyzaj tasarımını bir ürün olarak değerlendirdiğimizde ise bu ürünün kullanıcılarının tercih ve beklentileri, tasarımcının tasarıma yön vermesini etkileyen en önemli unsurlardan biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bireylerin peyzaj tercihlerini ise peyzaj algısı belirlemektedir. Son derece karmaşık bir süreç olarak değerlendirilen peyzaj algısı, bireyin kültürü, yaşı, eğitimi, cinsiyeti, maddi durumu gibi bireye özgü öznel niteliklerin sonucunda oluşmaktadır. Duyu organları ile çevreden aldığı uyarıları, doğumundan başlayan deneyim ve tecrübeleri ile analiz ederek anlamlandıran birey, tamamlamış olduğu peyzaj algısı süreci sonucunda peyzaj tercihlerini belirlemektedir. Temel amacı tasarım ilkeleri doğrultusunda en iyi mekânsal kompozisyonu oluşturmak olan peyzaj tasarımı için peyzaj tercihlerinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Peyzaj tercihlerinin doğru analiz edildiği bir lokasyonda peyzaj tasarımcısı arazi, çevre, iklim vb. uyumların yanı sıra kullanıcı uyumununda yansıtıldığı tasarımlar gerçekleştirebilecektir. Çalışmamızda literatür taraması yöntemi ile bireylerin peyzaj tercihlerine etki eden faktörlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Aynı zamanda bu alanda yapılmış farklı çalışmaların sonuçları incelenerek yaş, cinsiyet, eğitim, coğrafya gibi etmenlerin bireylerin peyzaj tercihlerine nasıl yansıdığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Peyzaj Tercihi, Peyzaj Algısı, Peyzaj Tasarımı

## ABSTRACT

With landscape architecture, which started to be mentioned in the early 19th century, aesthetic and functional areas offered to individuals began to be created. In this context, landscape designs are carried out by taking into account the harmony of a determined topography, land, environment, climate, etc. Landscape design emerges as a product of the landscape designer. When we evaluate landscape design as a product, the preferences and expectations of the users of this product emerge as one of the most important elements that affect the designer's direction of the design. Individuals landscape preferences are determined by landscape perception.

Landscape perception, which is evaluated as an extremely complex process, is formed as a result of individual-specific subjective qualities such as the individual's culture, age, education, gender, financial situation. The individual, who analyzes and makes sense of the stimuli he receives from the environment with his sense organs with his experiences and knowledge starting from birth, determines his landscape preferences as a result of the landscape perception process he has completed. Determining landscape preferences is very important for landscape design, the main purpose of which is to create the best spatial composition in line with design principles. In a location where landscape preferences are analyzed correctly, the landscape designer evaluates the land, environment, climate, etc. In addition to the harmony, designs that reflect user harmony will be able to be realized. In our study, it was aimed to determine the factors affecting the landscape preferences of individuals by literature review method. At the same time, by examining the results of different studies conducted in this field, it was tried to determine how factors such as age, gender, education, geography are reflected in the landscape preferences of individuals.

**Keywords:** Landscape Preference, Landscape Perception, Landscape Design

## I. GİRİŞ

İnsanlar tarih boyunca, zorunlu görevleri dışında kalan zamanlarını verimli ve anlamlı şekilde kullanma yolları aramışlardır. Maslow'un ihtiyaçlar teorisine incelendiğinde, insan davranışlarını yönlendiren belli başlı ihtiyaçlar olduğu görülmektedir. Maslow'un ihtiyaçlar teorisinde bu ihtiyaçlar hiyerarşik bir düzende sıralanır. Piramidin en alt basamaklarında yeme içme, dinlenme gibi fizyolojik ihtiyaçlar ve tehlikelerden korunmayı amaçlayan güvenlik ihtiyaçları yer alır (Abdein vd, 2024). Aynı şekilde serbest zaman etkinlikleri de tarihsel süreç boyunca evrensel bir ihtiyaç olarak kabul edilmiştir. Serbest zaman etkinlikleri bireylerin kişisel özellikleri, içinde bulundukları toplumun yapısı ve çeşitli demografik faktörlere bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Abdein vd, 2024).

Rekreasyon faaliyetlerinin bireyleri ve toplulukları bir araya getirme gücü dikkate alındığında, özellikle günümüzde artan din, dil, ırk, cinsiyet ve kültürel çeşitlilik karşısında bu etkinliklerin bütünleştirici bir işlev üstlendiği görülmektedir. Rekreasyon, bireyler arası ve toplumlar arası etkileşimi teşvik ederek, "öteki" algısının zayıflamasına ve farklılıklara karşı daha hoşgörülü bir tutum geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Ardahan, 2013).

Yaşanan teknolojik gelişmelerle birlikte, insanların çalışma saatleri dışında serbest zamanlarında artış oluşmuştur. Serbest zamanların artması ise bireylerin eğitim ve gelir düzeylerinin yükselmesine katkı sağlamıştır. Eğitim ve gelir düzeyindeki bu artış, bireylerde boş zamanı verimli değerlendirme bilincini daha da geliştirmiş ve bu durum rekreasyonel etkinliklere olan talebi artırmıştır. Serbest zamanlarda geliştirilen etkinlikler bireylere bedensel, zihinsel ve sosyal açıdan fayda sağlamış, özgüvenlerini ve özsaygılarını artırmıştır (Abdein vd, 2024).

Peyzaj tasarımlarını bir ürün olarak ele aldığımızda bu üründen elde edilen tatmin önem arz etmektedir. Alınacak tatmini etkileyen faktörler olduğu gibi yaşanılan deneyim sonucunda elde edilen tatminde daha sonra ki tercihleri etkilemektedir. Tatmin kavramı literatürde farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Oliver'a (1987) göre tatmin; bir ürün ya da hizmetin kendisinin veya özelliklerinin, tüketici tarafından değerlendirilmesi sonucunda elde edilen haz ve tatmin edicilik düzeyiyle ilişkilidir. Bıyık ve arkadaşlarına (2017) göre ise tatmin, tüketici sadakatini

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

artırarak ürün ya da hizmetin tekrar tercih edilmesini sağlamaktadır. Helgesen ve Nesset (2007), tüketici tatminini, tüketicinin psikolojik durumu, beklentileri ve deneyimlerinin karşılaştırılması sonucu oluşan öznel bir özet değerlendirme olarak tanımlamaktadır. Serbest zaman tatmini, bireyin boş zamanlarını değerlendirme sürecinden elde ettiği memnuniyet düzeyini ifade etmektedir ve bu kavram üzerinde etkili olan çeşitli sosyoekonomik faktörler bulunmaktadır. Munusturlar ve arkadaşlarının (2016) gerçekleştirdiği araştırmada; yaş, cinsiyet, medeni durum, eğitim düzeyi, gelir seviyesi ve bireyin algıladığı sağlık durumu gibi değişkenlerin, serbest zaman tatminini önemli ölçüde etkilediği ortaya koymuştur. Bu bulgu, bireylerin yaşam koşulları ve kişisel özelliklerinin, boş zamanlarını nasıl değerlendirdikleri ve bu süreçten ne ölçüde tatmin oldukları üzerinde belirleyici rol oynadığını göstermektedir. Benzer şekilde, Ragheb ve Beard (1982) yapmış oldukları bir çalışmada serbest zaman tatmininin, bireyin beklentileriyle deneyimleri arasındaki uyuşmaya bağlı olarak şekillendiğini vurgulamışlardır. Ayrıca, Caldwell ve Smith (1988) tarafından yapılan çalışmalarda da serbest zaman etkinliklerine katılım sıklığı ile psikolojik sağlık ve yaşam doyumu arasında anlamlı ilişkiler olduğu bulunmuştur. Tüm bu bulgular, serbest zaman tatmininin çok boyutlu bir olgu olduğunu ve bireysel, sosyal ve çevresel birçok unsurla ilişki içerisinde değerlendirilebileceğini ortaya koymaktadır.

**Peyzaj Tercihi ve Peyzaj Algısı**

Peyzaj; doğa, kültür ve insan etkileşiminin mekânsal bir yansımasıdır. Peyzajın insanlar tarafından nasıl algılandığı, yalnızca estetik değil aynı zamanda psikolojik, sosyal ve kültürel boyutları da içeren çok katmanlı bir süreçtir (Bell, 2012). Peyzaj algısı, bireyin çevreyle kurduğu bağ ve bu çevreye yüklediği anlamla doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda, peyzaj planlama ve tasarımında kullanıcı tercihlerini etkileyen algısal unsurların değerlendirilmesi büyük önem taşır (Daniel, 2001).

Peyzaj algısını tanımlayabilmek için önce algıyı tanımlamak gereklidir. Algı, içinde bulunulan çevreyi algılayarak analiz etme aşamasında önemli bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir diğer şekilde algı duyular yolu ile nesnel dünyayı öznel bilince aktarmak olarakta tanımlanmaktadır (Özcan vd 2003). Algı çevreden alınan duyusal bilginin işlenmesi sonucu oluşmaktadır (Aydınlı, 1986). Duyusal bilgi ise göz, burun, dil, kulak, cilt, iç kulak yarım daire kanallarında bulunan alıcılar ve kas eklem yerlerinde bulunan kinetik enerji alıcıları ile toplamda yedi duyu organından elde edilmektedir (Özer, 2005). Duygusal bilginin anlamlandırılması ve yorumlanması sonucunda algılama gerçekleşir, bu süreç içerisinde kişisel beklentiler algılamayı etkiler (Erdal, 2006). Algılama bireyden bireye farklılık göstermektedir. Bireyin içinde yaşadığı sosyal çevre, sahip olduğu öznel nitelikler ve bireyin kültürü gibi özellikler algılamanın farklı gerçekleşmesine sebebiyet vermektedir (Özcan vd 2003). Algılama karmaşık bir süreçten oluşmaktadır (Tüfekçioğlu 2008). Duyu ve algılama birbirinden farklı kavramlardır. Dış çevreden alıcı hücreler tarafından yakalanan fiziksel enerjinin duyusal enerjiye çevrilmesi sonucunda duyu oluşmaktadır. Beyinde işlenen sinirsel enerji sonrasında ise algısal ürün oluşur. Algılamanın oluşmasında geçmişte yaşanan tecrübeler, deneyimler gibi etmenler etkilidir (Özer, 2005). Davranışlar ise algılanan bir nesne hakkında ki düşünme tarzının sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır (Tüfekçioğlu 2008).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Peyzaj algısı**,** bireylerin çevresel uyaranları duyusal organları aracılığıyla algılamaları ve bu uyaranlara ilişkin zihinsel temsiller oluşturarak çevreyi anlamlandırmaları sürecidir (Kaplan ve Kaplan, 1989). Bu süreç, yalnızca görsel algıyla sınırlı kalmayıp; işitsel, dokunsal ve hatta koku gibi diğer duyusal girdileri de kapsar (Nasar, 1992). Peyzaj algısı aynı zamanda bireyin geçmiş deneyimleri, kültürel birikimi ve bilişsel eğilimleriyle şekillenir (Lynch, 1960). Bu çok boyutlu yapı, bireyin çevresiyle olan etkileşimini ve o çevreye yönelik tercihlerini doğrudan etkiler (Sevenant ve Antrop, 2010).

**Görsel Peyzajın Değerlendirilmesi**

Bireylerin peyzaj tercihlerini anlamak için çoğunlukla görsel peyzaj kalite değerlendirmesi gerçekleştirilir. Bu değerlendirme fotoğraf, video veya betimlemeler yapılarak hazırlanan anket sorularının bireylere yöneltilmesi ve onların verdikleri cevaplar neticesinde gerçekleşir. Görsel estetik, mekânsal planlama ve tasarım süreçlerinde temel bir rol oynar. Görsel peyzaj kalitesinin belirlenmesi, bir alanın estetik değerini açığa çıkararak planlama kararlarını, tasarım kriterlerini yönlendirir (Özcan, 2002).

Görsel peyzajın değerlendirilmesinde 3 yaklaşım modeli söz konusudur;

*Fiziksel Yaklaşım Modeli*

Görsel peyzajın değerlendirilmesinde kullanılan fiziksel yaklaşım modeli sayısal verilere dayanmakta olup, peyzajların fiziksel nitelikleriyle belirlenmektedir. Bu yaklaşım modeli nesnel verileri içermektedir (Tarım, 2014).

*Psikolojik Yaklaşım Modeli*

Psikolojik yaklaşım modelinde ise bireylerin sahip olduğu demografik özellikler algılamaları oluşturmaktadır. Örneğin kişinin yaşı, eğitimi gibi etmenler peyzaj alanlarının algılanmasında ki farklılıklara neden olmaktadır. Psikolojik yaklaşım modeli fiziksel yaklaşım modelinin aksine öznel verileri içermektedir (Tarım, 2014).

*Psikofiziksel Yaklaşım Modeli*

Üçüncü yaklaşım modelimiz olan psikofiziksel modelde ise hem nesnel hem de öznel verilerin bir arada değerlendirilmesinin gerekliliği savunulmaktadır. Modelin savunucularına göre bir peyzaj değerlendirmesinin yapılabilmesi için iki durumunda incelendiği psikofiziksel yaklaşım modeli ile daha sağlıklı veriler elde edileceği düşünülmektedir (Tarım, 2014).

**Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmada peyzaj tercihlerine etki eden faktörlerin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda birbirinden farklı ülkelerde gerçekleştirilmiş olan akademik çalışmaların araştırılarak, farklı coğrafyalara, farklı kültürlere ait ve farklı özelliklere sahip bireylerin peyzaj tercihlerinde ne gibi farklılıklar olduğu tespit edilerek, bireylerin farklı peyzaj öğelerine yönelik algıları, estetik beğenileri ve çevresel değer yargıları analiz edilmiştir. Çalışmada demografik özellikler, sosyo-kültürel yapılar, bireysel deneyimler ve mekânsal bağlamlar gibi çeşitli değişkenlerin peyzaj tercihleri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulgular, peyzaj

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

tasarımı ve planlaması süreçlerinde kullanıcı beklentilerinin daha etkin bir şekilde dikkate alınmasına katkı sağlamayı hedeflemektedir.

## II. YÖNTEM

Bu araştırmada, nitel araştırma yaklaşımlarından biri olan literatür incelemesi yöntemi tercih edilmiştir. Literatür incelemesi, belirli bir konu çerçevesinde daha önce yapılmış bilimsel çalışmaların sistematik biçimde toplanması, değerlendirilmesi ve analiz edilmesini kapsayan bir yöntemdir. Bu yöntemle mevcut bilgi birikimi derlenmiş, konunun kuramsal temelleri oluşturulmuş ve çalışmanın özgün katkısının yer alabileceği alanlar belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında, araştırma konusuyla ilişkili akademik yayınlara erişmek amacıyla hem ulusal hem de uluslararası düzeyde saygın veri tabanları taranmıştır. Bu süreçte başta Google Scholar, Web of Science, Scopus, ProQuest, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve üniversite kütüphane kaynakları olmak üzere çeşitli platformlardan yararlanılmıştır. Kaynak seçiminde güncel olma, bilimsel saygınlık, konu ile örtüşme düzeyi ve atıf yoğunluğu gibi ölçütler dikkate alınmıştır. Elde edilen veriler, tematik analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bu kapsamda, çalışmalarda öne çıkan ana temalar belirlenmiş ve bu temalar doğrultusunda araştırma konusu bağlamında çıkarımlar yapılmıştır.

## III. BULGULAR

Peyzaj tercihleri, bireylerin çevresel algıları, estetik beğenileri, kültürel birikimleri ve kişisel deneyimleri gibi birçok değişkenin etkileşimi sonucunda şekillenmektedir. Yapılan araştırmalar, peyzaj tercihlerini etkileyen faktörleri genellikle fiziki, psikolojik, demografik ve kültürel değişkenler olarak dört ana başlık altında incelemektedir (Kaplan ve Kaplan, 1989).

Fiziki faktörler arasında, peyzaj alanlarında yer alan doğal öğeler yer almaktadır. Su, ağaçlar, topografya, peyzajın açıklık-kapanıklık durumu, bitki çeşitliliği ve bakım düzeyi gibi görsel bileşenler fiziksel faktörler arasında yer almaktadır (Kaplan ve Kaplan, 1989). Ulrich (1983) yapmış olduğu çalışmasında doğal unsurların baskın olduğu peyzajların, yapay veya kentleşmiş alanlara kıyasla daha fazla tercih edildiğini ve bireylerin stres düzeyini azalttığını ortaya koymuştur.

Psikolojik faktörler ise bireylerin kişilik özellikleri, sahip oldukları ruh hali ve doğa ile olan duygusal bağlarını kapsamaktadır. Doğa ile yakın ilişkide bulunan bireylerin doğal peyzajlara karşı daha olumlu tutumlar geliştirdiği görülmektedir (Herzog ve Chernick, 2000).

Demografik faktörlerde peyzaj tercihinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi, gelir düzeyi, yaşanılan çevre ve meslek grubu gibi değişkenlerin bireylerin peyzaj algılarını ve tercihlerini etkilediği çeşitli çalışmalarla desteklenmiştir. Örneğin, kırsal alanlarda yaşayan bireylerin doğal peyzajlara; kent merkezinde yaşayan bireylerin ise düzenlenmiş ve erişilebilir açık alanlara daha fazla ilgi gösterdiği belirtilmektedir (Ode vd, 2009).

Kültürel faktörlerde peyzaj tercihinde önemli bir yer tutmaktadır. Bireylerin yetiştiği kültürel çevre, doğa ile ilişkileri ve estetik değer yargıları peyzaj öğelerini değerlendirme biçimlerini büyük ölçüde etkileyebilmektedir (Nassauer, 1995).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Tüm bu etkenler göz önünde bulundurulduğunda, peyzaj tercihinin çok boyutlu bir olgu olduğu ve bireylerin çevresel karar alma süreçlerinde dikkate alınması gereken önemli bir unsur olduğu söylenebilir.

### 3.1.Peyzaj Tercihini Etkileyen Fiziksel Faktörler

Peyzaj tercihleri, bireylerin çevresel unsurlara yönelik algı ve beğenilerini yansıtan önemli göstergelerdir. Bu tercihler, bireyin doğal çevre ile olan ilişkisini, estetik duyarlılığını ve psikolojik ihtiyaçlarını yansıtır. Literatürde yapılan çeşitli araştırmalar, peyzaj tercihlerini etkileyen başlıca fiziksel faktörlerin su öğeleri (göl, dere, deniz, ırmak, havuz, şelale vb.), bitkisel öğeler (ağaçlar, çalılar, çiçekler, çim alanlar), topoğrafik yapı (düzlük, eğim, tepelik alanlar vb.), peyzajın açıklık-kapanıklık durumu (açık alanlar bulunması veya yoğun bitki örtüsü yer alması), bitki çeşitliliği ve peyzajın bakım düzeyi olduğunu ortaya koymaktadır (Frankek, 2023).

Özellikle su öğelerinin bulunduğu manzaraların, bireyler tarafından daha estetik ve huzur verici olarak algılandığı; bu alanların psikolojik rahatlama sağladığı ve stres seviyesinin azaltılması açısından olumlu etkiler yarattığı belirlenmiştir (Ulrich, 1983). Benzer şekilde, ağaç ve bitki yoğunluğu yüksek olan alanlar, görsel zenginlik sağlamalarının yanı sıra doğayla bütünleşme hissini artırarak peyzajın cazibesini yükseltmektedir. Bu çerçevede, bitkisel çeşitliliğin ve bakım düzeyinin dengeli olduğu peyzajlar, kullanıcılar tarafından daha yüksek oranda tercih edilmekte olup, düzenli, temiz ve kontrollü alanlar için ise estetik olarak daha olumlu değerlendirilmeler yapılmaktadır (Nassauer, 1995).

Sonuç olarak, peyzaj tercihleri bireylerin görsel, psikolojik ve kültürel duyarlılıklarıyla şekillenirken; fiziki faktörlerin tasarım süreçlerine dâhil edilmesi, çevresel kalite algısını ve kullanıcı memnuniyetini artıran önemli bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

#### *3.1.1.Su*

Peyzajda yer alan su öğeleri, bireylerin çevresel algıları ve manzara tercihleri üzerinde önemli etkiler yaratmaktadır. Yapılan araştırmalar, suyun varlığının peyzajın çekiciliğini artırdığını ve bireylerde içme suyu algısı, serinlik ve ferahlık gibi olumlu duyumsamalar yarattığını göstermektedir Franek, 2023). Su içeren peyzajlar özellikle deniz, göl, şelale gibi yapay olmayan doğal su kaynakları insanlar tarafından daha estetik ve huzur verici bulunmaktadır. Bu durum da su öğelerinin peyzaj tercihinde belirleyici bir faktör olarak öne çıkmasına neden olmaktadır. Franek'in (2023) yürüttüğü kapsamlı literatür analizinde, deniz ve dağlık göl manzaralarının şelale gibi dinamik su ortamlarıyla birlikte, diğer durağan ya da yapay su kaynaklarına kıyasla daha fazla tercih edildiği saptanmıştır. Bu tercihin arkasında, suyun görsel estetiği yanı sıra suyun sesi, hareket etkisi ve yansıtıcılık etkisi gibi çoklu duyusal etkilerinin de yer aldığı ifade edilmektedir. Yine bu sonuca paralel olarak, Amerika Birleşik Devletleri Tarım Ekonomik Servisi tarafından sunulan verilerde, su öğelerinin ve engebeli arazi yapısının peyzajı cazip kılan başlıca doğal bileşenler olduğunu ortaya koymaktadır (USDA ERS, 2021).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Bu bulgular ışığında, hem akış, hareket etkisine sahip şelale, ırmak gibi su öğelerinin, hem de durgun yapıya sahip göl, deniz gibi su varlıklarının insanlar tarafından peyzaj estetiği açısından pozitif şekilde değerlendirildiği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla peyzaj tasarımı ve doğal alan planlamasında su öğelerinin bilinçli ve stratejik biçimde dâhil edilmesinin kullanıcı memnuniyetini artırabileceği söylenebilir.

### *3.1.2.Bitki Örtüsü*

Bitki örtüsü ve özellikle bitki türlerinden ağaçlar, peyzajın estetik değerini ve görsel zenginliğini artıran başlıca doğal unsurlar arasında yer almaktadır. Ağaç ve ormanlık peyzajlar, bireylerin manzara tercihleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yapılan araştırmalar neticesinde, insanların ağaçların sunduğu gölgeleme, hacim, ritim ve doğal yapı nedeniyle bu tür peyzajları estetik açıdan daha cazip bulduğunu ortaya koymaktadır (Ulrich, 1986). MDPI veri tabanında yer alan güncel bir çalışmada, Çinli orman rekreasyonistleri üzerine yapılan analizlerde, katılımcıların çoğunluğunun orman içerisindeki bitkisel unsurları ve ağaçları, diğer doğal bileşenlere kıyasla daha çok tercih ettikleri belirlenmiştir. Bu durum, ağaçların bireylerde doğayla bütünleşme, güvenlik ve huzur gibi olumlu duyumsamaları uyardığını göstermektedir (Zhang vd., 2022). Bununla birlikte, yalnızca yoğun ormanlık alanlar ya da tamamen ağaçsız açık alanlar yerine, dengeli bir açıklık - kapanıklık oranına sahip peyzaj bileşimlerinin daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Tarım Ekonomik Servisi (USDA ERS) tarafından sunulan bulgularında bu durumu desteklediği görülmektedir. Verilere göre bireyler, yalnızca orman veya yalnızca çimenlik alanlar yerine; ağaçlı ve açık alanların birlikte bulunduğu karma peyzajları daha tercih edilir peyzaj tipi olarak değerlendirmektedirler (USDA ERS, 2021). Bu bağlamda, peyzaj tasarımında hem ormanlık hem de görsel açıklık sağlayan alanların dengeli şekilde yer alması, bireylerin estetik beklentileri ve doğayla kurduğu duygusal bağ açısından önem arz etmektedir.

### *3.1.3.Arazi Eğimi, Topoğrafya*

Peyzaj tercihleri üzerinde etkili olan fiziksel faktörlerden biride topoğrafik yapı, yani arazi eğimi ve yükseltilerdir. Genel olarak, düz alanlara kıyasla çeşitli ve dalgalı topoğrafyaya (örneğin engebeli araziler) sahip manzaralar, bireyler tarafından daha çekici bulunabilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri Tarım Ekonomik Servisi (USDA ERS, 2021), görsel estetik açısından tepelik ve doğal çizgileri daha belirgin alanların düz ve homojen yapıya sahip arazilere göre daha çok tercih edildiğini rapor etmiştir. Ancak bu tercihlerde kültürel ve coğrafi faktörlerin tercihleri belirleyici rol oynadığı da vurgulanmıştır. Hagerhall ve arkadaşlarının (2018) yürüttüğü çok kültürlü bir çalışmada, beş farklı yerli ve yerli olmayan gruba düz ve tepelik manzara görselleri gösterilmiştir. Katılımcıların çoğunluğu düz ve sık bitki örtüsüne sahip manzaraları tercih ederken, İsveçli üniversite öğrencileri orta seviyede yükseklik içeren, hafif dalgalı manzaraları daha estetik bulduklarını ifade etmişlerdir. Bu bulgu, bireylerin yaşadıkları coğrafyanın topoğrafik yapısının alışkınlıklarını etkilediği ve estetik beğenilerini şekillendirdiğini göstermektedir. Yine benzer şekilde, Çinli orman ziyaretçileri üzerinde yapılan bir çalışmada, katılımcıların büyük ölçüde yatay bakış açısı sunan düz patikaları ve orman içi manzaraları tercih ettikleri belirlenmiştir. Bu durum, bireylerin alışık oldukları doğal

çevre tipinin peyzaj algı ve tercihlerinde önemli bir belirleyici olduğunu desteklemektedir. (Zhang vd., 2022). Sonuç olarak, peyzaj tasarımında topoğrafyanın dikkate alınması, sadece görsel çeşitlilik sağlaması açısından değil, aynı zamanda kullanıcı profiline uygunluk açısından da önem arz ettiği anlaşılmaktadır. Farklı coğrafyalarda yetişmiş bireylerin topoğrafya tercihlerinde yetişmiş oldukları coğrafyanın topoğrafik yapısı ile paralel tercihleri olduğu sonucuna ulaşılmaktadır (Zhang vd., 2022).

### *3.1.4.Peyzajda Açıklık-Kapanıklık*

Peyzaj algısı ve tercihleri üzerinde etkili olan bir diğer fiziksel faktör de manzaranın açıklık ya da kapanıklık düzeyidir. Bu bağlamda, peyzajın seyrek bitki örtüsüne sahip olması "açık", yoğun bitki örtüsüne sahip olması ise "kapalı" olarak tanımlanmaktadır. Geleneksel yaklaşımlar, görsel erişilebilirliği artıran ve güvenlik hissi yaratan yarı açık manzaraların çoğunlukla tercih edildiğini ileri sürmektedir. Ancak kültürel bağlamda yapılan araştırmalar, bu kabulün her zaman geçerli olmadığını ortaya koymaktadır. Türkiye'de yapılan bir park peyzaj algısı araştırmasında da uzmanlar en çok beğenilen fotoğrafların "açık" veya "açıklık-kapalılığın dengede" olduğu alanlardan seçildiğini rapor etmiştir (Çakçı, 2009). Franek ve arkadaşları (2023) tarafından Çekya'da gerçekleştirmiş olan farklı bir araştırmada ise estetik olmayan kapalı alanla, estetik olmayan açık alan tercihlerinde kullanıcıların kapalı alanı tercih ettiği, estetik niteliği yüksek açık alan ile estetik niteliği yüksek kapalı alan seçiminde ise kullanıcılar açısından estetik niteliği yüksek açık alanların tercih edildiği belirlenmiştir. Bu durum peyzajda açıklık ve kapalılık tercihlerinde görsel estetik etkininde tercihe etki eden bir faktör olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, farklı kültürel ve çevresel deneyimlere sahip bireylerin peyzaj açıklığına yönelik algı ve tercihlerinde belirgin farklılıklar olabileceğini ortaya koymaktadır. Özetle, genel eğilim orta açıklık/orta bitki yoğunluğu yönünde olsa da, bazı kullanıcı gruplar için tamamen kapalı peyzajlar daha cazip hale gelebilmektedir.

### *3.1.5.Peyzajda Bitki Çeşitliliğinin Peyzaj Tercihine Etkisi*

Peyzajın estetik değerini ve kullanıcılar tarafından tercih edilme düzeyini belirleyen önemli unsurlardan biri de bitkisel çeşitlilik ve bu çeşitliliğin oluşturduğu karmaşıklık düzeyidir. Yapılan çeşitli çalışmalar, peyzajda yer alan bitki türlerinin zenginliği ile görsel karmaşıklık arasındaki ilişkinin peyzaj tercihleri üzerinde anlamlı etkiler yarattığını ortaya koymuştur. Bu bağlamda, hem bitki tür çeşitliliği hem de bitkilerin düzenleniş biçimi, manzaranın estetik değerinin algılanmasında belirleyici olmaktadır. Tamamen monoton ve tek türden oluşan peyzajlar, görsel olarak yetersiz ve sıkıcı bulunabilirken; aşırı karmaşık ve düzensiz yapılar da algısal yükü artırarak tercih edilebilirliği azaltabilmektedir. Bu nedenle, orta düzeyde çeşitliliğe ve düzenli bir karmaşıklığa sahip peyzajlar, genel olarak bireyler tarafından daha olumlu değerlendirilmektedir (Franek, 2023). Portekiz'in Alentejo bölgesinde gerçekleştirilen bir çalışmada, farklı kullanıcı gruplarının tercih ettiği peyzaj desenleri incelenmiştir. Araştırma sonuçları, görsel olarak daha karmaşık peyzaj desenlerinin, homojen olanlara kıyasla genel olarak daha fazla tercih edildiğini ortaya koymuştur (Surova, 2014). Tayvan'da yürütülen bir çalışmada ise peyzajın rengi, karmaşıklığı ile bireylerin görsel davranışları arasındaki ilişki incelenmiştir. Göz izleme teknolojisi kullanılarak yapılan bu araştırma, daha karmaşık ve renkli

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

peyzajların, izleyicilerin dikkatini daha fazla çektiğini ve daha olumlu değerlendirildiğini ortaya koymuştur (Huang, 2019). Özellikle orman manzaraları üzerine yapılan çalışmalarda farklı ağaç türleri ve çeşitli alt bitki örtüsünü içeren doğal alanların, homojen, tek türden oluşan orman yapılarından daha fazla tercih edildiği gözlemlenmiştir (Franek, 2023). Peyzaj çeşitliliği ve karmaşıklığı ile bireylerin algıları ve tercihleri arasındaki ilişki üzerine yapılan araştırmalar, orta düzeyde çeşitliliğe ve düzenli bir karmaşıklığa sahip peyzajların genellikle daha olumlu değerlendirildiğini göstermektedir (Hafner, 2017)

#### *3.1.6.Bakım Düzeyinin Peyzaj Tercihine Etkisi*

Peyzajın bakımlı veya bakımsız olması da peyzaj tercihini etkileyen fiziksel öğeler içerisinde yer almaktadır. Araştırmalar, genellikle bakımlı, düzenli peyzajların **daha çok beğenildiğini** göstermiştir. Nassauer ve arkadaşları (1995) tarafından çimleri biçilmiş, budanmış ağaçlar ve kontrol edilmiş bitki düzenlemeleri gibi insan müdahalesinin açıkça görüldüğü "bakımlı" peyzajların tercih edildiğini saptamışlardır. Örneğin, Nassauer'in çalışmalarında sahiplenilen ev bahçelerinde çimlerin tamamen biçildiği düzenli peyzajlar, yabani veya dağınık görünüme sahip tasarımlara göre daha çok beğenilmiş; çiftçiler de bakımlı arazileri bakımsızlara tercih etmiştir. Bu durum, toplumun düzenlilik ve emek göstergesi olarak gördüğü peyzaj öğelerini sevdiğini ve bakım emareleri olarak nitelenen unsurların beğeniyle karşılandığını göstermektedir. Kaplan ve Kaplan (1989) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise insanların doğayla ilişkisini psikolojik bir çerçevede incelenmiştir. İnsanların, anlaşılırlığı ve düzenliliği yüksek olan, bakımlı peyzajlara yöneldiği vurgulanmış, bakımsız alanların ise genellikle tehlikeli veya ihmal edilmiş olarak algılandığına işaret edilmiştir.

### 3.2.Psikolojik Faktörler

Peyzajlar, yalnızca fiziksel çevrelerin bileşenleri değil, aynı zamanda insanların duyusal ve duygusal deneyimlerini şekillendiren psiko-sosyal ortamlar olarak da ele alınmalıdır. Bireylerin bir peyzaja yönelik tercihleri, sadece görsel güzellikten ibaret olmayıp, algısal, duygusal, bilişsel ve sosyal faktörlerin bileşimiyle oluşmaktadır. Ulrich (1983) geliştirmiş olduğu Psiko-Evolüsyonist Stres Azaltma Teorisi ile doğal peyzajların bireylerde olumlu duygusal tepkiler oluşturarak stresin azaltılmasına katkı sağladığını işaret etmiştir. Bu nedenle, bireylerin çoğunlukla su, bitki örtüsü ve doğal doku içeren alanları tercih ettiğini belirtmiştir. Scannell ve Gifford (2010) tarafından geliştirilen yer bağlılığı kuramına göre ise insanların geçmişte olumlu deneyimler yaşadıkları mekânlara daha fazla bağlılık geliştirdiği ve benzer peyzajlara yönelme eğilimi gösterdikleri ortaya konulmuştur. Peyzaj tercihleri, bireylerin sadece estetik beklentilerine değil, aynı zamanda psikolojik, bilişsel, duygusal ve sosyal gereksinimlerine de bağlıdır. Peyzaj tasarımında bu psikolojik faktörlerin dikkate alınması, daha etkili, kullanılabilir ve sürdürülebilir çevrelerin oluşturulmasında anahtar bir rol oynamaktadır.

### 3.3.Demografik Faktörler

Demografik özellikler de peyzaj tercihinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi, yaşanılan çevre ve meslek grubu gibi değişkenlerin bireylerin peyzaj algılarını ve tercihlerini etkilediği çeşitli çalışmalarla desteklenmiştir (Ode vd., 2009). Örneğin, kırsal alanlarda yaşayan bireylerin doğal peyzajlara; kent merkezinde yaşayan bireylerin ise düzenlenmiş ve erişilebilir açık alanlara daha fazla ilgi gösterdiği belirtilmektedir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

### *3.3.1.Cinsiyet*

Ma ve arkadaşları (2023) tarafından Tokyo'daki kentsel parklar üzerine yapılan bir çalışma, kadınların peyzajları incelerken erkeklere kıyasla farklı görsel davranışlar sergilediğini ortaya koymuştur. Kadınlar, çevresel güvenlik, estetik ve mekânsal kalite göstergelerine daha fazla önem verdiği tespit edilmiştir. Aydın ve Aşur (2024) tarafından Türkiye'de yapılan bir başka araştırmada ise doğal peyzajlara sahip kırsal alanlarda erkek ve kadın uzmanların görsel peyzaj tercihleri ve eğilimlerini incelemiştir. Çalışma, cinsiyetin peyzaj tercihleri üzerinde önemli bir demografik faktör olduğunu ve bu tercihlerde belirgin farklılıklar bulunduğunu ortaya koymuştur. Doğal peyzajlara kadınların erkeklerden daha yüksek çevre bilinci ile yaklaştıkları belirlenmiştir. Yine Türkiye'de Akyüz ve Güngör (2020) tarafından yapılan başka bir çalışmada cinsiyetin peyzaj mimarlığı tasarım algısını etkileyip etkilemediğini araştırmıştır. Sonuçlar, kadın ve erkeklerin peyzaj tasarımına yönelik algılarında farklılıklar olduğunu ve bu farklılıkların tasarım süreçlerinde göz önünde bulundurulması gerektiğini ortaya koymuştur. Aynı çalışmada doğal peyzajların kadınlar tarafından güvensizlik hissi uyandırdığına işaret edilmiştir. Bu bağlamda yapılan araştırmalar neticesinde cinsiyetin peyzaj tercihlerinde belirleyici bir rol olduğu görülmektedir.

### *3.3.2. Yaş*

Nordy ve Ostby (2013) tarafından üniversite kampüslerinde gerçekleştirilen bir araştırmada 18–24 yaş aralığındaki bireylerin çim alanlar, açık spor sahaları ve dinlenme odaklı gölgelik alanlara yüksek düzeyde önem verdiği görülmüştür. Tveit ve arkadaşları (2006) tarafından gerçekleştirilen bir başka araştırmada ise yaşları 40 civarında olan bireylerle yapılan bir ankette, park alanlarının sakinlik, düzen ve güvenlik hissi yaratmasının tercihleri etkilediği vurgulanmıştır. 65 üstü bireylerde ise için peyzaj tercihleri genellikle erişilebilirlik, güvenlik ve duyusal konfor üzerinden şekillenir. Bu yaş grubunun düz zeminli yürüyüş yolları, bol dinlenme noktası, gölgelik ağaçlar, sessizlik, kuş sesleri, hoş kokulu bitkiler ve kolay ulaşılabilir tuvalet gibi unsurları ön planda tuttukları tespit edilmiştir (Kaplan vd., 1989).

### *3.3.3.Eğitim Düzeyi*

Yükseköğrenim görmüş bireyler genellikle doğal öğelerin öne çıktığı, sürdürülebilirlik vurgusu taşıyan ve ekolojik dengeyi koruyan peyzajlara yönelmektedir. Örneğin, üniversite mezunu bir birey, kent parklarında doğal türlerin korunmasına yönelik tasarımları, minimal müdahaleyle düzenlenmiş yeşil alanları ve yerel bitki örtüsünü daha estetik ve anlamlı bulabilir. Bu bireylerin, çevresel farkındalıkları yüksek olduğu için biyolojik çeşitliliği artıran ve enerji verimliliğini gözeten peyzaj tasarımlarını tercih ettikleri birçok çalışmada ortaya konmuştur (Kaplan, 1989). Orta düzeyinde eğitime sahip bireylerin peyzaj tercihlerinde daha çok düzen, temizlik ve ulaşılabilirlik gibi unsurlar ön plana çıkmaktadır. Bu bireyler genellikle daha düzenli biçimlendirilmiş, simetrik ve bakımlı yeşil alanları tercih etmektedir (Ulrich, 1986). Eğitim düzeyi düşük bireylerin ise peyzajı genellikle kullanım kolaylığı, güvenlik ve günlük yaşamla olan doğrudan ilişkisi üzerinden değerlendirdikleri tespit edilmiştir. Bu gruptaki bireyler, sık kullanılan alanlara yakın, gölge sağlayan ağaçların bulunduğu, oturma alanlarıyla donatılmış peyzajları daha çok tercih edebilir. Araştırmalar, bu bireylerin peyzajı genellikle

"işlevsellik" üzerinden değerlendirdiklerini, estetik veya çevresel hassasiyetlerden ziyade pratik faydaları ön planda tuttuklarını göstermektedir (Çetinkaya vd., 2013).

#### *3.3.4.Gelir Düzeyi*

Yüksek gelir grubundaki bireylerin peyzaj tercihleri genellikle estetik kaygılar, özel alan kullanımı ve sürdürülebilirlik temelli yaklaşımlarla şekillenmektedir. Örneğin, yapılan bir çalışmada Çetinkaya ve Yıldız (2018) tarafından yüksek gelir düzeyine sahip kullanıcıların doğal taşlar, organik peyzaj malzemeleri ve az bakım gerektiren bitkileri tercih ettikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, bu grubun bireysel kullanım için tasarlanmış özel bahçeler, yüzme havuzları ve zen bahçesi gibi lüks unsurlara yöneldiği gözlemlenmiştir. Bu kullanıcılar için peyzaj, sosyal statüyü yansıtan bir sembol haline gelirken, aynı zamanda konfor ve mahremiyet ön planda tutulmaktadır. Orta gelir düzeyinde kullanıcı grupları üzerinde Çelik ve Demir (2020) tarafından yapılan bir araştırmada ise bu grubun çocuk oyun alanları, oturma grupları, yürüyüş yolları gibi kullanıma dönük peyzaj unsurlarına öncelik verdiği belirlenmiştir. Estetik unsurlar da dikkate alınsa da, maliyet ve kullanım kolaylığı genellikle belirleyici olmaktadır. Düşük gelir grubu kullanıcılarının peyzaj alanlarından beklentileri ise daha çok işlevsellik ve kamusal hizmete erişimle ilgilidir. Bu kullanıcılar için peyzaj, ekonomik sınırların dışına çıkmadan doğayla etkileşim kurabilecekleri, sosyalleşme ve dinlenme alanları anlamına gelir (Kaya vd., 2015). Gelir düzeyinin bitki seçimleri üzerinde de etkisi olduğu bazı araştırmalar neticesinde anlaşılmıştır. Örneğin, yüksek gelirli bireylerin endemik veya egzotik türlere yöneldiği, hatta bu bitkileri statü göstergesi olarak kullandığı, düşük gelir grubunun ise kolay ulaşılabilen, yerel iklime dayanıklı türleri tercih ettiği gözlenmiştir (Doğan vd., 2021).

### 3.4. Kültürel Faktörler

Kültürel faktörler de peyzaj tercihinde önemli bir yer tutmaktadır. Bireylerin yetiştiği kültürel çevre, doğa ile ilişkileri ve estetik değer yargıları peyzaj öğelerini değerlendirme biçimlerini büyük ölçüde etkileyebilmektedir (Nassauer, 1995). Geleneksel estetik anlayışları bireylerin peyzaj tercihlerine etki etmektedir. Buna örnek vermek gerekirse Yamada (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, Japon bireylerin peyzaj tercihlerinin doğallık, sadelik ve ruhsal denge gibi unsurlar etrafında şekillendiği, su, taş, bitki öğelerinin doğal bir düzen içerisinde kullanıldığını tasarımların tercih edildiğini ortaya koymuştur. Batı'daki geometrik ve gösterişli bahçelere karşılık Japon kültürünün, daha sade ve meditasyona uygun peyzajlara yöneldiği görülmektedir. Bir başka örnekle dini inanışlarında İslam kültüründe peyzaj tercihlerini şekillendirdiği görülmektedir. Bahçelerin inanışlarla anlamlandırıldığı görülmektedir. Cennet bahçesi kavramı, su ve yeşil alanların önemi, dörtlü bahçe düzenleri, simetrik düzen, su kanalları İslam kültüründe bahçelerde tercih edilen unsurları oluşturmaktadır. Müslüman bireylerin peyzaj tercihlerinde gölge, su sesi ve yeşil alanın manevi huzuru simgelediği ve tercih nedeni olduğu görülmektedir (Al-Krenawi vd., 2011). Avrupa'ya göç etmiş Orta Doğulu topluluklar üzerinde Said ve Gül (2019) tarafından yapılan bir çalışmada, göçmenlerin kamusal alanlarda kendi kültürel peyzaj unsurlarını yeniden üretmeye çalıştıkları gözlemlenmiştir. Örneğin, yerel park alanlarında hurma ağaçları, çay alanları ya da küçük su ögeleri gibi tanıdık motiflerin talep edildiği tespit edilmiştir. Bu durum, peyzajın yalnızca görsel değil, aynı zamanda kültürel aidiyetin bir aracı olarak işlev gösterdiğini de işaret etmektedir. Yine Nassauer (1995) tarafından yapılan karşılaştırmalı bir çalışmada, Amerikan kültüründe düzenli,

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

bakımlı çim alanları ideal peyzaj olarak görülürken, Avrupa'nın bazı bölgelerinde "doğal bırakılmış alanlar" daha fazla takdir gördüğü ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, kültürel peyzaj tercihleri, sadece bireysel estetik tercihlerden ibaret değildir; toplumsal değerler, gelenekler, inanç sistemleri ve yaşam biçimleriyle yakından ilişkilidir. Kültürel peyzaj tercihleri, sadece estetik birer beğeni göstergesi olmaktan öte, toplumların tarihsel deneyimlerini, yaşam biçimlerini, çevreyle kurdukları ilişkileri yansıtan derin anlamlar taşımaktadır. Sonuç olarak kültürel bağlamın göz ardı edildiği peyzaj tasarımlarının, kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalabileceğini ve mekânsal yabancılaşmaya neden olabileceğini göstermektedir.

## IV. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Peyzaj tercihi kavramı, kullanıcıların doğal ve yapılı çevreyle kurduğu algısal, duygusal ve işlevsel ilişkilerin somut bir ifadesi olarak önem kazanır. Peyzaj tasarımı ile tercih arasındaki bağ, mekân üretiminin salt tasarım kararlarıyla değil, kullanıcı eğilimleri, alışkanlıkları ve değer sistemleriyle birlikte şekillendiğini ortaya koyar. Peyzaj tasarımı, yalnızca görsel kompozisyonların değil, aynı zamanda yerle kurulan anlam ilişkilerinin de tasarlanması anlamına gelir. Kullanıcının bir mekânda bulunma süresi, o mekânı tercih etme sıklığı ya da mekânla kurduğu duygusal bağ gibi ölçütler, tasarımın başarısını belirlemede önemli göstergelerdir.

Bu çalışma ile bireylerin peyzaj tercihlerini şekillendiren temel faktörleri ortaya koyarak, peyzaj tasarımı ve planlamasında kullanıcı odaklı yaklaşımların önemini vurgulanmaya çalışılmıştır. Araştırma bulgularına göre estetik değerler, doğal unsurların varlığı, alanın işlevselliği ve bireysel deneyimler peyzaj tercihlerinde belirleyici rol oynamaktadır. Ayrıca, yaş, eğitim düzeyi, meslek ve doğayla etkileşim sıklığı gibi demografik ve sosyo-kültürel değişkenlerin de tercihler üzerinde anlamlı etkiler yarattığı gözlemlenmiştir.

Faklı kültürler ve coğrafyalarda yapılmış olan araştırmalar incelendiğinde kadınların, erkeklere göre, yaşlıların gençlere göre, eğitim seviyesi yüksek bireylerin eğitim seviyesi düşük bireylere göre, Japon bir bireyin Türk bir bireye göre, gelir seviyesi yüksek bir bireyin gelir seviyesi düşük bir bireye göre peyzaj tercihlerinde farklı eğilimlerin olduğu sonuçlarına varılmıştır. Bu sonuçlar, peyzaj planlamasında sadece fiziksel düzenlemelerin değil, kullanıcı profillerinin ve algılarının da dikkate alınması gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak, kullanıcı ihtiyaçlarını ve beklentilerini merkeze alan, sürdürülebilir ve estetik açıdan tatmin edici peyzaj tasarımları oluşturmak için fiziksel, psikolojik, demografik ve kültürel faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir. Bu doğrultuda yapılacak peyzaj planlamaları, hem kullanıcı memnuniyetini artıracak hem de doğal kaynakların korunmasına katkı sağlayacaktır. Gelecekte yapılacak araştırmalarda farklı coğrafi bölgeler veya sosyo-kültürel gruplar arasında karşılaştırmalı analizler yapılarak, peyzaj tercihlerine dair daha kapsamlı bir anlayış geliştirilebilir. Ayrıca fiziksel faktörlerin tekli ve ikili değişkenler kullanılarak gerçekleştirilen kontrollü deneylerle birlikte yada ayrı tercihlere nasıl etki edeceğinin tespit edilmesi de kullanıcı odaklı peyzaj tasarımları oluşturmak açısından önemli olacaktır. Tasarım sürecinin başından itibaren potansiyel kullanıcı tercihlerini anlamaya

yönelik yapılan analizler, hem mekânsal kaliteyi artıracak hem de aidiyet duygusunu pekiştirecektir.

## KAYNAKÇA

**Abdein, A.,** Taşgın, E. Bireylerin Rekreatif Alan Tercihlerine Etki Eden Faktörler İle Memnuniyet Düzeyleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2024.

**Al-Krenawi, A**., Graham, J. R. İslami Kültürel Modernleşme Ve Bunun Ruh Sağlığı Ve Sosyal Hizmet Uygulamalarına Etkileri, Social Work and Society, Beersheba, İsrail, 2011.

**Appleton, J.** Peyzaj Deneyimi, Wiley, Londra, Birleşik Krallık, 1975.

**Ardahan, F.,** Komşuluk, Farklılığa Hoşgörü Ve Yaşam Doyumu Arasındaki İlişki, İlişkinin Güçlendirilmesinde Rekreatif Etkinliklerin Önemi, International Journal of Human Sciences, Antalya, 2013.

**Aydın, E.,** Aşur, F. Görsel Peyzaj Tercihlerinde Cinsiyete Bağlı Uzman Değerlendirmesi: Büyük Sat Buzul Gölü Ve Por Kalderası Örneği, Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, Van, 2024.

**Aydınlı, S.**, Mekânsal Değerlendirmede Algısal Yargılara Dayalı Bir Model, Doktora Tezi, Gebze Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1986.

**Bell, S.,** Peyzaj: Desen, Algı Ve Süreç, Routledge, Londra, Birleşik Krallık, 2012.

**Bıyık, C.,** Tüketici Davranışları Ve Pazarlama Stratejileri, İstanbul, 2017.

**Caldwell, L. L.,** Smith, E. A. Boş Zaman: Sağlık Geliştirmede Göz Ardı Edilen Bir Bileşen, Canadian Journal of Public Health, Toronto, Kanada, 1988.

**Çakçı, I.,** Çelem, H. Kent Parklarında Görsel Peyzaj Algısının Değerlendirilmesi, Tarım Bilimleri Dergisi, Ankara, 2009.

**Çelik, S.,** Demir, H. Orta Gelir Düzeyine Sahip Kullanıcıların Kent Parkı Tercihleri: Ankara Örneği, Peyzaj ve Kentsel Tasarım Dergisi, Ankara, 2020.

**Çetinkaya, G. Y.,** Yılmaz, S. Farklı Sosyo-Ekonomik Yapıya Sahip Kullanıcıların Kentsel Açık-Yeşil Alan Tercihleri Üzerine Bir Araştırma, Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University, İstanbul, 2013.

**Daniel, T. C.,** Estetik Tercih Ve Ekolojik Sürdürülebilirlik, Landscape and Urban Planning, Tucson, ABD, 2001.

**Doğan, M.,** Ertekin, A. Bitki Tercihlerinde Sosyoekonomik Düzeyin Etkisi: İstanbul'da Karşılaştırmalı Bir Analiz, Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi, İstanbul, 2021.

**Erdal, İ. T.**, Gestalt Kuramının Grafik Tasarımına Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kocaeli, 2006.

**Franek, M.,** Manzara Tercihi: Çevrenin Çekiciliği Ve Mekânsal Açıklığın Rolü, Davranış Bilimleri, Bilişim Ve Yönetim Fakültesi, Hradec Kralove Üniversitesi, Çekya, 2023.

**Franek, M.,** Biyoçeşitliliğin Algılanması Ve Manzara Tercihleri: Bitki Örtüsü Karmaşıklığının Rolü, Frontiers in Psychology, Hradec Kralove, Çekya, 2023.

**Gobster, P. H.,** Nassauer, J. I., Daniel, T. C., Fry, G., Ortak Peyzaj: Estetiğin Ekolojiyle Ne İlgisi Var?, Landscape Ecology, Urbana, ABD, 2007.

**Hagerhall, C. M.,** Taylor, R., Purcell, T., Yon Melchner, L, İnsanlar Gerçekten Yarı Açık Doğal Manzaraları Mı Tercih Ediyor?, Kültürlerarası Bir Yeniden Değerlendirme, Frontiers in Psychology, Uppsala, İsveç, 2018.

**Helgesen, Q.,** Nesset, E. İmajlar, Memnuniyet Ve Öncüller: Öğrenci Sadakatinin Belirleyicileri?, Norveç'te Bir Üniversite Koleji Örneği, Corporate Reputation Review, Trondheim, Norveç, 2007.

**Huang, A. S. H.,** Lin, Y. J. Manzara Rengi, Karmaşıklığı Ve Tercihinin İzleme Davranışı Üzerindeki Etkisi, Landscape Research, Taipei, Tayvan, 2019.

**Kaplan, R.,** Kaplan, S. Doğanın Deneyimi: Psikolojik Bir Perspektif, Cambridge University Press, Ann Arbor, ABD, 1989.

**Kaplan, S.,** Estetik, Duygu Ve Biliş: Evrimsel Bir Perspektiften Çevresel Tercih, Environment and Behavior, Ann Arbor, ABD, 1987.

**Kaya, F.,** Şahin, R. Kent Parklarının Kullanımında Gelir Düzeyinin Etkisi: Düşük Gelirli Kullanıcı Profilleri Üzerine Bir İnceleme, Şehir ve Bölge Planlama Dergisi, İstanbul, 2015.

**Lynch, K.,** Kentin İmgesi, MIT Press, Cambridge, ABD, 1960.

**Ma, R.,** Luo, Y., Furuya, K. Cinsiyet Farklıkları Ve Kadınların Deneyimlerinin Optimize Edilmesi: Japonya, Tokyo'daki Kentsel Park Manzaralarını İzlerken Görsel Davranışın Keşifsel Bir Çalışması, Sustainability, Tokyo, Japonya, 2023.

**Munusturlar, M.,** Argan, M., Argan, M. T. Serbest Zaman Tatminini Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Araştırma, Eskişehir, 2016.

**Nasar, J. L.,** Çevresel Estetik: Kuram, Araştırma Ve Uygulamalar, Cambridge University Press, Columbus, ABD, 1992.

**Nassauer, J. I.**, Dağınık Ekosistemler, Düzenli Çerçeveler: Doğal Peyzajların Restorasyonu İçin Estetik Standartlara Doğru, Landscape Journal, Ann Arbor, ABD, 1995.

**Nordh, H.,** Qstby, K. Yeşil Alan, Kentleşme Ve Sağlık: İlişki Ne Kadar Güçlü?, Landscape and Urban Planning, Oslo, Norveç, 2013.

**Ode, A.,** Fry, G., Tveit, M. S., Messager, P., Miller, D. Algılanan Doğallık Göstergeleri, Manzara Tercihini Nasıl Etkiler?, Journal of Environmental Management, Oslo, Norveç, 2009.

**Oliver, R. L.,** Hizmet Kalitesi Ve Hizmet Memnuniyeti İçin Kavramsal Bir Model: Uyumlu Hedefler, Farklı Kavramlar, Advances in Consumer Research, Nashville, ABD, 1987.

**Özcan, K.,** Arazi Kullanım Kararları Ve Açık–Yeşil Alan Verilerinin Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma, Kırıkkale, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, Afyonkarahisar, 2002.

**Özcan, Z.,** Bayraktar, N., Görer, N., Tekel, A. Kente Dair Analitik Bir Çözümleme: Sokaklar 'İlk Yıl Şehir Planlama Atölyesi Deneyimi', Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, Ankara, 2003.

**Özer, B.,** İnsan Psikolojisi Ve Peyzaj Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2005.

**Ragheb, M. G.,** Beard, J. G. Serbest Zaman Memnuniyetinin Ölçülmesi, Journal of Leisure Research, Illinois, ABD, 1982.

**Said, A.,** Gül, M. Diasporada Mekân Üretimi: Kentsel Mekânın Şekillenmesinde Kültürel Belleğin Rolü, Urban Studies, İstanbul, 2019.

**Güngör, S.,** Akyüz, C. Peyzaj Mimarlığında Cinsiyete Göre Tercih Edilen Tasarım Algısı, Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, İstanbul, 2020.

**Sevenant, M.,** Antrop, M. Estetik Tercihte Manzara Boyutlarının Önemi Konusunda Bireysel Farklıkların Belirlenmesinde Örtük Sınıfların Kullanımı, Land Use Policy, Gent, Belçika, 2010.

**Surova, D.,** Pinto-Correia, T., Marusak, R. Görsel Karmaşıklık Ve Bileşim Önemlidir: Alentejo, Portekiz'deki Kullanıcı Gruplarının Peyzaj Deseni Tercihleri, Orman Bilimi Yıllıkları, Evora, Portekiz, 2014.

**Tarım, B.,** Görsel Peyzaj Değerlendirmesinde Nesnel Ve Algısal Yaklaşımların Karşılaştırmalı Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2014.

**Tüfekçioğlu, H.,** Tarihsel Çevrede Görsel Peyzaj Kalite Değerlendirmesi: İstanbul Yedikule Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2008.

**Tveit, M.,** Ode, A., Fry, G. Görsel Peyzaj Karakterini Analiz Etmek İçin Bir Çerçevedeki Anahtar Kavramlar, Landscape Research, As, Norveç, 2006.

**USDA ERS.,** Kırsal Amerika'ya Bir Bakış, Washington, ABD, 2021.

**Ulrich, R. S.,** Doğal Çevreye Estetik Ve Duygusal Tepki, In I. Altman J. F. Wohlwill (Eds.), Davranış Ve Doğal Çevre, Springer, Newark, Delaware, ABD, 1983.

**Ulrich, R. S.,** İnsanların Bitki Örtüsüne Ve Manzaralara Tepkileri, Landscape and Urban Planning, Newark, Delaware, ABD, 1986.

**Yamada, M**., Geleneksel Japon Bahçelerinde Estetik Tercihler: Kültürel Değerlerin Peyzaj Algısı Üzerindeki Etkisi, Journal of Environmental Psychology, Kyoto, Japonya, 2015.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

**Yıldız, T.,** Arslan, Z. Peyzaj Tasarımında Gelir Düzeyine Bağlı Estetik Ve Fonksiyonel Tercihler, Çevre Ve Tasarım Araştırmaları Dergisi, İstanbul, 2018.

**Zhang, Y.,** Wang, R., Liu, H. Orman Rekreasyon Tercihleri Ve Manzara Algısı: Çinli Kentsel Sakinlerden Elde Edilen Kanıtlar, Forests, Pekin, Çin, 2022.

**Zhang, Y.,** Zheng, B., Luo, Y. Çin'de Kırsal Ve Kentsel Alanlarda Manzara Tercihleri Arasındaki Farklar, Landscape and Urban Planning, Pekin, Çin, 2017.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# İRAN VE OSMANLI PEYZAJ DÜZENLEMELERİNDE MİNYATÜRLERİN ETKİLERİNİN ANALİZİ

**Yük. Lisans Öğr. Sepehr Daneshpour**
Atatürk Üniversite Mimarlık ve Tasarım Fakültesi
Sepehrdaneshpour19@gmail.com-0009-0007-4439-5445

**Prof. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU**
Atatürk Üniversite Mimarlık ve Tasarım Fakültesi
nalandemircioglu25@hotmail.com- 0000-0002-4871-1579

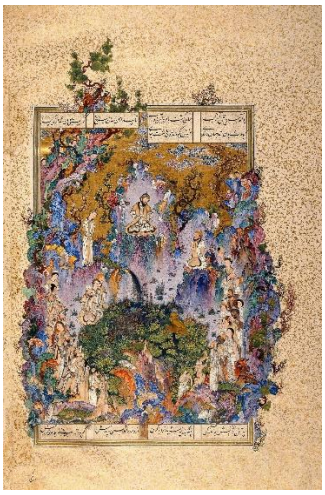
**Özet**
Şahname minyatürleri, Firdevsi'nin 10. yüzyılda kaleme aldığı destansı eserin yalnızca edebi bir yansıması değil, aynı zamanda İran ve Osmanlı peyzaj mimarlığına derin estetik ve sembolik etkiler sunan bir sanat dalıdır. Özellikle Safevi ve Osmanlı dönemlerinde yeniden üretilen bu minyatürler, cennet tasvirleri, su yapıları, bitki sembolleri ve mimari öğelerle zenginleşmiştir. Çalışmada, Tahmasp Şahnamesi ve Osmanlı'daki Süleymaniye nüshaları gibi önemli örnekler üzerinden, minyatürlerin peyzaj mimarisine yansımasını tarihsel, estetik ve kültürel açılardan incelemektedir. İran'daki çarbağ düzeni ile Osmanlı'daki geometrik bahçeler arasındaki etkileşim, minyatür sanatının iki medeniyet arasında kurduğu köprüyü gözler önüne sermektedir. Bitkisel motifler, su unsurları ve mekânsal kompozisyonlar, dinî sembolizmden saray estetiğine kadar geniş bir yelpazede değerlendirilmiştir. Bulgular, Şahname minyatürlerinin resim sanatıyla sınırlı kalmayıp, bahçe tasarım ilkelerini dönüştürücü bir şekilde etkilediğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, bu çalışmada, minyatürlerin sunduğu idealleştirilmiş doğa kavramı ve sembolik düzenlemeler, modern peyzaj tasarımına ilham kaynağı olabilecek potansiyeliyle de ele alınmıştır. Minyatür sanatının bu etkisi, yalnızca estetik bir katkı değil, aynı zamanda kültürel kimliklerin mekânsal yansımaları olarak da değerlendirilmelidir.

**Anahtar Kelimeler:** Şahname, minyatür, sembolizm, estetik,

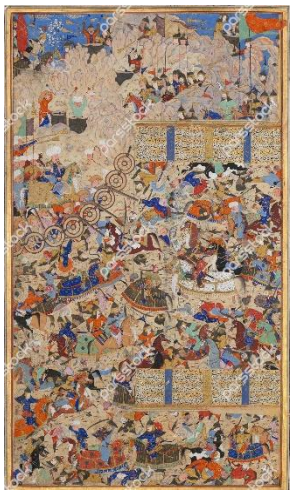
## 1. GİRİŞ

Minyatür, özellikle Ortaçağ ve Rönesans dönemlerinde, el yazmalarını süslemek amacıyla geliştirilen bir sanat formudur. "Minyatür" kelimesi, Latince "miniare" (küçük boyutlu yapmak) kelimesinden türetilmiştir. Bu tür resimler genellikle çok ince detaylara sahip olup, küçük ölçekte yapılmışlardır. Minyatür sanatında, özellikle insan figürleri, hayvanlar, manzaralar ve tarihi olaylar sembolizm ve stilize edilmiştir (Görsel 1).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3


A-

B-


C-

Görsel 1.A- İnsan Minyatürü (URL 1), B- Hayvan Minyatürü (URL2), C- Tarihi Minyatür (URL3)

Minyatürler, genellikle ilk İslam döneminin sanatlarında, Osmanlı, Safavi ve Selçuklu kültürlerinde önemli bir yer tutar. İran minyatürleri özellikle Şahname, Divan-ı Hümayun ve Tazhib gibi metinlerin süslenmesinde kullanılmıştır. Osmanlı İmparatorluğu'nda ise minyatür, padişahların portreleri, saray yaşamı ve seferleri anlatan sahnelerle önemli bir yer edinmiştir.
Minyatür sanatı, İran'da köklü bir geçmişe sahip olup, kültürel ve geleneksel değerlerin görsel anlatımında önemli bir araç işlevi görmektedir. İran kültüründe bitkilerin taşıdığı sembolik ve estetik değer, minyatür kompozisyonlarında bu unsurların yer almasını neredeyse kaçınılmaz kılmıştır. Nitekim bitkisel öğelerin bulunmadığı minyatür örnekleri son derece nadirdir. Diğer yandan, bahçecilik sanatı da İran'ın en eski ve köklü sanat geleneklerinden biri olup, özellikle Pasargad Bahçesi'nin inşasıyla tarihsel bir dönüm noktası kazanmış ve yüzyıllar boyunca gelişimini sürdürmüştür.
Minyatür ve bahçecilik sanatı tarihsel süreçte estetik ve düşünsel bir etkileşim içerisinde derin bir bağ kurmuştur. İranlı sanatçılar, yaşadıkları çevreyi ve kültürel değerlerini minyatür aracılığıyla temsil ederek dönemin toplumsal, doğal ve mekânsal yapısına dair özgün görsel belgeler üretmişlerdir. Özellikle İran bahçesine dair bilgiler, uzun süre oryantalist literatüre dayanırken; minyatürlerin özgün İran kaynakları bağlamında incelenmesi, bu alandaki bilgi birikimine yeni katkılar sunma potansiyeli taşımaktadır.
İran bahçe sanatı, tarih boyunca estetik, felsefi ve işlevsel unsurların birleştiği bir peyzaj anlayışı sunar. Bu sanat, özellikle İslam sonrası dönemde zirveye ulaşmış ve hem Doğu hem Batı'daki bahçe tasarımlarını etkilemiştir (Görsel 2). İran bahçe sanatının temel özellikleri aşağıda açıklanmıştırlar:

- Dört Bahçe (Çahâr Bâgh) Planı:
  İran bahçelerinin en ayırt edici özelliklerinden biri, "çahâr bâgh" adı verilen dört bölmeli plan düzenidir. Bu tasarımda bahçe, iki ana aks boyunca haç şeklinde su kanallarıyla dörde bölünür. Bu yapı, kozmolojik anlamlar içerir ve cennet tasvirine dayanır (Moynihan, 1979).
- Su Unsuru ve Akustik Estetik:
  Su, İran bahçelerinde hem estetik hem de iklimsel işlev görür. Akan suyun sesi, sıcak ve kuru iklimde serinlik hissi yaratır ve aynı zamanda bir huzur kaynağıdır (Ruggles, 2008). Havuzlar, çeşmeler ve su kanalları genellikle geometrik bir düzende yer alır.
- Mimari ile Doğanın Entegrasyonu:

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Bahçeler sadece doğal unsurlardan oluşmaz; pavyonlar, teraslar ve kemerli geçitler gibi mimari elemanlarla da zenginleştirilir. Bu yapılar, manzara ile bütünleşerek seyir ve dinlenme işlevi görür (Wilber, 1962).

- Bitki Seçimi ve Kompozisyon:
  İran bahçelerinde nar, selvi, badem, gül gibi bitkiler tercih edilir. Bu bitkiler hem dini semboller taşır hem de mevsimsel güzellikler sunar. Bitki düzenlemeleri, simetri ve denge prensiplerine göre yapılır (Eisa ve Zarei, 2017).
- Cennet Bahçesi Anlayışı:
  İslamî etkilerle birlikte, bahçeler "cennet" metaforu olarak tasarlanmıştır. Kur'an'da cennetin altından ırmaklar akan bir bahçe olarak betimlenmesi, bu anlayışı doğrudan etkilemiştir (Grube, 1991).

Görsel-2. İran bahçeleri (URL4)

İran bahçesi, dünya tarihindeki en eski bahçe türlerinden biri olarak kabul edilmekte ve kimi araştırmacılar tarafından İran kültürüne ait özgün bir buluş olarak değerlendirilmektedir (Moynihan, 1979; Ruggles, 2008). Her ne kadar bazı kaynaklarda Eski Mısır veya Elam uygarlıkları bahçeciliğin öncüleri olarak gösterilse de, bu medeniyetlere ait somut ve günümüze ulaşan herhangi bir bahçe kalıntısı bulunmamaktadır (Wilber, 1962).
İran bahçe tasarımının Batı kültürüne etkisi de oldukça belirgindir. Batı literatüründe "Paradise" ya da "Paradiso" şeklinde adlandırılan kavramlar, İran bahçeciliğinden türemiştir. Bu durum, bahçe anlayışının Batı'ya büyük ölçüde İran üzerinden geçtiğini ortaya koymaktadır (Grube, 1991). Ayrıca, Pasargad'daki Ahameniş dönemine ait bahçe, arkeolojik kanıtlarla varlığı ispatlanabilen en eski bahçe olarak öne çıkmaktadır (Stronach, 1994).
İran bahçesi, İslam öncesi dönemlerden itibaren var olmuş ve İslam'ın gelişinden sonra da gelişimini sürdürerek olgunlaşmıştır. Bu tarihsel devamlılık, İran bahçesinin UNESCO tarafından "İran Bahçeleri" başlığı altında Dünya Mirası olarak tescillenmesiyle de teyit edilmiştir (UNESCO, 2011).
Ancak bu köklü geçmişe rağmen İran bahçesiyle ilgili mevcut bilgiler sınırlıdır. Özellikle günümüze ulaşan yazılı belgelerin azlığı, araştırmaları güçleştirmektedir. Modern dönemde İran bahçesine dair bilgiler, çoğunlukla Batılı seyyah ve oryantalistlerin gözlemlerine dayanmaktadır. Bu gözlemler ise çoğu zaman farklı kültürel algıların etkisiyle eksik veya yanlış yorumlar içerebilmektedir (Ruggles, 2008).
İran-İslam sanatının temelinde yer alan estetik anlayış, büyük ölçüde cennetin idealize edilmiş temsili etrafında şekillenmektedir. Bu bağlamda Mirzaei, İran sanatının özünde yer alan duygunun "cennet arzusu" olduğunu belirtmektedir. Bu arzunun, hem İran coğrafyasının sıcak ve kurak iklim koşullarından hem de İslamî metinlerde geçen cennet tasvirlerinden beslendiği ifade edilir (Mirzaei, 2015). Mekânsal üretimin metafizik bir arzuya dayandığını savunan Mansouri ve Heidaranttaj'a göre, İran bahçeleri gibi yapıların oluşturulma amacı, "ahiretteki

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

hayatı dünyada yeniden inşa etme" düşüncesidir. Bu anlayış, İslam sonrası dönemde bahçe tasarımının yalnızca estetik değil, aynı zamanda metafizik bir deneyim alanı olarak da kurgulandığını gösterir (Mansouri ve Heidaranttaj, 2013). Bahçenin fiziksel yapısına odaklanan Ansari ve arkadaşları ise İran bahçesinin temelini geometrik düzenin oluşturduğunu vurgular. Bu düzenin kutsal (kozmik düzene dayalı) ve akılcı (matematiksel oranlarla kurulu) bir temele sahip olduğu belirtilmektedir (Ansari et al., 2016). Heydrantaj, İran bahçelerinin seyir yapıları (nazargah) ile karakterize olduğunu ve bu yapıların özellikle İran minyatürlerinde yoğun biçimde temsil edildiğini ileri sürer. Bu yapılar, yalnızca fiziksel kontrol noktaları değil, aynı zamanda doğa ile insan arasındaki ilişkiyi tanımlayan sembolik mekânlardır (Heydrantaj, 2014). Öte yandan Javadi, İran minyatür sanatında gerçek ile hayalin iç içe geçtiğini ve bu sanatta doğa unsurlarının gerçeklikten ziyade anlam ve duygu yüklü bir atmosfer oluşturmak amacıyla kullanıldığını belirtir. Bu yaklaşım, İran bahçesinin yalnızca fiziksel bir mekân değil, aynı zamanda estetik bir zihinsel imge olduğunu gösterir (Javadi, 2012).
Örnek olarak, İran bahçesiyle ilgili oryantalist bakış açısının tartışmalı tezlerinden biri olan "Çahâr Bâgh Teorisi", bazı araştırmacılar tarafından desteklenirken (Motedayen, 2001), diğerleri tarafından eleştirilmiştir (Mansouri ve Heidaranttaj, 2013). Bu tür görüş ayrılıkları, İran bahçesi üzerine yapılan değerlendirmelerin yerli kaynaklara dayandırılmasının önemini vurgulamaktadır. Ancak yerli kaynaklarda da bahçeyi doğrudan ele alan eserlerin azlığı, araştırmacıları bahçeye dair bilgileri dolaylı yollardan (örneğin minyatürler, şiirler ve seyahatnameler aracılığıyla) edinmeye yönlendirmektedir.

## 2. MATERYAL ve METOD

### 2.1. Materyal

Şahname, İranlı büyük şair Firdevsi tarafından 10. yüzyılın sonlarında kaleme alınmış olup, İran kültürel mirasının en önemli edebi eserlerinden biridir. "Şahname" kelimesi Farsçada "Şahlar Kitabı" anlamına gelir ve eserde İran tarihinin mitolojik, yarı-mitolojik ve tarihsel figürleri yer alır (Davis, 2006). Yaklaşık 50.000 beyitten oluşan bu destan, yalnızca bir edebî yapı değil, aynı zamanda İran'ın ulusal kimliğinin yeniden inşasında önemli bir araç olmuştur.
Firdevsi, Arapların İran'ı fethinden sonra unutulmaya yüz tutmuş olan eski Pers değerlerini ve kahramanlık kültürünü canlandırmak amacıyla bu eseri kaleme almıştır (Yarshater, 1988). Şahname'nin anlatısı, İran'ın efsanevi kralları, kahramanları, mitolojik yaratıkları ve önemli savaşlarına odaklanır. En ünlü karakterlerden biri olan Rüstem, Firdevsi'nin idealize ettiği kahramanlık, sadakat ve onur gibi değerleri simgeler.
Eser, yalnızca tarihî anlatılar içermekle kalmaz; aynı zamanda epik yapı, ahlaki temalar, ulusal bilinç ve kültürel kimlik açısından da zengin içeriklere sahiptir. Bu yönüyle, Şahname, İran halkının kolektif hafızasında derin yer edinmiş; halk şiirinden minyatür sanatı ve geleneksel müziğe kadar birçok sanat dalında ilham kaynağı olmuştur (Canby, 2011).
Sanatsal açıdan, Şahname özellikle İran minyatür sanatının gelişiminde önemli rol oynamıştır. Özellikle Timurlu ve Safevî dönemlerinde, eserin görselleştirilmiş versiyonları olan resimli Şahname nüshaları, hem estetik hem de anlatı derinliği açısından büyük değer taşır. Bu minyatürlerde yer alan sahneler, yalnızca olayları değil, aynı zamanda dönemin kültürel kodlarını da yansıtır (Grabar ve Blair, 1980).
Araştırmanın temelini, 16. yüzyılda hazırlanan Tahmasp Şahnamesi ve Osmanlı'daki Süleymaniye Nüshaları gibi minyatür eserler oluşturur. Tahmasp Şahnamesi, çarbağ tasarımlarını idealize eden sahneleriyle öne çıkarken; Süleymaniye nüshaları, geometrik düzen ve bitki kompozisyonlarının detaylı betimlemeleriyle dikkat çeker (Canby, 1998; Blair ve Bloom, 1994). Ayrıca, 15. yüzyıla tarihlenen Baysungur Şahnamesi, İran minyatür geleneğinin tarihsel gelişimini anlamak açısından önemli bir kaynak olarak kullanılmıştır (Titley, 1983). Bu

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

eserler, minyatür sanatının evrimini ve bölgesel farklılıklarını incelemek için karşılaştırmalı bir temel sunar.

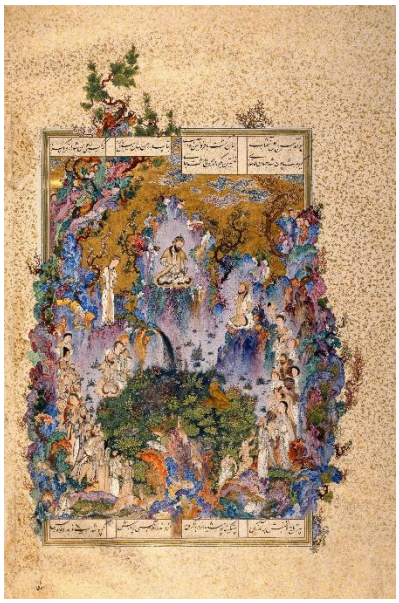
## 2.2. Metod

Bu çalışma, Şahname minyatürlerinin İran ve Osmanlı peyzaj mimarlığı üzerindeki etkilerini sistematik ve çok katmanlı bir yaklaşımla incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, tarihsel, estetik ve kültürel boyutları bir araya getiren kapsamlı bir metodolojiye dayanmaktadır.
Nitel araştırma yöntemlerini temel alarak karşılaştırmalı bir analiz yaklaşımı sunulmuştur. Bu yöntem, Şahname minyatürlerinde yer alan peyzaj unsurlarının (su öğeleri, bitki motifleri, geometrik düzenlemeler) fiziksel bahçe tasarımlarına yansımasını tarihsel olarak ele almıştır.
Minyatürlerdeki bahçe tasvirleri (örneğin, çarbağ düzeni, merkezi havuzlar, servi ağaçları) detaylı analizle ele alınmıştır. Bu analizde, renkler ve sembolik öğeler sistematik bir şekilde sınıflandırılmış ve yorumlanmıştır.
Veriler, tematik analiz ve karşılaştırmalı yöntemlerle değerlendirilmiştir:
Minyatürlerdeki bahçe temsillerinden yola çıkılarak, cennet tasvirleri, simetri, su öğeleri ve bitki sembolizmi gibi ana temalar belirlenmiş ve bu temalar tarihsel bağlamda yorumlanmıştır. Safevi (İran) ve Osmanlı peyzaj estetiklerinin minyatürlerden türeyen farklılıkları (örneğin, çarbağ düzeni ile geometrik planlama) sistematik bir şekilde karşılaştırılmıştır. Bahçelerdeki unsurların (servi ağaçları, lale, havuzlar) dini ve kültürel anlamları, İslam bahçe kültürü ve Şahname'nin edebi içeriği incelenmiştir.

## 3. BULGULAR

Şahname minyatürleri, Safevi ve Osmanlı peyzaj mimarisine estetik ve kavramsal katkılar sunan görsel belgelerdir. Bu minyatürlerdeki bahçler, din, sanat ve doğa üçgeninde şekillenerek fiziksel mekânlara dönüşmüştür (Blair ve Bloom, 1994). Özellikle, minyatürlerin sunduğu idealleştirilmiş doğa tasvirleri, bahçe tasarımında simetri ve sembolizm arayışını güçlendirmiştir. Bu etki, yalnızca saray bahçeleriyle sınırlı kalmamış, kent planlamasına ve kamusal alanlara da yansımıştır.
Tahmasp Şahnamesi, yalnızca epik anlatılarıyla değil, minyatürlerinde yansıttığı mekânsal ve sembolik kurgularla da İran bahçecilik anlayışının estetik ve metafizik boyutlarını ortaya koymaktadır. Bu eser içerisindeki sahnelerde Çahâr Bâgh (dört bahçeli düzen) yapısı açıkça izlenebilir (Görsel 3). Dört yöne ayrılmış yollar, ortadaki merkezi havuz ve bu yolların çevresinde yer alan servi ağaçlarıyla çevrili dikdörtgen parseller, yalnızca düzenli bir peyzaj anlayışı değil, aynı zamanda doğanın Tanrısal bir düzen içerisinde sunulması fikrini de taşır (Ruggles, 2008). Bu bahçe tasarımının örnekleri günümüzde de bulunmaktadır (Görsel 4).
Bahçenin bu görsel kurgusu, estetik bir kompozisyonun ötesine geçerek, cennetin yeryüzündeki temsili haline gelir. Bu bağlamda kullanılan mimari ve bitkisel unsurlar simgesel anlamlarla yüklüdür. Örneğin; suyolları veya kanallar, ilahi adaleti, sürekli yeşil kalan servi ağaçları ise manevi diriliği ve sonsuz hayatı simgeler (Canby, 1998). Bu sembolik dil, Safevî döneminde bahçelerin yalnızca dinlenme ve görsel haz alanları değil, aynı zamanda dini ve ruhani mekânlar olarak da işlev gördüğünü ortaya koyar.
Bu tür minyatürlerdeki bahçe tasvirleri, İran bahçesinin sadece fiziksel bir düzenleme değil, kozmik, ahlaki ve dini bir metafor olduğunu vurgulayan görsel belgeler niteliğindedir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3



Görsel 3. Tahmasp Şahnamesi'ndeki Çahâr Bâgh düzenini yansıtan bir minyatür (URL5)

Bu minyatürde, Çahâr Bâgh (dört bahçeli) düzeninin izleri açıkça görülmektedir. Bahçe, dört eşit parçaya ayrılmış olup, merkezde yer alan figür etrafında simetrik bir yapı sergilemektedir. Bu düzenleme, doğanın Tanrısal bir plana göre kurgulandığını ve cennetin yeryüzündeki yansıması olduğunu ima eder. Suyolları, minyatürde yalnızca peyzaj unsuru değil, aynı zamanda ilahi adaletin bir temsilidir. Su, hayatın kaynağı olmakla birlikte, İslami gelenekte adaletin ve arınmanın sembolüdür. Servi ağaçları ise sürekli yeşil kalmaları dolayısıyla manevi diriliği ve ebedi hayatı sembolize eder. Bu semboller, bahçenin bir cennet temsili olarak yorumlanmasına olanak sağlar. Bu minyatür, Safevî döneminde bahçelerin yalnızca saray ya da dinlenme alanı değil, aynı zamanda dini ve ruhani işlevler de üstlendiğini göstermektedir. Bahçeler, ahiretin dünyevi bir provası, yani cennetin mimari izdüşümü olarak kurgulanmıştır (Canby, 1998; Ruggles, 2008).

A- B- C-

Görsel 4. Cahar Bag örnekleri A- Pakistan (Lahor) Cihangir Türbesi (URL6), B- Hindistan(Delhi)Humayun'un Mezarı(URL7), C- Hindistan (Agra) Tac Mahal (URL8)

Çehel Sütun ve Fin Bahçesi gibi örnekler de, minyatürlerdeki çarbağ düzeninin fiziksel mekânlara aktarıldığını kanıtlar (Görsel 5). Merkezdeki dikdörtgen havuz ve dört yöne yayılan suyolları, bu bahçelerin sembolik ve işlevsel bir tasarım anlayışına sahip olduğunu gösterir. Fin Bahçesi'nde suyun sesi ve hareketi, meditatif bir atmosfer yaratırken, estetik bir bütünlük sunar

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

(Ruggles, 2008). Ayrıca, bu bahçelerde kullanılan çini süslemeler ve mimari detaylar, minyatürlerin renk ve desen anlayışını yansıtır.

A- B-

Görsel 5. A-Çehel Sütun(URL9) ve B-Fin Bahçesi(URL10)

Minyatür sanatında bahçe düzenleme ilkesi, hem estetik hem de kozmolojik anlamlar taşıyan çok katmanlı bir yapı sunar. Özellikle Timurlu ve Safevi dönemlerinden itibaren gelişen çehar bağ (dört bahçeli plan) anlayışı, bahçenin dört eşit parçaya bölünerek ortada bir su kaynağı (havuz veya fıskiye) ile birleştirilmesi esasına dayanır. Bu plan, Kur'an'da tarif edilen cennet tasvirine (Cennet'ül-Me'va) göndermede bulunur ve doğayla kurulan ilahi uyumu temsil eder (Necipoğlu, 2005). Bitkisel unsurlar –özellikle lale, sümbül, karanfil ve servi gibi çiçekler– sadece süsleme değil, aynı zamanda simgesel anlam taşır; servi ağacı sonsuzluğu ve vakar duygusunu, lale ise mistik aşkı sembolize eder (Grabar, 1991). Su ögesi ise sadece fiziki serinlik sağlayan bir unsur değil, İslami düşüncede temizliği ve hayatı simgeleyen kutsal bir metafordur. Minyatürlerde görülen mimari ögeler –pavyonlar, kameriyeler, teraslar ve duvarlarla çevrili alanlar– bahçeyi hem içe dönük hem de kontrol altında tutulan bir mikrokozmos olarak tanımlar (Çizelge 1). Bu yapı, Osmanlı minyatürlerinde daha organik, sosyal etkileşime açık peyzaj biçimlerine evrilmiş, özellikle Surname-i Vehbi gibi eserlerde saray çevresindeki geniş bahçeler, gündelik yaşamın bir sahnesi hâline gelmiştir (Yerasimos, 2001). Bahçedeki insan etkinlikleri, doğanın estetik bir arka plan olmanın ötesine geçerek, kültürel ve törensel bir alan hâline geldiğini gösterir. Böylece minyatür bahçeleri yalnızca bir mekânın görselleştirilmesi değil, dönemin metafizik ve sosyal kodlarının da yansıması olarak değerlendirilmelidir.

Çizelge 1. Minyatür Bahçe Düzenleme İlkesinin Bileşenlerini

| Bileşen | Açıklama | Örnek / Sembol | Kaynak |
|---|---|---|---|
| **Geometrik Planlama** | Bahçenin dört eşit parçaya bölünmesi, merkezi simetri ile cennet bahçesi temsili | Çehar Bâğ (Dört Bahçeli Plan) | Necipoğlu, 2005 |
| **Su Unsuru** | Arındırıcı, yaşam verici unsur olarak havuzlar, kanallar ve fıskiyeler | Ortadaki havuz, su yolları | Grabar, 1991 |
| **Bitkisel Öğeler** | Çiçekler ve ağaçlar estetik ve sembolik anlam taşır | Lale (ilahi aşk), servi (sonsuzluk), sümbül | Grabar, 1991 |
| **Mimari Elemanlar** | Bahçeyle bütünleşen köşk, kameriyeler, pencereler ve teraslar | Bahçeye açılan revaklı köşkler | Necipoğlu, 2005 |
| **Perspektif / Bakış Açısı** | Pencereler, tahtlar, teraslar gibi bakış noktalarının bahçeye yönlendirilmesi | İç mekândan dış mekâna geçiş | Yerasimos, 2001 |

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Sosyal Etkinlikler** | Bahçelerde düzenlenen şenlikler, sohbetler, törenler | Surname-i Vehbi'deki sünnet şenliği tasvirleri | Yerasimos, 2001 |
| **Sembolik Anlamlar** | Bahçenin dini ve metafizik anlamlarla yüklenmesi | Cennet temsili, kozmolojik uyum | Necipoğlu, 2005 |

Şahname'de (Şehnâme) geçen bitki ve ağaç türleri, yalnızca doğal unsurlar olarak değil, aynı zamanda mitolojik, dini ve sembolik anlamlar taşıyan öğeler olarak da önemli bir yer tutar. Şahname'de yaklaşık olarak 25 farklı ağaç türü adı geçmektedir ve 570 kereden fazla ağaçlardan söz edilmiştir. Şahname'de adı geçen bazı bitki ve ağaç türleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2. Şahname'de geçen bitki türleri

| **Bitki / Ağaç Türü** | **Özellik** | **Kaynak** |
|---|---|---|
| **Servi (Sarv)** | Ölümsüzlük, vakar ve yücelik sembolüdür. Tahmasb Şahname'sindeki minyatürlerde özellikle kompozisyon dengeleyici öğe olarak sıkça yer alır. | (Pourjavady, 2017) |
| **Haoma (Hom)** | Zerdüştî mitolojide kutsal bitki. Şahname'de kahramanların doğumu ve güçle ilişkilendirilir | (Boyce, 2001) |
| **Kaşmar Servisi** | Zerdüşt'ün cennetten getirip Kaşmar'a diktiği ağaç. Abbasîler döneminde kesilmesi kültürel trajediye dönüşür. | (Canepa, 2009 ) |
| **Gaz Ağacı** | Simurg'un Rustem'e gaz ağacından ok yapmasını tavsiye ettiği sahne, kahramanlık ve zaferin simgesidir | (Ferdowsi, 2006) |
| **Gavkerena (Gaokerena)** | Efsanevi ölümsüzlük bitkisi. Tüm ağaçların tohumu bu bitkidedir. Simurg'un üzerinde yaşadığı ağaç olarak geçer. | (Boyce, 2001) |
| **Ters Lale (Laleh Vazhgoon)** | Yas çiçeği. Şahname'de doğrudan geçmese de İran trajedi kültüründe önemli bir yer tutar | |

Pers Minyatürlerinde ağaç türlerinin temsili stilize betimlemeleri ve botanik tanımlamaları ise aşağıdaki şekildeki gibidir (Görsel 6).

- A- Selvi (Cupressus sp.): Pers minyatürlerinde ağaç türlerinin ayırt edilmesi genellikle zordur; çünkü bitkiler çoğunlukla stilize edilmiş formlarda, ince uzun siluetlerle betimlenmiştir. Ancak selvi ağacı, yoğun ve sütunvari yapısıyla ayırt edici bir görünüme sahiptir. Bu türün, özellikle Endülüs dönemine ait metinlerdeki referansları ve günümüz İran florasında yaygınlığı dikkate alındığında, tarihi İran'da iyi bilindiği düşünülmektedir (Brosius, 2006; Ruggles, 2008).
- B- Haoma (muhtemelen Phoenix dactylifera): Hurma ağacı, karakteristik yaprak ve meyve yapısıyla diğer türlerden daha kolay ayırt edilebilmektedir. Her ne kadar bazı minyatürlerdeki betimlemeler ilkel düzeyde olsa da, yaprakların pinnat formu ve meyvelerin detaylı işlenişi, bu ağacın teşhisini kolaylaştırmaktadır. Tarihsel botanik çizimlerde meyve ve çiçek yapılarının taksonomik belirleyiciler olarak kullanıldığı bilinmektedir (Mabberley, 2017).
- C-Meyve Ağaçları (Rosaceae familyası): Pers minyatürlerinde çiçekli meyve ağaçlarının temsiline sıkça rastlanmaktadır. Bu ağaçlar genellikle beş yapraklı çiçeklerle ve farklı renk tonlarıyla resmedilmiş olup, tür düzeyinde teşhis genellikle mümkün olmamaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Rosaceae familyasında tür ayırımı için çiçeklenme zamanı, yaprak şekli ve ağaç formu gibi morfolojik kriterler önemlidir (Heywood et al., 2007).

- D- Meşe (Quercus sp.): Meşe türlerinin tanımlanması, yalnızca bazı loblu yapraklara aşina olan gözlemciler için zor olabilir. Minyatürlerdeki yaprak formları, yuvarlak loblu yapraklarıyla Quercus robur gibi türlere işaret etmektedir. Bununla birlikte, resimlerin stilize yapısı tanılamayı sınırlamaktadır (Govaerts ve Frodin, 1998).
- E- Çınar Ağacı (Platanus sp.): Kabuk dökülmesiyle tanınan çınar ağacı, bazı minyatürlerde akçaağaç benzeri loblu yapraklarla karıştırılabilmektedir. Ancak meyve yapısı, yani gövdeden sarkan dikenli toplar, bu türü ayırt etmede belirleyici bir unsurdur (Rushforth, 1999).
- F-Nar (Punica granatum): Nar ağacı, genellikle diğer yuvarlak meyveli ağaçlarla karıştırılsa da, meyvenin ucundaki çanak yaprak yapısı bu türü özgün kılar. Bu morfolojik özellik, minyatürlerde de zaman zaman vurgulanmıştır (Janick, 2007).
- G-Kavak (Populus sp.): Bazı çizimler yüzeysel olarak huş ağacını andırsa da, bu tür İran florasında yaygın değildir. Bunun yerine, beyaz kabuklu P. alba ve P. caspica gibi türlerin temsil edildiği düşünülmektedir (Rechinger, 1964).
- H- Söğüt (Salix sp.): Minyatürlerde dik ve sarkık formda olmak üzere iki farklı söğüt tipi gözlemlenmiştir. Sarkık formlu olan türler, aşağıya doğru eğilen dalları ile tanınır ve bu özellik bazı minyatürlerde açıkça betimlenmiştir (Skvortsov, 1999).

A(URL11) B(URL12) C(URL13) D(URL14)

E(URL15) F(URL16) G(URL17) H(URL18)

Görsel 6. Şahname'de adı geçen ağaç türleri. A- Selvi, B- Hurma, C-Meyve Ağaçları, D- Meşe, E- Çınar Ağacı, F-Nar, G-Kavak, H- Söğüt

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Pers Minyatürlerinde Çiçekli Bitkilerin Temsili değerlendirilmesi ise aşağıdaki şekildedir (Görsel 7).

- A. Nergis (Narcissus tazetta)

Nergis, Pers minyatürlerinde en açık şekilde tanımlanabilen türlerden biridir. Günümüzde birçok Narcissus türü kültür bitkisi olarak yetiştirilmekteyse de, N. tazetta, İran florasında doğal olarak yetiştiği belgelenmiş tek türdür (Rechinger, 1964). Bu tür, özellikle "paperwhite" olarak bilinen beyaz çiçekli varyetesiyle dikkat çeker. Ayrıca, tarihsel kaynaklarda bu bitkinin kap içinde süs amaçlı yetiştirildiği yönünde işaretler bulunmaktadır (Mabberley, 2017).

- B. Gündüz Zambağı (Hemerocallis sp.)

Modern peyzajda sıkça rastlanan gündüz zambağı, antik dönemde de yetiştirilen ve İran'a adapte olmuş bir türdür. Özellikle portakal tonlarındaki eski türlerin, günümüzde Kuzey Amerika'da da varlık gösterdiği bilinmektedir. Bu durum, türün antik Pers'te de benzer şekilde kültive edildiğini düşündürmektedir (Bailey, 1949).

- C. Ebegümeci ve Malvaceae Üyeleri

Malvaceae ailesine ait türler, Pers minyatürlerinde sıklıkla beş yapraklı çiçekleriyle tanımlanabilir. Çiçeklerin uzun saplı olması ve iki tonlu renklere sahip olmaları bu ailenin tipik özelliklerindendir. Flora Iranica'da bu ailede yer alan pek çok tür listelenmiş olup, bunların uzun süredir İran coğrafyasına özgü olarak evrimleştiği düşünülmektedir (Rechinger, 1964; Heywood et al., 2007).

- D. İris (Iris germanica veya I. kashmiriana)

İris türleri, geniş yaprakları, karakteristik "sarı sakallı" çiçek yapıları ve iki tonlu renk kombinasyonlarıyla minyatürlerde kolaylıkla tanımlanabilir. Bu çiçeklerin estetik kullanımı, hem bahçecilik hem de sembolizm açısından önem taşır (Mathew, 1981).

- E. Haşhaş (Papaver spp.)

Minyatürlerdeki haşhaş çiçeklerinin net teşhisi zor olmakla birlikte, yaygın bahçe türlerinden Papaver orientale'ye benzerliği dikkat çekicidir. Flora Iranica'da yer alan haşhaş türlerinin çoğu, kırmızı-turuncu yapraklar ve siyah göz desenleri ile tanımlanır (Rechinger, 1964). (URL23)

- F. Kamış (Arundo donax ve Phragmites australis)

Minyatürlerde su kenarında ve çevresindeki öğelerden daha büyük gösterilen bitkiler, genellikle kamış türleriyle ilişkilendirilmektedir. Arundo ve Phragmites türleri morfolojik olarak oldukça benzerdir ve minyatürlerde birbirlerinden ayırt edilmeleri zordur (Clayton et al., 2006).

- G. Gül (Rosa spp.)

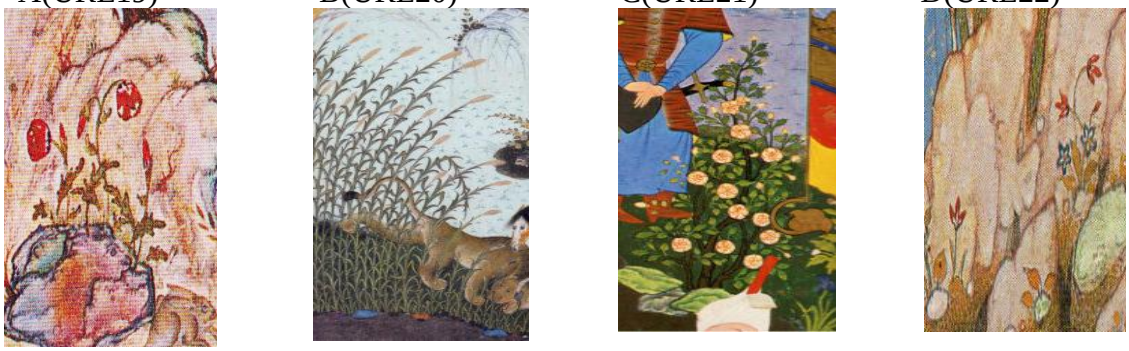
Gül, Fars bahçe estetiğinde merkezi bir yere sahiptir. Minyatürlerde güller, diğer bitkiler gibi tekrar eden kalıplarla değil, her defasında özgün biçimlerle resmedilmiştir. Bazı örnekler basit beş yapraklı, bazıları ise katmerli ve çok yapraklıdır. Bu çeşitlilik, o dönemde farklı Rosa türlerinin bilinçli olarak yetiştirildiğini ve estetik anlamda değerli bulunduğunu ortaya koymaktadır (Janick, 2007; Ruggles, 2008).

- H. Lale (Tulipa linifolia ve diğer Tulipa türleri)

Lale genellikle Hollanda ile ilişkilendirilse de, türün kökeni Akdeniz, Orta Doğu ve Orta Asya'ya dayanmaktadır. Pers minyatürlerinde yer alan lale çizimleri, bu bitkinin bölgesel kökenine dair görsel bir kanıt niteliği taşır. FOI'de listelenen birçok Tulipa türü birbirine morfolojik olarak çok benzediği için tür tayini zordur; ancak resimlerde T. linifolia'ya yakın betimlemeler mevcuttur (Rechinger, 1964; Christenhusz et al., 2017).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

A(URL19) B(URL20) C(URL21) D(URL22)



E(URL24) F(URL25) G(URL26) H(URL26)

Görsel 7. Şahname'de geçen çiçek türleri A. Nergis, B. Gündüz Zambağı, C. Ebegümeci, D. İris, E. Haşhaş, F. Kamış, G. Gül, H. Lale

Osmanlı minyatür sanatı, özellikle 15. ve 16. yüzyıllarda İstanbul'daki Topkapı Sarayı'nda kurulan Nakkaşhane (resim atölyesi) sayesinde büyük bir gelişim göstermiştir. Nakkaşhane, saraya bağlı çalışan sanatçıların (nakkaşların) minyatür, tezhip ve kitap sanatları ürettikleri özel bir sanat merkezidir. Bu kurum, hem yerli hem de İranlı sanatçıları bünyesinde toplayarak kültürel ve sanatsal etkileşimin yoğunlaştığı bir merkez haline gelmiştir. Minyatürler genellikle padişahların hayatlarını, savaşları, seferleri, devlet törenlerini ve gündelik hayatı belgeleyen el yazması kitapların içinde yer alır (Görsel 8). Bu bağlamda minyatürler, yalnızca birer sanat eseri değil; aynı zamanda tarihsel birer belge olarak da kabul edilir.( Necipoğlu, 2005 )

Görsel-8. Topkapı Sarayı'nda kurulan Nakkaşhane Minyatürü(URL27)

Osmanlı minyatürlerinde bahçe temsili, hem estetik hem de sembolik anlamlar taşır. Bu minyatürlerde bahçeler genellikle cennet tasavvuru, huzur, düzen ve sultanın kudretini yansıtan mekânlar olarak tasarlanmıştır. Osmanlı minyatürlerinde dört tarafından su akan, geometrik

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

olarak düzenlenmiş ve çiçeklerle bezeli bahçeler, Kur'an'da tarif edilen cennet bahçelerini çağrıştırır. Çeşmeler, havuzlar, serviler, laleler, güller gibi ögeler sıkça yer alır. Bahçeler sarayın ayrılmaz bir parçasıdır. Bu bahçeler, hükümdarın gücünü, zenginliğini ve ince zevkini temsil eder. Minyatürlerde sıkça rastlanan eğlence sahneleri, sünnet düğünleri ya da bayram kutlamaları genellikle bahçelerde geçer. Topkapı Sarayı (Görsel-9) gibi mekânlar buna örnektir.

A

B

Görsel 9. A-Osmanlı minyatür sanatı ve örneği- Osmanlı minyatür Bahçede bayram kutlaması(URL28), B-Topkapı Sarayı (URL29)

Safevi ve Osmanlı minyatürleri karşılaştırıldığında; Safevi minyatürleri ruhani ve kozmolojik bir anlam taşır ve çarbağ düzeni yani dört bahçeli yapı halindedir, Osmanlı minyatürleri ise düzenli ve saray merkezli bir estetiği yansıtır(Ruggles, 2008). Safavi ve Osmanlı peyzaj estetikleri, tarihsel ve kültürel bağlamlarının etkisiyle farklı yönelimler göstermiştir. Safavi minyatürlerinde bahçe, genellikle geometrik düzende tasarlanmış, dört parçalı (çehar bağ) yapısıyla cennet bahçesi idealini yansıtan bir metafor olarak kullanılmıştır. Bu düzen, hem gerçek bahçelerde hem de minyatürlerde sıkça karşımıza çıkar; suyolları, çiçek parterleri ve meyve ağaçlarıyla simetrik bir yapı arz eder. Öte yandan, Osmanlı peyzaj estetiği daha organik, doğal akışlı ve topoğrafyaya uyumlu bir anlayışla şekillenmiştir. Osmanlı minyatürlerinde bahçeler çoğu zaman saray ya da kasr çevresinde yer alır, geniş çimenlik alanlar, servi ağaçları ve gölgeliklerle tanımlanır. Özellikle Lale Devri sonrası dönemlerde İstanbul'daki sivil bahçecilik kültürünün gelişmesiyle birlikte, peyzaj estetiği daha günlük, yaşanabilir ve bireysel hazza yönelik biçimlenmiştir. Safavi minyatürlerinde doğa idealize edilmiş bir düzlemde temsil edilirken, Osmanlı örneklerinde doğayla kurulan ilişki daha deneyimsel ve sosyal bir boyuta sahiptir. Bu farklılık, yalnızca sanatsal tercihlerden değil, aynı zamanda şehircilik, dinî sembolizm ve saray kültürü gibi faktörlerin etkisiyle biçimlenmiştir.

Chehel Sotoun Sarayı'nda yer alan minyatürler, Safavi estetiğinin cennet bahçesi (çehar bağ) idealini yansıtır. Bu minyatürlerde bahçeler, geometrik düzenlemelerle dört ana eksende planlanmış olup, su kanalları, çiçek parterleri ve meyve ağaçlarıyla simetrik bir yapı sergiler. Özellikle, saray bahçelerinde düzenlenen ziyafet ve elçi kabul sahneleri, doğa ile mimarinin iç içe geçtiği kompozisyonlarla sunulur. Bu minyatürlerde, doğa unsurları idealize edilmiş bir düzlemde temsil edilirken, bahçeler hem fiziksel hem de sembolik anlamda merkezi bir konuma sahiptir (Görsel 10).

Surname-i Vehbi'deki minyatürler, Osmanlı peyzaj estetiğinin daha organik ve deneyimsel yönlerini ortaya koyar. Bu eserde, III. Ahmed döneminde düzenlenen sünnet şenlikleri detaylı bir şekilde betimlenmiştir. Minyatürlerde, saray çevresindeki bahçeler, servi ağaçları, çimenlik alanlar ve gölgeliklerle tasvir edilir. Bahçeler, sadece arka plan unsuru olarak değil, aynı

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

zamanda sosyal etkileşimlerin ve gündelik yaşamın sahnesi olarak da işlev görür. Bu yaklaşım, Osmanlı minyatürlerinde doğa ile kurulan ilişkinin daha deneyimsel ve sosyal bir boyuta sahip olduğunu gösterir (Görsel 11).

Görsel 10. Çehel Sütun, İran (İsfahan) (URL30)

Görsel 11. Surname-i Vehbi'deki minyatürler(URL31)

Bu örnekler, Safavi ve Osmanlı minyatürlerinde bahçenin nasıl farklı estetik ve işlevsel anlamlar taşıdığını gösterir. Safavi minyatürlerinde bahçe, idealize edilmiş bir cennet tasviri sunarken, Osmanlı minyatürlerinde daha yaşanabilir ve sosyal bir mekân olarak karşımıza çıkar (Çizelge 3).

Çizelge 3. Safavi -Osmanlı Minyatürü karşılaştırması

| Özellik | Safavi Minyatürü | Osmanlı Minyatürü |
|---|---|---|
| **Bahçe Düzeni** | Geometrik, simetrik çehar bağ planı | Organik, topoğrafyaya uyumlu düzenlemeler |
| **Doğa Temsili** | İdealize edilmiş, sembolik | Gerçekçi, deneyimsel |
| **Bahçenin İşlevi** | Cennet metaforu, saray mimarisinin parçası | Sosyal yaşamın sahnesi, gündelik etkileşimler |
| **Minyatürlerdeki Rolü** | Merkezi kompozisyon öğesi | Arka plan ve etkileşim alanı |

## 4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, Şahname minyatürlerinin İran ve Osmanlı peyzaj mimarlığı üzerindeki etkisini estetik, sembolik ve işlevsel açılardan ortaya koymuştur. Safevi çarbağ düzeni kozmik bir anlam taşırken, Osmanlı'da geometrik bir estetiğe dönüşmüştür. Minyatürlerin sunduğu bitki ve su motifleri, bahçe tasarımına doğrudan yansımış; sanat ve mimarlık arasında köklü bir bağ kurulmuştur (Blair ve Bloom, 1994; Canby, 1998). Bu etki, kültürel kimliklerin mekânsal yansımaları olarak da değerlendirilmelidir.

4.2. Kültürel Anlamlar ve Mimari Yorumlar

Safevi minyatürlerindeki mistik semboller, Osmanlı'da estetik ve devlet düzenine evrilmiştir. Lale ve geometrik planlar, Osmanlı'nın disiplinli anlayışını yansıtır (Necipoğlu, 2005). Minyatürler, kültürel belgeler olarak da değerlendirilmelidir. Bu sembollerin evrimi, iki medeniyetin dünya görüşü arasındaki farklılıkları da açığa vurur.

4.3. Sanatsal Etkileşim ve Yorum Farklılıkları

İran ve Osmanlı arasındaki sanatsal etkileşim, minyatürler aracılığıyla şekillenmiştir. Safevi mistisizmi, Osmanlı'da pratik estetiğe dönüşmüştür (Ruggles, 2008). Bu, sanatın mekânı dönüştürücü gücünü kanıtlar. Ticaret yollarının bu etkileşime katkısı, gelecekteki çalışmalar için önemli bir alan sunar.

4.4. Gelecek Çalışmalara Yönelik Öneriler

Gelecek araştırmalar, minyatürlerin tekstil, seramik ve halı sanatlarındaki etkilerini inceleyebilir. Dijital analiz araçlarıyla renk ve kompozisyonların incelenmesi, teknik bir perspektif sunabilir (Blair ve Bloom, 1994). Ayrıca, minyatürlerin günümüz sürdürülebilir peyzaj tasarımlarına uyarlanabilirliği araştırılabilir.

## 5.KAYNAKÇA

Amini Behbahani, H., ve Abdolahi, S. (2021). The Reflection of Iranian Garden Elements in Persian Miniature Painting. Journal of Art and Civilization of the Orient, 9(34), 25–36.

Bailey, L. H. (1949). Manual of cultivated plants. Macmillan.

Blair, Sheila S., ve Jonathan M. Bloom. The Art and Architecture of Islam, 1250-1800. Yale University Press, 1994. URL: https://yalebooks.yale.edu/book/9780300064650/art-and-architecture-islam-1250-1800

Brosius, M. (2006). The Persians: An introduction. Routledge.

Canby, Sheila R. The Rebellious Reformer: The Drawings and Paintings of Riza-yi Abbasi of Isfahan. Azimuth Editions, 1996. URL: https://www.metmuseum.org/exhibitions/listings/1996/rizayi-abbasi (Safevi dönemi minyatür sanatı ve Tahmasp Şahnamesi üzerine değerli bilgiler sunar.)

Christenhusz, M. J. M., Fay, M. F., & Chase, M. W. (2017). Plants of the World: An Illustrated Encyclopedia of Vascular Plants. Kew Publishing.

Clayton, W. D., Vorontsova, M. S., Harman, K. T., & Williamson, H. (2006). GrassBase - The Online World Grass Flora.

Doruk Yayınları. Şahname: İran'ın Efsanevi Tarihi. (Ferdowsi'nin eseri üzerine çeşitli baskılar.) URL: https://www.dorukyayinlari.com/kitap/sahname-ferdowsi

Evliya Çelebi. Seyahatname (Çeviri ve derleme: Robert Dankoff ve diğerleri), 17. yüzyıl metinleri, çeşitli baskılar. URL: https://www.academia.edu/37894539/Evliya_Celebi_Seyahatname

Govaerts, R., & Frodin, D. G. (1998). World Checklist and Bibliography of Fagales. Royal Botanic Gardens, Kew.

Heywood, V. H., Brummitt, R. K., Culham, A., & Seberg, O. (2007). Flowering Plant Families of the World. Royal Botanic Gardens, Kew.
Hojjat, E. (2020). The Aesthetic Principles of the Persian Garden in Timurid Miniature Painting. Bagh-e Nazar Journal, 17(91), 17–28.
Janick, J. (2007). The Origins of Fruits, Fruit Growing, and Fruit Breeding. Plant Breeding Reviews, 25, 255–320.
Mabberley, D. J. (2017). Mabberley's Plant-book: A Portable Dictionary of Plants, their Classifications and Uses (4th ed.). Cambridge University Press.
Mahdavinejad, M., ve Farahani, L. M. (2015). The Impact of the Physical Elements of Persian Garden on the Persian Painting: A Selection of Tabriz's Second School Paintings as the Case Study. Current World Environment, 10(Special Issue 1), 279–287.
Mahdavinejad, M., ve Moradchelleh, M. (2015). The Manifestation of Persian Gardens in Miniatures: A Case Study of Baysonghori Shahnameh Miniatures. Manzar: The Scientific Journal of Landscape, 7(32), 56–67.
Mathew, B. (1981). The Iris. Batsford.
Necipoğlu, Gülru. The Age of Sinan: Architectural Culture in the Ottoman Empire. Princeton University Press, 2005. URL:
https://press.princeton.edu/books/paperback/9780691166576/the-age-of-sinan
Rechinger, K. H. (Ed.). (1964–2005). Flora Iranica. Akademische Druck- und Verlagsanstalt.
Ruggles, D. Fairchild. Islamic Gardens and Landscapes. University of Pennsylvania Press, 2008. URL: https://www.upenn.edu/pennpress/book/14837.html
Rushforth, K. (1999). Trees of Britain and Europe. Collins.
Skvortsov, A. K. (1999). Willows of Russia and Adjacent Countries: Taxonomical and Geographical Revision. University of Joensuu.
Titley, Norah M. Persian Miniature Painting and Its Influence on the Art of Turkey and India. University of Texas Press, 1983. URL: https://utpress.utexas.edu/books/titleytley
URL1.2025. https://parsstock.ir/600/10230/1448017-%D9%86%DA%AF%D8%A7%D8%B1%DA%AF%D8%B1%DB%8C-%D9%85%DB%8C%D9%86%DB%8C%D8%A7%D8%AA%D9%88%D8%B1-%D9%85%D8%B4%D9%82-%D8%A7%D8%B2-%D8%A7%D8%B3%D8%AA%D8%A7%D8%AF-%D8%B1%D8%B6%D8%A7-%D8%B9%D8%A8%D8%A7%D8%B3%DB%8C.jpg
URL2. 2025. https://www.deco3d.co/tools/picture/sub/383693828Deco3D_2003213212copy.jpg
URL3.2025. https://parsstock.ir/LargePhotos/10319/1626071-%D9%85%DB%8C%D9%86%DB%8C%D8%A7%D8%AA%D9%88%D8%B1-%D9%86%D8%A8%D8%B1%D8%AF-%D8%A8%DB%8C%D9%86-%D8%A7%DB%8C%D8%B1%D8%A7%D9%86%DB%8C%D8%A7%D9%86-%D9%88-%D8%AA%D9%88%D8%B1%D8%A7%D9%86%DB%8C%D8%A7%D9%86-%D8%A8%D8%B1%DA%AF%DB%8C-%D8%A7%D8%B2-%D8%B4%D8%A7%D9%87%D9%86%D8%A7%D9%85%D9%87.jpg
URL4. 2025. https://www.peyman-saze.com/wp-content/uploads/2024/06/%D8%B7%D8%B1%D8%A7%D8%AD%DB%8C-%D9%86%D9%85%D8%A7%DB%8C-%D8%B3%D9%86%D8%AA%DB%8C-%D8%A7%DB%8C%D8%B1%D8%A7%D9%86%DB%8C.jpg
URL5. 2025.
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/e/ec/The_Court_of_Gayumars.jpg/1200px-The_Court_of_Gayumars.jpg
URL6. 2025.
https://cdnuploads.aa.com.tr/uploads/Contents/2021/01/30/thumbs_b_c_a0de07723606c76632f214f9ca417245.jpg?v=124142

URL7. 2025. https://img.piri.net/mnresize/900/-/resim/imagecrop/2018/09/11/02/24/resized_d23b2-52f9e65fshutterstock_1085290481.jpg
URL8. 2025. https://www.bizevdeyokuz.com/wp-content/uploads/agra-tac-mahal.jpg

URL9. 2025. https://yabex.net/blog/wp-content/uploads/2022/07/yabex.net-Chehel-Sotoon-Palace1-copy.jpg

URL10. 2025. https://www.flytoday.ir/blog/wp-content/uploads/2025/02/%DA%A9%D8%A7%D8%B4%D8%A7%D9%86.%D8%B4%D8%A7%D8%AE%D8%B5.jpg

URL11. 2025. https://eastkingdomgazette.org/wp-content/uploads/2016/09/cypress-98x300.jpg

URL12. 2025.https://eastkingdomgazette.org/wp-content/uploads/2016/09/date-137x300.jpg

URL13. 2025.https://eastkingdomgazette.org/wp-content/uploads/2016/09/fruit-trees-279x300.jpg

URL14. 2025.https://eastkingdomgazette.org/wp-content/uploads/2016/09/oak-206x300.jpg

URL15. 2025.https://eastkingdomgazette.org/wp-content/uploads/2016/09/plane-229x300.jpg

URL16. 2025.https://eastkingdomgazette.org/wp-content/uploads/2016/09/pomegranates.jpg

URL17. 2025.https://eastkingdomgazette.org/wp-content/uploads/2016/09/poplar-135x300.jpg

URL18. 2025.https://eastkingdomgazette.org/wp-content/uploads/2016/09/willows-163x300.jpg

URL19. 2025.https://eastkingdomgazette.org/wp-content/uploads/2016/09/daffodil-183x300.jpg

URL20. 2025.https://eastkingdomgazette.org/wp-content/uploads/2016/09/daylily-225x300.jpg

URL21. 2025.https://eastkingdomgazette.org/wp-content/uploads/2016/09/hollyhocketal-300x162.jpg

URL22. 2025.https://eastkingdomgazette.org/wp-content/uploads/2016/09/iris-234x300.jpg

URL23. 2025.https://eastkingdomgazette.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/09/poppy.jpg

URL24. 2025.https://eastkingdomgazette.org/wp-content/uploads/2016/09/reed-158x300.jpg

URL25. 2025.https://eastkingdomgazette.org/wp-content/uploads/2016/09/roses-768x307.jpg

URL26. 2025.https://eastkingdomgazette.org/wp-content/uploads/2016/09/tulip-300x239.jpg

URL27. 2025. https://istanbultarihi.ist/assets/uploads/files/cilt-7/osmanli-sanatinda-mi%CC%87nyatur/7-harem-koskler-ve-dis-bahce-sehinsahname-1581-iu-ktp.jpg
URL28. 2025. https://istanbultarihi.ist/assets/uploads/files/cilt-7/osmanli-sanatinda-mi%CC%87nyatur/4-sultan-suleymanin-topkapi-sarayinda-culusu-suleymanname-1558-tsmk-h.jpg

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

URL29. 2025. https://cdnuploads.aa.com.tr/uploads/Contents/2024/06/07/thumbs_b_c_77b64e942987744f31f223379191febf.jpg?v=102510
URL30. 2025. https://mrbilit.com/mag/wp-content/uploads/2022/05/%DA%86%D9%87%D9%84_%D8%B3%D8%AA%D9%88%D9%86-%D8%A7%D8%B5%D9%81%D9%87%D8%A7%D9%86-%D9%88-%D8%B1%D9%85%D8%B2-%D9%88-%D8%B1%D8%A7%D8%B2-%D8%A7%DB%8C%D9%86-%D8%A8%D9%86%D8%A7%DB%8C-%D8%B2%DB%8C%D8%A8%D8%A7-780x470-1.jpg
URL31. 2025. https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/94/Surname_51b.jpg

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# KENTSEL PARKLARDA BAĞLANTI ANALİZİNE DAYALI SÜRDÜRÜLEBİLİR TASARIM STRATEJİLERİNİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

**Gülbanu Sümeyye ÇUBUKÇU**
Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,
cbk.banu@gmail.com- 0009-0009-3045-8884

**Prof. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU**
Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi,
nalandemircioglu25@hotmail.com- 0000-0002-4871-1579

## ÖZET

Bu çalışma, kentsel parkların tasarımında bağlantı analizlerinin kullanımına dayalı sürdürülebilir tasarım stratejilerinin bibliyometrik analizi üzerine odaklanmaktadır. Kentsel parklar, şehir yaşam kalitesini artıran önemli yeşil alanlar olarak, ekolojik, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirliğe katkıda bulunmaktadır. Sürdürülebilir tasarım yaklaşımlarının gelişimi, bu parkların fiziksel bağlantılarını ve erişilebilirliğini analiz etmekle mümkün olmaktadır. Bu doğrultuda Web of Science (WOS) uluslararası veri tabanında "connectivity analysis", "urban parks", "sustainable" ve "sustainability" kavramları incelenmiştir. Bu arama bağlantısında, belirtilen anahtar kelimeler kullanılarak yalnızca başlık, özet ve anahtar kelime (TITLE-ABS-KEY) alanlarında yer alan yayınların seçilmesi sağlanmıştır. Arama kriterleri, belirli bir tarih aralığı ve belirli bir yayın türü gibi parametreleri içermektedir. Araştırmanın veri seti 2010-2025 yılları arasında yayınlanmış toplam 81 yayını kapsamaktadır. Bu analizlerin, kent parklarında kullanımı ve sürdürülebilirliği nasıl etkilediği, literatürdeki düşüncenin ne yönde olduğu ve bakış açısı, yeni gelişmelerin yönü ve yoğunluğunu tespit etmek amacıyla bibliyometrik analizlerde yaygın olarak kullanılan VOSviewer yazılımından yararlanılmıştır. Yayınların yıllara, ülkelere, yazarlara göre dağılımları incelenmiş ve ortak kelime analizi gerçekleştirilmiştir. İncelenen akademik çalışmalarda iş birliğine en açık ülkelerin Çin, Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri (ABD) olduğu tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar ışığında bu çalışmanın bağlantı analizleri ve sürdürülebilir kent parkı tasarımı konusuna odaklanmış araştırmacılara yol göstereceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bağlantı analizi, sürdürülebilirlik, kentsel parklar, erişilebilirlik, mekansal analiz, sürdürülebilir tasarım

## ABSTRACT

This study focuses on the bibliometric analysis of sustainable design strategies based on the use of connectivity analysis in the design of urban parks. Urban parks, as important green areas that increase the quality of city life, contribute to ecological, social and economic sustainability. The development of sustainable design approaches is possible by analyzing the physical connectivity and accessibility of these parks. In this context, the concepts of "connectivity

analysis", "urban parks", "sustainable" and "sustainability" were examined in the international database Web of Science (WOS). This search link provides where only publications with the specified keywords are selected in the title, abstract and keyword (TITLE-ABS-KEY) fields. The search criteria included parameters such as a specific date range and a specific publication type. The data set of the research covers a total of 81 publications published between 2010 and 2025. VOSviewer software, which is widely used in bibliometric analyses, was used to determine how these analyses affect the use and sustainability in urban parks, the direction and perspective of the thought in the literature, and the direction and intensity of new developments. The distribution of publications by year, country, and author was examined and a common word analysis was performed. In the academic studies examined, it was determined that the countries most open to cooperation were China, Türkiye and the United States of America (USA).

In light of the results obtained, it is thought that this study will guide researchers focused on link analysis and sustainable urban park design.

**Keywords:** Connectivity analysis, sustainability, urban parks, accessibility, spatial analysis, sustainable design

## 1. GİRİŞ

Hızla artan kentleşme ve doğal kapasitenin tükenmesi ekosistem üzerinde insan kaynaklı yoğun bir baskı oluşturmaktadır (Alpay ve ark. 2013; Karakaya ve Taşlı, 2023). Taşıma kapasitesi ve ekolojik temeller dikkate alınmadan planlanan ve gelişen kentler, hızlı nüfus artışı, yapılan yolların düzensiz ve çarpık bir şekilde büyümesi sonucu doğal alanları yok etmektedir (Mumcu,2002). Çevre politikalarındaki yetersizlik, sürdürülebilir olmayan planlamalar ve arazi işgalleri, çevre koruma konusunda engel teşkil ederek yeşil alanların kaybolmasına yol açmaktadır (Melchert, 2005; Önder ve Polat, 2012). Bu durum karşısında çevreyle ilgili olumsuz etkileri azaltmak ve ihtiyaçları karşılamak için büyük bir öneme sahip olan kentsel parklar, sürdürülebilir kentler oluşturma konusunda kritik bir basamak olarak görülmektedir (Karakaya ve Taşlı, 2023).

Kent parkları, kent üzerinde farklı işlevsellikleri olan açık mekanlardır. Bu farklı işlevsellikleriyle ekosistem hizmetleri sağlayarak kentsel alanlarda yaşam kalitesini ve sürdürülebilirliği artırmaktadırlar (Bolund ve Hunhammar, 1999, Dahmann ve ark. 2010). Aynı zamanda kent halkına trafiğin gürültü ve kalabalığından kaçma, doğayla baş başa kalmaktan zevk alma olanağını sunmak üzere düşünülen, çeşitli rekreasyonel faaliyetler bakımından yararlı aktivitelere imkân sağlayan ve çevreye olumlu ekolojik etkileri olan alanlar olarak sürdürülebilir ve sağlıklı yaşamın sağlanmasında temel unsurlar olarak kabul edilmektedirler (Dushkova ve Ignatieva, 2020). Kent parkları; farklı kültürlerdeki ve sosyo-ekonomik sınıflardaki insanların bir araya gelerek doğa ile kaynaştıkları yerler olarak da nitelendirilmektedir (Eşbah 2006).

Ertekin (1992) kent parklarını "Kentin ekolojik dengesini korumak ve kentlinin rekreasyon ihtiyacını karşılamak üzere kentin odak noktalarında bulunması gereken, içinde toplumu

oluşturan her yaş grubundan insanın aktif-pasif rekreasyon gereksinmelerini karşılamaya yönelik tesis ve olanaklara yer veren yeşil alanlar" olarak tanımlamıştır (Özkır 2007; Karlıer,2017). Bahsedilen bu sosyal ve toplumsal etkilerin yanı sıra kent parkları, ekolojik etkileri ile sürdürülebilir kentlerin oluşumunda da önemli bir yere sahiptir. Sonuç olarak kent parklarının mevcudiyeti, sürdürülebilir hedefler doğrultusunda, şehirlerin çevresel direncini ve toplumsal refahını değerlendiren önemli göstergeler arasında yer almaktadır (Jabbar ve ark. 2024; Hanif ve ark. 2024) Sürdürülebilir bir gelecek için, bu alanların korunması ve geliştirilmesi gerekmektedir. Faydaları bu kadar iyi bilinmesine rağmen bu alanların planlaması ve devamlılığının sağlanmasında birtakım problemler yaşanmaktadır (Esbah, 2002; 2006). Parkların tasarım ve planlamasında ekolojik faktörler ve çevresel bağlantıların göz ardı edilmesi bu alanların kent ortamına yeterince katkı sağlayamaması sonucunu doğurmaktadır. Kentlerde parkların ekolojik bir değerlendirilmesinin yapılması mevcut durumun iyileştirilmesi ve ileride kent ortamına habitat değeri yüksek olan açık alanların kazandırılması açısından önemlidir (Eşbah, 2006). Çevre ile bağlantı noktasında ise parklar, çeşitli faaliyetlerin gerçekleştirilebileceği alanlar olarak, toplumun tüm bireylerine eşit ve kolay erişim imkânı sunmalıdır (Yılmaz, 2023).

Bu bağlamda bağlantı analizleri, parkların kentsel doku içerisindeki erişilebilirlik ve bütünleşme düzeylerini belirleyerek, tasarımın her kullanıcı için kapsayıcı olmasını sağlamada önemli bir araçtır. Sürdürülebilir tasarımın temel unsurlarından biri olan bağlantı analizleri, doğal ve yapılı çevrelerde ele alınan alanlar arasındaki ilişkileri, geçiş yollarını ve bütünleşik yapıyı anlamaya yönelik analizlerdir. Bu analizler, ekolojik sistemler, sosyal ağlar, ulaşım yolları ve yeşil altyapı gibi farklı bağlamlarda uygulanmakta ve bu sistemler arasındaki bütüncül ilişkiyi vurgulayarak geleneksel yaklaşımları şekillendirmektedir (Chu ve Jia, 2014). Ekolojik bağlamda, bağlantı analizleri habitat parçalanmasını önlemeye, türlerin göç yollarını belirlemeye ve ekosistemlerin sürekliliğini sağlamaya odaklanır (Opdam ve ark. 2006; Tzoulas ve ark. 2007). Kentsel bağlamda ise, insanların yeşil alanlara erişimini ve yapısal çevredeki kritik noktaları belirleyerek hareketliliği artırmayı hedefler.

Bağlantı analizleri, peyzaj ekolojisi, kentsel planlama ve ağ teorisi gibi disiplinlerin kesişiminden doğmuştur. Bu analizlerin entegrasyonu sayesinde tasarımcılar, ekolojik bütünlüğü, sosyal eşitliği ve sürdürülebilirliği destekleyen mekânlar oluşturabilir ve böylece sürdürülebilir kalkınma ilkelerinin ilerlemesine katkı sağlayabilirler (Feng ve ark. 2024; Gatto ve McCardle, 2019). Bağlantı analizlerinin sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini açıklamak için, erişilebilirlik kavramı ile bu kavramın mekân tasarımından kentsel sürdürülebilirliğe kadar uzanan geniş etkisi bütüncül bir şekilde ele alınmalıdır. Bu noktada, kent parklarında alanın mevcut durum analizini gerçekleştirmek ve kentsel dinamiklere ilişkin veriler toplamak amacıyla çeşitli bağlantı analizi yöntemleri kullanılmaktadır ve böylece mekânların işlevselliği ve kentsel bütünlük içindeki rolü daha detaylı bir şekilde değerlendirilebilmektedir. Bu analizler erişilebilirlik kavramından doğan patronaj erişilebilirliği ve aradalık merkeziyeti (Betweenness Centrality) analizleridir.

Kavram olarak erişilebilirlik, sürdürülebilir kentsel gelişimin temel bileşenlerinden biridir ve istenilen mekânlara, ürünlere ve aktivitelere ulaşabilme kolaylığı olarak tanımlanmaktadır (Hansen, 1959). ABD Çevre Bakanlığı 'da (2005) bir tanımlama yaparak erişilebilirliği seyahat

seçeneği ile mekânsal olarak dağıtılan fırsatlara erişimin kolaylığı ve rahatlığı olarak nitelendirmektedir (Chukwu ve ark. 2024). Bununla birlikte "kolaylık ve rahatlık" kavramlarını tartışmak, sosyal ve diğer alanlarda eşitliği beraberinde getireceği için park erişilebilirliği bağlamında düşünülmelidir (Chukwu ve ark. 2024). Yalnızca fiziksel ulaşılabilirlik değil, aynı zamanda kullanıcıların parka düzenli ve sürdürülebilir şekilde erişimini ifade eden patronaj erişilebilirliği de değerlendirilmelidir.

Patronaj erişilebilirliği analizi, potansiyel ziyaretçileri ve girişlerin çekiciliğini analiz etmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu analiz yöntemi ile alanın farklı noktalara olan ulaşım kolaylığı ve bağlantısallığı değerlendirilmektedir (Choi ve Woo, 2022). Patronajın erişilebilirliğinin temel amacı, park ziyaretçilerinin taleplerini daha doğru tahmin etmek ve park giriş noktalarının erişilebilirliğini optimize etmektir. Bu analiz, ziyaretçilerin kaldıkları mesafe, cazibe ve yaya akışları gibi sayıların dikkate alınmasıyla parkların erişim potansiyelini ve kullanım düzeyini nicel olarak değerlendirmeye olanak sağlamaktadır.

Hem içsel erişilebilirlik (yapıların kentle ve çevresiyle ilişkili göreceli durumu) hem de dışsal erişilebilirlik (kamusal mekânların geçirgenliği ve çeşitliliği gibi fiziksel düzenlemeler) kentsel yaşam kalitesini artırmada önemli bir rol oynamaktadır (Kaplan, 1998; Körmeçli, 2019). Arazi kullanımı ve ulaşım sistemleri, doğrudan erişilebilirliğin belirleyicileri olarak görülmektedir. Bununla birlikte, ulaşım sistemleri yalnızca erişilebilirliğin temel belirleyicisi olmakla kalmayıp, ağ yapılarındaki aradalık merkeziyeti analizi ile de doğrudan ilişkilidir.

Aradalık merkeziyeti, bir ulaşım ağındaki düğüm noktalarının (kavşaklar, istasyonlar) diğer noktalar arasındaki en kısa yollar üzerinde bulunma sıklığını ölçerek, bu düğümlerin ağ içindeki stratejik önemini ortaya koymaktadır (Bisri, 2017). Ulaşım sistemlerinde aradalık merkeziyeti yüksek olan noktalar, bireylerin mekânsal hareketliliğini doğrudan etkileyen ve dolayısıyla erişilebilirlik düzeyini belirleyen kritik geçiş alanlarıdır (Naima ve ark. 2023). Yüksek aradalık merkeziliği, o düğümün çok sayıda kısayolda yer aldığını ve diğer düğümler arasında önemli bir köprü işlevi gördüğü anlamına gelmektedir. Bu bağlamda, aradalık merkeziyetinin analizi, erişilebilirlik ile ulaşım ağının yapısal verimliliği arasındaki güçlü kesişim noktasını anlamada önemli bir araç sunmaktadır (Koenig, 1980; Benameur ve ark., 2024). Bu analizler, alanın bağlantısal özelliklerini ortaya koyarak, mevcut durumun daha iyi anlaşılmasını ve tasarım önerilerinin geliştirilmesini sağlayacaktır (Choi ve Woo, 2022). Bağlantı analizlerinin doğru şekilde uygulanabilmesi amacıyla çeşitli programlar ve yöntemler geliştirilmiştir. Örneğin, CBS tabanlı ağ analizi, yeşil alanlar gibi kentsel unsurların farklı arazi kullanımlarıyla bağlantısını ve ulaşım modlarına entegrasyonunu değerlendirmede etkin bir yöntem sunmaktadır (Buckland ve Pojani, 2023). Space Syntax ise kentsel mekânların topolojik ve geometrik özelliklerine odaklanarak, ağ merkeziliği yoluyla erişilebilirlik düzeylerinin nicel analizlerini sağlamaktadır (Moridpour ve ark., 2019).

Genel olarak değerlendirildiğinde bağlantı analizleri, kentsel erişilebilirlik stratejilerinin bilimsel ve veri temelli bir yaklaşımla geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Bu analizler, hem yeşil alanların sosyal etkileşimi ve eşitliğini teşvik etmesini sağlarken hem de sürdürülebilir seyahat seçeneklerinin (örneğin yaya yolları ve bisiklet yolları) desteklenmesine katkıda bulunmaktadır. Böylelikle, bağlantı analizleri aracılığıyla tasarlanan erişilebilirlik sistemleri,

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

yalnızca bireylerin günlük yaşamını iyileştirmekle kalmayıp, sürdürülebilir kentsel kalkınmayı da desteklemektedir.

## 2. MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, kentsel parkların sadece estetik ve işlevsel değil, aynı zamanda sosyal ve mekânsal açıdan optimize edilmesine odaklanmaktadır. Bu bağlamda "kentsel parklar", "sürdürülebilir tasarım" ve "bağlantı analizleri" konularındaki literatür eğilimlerini incelemek amacıyla bibliyometrik analiz yöntemi kullanılmıştır. Bibliyometrik analiz, akademik yayınlardaki eğilimleri, istatistiksel yöntemleri, kavramsal yapıları ve araştırma boşluklarını bilimsel sonuçlara uyarlayan nicel verilere dayalı güçlü bir analiz yöntemidir (Sun ve ark. 2022). Araştırma makaleleri, derleme makaleleri, kitaplar, kitap bölümleri, konferans bildirileri ve diğerleri dahil olmak üzere bilimsel yayınların ve literatürün istatistiksel değerlendirmesini ifade etmektedir (Arfaoui ve ark.; Kumar ve ark. 2023).

R Studio ve VOSviewer gibi bibliyometrik araçların gelişimi, erişilebilirliği ve kullanılabilirliği ile Google Scholar, Scopus ve Web of Science gibi bilimsel veri tabanlarının varlığı, bu analiz yönteminin yaygınlaşmasına ve gelişmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca, veri biliminden operasyon araştırmasına kadar farklı disiplinlere uzanan bibliyometrik analiz yönteminin çok disiplinli etkisi de yaygın kullanımında önemli bir rol oynamaktadır (Doulani, 2020; Passas, 2024). Bu nedenle, iyi yapılmış bibliyometrik çalışmalar, bir alanı yeni ve anlamlı yollarla ilerletmek için sağlam temeller oluşturmaktadır (Donthu ve ark. 2021).

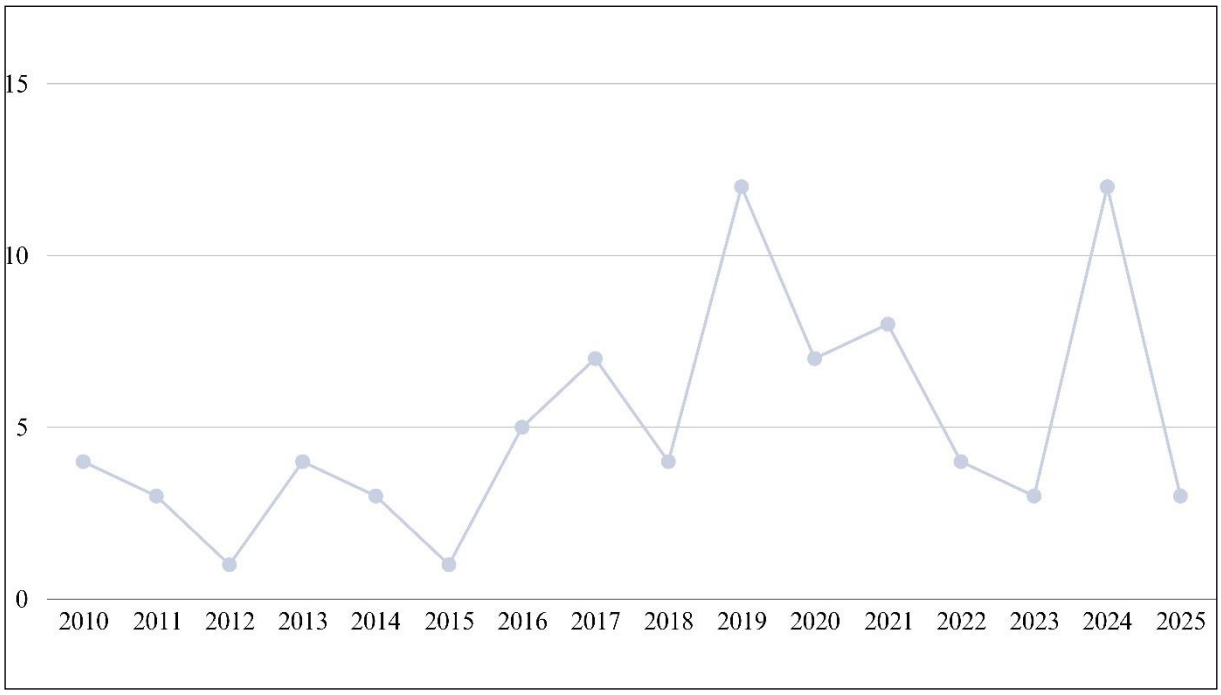
Bu çalışmada bibliyometrik analiz, Web of Science veri tabanı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilerin işlenmesinde, bibliyometrik analizlerde yaygın olarak kullanılan bir görselleştirme aracı olan VOSviewer programı kullanılmıştır. Bu program ağ verilerine dayalı haritalar oluşturmak, bu haritaları görselleştirmek ve keşfetmek amacıyla son yıllarda geliştirilen programlardan biridir (van Eck ve Waltman, 2022; Arslan, 2022).

Web of Science veri tabanı üzerinden elde edilen belgelerin kapsamını tespit etmek ve konuya ilişkin çalışmaların belirlenmesini sağlamak amacıyla farklı anahtar kelimeler kullanılarak arama sorgusu gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla uygun bir makale dizini oluşturmak için (TITLE-ABS-KEY (connectivity analysis) AND TITLE-ABS-KEY (sustainable) OR TITLE-ABS-KEY (sustainability) AND TITLE-ABS-KEY (urban parks) arama bağı kullanılmıştır. Bu arama bağında, belirtilen anahtar kelimelerin başlık, özet ve anahtar kelime alanlarında yer aldığı yayınların seçilmesini sağlanmıştır. Arama kriterleri, belirli bir tarih aralığı ve belirli bir yayın türü (örneğin, makaleler, konferans bildirileri) gibi parametreleri içermektedir. Bu kapsamda yapılan tarama sonucunda 2010-2025 tarih aralığında yapılan toplam 81 akademik çalışmaya ulaşılmıştır. Bibliyometrik analiz yoluyla kentsel parklarda bağlantı analizleri kavramı üzerine yapılan bilimsel çalışmaların yıllara, yazarlara, çalışmaların hangi ülkelerde yapıldığına, sık kullanılan anahtar kelimelere ve öne çıkan diğer detaylara göre dağılımı belirlenmeye çalışılmıştır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 3. BULGULAR

Görsel 1'de, Web of Science verilerine göre 2010 ile 2025 yılları arasında yapılan çalışmaların yıllara göre dağılımı gösterilmektedir. Genel olarak bakıldığında yıllar arasında belirgin bir değişim gözlemlenmekte olup bazı dönemlerde ise çalışma sayısında artışlar yaşandığı görülmektedir. Özellikle 2012 ve 2015 yıllarında yalnızca bir yayın bulunurken, 2010-2015 dönemi boyunca yayın sayılarının durağan ve düşük düzeyde seyrettiği görülmektedir. Bu durum konulara yönelik akademik ilginin oluşmaya başlandığını ancak geniş çaplı araştırmaların henüz yaygınlaşmadığını göstermektedir. 2016-2017 yıllarında, yayın sayılarında bir artış eğilimi başlamış ve 2022 yılına kadar bu ilginin ivme kazandığı görülmüştür. 2019 ve 2024 yıllarında yayın sayısı yaklaşık 12-13' e yükselirken, 2022-2023 yıllarında yeniden düşüş yaşandığı görülmektedir. 2025 yılına gelindiğinde ise, 2024'teki yoğunluğun ardından tekrar keskin bir düşüş söz konusudur. Bu dalgalı seyir, ilgili alandaki ilgi düzeyinin yıllara göre değişkenlik gösterdiğini ve bazı yıllarda konunun ön plana çıkarken bazı yıllarda geri planda kaldığını ortaya koymaktadır (Görsel 1).

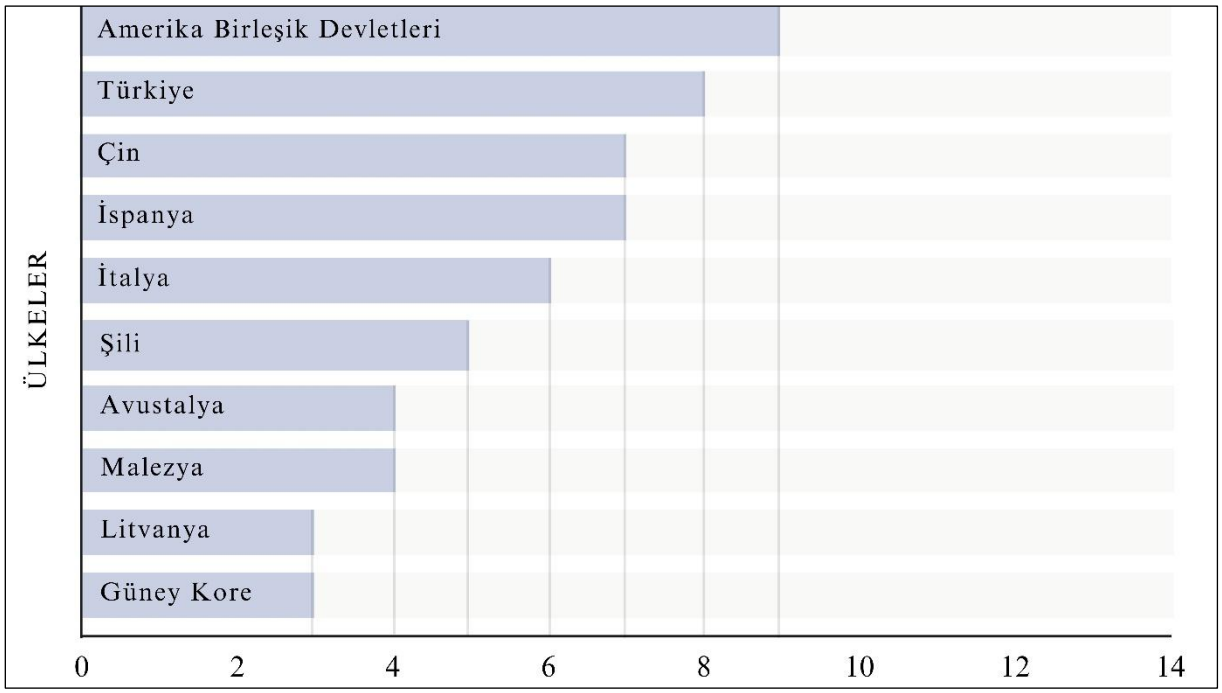



Görsel 1. Yıllara Göre Yayın Sayılarındaki Değişimler (2010-2025)

Bu grafik, çeşitli ülkelerdeki üniversitelerin, araştırma kurumlarının ve fon kaynaklarının kentsel parklarda bağlantı analizi kullanımı kapsamında yaptığı çalışmaları göstermektedir. Yıllara göre artış gösteren akademik çalışmalar, araştırmacıların bu sorunlara çözüm arayışına yöneldiğini göstermektedir. Amerika Birleşik Devletleri (9 adet yayın), bu konularda en fazla yayını olarak öne çıkmakta, kentsel alanlarda sürdürülebilirlik ilkesine dayalı, çevresel, sosyal ve mekânsal bağlantıları güçlendiren tasarım stratejileri geliştirmeye yönelik geniş çaplı projeler yürüttüğünü ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, yeşil alanların işlevleri, ekolojik altyapının önemi ve yaya erişilebilirliğinin artırılması gibi unsurlar, kent sürdürülebilirliğini destekleyen ve ekosistem hizmetlerine entegre çözümler sunan bütüncül yaklaşımlar olarak öne çıkmaktadır. Türkiye (8 adet yayın), ikinci sırada yer alırken, yapılan çalışmaların ortak amacı

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

kentsel açık ve yeşil alanların sosyal, ekolojik ve fiziksel yönlerini değerlendirerek herkes için erişilebilir ve sürdürülebilir mekânlar oluşturmaktır. Yayınlarda, farklı kullanıcı gruplarının ihtiyaçları dikkate alınarak kamusal alanların planlama ve tasarımında katılımcı ve çok ölçütlü yaklaşımlar benimsenmiştir. Çin ve İspanya'da yayımlanan 14 makalede yine sürdürülebilirlik konusu ön plana çıkarken, çalışmaların bir kısmında kentsel parkların ve kamusal alanların bağlantısallığı, erişilebilirliği ve kentsel entegrasyonu, sürdürülebilirlik ve kentsel canlılıkla ilişkili olarak ele alınmıştır. İtalya (6), Şili (5), Avustralya (4), Malezya (4), Litvanya (3) ve Güney Kore (3) gibi ülkeler ise özellikle kent parklarının yaşam kalitesini artırmadaki rolüne, çevresel sürdürülebilirliğe katkılarına ve kullanıcı davranışlarını etkileyen tasarım unsurlarına odaklanmaktadır. Ayrıca yayınlarda parkların estetik, ekolojik ve erişilebilirlik gibi bileşenlerinin, kullanıcı memnuniyetini ve sosyal etkileşimi güçlendirdiği vurgulanmaktadır. Bu doğrultuda, kentlerin sürdürülebilirlik bağlamında üstlendiği çok yönlü rolleri ve ülkelerin bu konudaki farklı ölçekli yaklaşımlarını kapsamlı bir şekilde ortaya koymaktadır. Yapılan çalışmalar, yeşil altyapının geliştirilmesi, kamusal alanların erişilebilirliğinin artırılması ve çevre ile bağlantı noktasında gelişme sağlanarak yaşanabilirliğin güçlendirilmesi gibi temalar etrafında şekillenmektedir (Görsel 2).



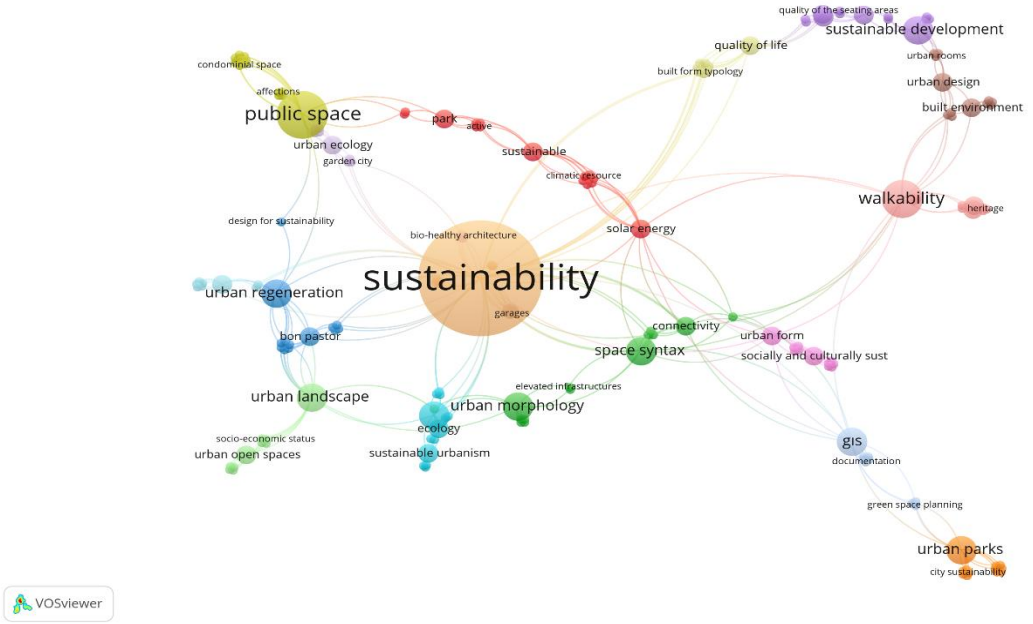

Görsel 2. Yayın Sayılarının Ülkelere Göre Dağılımı (2010-2025)

Görsel 3'te görüldüğü üzere, 2010-2025 yılları arasında yapılan bibliyometrik analizde, dört anahtar kelime üzerinden yapılan akademik çalışmaların eğilimleri değerlendirilmiştir. Her düğüm, bir anahtar kelimeyi temsil etmekte olup, boyutları veri kümesindeki önem veya sıklık derecesini yansıtmaktadır. Şekil 3'e göre çalışmalarda "Sustainability" (Sürdürülebilirlik) kavramı merkezi bir konumda yer almakta ve diğer birçok kavramla güçlü bağlar kurarak alandaki temel odak noktası olduğunu göstermektedir. Haritada yer alan kümeler, sürdürülebilirlik temasının farklı alt başlıklarla nasıl çeşitlendiğini ortaya koymaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Kırmızı kümede Sustainable (Sürdürülebilirlik), Park, Walkability (Yürünebilirlik) ve Solar Energy (Güneş Enerjisi) gibi çevresel temalı anahtar kelimeler bulunmaktadır. Bu durum, parkların sürdürülebilirliği ve iklim koşullarının mimari ya da enerji açısından değerlendirilmesine odaklanmaktadır. Kullanılan Solar Energy (Güneş Enerjisi) ve Climatic Resource (İklimsel Kaynak) anahtar kelimeleri, doğal kaynakların sürdürülebilirlik kavramıyla ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca Walkability (Yürünebilirlik) kavramı, açık yeşil alanlar ve yaya erişimi gibi konuların da öne çıktığını ifade etmektedir. Yeşil renkli kümede Space Syntax (Mekân Dizimi), Urban Morphology (Kent Morfolojisi), Connectivity (Bağlantı) ve Urban Form (Kentsel Form) gibi kavramlar öne çıkmakta; bu da kentlerin fiziksel yapısı, mekânsal bütünlük ve erişilebilirlik gibi konuların sürdürülebilirlikle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu kümede kullanılan Space Syntax (Mekân Dizimi), kentsel alanlardaki mekansal düzenleri ve insan faaliyet modellerini analiz etmeye yönelik analitik yaklaşımdır. Mekanlar arasındaki bağlantıları analiz ederek yaya yolları tasarımı, kamusal alanların etkinliği gibi alanlarda kullanılmaktadır. Bu süreç, bağlantı analizlerinin kentsel alanlarla ilişkisinin önemini ve gerekliliğini ortaya koymaktadır. Mor kümede yer alan Garden City (Bahçe Şehir) kavramı, yeşil alanların yerleşim alanlarına entegrasyonunu vurgularken, Urban Ecology (Kent Ekolojisi) kavramı ise kentsel alanlarda ekolojik dengeyi gözeten planlama stratejilerini ön plana çıkarmaktadır. Ve bu kavramların sürdürülebilir kalkınmayla yakından ilişkili olduğu görülmektedir. Her iki kavram da sürdürülebilir kalkınmayla doğrudan ilişkili olup, çevresel sürdürülebilirliği kent planlama sürecine entegre etmeye yönelik yaklaşımları desteklemektedir.

Sarı kümeye dahil olan anahtar kelimeler Public Space (Kamusal Alan) etrafında şekillenmiştir ve kentsel alanların sosyal boyutuna odaklanan çalışmaları temsil etmektedir. Bu kümede yer alan Condominium Space (Kat Alanı) ve Affections (His) gibi kavramlar, kamusal alanların sosyo-ekolojik işlevlerini ve sosyal sürdürülebilirlikle olan ilişkisini ortaya koymaktadır. Turuncu küme doğrudan Sustainability (Sürdürülebilirlik) kavramına bağlı olup kümede yer alan City Sustainability (Kent Sürdürülebilirliği) ve Green Space Planning (Yeşil Alan Planlaması) gibi anahtar kelimeler, kent içindeki parkların ve yeşil alanların sürdürülebilir şehir yaşamı için ne kadar kritik olduğunu ortaya koymaktadır.

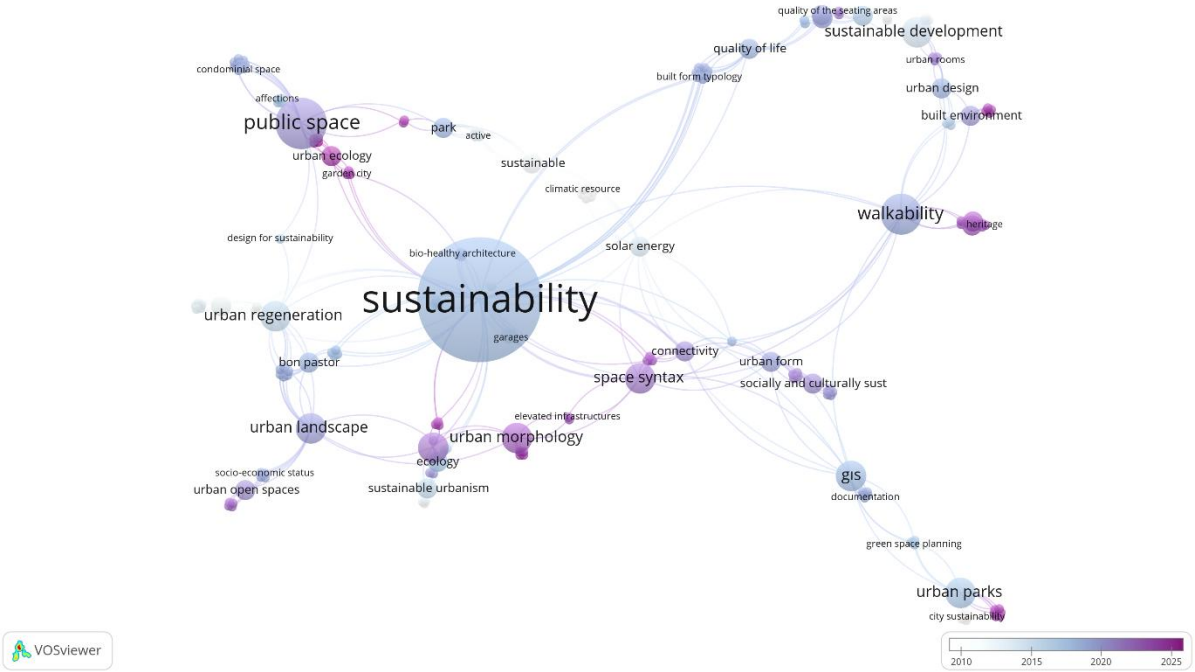


ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Görsel 3. Anahtar Kelime Ağı Analizi

Görsel 4'te, 2010-2025 yılları arasında gerçekleştirilen akademik çalışmalarda kullanılan anahtar kelimelerin yıllara göre değişimi ve bu anahtar kelimeler arasındaki ilişkiler gösterilmektedir. Renkler, belirli anahtar kelimelerin hangi dönemlerde daha yoğun olarak kullanıldığını ifade etmektedir. Beyaz (2010) ile mor (2025) arasında değişen renk gradyanı, anahtar kelime ilişkilerinin zaman içindeki değişimini belirtmektedir. Anahtar kelime dağılımları değerlendirildiğinde merkezi olan Sustainability (Sürdürülebilirlik) kavramının, uzun süredir en sık kullanılan ve en çok ilişkilendirilen terim olduğu görülmektedir. Bu terimin açık mavi tonla belirtilmesi, 2010–2017 yılları arasında yoğun olarak kullanıldığını ve son yıllarda daha az yeni çalışmada vurgulandığını göstermektedir.

Koyu mor tonlarla belirtilmiş anahtar kelimeler ise son yıllarda (2020 ve sonrası) akademik ilgide artış gösteren alanları ifade etmektedir. Urban Parks (Kentsel Park), City Sustainability (Kent Sürdürülebilirliği), Public Space (Kamusal Alan), Urban Ecology (Kent Ekolojisi), Space Syntax (Mekân Dizimi) ve Connectivity (Bağlantı) gibi kavramlar mor renkle gösterilmiş olup gelişen teknoloji ve dijital imkanların artışı ile son dönemde bu konulardaki çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bu durum, sürdürülebilirlik araştırmalarının artık daha çok kamusal alanların niteliği, kentlerin mekânsal analizi ve doğa temelli çözümler etrafında yoğunlaştığını göstermektedir.



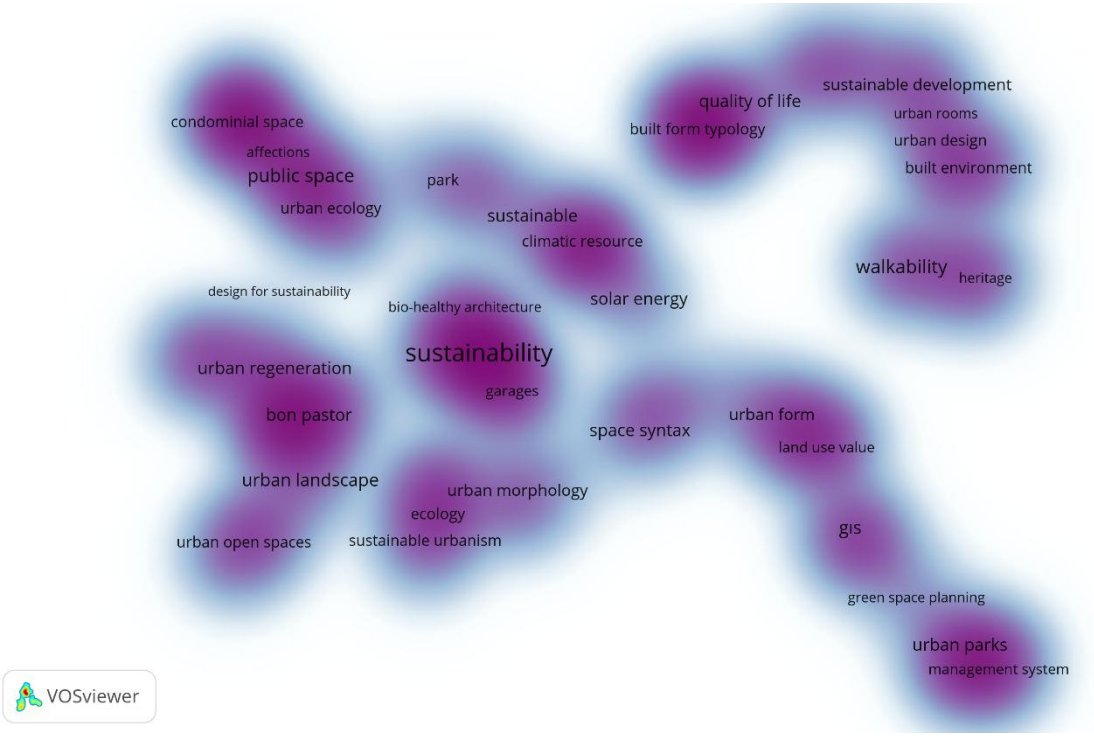

Görsel 4. Akademik Çalışmalarda Yıllara Göre Anahtar Kelime Analizi

Yoğunluk haritası ve anahtar kelime analizleri, akademik literatürdeki tematik alanlarını ve bu alanlara yönelik araştırma yoğunluğunu ortaya koymaktadır. Harita, belirli anahtar kelimeler

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

etrafında akademik çalışmaların nasıl kümelendiğini ve hangi konuların daha fazla ilgi gördüğünü göstermektedir. Haritada merkezde yer alan ve koyu mor renkle en yoğun bölge olarak öne çıkan Sustainability (Sürdürülebilirlik) kavramı, bu alandaki çalışmaların temel odağını oluşturduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Urban Park (Kent Parkı), Public Space (Kamusal Alan), Climatic Resource (İklimsel Kaynak) gibi terimler ise bu merkeze yakın bir şekilde kümelenmiş durumdadır. Ayrıca, Walkability (Yürünebilirlik), Space Syntax (Mekân Dizimi) ve Urban Landscape (Kentsel Peyzaj) gibi terimler, sürdürülebilirlik kavramıyla güçlü bir ilişki göstererek haritada yer almaktadır. Bu durum kentsel çevrenin fiziksel ve sosyal yapısının sürdürülebilirlik açısından önemli bir araştırma konusu olduğunu ortaya koymaktadır (Görsel 5).

Elde edilen bulgular, akademik çalışmaların yoğunlaştığı alanları ve bu alanlarda öne çıkan konuları ortaya koymaktadır. Sürdürülebilirlik, kent parkları, erişilebilirlik, yürünebilirlik gibi konular, akademik çalışmalarda önemli bir tutmaktadır. Bu veriler, gelecekteki akademik çalışmaların yönlendirilmesi ve yeni araştırma konularının belirlenebilmesi için yararlı bilgiler sunmaktadır.




Görsel 5. Akademik Çalışmalarda Yoğunluk Haritası

## 4. SONUÇ

Bu çalışmada, "Bağlantı Analizleri" kavramı bibliyometrik analiz yöntemiyle incelenmiş ve bu kavramın diğer kavramlarla olan ilişkileri ortaya konulmuştur. Bağlantı analizlerinin, kentsel park tasarımında kullanılarak sürdürülebilir kent oluşturma aşamasındaki etkisi değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları, bağlantı analizlerinin özellikle kentlerdeki

sürdürülebilirlik ve yaya erişimi gibi önemli alanlarda bir gösterge niteliği taşıdığını ortaya koymaktadır. Ayrıca, bağlantı analizlerinin yürünebilirlik, kent parkı tasarımı, doğal kaynak kullanımı ve kamusal alanlar gibi kavramlarla kurduğu güçlü ilişkiler, kentlerin yaşanabilirlik düzeyinin şekillendirilmesinde temel bir etken olarak ön plana çıkmaktadır.

Çalışmanın metod kısmında, Web of Science veri tabanından elde edilen verilerin nicel bir yaklaşımla incelenmesi amaçlanmış ve bu doğrultuda WOSviewer yazılımı kullanılarak veriler analiz edilmiştir. Bu yöntemle, bağlantı analizleri ve sürdürülebilirlik konusundaki araştırma eğilimleri, atıf analizleri, yazarların iş birliği ağları ve anahtar kelime analizleri yapılmıştır. Bulgular kısmında ise, 2010–2017 yılları arasında "kentsel parklar", "bağlantı analizi" ve "sürdürülebilirlik" temalı yayın sayılarının oldukça sınırlı olduğu, bu dönemde konunun akademik literatürde yeterince ilgi görmediği gözlemlenmiştir. Fakat 2017 yılı sonrası, özellikle 2024 yılına kadar olan dönemde yayın sayılarında bir artış eğilimi olduğu görülmektedir. Bu durum, söz konusu alanların akademik dünyada giderek artan bir öneme sahip olduğunu göstermektedir.

Yapılan literatür taramaları, kent parklarının yaşam kalitesini artırmadaki rolüne, çevresel sürdürülebilirliğe katkılarına ve kullanıcı davranışlarını etkileyen tasarım unsurlarına odaklanmaktadır. Ayrıca parkların estetik, güvenlik ve erişilebilirlik gibi sosyal bileşenlerinin, kullanıcı memnuniyetini ve ziyaretçi potansiyelini arttırdığı vurgulanmaktadır. İncelenen çalışmaların bazılarında parkların erişilebilirliği ve mekânsal bütünleşmesi incelenmiş ve bu doğrultuda Space Syntax (Mekân Dizimi) ile bağlantı analizleri yapılmıştır. Kentsel yeşil alanların dağıtım ve erişilebilirlikteki eşitsizlikleri kullanıcı memnuniyetini olumsuz yönde etkilediği de görülmüştür. Bağlantı analizleri bu noktada erişilebilirliğin her bireye eşit bir şekilde ulaşımını desteklemektedir. Erişilebilirlik ve aradalık merkeziyeti yüksek olan parklar sosyal, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliğe önemli katkılar sağlamaktadır. Bu durum, parklarda gerçekleştirilen analitik değerlendirmelerin kentsel canlılık ve sürdürülebilirlikle olan ilişkisini ortaya koymaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda Space Syntax (Mekân Dizimi) ve GIS (Coğrafi Bilgi Sistemi) gibi sistemler ön plana çıkmış ve bu araçlar, mekânsal analizlerin daha detaylı ve bütüncül yapılmasına olanak tanımıştır.

Ülkelerin atıf analizleri, sürdürülebilirlik alanındaki araştırma yoğunluklarını ve bilimsel etkilerini ortaya koyarken; bağlantı analizlerine yönelik çalışmaların bu kapsam içinde yeterince temsil edilmediği görülmektedir. ABD ve Çin, erişilebilir kentsel mekanların tasarımını teşvik ederek bu alandaki öncü ülkeler arasında yer almaktadır. Türkiye'de de sürdürülebilirlik temelli birçok çalışma yapılmış olmakla birlikte, bu çalışmaların bir kısmının mekânsal bağlantı analizlerini doğrudan ya da dolaylı olarak ele aldığı görülmektedir. 2019-2022 yılları arasında yapılan çalışmalar, erişilebilirlik, yürünebilirlik, yeşil alan kalitesi ve kullanıcı profilleri gibi kriterler üzerinden bağlantı odaklı değerlendirmelere yönelmiştir. Bu durum, Türkiye'de de bağlantı analizlerinin önem kazandığını ve sürdürülebilir kentsel planlamada dikkate alınmaya başlandığını ortaya koymaktadır.

Gelecekteki bağlantı analizleri araştırmaları, özellikle erişilebilirlik ve mekânsal merkeziyetin detaylı incelenmesiyle, kent içindeki yeşil alanların sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda planlanmasına katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte teknolojiyle paralel olarak gelişen mekânsal analiz teknikleri (örneğin GIS ve Space Syntax) sayesinde farklı sosyo-ekonomik

grupların parklara erişim düzeyi daha doğru ve etkili bir biçimde değerlendirilebilir; böylece sosyal, çevresel ve mekânsal sürdürülebilirliği destekleyen, kapsayıcı ve veriye dayalı kentsel stratejiler geliştirilebilir. Bu doğrultuda üniversitelerde, belediyelerde bahsedilen araçların kullanımıyla ilgili eğitimler düzenlenerek özellikle planlama, peyzaj mimarlığı ve kentsel tasarım alanlarındaki uzmanların farkındalığı arttırılabilir. Bu farkındalığın, örnek projelerin yapılması, (örneğin bir şehir parkı ya da yaya yolu düzenlemesi gibi) raporlanması ve paylaşılması gibi yollarla kullanıcıların ilgisinin artmasına ve bu yöntemlerin sürdürülebilir tasarım süreçlerine entegrasyonunun güçlenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu analizler ayrıca kentsel hareketliliği ve ekolojik bağlantısallığı güçlendirerek, uzun vadeli sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşılmasında kritik bir rol üstlenmektedir.

## KAYNAKÇA

Arslan, E. (2022). Sosyal bilim araştırmalarında VOSviewer ile bibliyometrik haritalama ve örnek bir uygulama. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *22*(Özel Sayı 2), 33-56.

Benameur, O., Leghrib, F., & Laroui, A. (2024). Assessing Urban Green Space Accessibility for Sustainable Development in Mostaganem, Algeria: A Space Syntax Approach. *Journal of Contemporary Urban Affairs*, *8*(1), 197-211.

Bisri, M. B. F. (2017, February). Inter-organizational network in Indonesia during disasters: Examples and research agenda on disaster management. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 56, No. 1, p. 012023). IOP Publishing.

Bisri, M. B. F. (2017, February). Inter-organizational network in Indonesia during disasters: Examples and research agenda on disaster management. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 56, No. 1, p. 012023). IOP Publishing.

Buckland, M., & Pojani, D. (2023). Green space accessibility in Europe: a comparative study of five major cities. *European Planning Studies*, *31*(1), 146-167.

Chu, D. ve Jia, J. (2014). Sürdürülebilir Mimarlık Tasarımında Sistem Düşüncesi Üzerine Çalışma. Uygulamalı Mekanik ve Malzemelerde (Cilt 584–586, s. 280–283). Trans Tech Publications, Ltd. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.584-586.280

Chukwu, M., Huang, X., Wang, S., Li, X., & Wei, H. (2024). Urban park accessibility assessment using human mobility data: a systematic review. *Annals of GIS*, *30*(2), 181-198.

Dahmann, N., Wolch, J., Joassart-Marcelli, P., Reynolds, K., & Jerrett, M. (2010). The active city? Disparities in provision of urban public recreation resources. Health & place, 16(3), 431-445.

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of business research*, *133*, 285-296.

Dushkova, D., & Ignatieva, M. (2020). New trends in urban environmental health research: from geography of diseases to therapeutic landscapes and healing gardens. *Geography, Environment, Sustainability*, *13*(1), 159-171.

Ertekin, N. 1992. Yeşil Alan Olarak İzmir İçin Önemi Olan Kültürparkın Bitki Varlığının Saptanması, Korunması ve Geliştirilmesi Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Master Tezi, İzmir.

Eşbah, H. (2006). Aydın'da kent parklarının bazı ekolojik kalite kriterleri yönünden irdelenmesi. *Ekoloji*, *15*(58), 42-48.

Gatto, G., & McCardle, J. R. (2019). Multispecies design and ethnographic practice: Following other-than-humans as a mode of exploring environmental issues. *Sustainability*, *11*(18), 5032.

Hanif, A., Jabbar, M., & Mohd Yusoff, M. (2024). Exploring key indicators for quality of life in urban parks of Lahore, Pakistan: toward the enhancement of sustainable urban planning. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *31*(7), 959-976.

Hansen, W. G. (1959). How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of planners*, *25*(2), 73-76.

Karakaya, N., & Taşlı, T. C. Yaşam Kalitesinin Arttırılmasında Kent Parklarının Önemi: Eskişehir Örneği1.

Karlıer, G. (2017). *Kent parkları kavramı ve bursa kent parklarında kullanıcı memnuniyetinin İrdelenmesi* (Master's thesis, Bursa Uludag University (Turkey)).

Körmeçli, P. Ş. (2019). Kentsel alanlarda erişilebilirlik ve sosyal etkileşim ilişkisinin irdelenmesi: Ankara Çukurambar Mahallesi örneği.

Kumar, A., Bhattacharya, T., Shaikh, W. A., Roy, A., Chakraborty, S., Vithanage, M., & Biswas, J. K. (2023). Multifaceted applications of biochar in environmental management: a bibliometric profile. *Biochar*, *5*(1), 11.

Mumcu, S. (2002). *Açık mekanlardaki yer tercihlerinin mekansal özellikler açısından incelenmesi: Trabzon, Atapark örneği* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü). TEZ

Naima, M., Latapy, M., & Magnien, C. (2023). Temporal betweenness centrality on shortest paths. *arXiv preprint arXiv:2304.09791*.

Önder, S., & Polat, A. T. (2012). Kentsel açık-yeşil alanların kent yaşamındaki yeri ve önemi. *Kentsel Peyzaj Alanlarının Oluşumu ve Bakım Esasları Semineri*, *19*, 73-96.

Passas, I. (2024). Bibliometric analysis: the main steps. *Encyclopedia*, *4*(2).

Saghapour, T., Moridpour, S., & Thompson, R. (2019). Sustainable transport in neighbourhoods: effect of accessibility on walking and bicycling. *Transportmetrica A: transport science*, *15*(2), 849-871.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Sun, Y., Yang, W., Shi, H., Tanveer, S. K., & Hai, J. (2022). Past, present, and future perspectives of biodegradable films for soil: A 30-year systematic review. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *10*, 1006388.

Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., & James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and urban planning*, *81*(3), 167-178.

Woo, J. H., & Choi, H. (2022). A trade-off method through connectivity analysis applied for sustainable design and planning of large urban parks. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, *29*(2), 139-152.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

# TASARIM EĞİTİMİNİN TEMEL NİTELİKLERİ: BİREYSEL FARKLILIKLAR VE BİLİŞSEL-DUYUŞSAL HEDEFLER BAĞLAMINDA BİR DEĞERLENDİRME

**EBRU BAKIR**
Atatürk Üniversitesi/ Mimarlık ve Tasarım Fakültesi
ebbakru@gmail.com - 0009-0005-6937-7310

**Prof. Dr. Nalan DEMİRCİOĞLU**
Atatürk Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi
nalandemircioglu25@hotmail.com- 0000-0002-4871-1579

## ÖZET

Tasarım eğitiminin bireyin ilgi, yetenek ve yaratıcılık düzeyi ile tasarım performansı arasındaki ilişkisini bibliyometrik analiz üzerinden incelemektedir.Tasarımla ilgilenen meslek gruplarının, sanat, bilim ve teknik bilgiyi içeren disiplinler arası bir alan olmasına rağmen, eğitim sürecinde genellikle tek boyutlu bir yaklaşımla ele alınmaktadır. Yani eğitim süreci sadece **estetik** odaklı ya da sadece **teknik** odaklı olabilir; bu durumda tasarımın eleştirel düşünme, kültürel bağlam, kullanıcı ihtiyaçları, sürdürülebilirlik ya da sosyal etkiler gibi diğer önemli boyutları göz ardı edilir. Oysa tasarım eğitimi çok boyutlu, yani bütüncül bir anlayışla ele alınmalıdır. Bu nedenle, bireyin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerilerinin eğitimdeki rolü vurgulanmaktadır. Meslek seçimi bireysel (ilgi, yetenek, değer, motivasyon, sosyo-ekonomik düzey) ve toplumsal (sosyal çevre, eğitim sistemi) faktörlerden etkilenmektedir. Araştırmalar, Scopus ve Web of Science (WOS), Sciendirect gibi uluslararası veri tabanlarında "**Design İn Education**" (Eğitimde Tasarım), "**Creativity İn Design Education**" (Tasarım EğitimindeYaratıcılık), "**Individual Awareness**" (Bireysel Farkındalık), "**İnterest İn Design Education**" (Tasarım Eğitiminde İlgi) ve "**Ability İn Design Education**" (Tasarım Eğitiminde Yetenek) kavramları incelenmiştir. Bu arama bağlantısında, belirtilen anahtar kelimelerin çalışmaların tüm alanlarında yer aldığı yayınların seçilmesini sağlanmıştır. Arama kriterleri, belirli bir tarih aralığı ve belirli bir yayın türü gibi parametreleri içermektedir. Araştırmanın veri seti 2020–2025 yılları arasında yayınlanmış toplam 46.955 yayını kapsamaktadır. Bu analizlerin, bireysel faktörlerin meslek seçiminde belirleyici olduğunu tespit etmek amacıyla bibliyometrik analizlerde yaygın olarak kullanılan VOSviewer yazılımından yararlanılmıştır. Yayınların yıllara, ülkelere, yazarlara göre dağılımları incelenmiş ve ortak kelime analizi gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçları, tasarım eğitimine kabul süreçlerinde bireysel farklılıkların dikkate alınması gerektiğini vurgulamakta ve mesleki yönlendirme araçlarının daha etkin hale getirilmesi gerektiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler**: Eğitimde Tasarım, Tasarım Eğitiminde Yaratıcılık, Tasarım Eğitiminde İlgi,Tasarım Eğitiminde Yetenek, Bireysel Farkındalık

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 1. GİRİŞ

Tasarım, doğa, insan ve yapay çevre arasındaki etkileşimin bir ürünü olarak ortaya çıkan yaratıcı bir etkinliktir (Buchanan, 2001). Bu etkinlik, yalnızca fiziksel nesnelerin veya mekanların yaratılmasıyla sınırlı kalmaz; aynı zamanda estetik, etik, teknik ve sosyal boyutları içeren kapsamla bütünleşir (Çapraz, 1984). Bu nedenle tasarım eğitimi, bireylerin entelektüel, bilişsel, duyuşsal ve sosyal yetkinliklerini geliştiren çok boyutlu bir öğrenme sürecidir (Norman, 2007). Günümüzde tasarım eğitimi, sürekli değişen toplumsal, teknolojik ve ekolojik koşullara uyum sağlayabilen, yaratıcı ve eleştirici düşünebilme becerisine sahip profesyoneller yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Bu amaca ulaşabilmek için eğitim programlarının, bireysel farklılıkları (ilgi, yetenek, yaratıcılık gibi) dikkate alan çoğulcu ve esnek bir yapıda tasarlanması gerekmektedir (Findeli, 2001).

Tasarım eğitimi, öğrencilere yalnızca teknik beceriler kazandırmakla kalmaz; aynı zamanda onların estetik duyarlılıklarını geliştirmeyi, yaratıcı düşünme kapasitelerini artırmayı ve toplumsal sorunlara duyarlı bireyler olarak yetişmelerini hedefler (Başyazıcı et al., 2019). Bu eğitimin temel amaçları arasında, bireylerin kişisel potansiyellerini ortaya çıkaracak öğrenme ortamlarının oluşturulması, yaratıcı problem çözme yeteneklerinin geliştirilmesi ve öznel farklılıkların desteklenmesi yer alır (Oxman, 2004; Dorst, 2011). Tasarım eğitimde, bireylerin estetik duyarlılık, eleştirisel düşünme, problem çözme ve yaratıcı düşünme gibi çekirdek becerilerini geliştirerek nitelikli tasarım kararları verebilmeleri sağlanmaya çalışılmaktadır (Oxman, 2004; Cross, 2007). UNESCO-UIA, WDO, IFI ve IFLA gibi uluslararası kuruluşlar tarafından belirlenen ilkeler, tasarım eğitiminin bu çok boyutlu yapısını desteklemektedir (WDO, 2015). Bu belgelere göre tasarım eğitimi, bireyleri sadece mesleki becerilerle donatmakla kalmamalı, aynı zamanda eleştirici ve yaratıcı düşünmeyi teşvik eden bir entelektüel altyapı sunmalıdır (UNESCO-UIA, 2017). Bu hedef, yalnızca teknik bilgi aktarımına dayanmaz; bireylerin farklı disiplinler arasında bağlantı kurabilen, etik sorumluluk bilinci gelişmiş ve toplumsal duyarlılık sahibi bireyler olarak yetişmelerini de kapsar (Dorst, 2011; Başyazıcı ve Uluoğlu, 2019). Bu bağlamda, tasarım eğitiminin merkezinde bireysel farklılıkların tanınması ve bu farklılıkların eğitsel süreçlere entegre edilmesi gerekliliği bulunmaktadır (Oxman, 2004; Kolko, 2010).

Tasarım eğitiminin başarısı, bireysel farklılıkları göz önüne alan öğretim yaklaşımlarının uygulanmasıyla yakından ilişkilidir (Tomitsch et al., 2018; Oxman, 2004). Her bireyin ilgi alanları, yetenek düzeyi, deneyim dağarcığı ve yaratıcı potansiyeli farklıdır. Bu farklılıklar, tasarım problemlerini algılama, yorumlama ve çözme yöntemlerinde çeşitlilik yaratır. Bu nedenle, tasarım eğitiminde bireyselleştirilmiş öğrenme deneyimlerinin sunulması, öğrencilerin kendi potansiyellerini fark etmelerini ve bu potansiyeli yaratıcı bir şekilde kullanabilmelerini sağlar (Başyazıcı ve Uluoğlu, 2019 ; Dorst, 2011). Esnek, katılımcı ve proje tabanlı yaklaşımlar, bu bireysel farklılıkları destekleyici bir öğrenme ortamı sağlamaktadır (Kolko, 2010; Schön, 2017). Tasarım eğitiminde hedeflenen öğrenme çıktıları sadece bilişsel becerilerle sınırlı değildir. Bloom'un bilişsel hedefler sınıflamasına paralel olarak, tasarım eğitimi aynı zamanda duyuşsal hedefleri de kapsar (Bloom et al., 1964). Bilişsel hedefler; bilgi edinme, kavrama,

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

analiz etme, sentez yapma ve değerlendirme gibi zihinsel süreçleri içerirken, duyuşsal hedefler; tutum, motivasyon, estetik duyarlılık ve mesleki etik gibi öğrencinin içsel dünyasını şekillendiren unsurları kapsar (Krathwohl et al., 1964). Özellikle yaratıcılık ve tasarım düşüncesi gelişiminde duyuşsal hedeflerin rolü belirleyicidir (Findeli, 2001; Lawson, 2006). Kant'ın "estetik yargı" kuramından yola çıkarak, tasarım süreci sırasında bireyin duyularıyla algıladığını zihinsel olarak değerlendirmesi, yaratıcı düşünmenin temelini (Kant, 1790). Bu bağlamda, tasarım eğitimi sırasında hem duyusal hem de bilişsel farkındalığın geliştirilmesi esastır (Norman, 2013).

Duyuşsal hedefler, öğrencilerin değerler geliştirmesi, tutum sergilemesi, empati kurması ve estetik duyarlılık kazanması gibi öğrenme çıktılarıyla ilgilidir (Krathwohl et al., 1964). Özellikle sosyal sorumluluk, çevresel farkındalık ve etik gibi konular, duyuşsal öğrenmenin birer parçasıdır ve tasarım eğitiminin merkezinde yer almalıdır (Margolin ve Margolin, 2002). Ayrıca, bireysel farklılıkların saygıyla karşılandığı öğrenme ortamları, öğrencilerin aidiyet duygusunu ve öğrenme motivasyonunu artırmaktadır (Tomlinson, 2014).

Çağdaş eğitim yaklaşımları, kapsayıcı (inclusive) eğitimi savunur. Bu anlayışa göre, her bireyin öğrenme sürecine eşit erişimi olmalıdır. Tasarım eğitimi bağlamında bu, farklı kültürel geçmişlere, öğrenme stillerine ve düşünme biçimlerine sahip öğrencilerin eğitim sürecine aktif olarak dahil edilmesi anlamına gelir (Sakız, 2022). Bu tür bir yaklaşım, hem bireysel potansiyelin en üst düzeye çıkarılmasını sağlar hem de demokratik bir öğrenme ortamı oluşturur (Freire, 1970). Eğitimde çeşitliliğe saygı, yalnızca pedagojik bir zorunluluk değil; aynı zamanda toplumsal eşitlik ve adaletin de bir gereğidir (Bankalar, 2006).

Bireysel farklılıklar; bilişsel stiller, öğrenme yaklaşımları, yaratıcılık düzeyleri, duyuşsal özellikler ve geçmiş deneyimler gibi birçok değişkeni içerir. Gardner'ın çoklu zekâ kuramı, bireylerin farklı zihin potansiyellerine sahip olduğunu ve bu çeşitliliğin eğitimde dikkate alınması gerektiğini öne sürer (Gardner, 2011). Benzer biçimde Kolb'un deneyimsel öğrenme kuramı da öğrenmenin bireylerin deneyimlerine dayandığını ve öğrenme biçimlerinin kişiden kişiye değiştiğini belirtmektedir (Kolb, 2014). Tasarım öğrencileri de bu bireysel farklılıklarla öğrenme süreçlerine katılmakta; bu nedenle tek tip öğretim yaklaşımları, potansiyel yaratıcılığı bastırıcı etki yaratabilmektedir (Demirbas ve Demirkan, 2007). Bu bağlamda Oxman'ın, tasarım düşüncesinin öğrenciler arasında farklı şekillerde geliştiğini, bunun da bireylerin bilişsel stilleriyle yakından ilişkili olduğunu savunmaktadır. Oxman'a göre tasarım pedagojisi, sabit bir model yerine farklı düşünme biçimlerini destekleyen esnek ve çok katmanlı yapılar içermelidir (Oxman, 2006). Benzer şekilde Demirbaş ve Demirkan'ın, tasarım stüdyosu ortamında öğrencilerin öğrenme stillerine dayalı olarak farklı başarı düzeyleri sergilediklerini ortaya koymuş ve bireyselleştirilmiş öğretim stratejilerinin hem yaratıcılığı hem de öğrenme motivasyonunu artırabileceğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmalar, özellikle tasarım stüdyosu gibi yoğun etkileşimli ve üretime dayalı ortamlarda, öğretim tasarımının bireysel öğrenme farklılıklarını gözetmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır (Demirbas ve Demirkan, 2007).

Bireysel farklılıkları destekleyen öğretim anlayışları arasında Bireyselleştirilmiş Öğrenme ve Çoklu Zeka Kuramı gibi yaklaşımlar, tasarım eğitimi bağlamında sıklıkla referans verilen

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

modellerdir. Güler'in, özellikle mimarlık ve iç mimarlık öğrencilerinin görsel-uzamsal yeteneklerinin gelişiminde bireyselleştirilmiş öğrenmenin önemli bir rol oynadığını belirtmektedir. Bu yaklaşım, öğrencinin kendi öğrenme sürecini yönlendirebildiği, kişisel becerileri doğrultusunda gelişebildiği bir ortam sunar (Güler, 2012). Öğrencilerin farklı algılama, yorumlama ve ifade etme biçimlerine sahip olduğu göz önüne alındığında, öğretim yöntemlerinin de bu çeşitliliği karşılayacak şekilde yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Bu noktada Universal Design for Learning (UDL) (Evrensel Öğrenme Tasarımı) çerçevesi, eğitimde kapsayıcılığı sağlamak amacıyla bireysel farklılıkları temel alan bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Cast, 2011; Mace et al.,1991), bu modelin özellikle farklı öğrenme yollarına, katılım biçimlerine ve değerlendirme stratejilerine açık olmasının, tasarım eğitimi gibi esnek düşünmeyi gerektiren alanlarda uygulanabilirliğini artırdığını belirtmişlerdir. UDL modeli, öğretim içeriğinin farklı temsil yollarıyla sunulmasını, öğrencilerin bilgiye farklı yollarla erişmesini ve öğrendiklerini çeşitli biçimlerde ifade edebilmesini teşvik eder (Cast, 2011). Dijital teknolojilerin tasarım eğitimine entegrasyonu da bireysel farklılıkları destekleyen önemli bir unsur haline gelmiştir. Gündüzalp ve Tülübaş'ın dijital ortamların öğrencilerin öğrenme hızlarına ve stillerine göre uyarlanabilirliğini vurgulayarak, öz düzenleme becerilerinin bu ortamlar aracılığıyla geliştirilebileceğini ileri sürmüştür. Özellikle pandemi süreciyle birlikte yaygınlaşan çevrim içi stüdyo uygulamaları, öğrencilerin zaman ve mekân açısından daha özgür bir şekilde öğrenmelerine olanak tanımış, bu da bireysel öğrenme farklılıklarının daha görünür ve dikkate alınabilir olmasını sağlamıştır (Gündüzalp ve Tülübaş, 2022). Şuta'nın çevrimiçi tasarım stüdyolarında öğrenci merkezli geri bildirimin, bireysel öğrenme deneyimini zenginleştiren ve çeşitliliği destekleyen temel bir bileşen olduğunu belirtmektedir (Şuta, 2022).

Sonuç olarak, tasarım eğitiminde bireysel farklılıkları göz önüne alan öğretim yaklaşımları, hem pedagojik hem de teknolojik düzeyde yeniden düşünülmeli ve yapılandırılmalıdır (Cast, 2011; Gündüzalp ve Tülübaş, 2022). Bu tür yaklaşımlar, sadece öğrencinin bireysel potansiyelini açığa çıkarmakla kalmaz, aynı zamanda daha adil, kapsayıcı ve yaratıcı bir öğrenme ortamının oluşmasına katkı sunar (Mace et al., 1991; Şuta, 2022). Tasarım eğitiminin özünde yer alan çeşitlilik ve çok yönlülük, ancak farklı öğrenme yollarına duyarlı öğretim stratejileri ile desteklenebilir (Oxman, 2006; Demirbas ve Demirkan, 2007).

Çalışmanın amacı; **tasarım eğitiminin bireyin ilgi, yetenek ve yaratıcılık düzeyi ile tasarım performansı arasındaki ilişkisini** incelemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma, tasarım eğitiminin çok boyutlu bir yapıya sahip olması gerektiğini savunarak; bireysel farklılıkların (bilişsel, duyuşsal ve psikomotor beceriler) eğitim sürecinde dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır. Çalışma, mesleki yönlendirme araçlarının bireysel faktörleri dikkate alacak şekilde geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

### 2.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılan temel araç, bibliyometrik ağ analizleri ve bilimsel literatür görselleştirmeleri gerçekleştirmeye yönelik olarak geliştirilmiş VOSviewer yazılımıdır (Van Eck ve Waltman, 2007). Hollanda'daki Leiden Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Çalışmaları Merkezi (Centre for Science and Technology Studies - CWTS) bünyesinde Nees Jan van Eck ve Ludo Waltman tarafından geliştirilen bu yazılım, atıf analizleri, eş-yazarlık ilişkileri, bibliyografik eşleşmeler ve anahtar kelime eş-bulunurluğu gibi bibliyometrik göstergeleri mekânsal düzlemde temsil etmektedir (Van Eck ve Waltman, 2010). VOSviewer'ın temelini oluşturan "Visualization of Similarities (VOS)" algoritması, kavramlar arası benzerlikleri mesafeye dayalı bir haritalama yöntemi ile analiz edebilme imkânı sunmaktadır (Van Eck ve Waltman, 2007). Web of Science, Scopus ve Sciendirect gibi yaygın uluslararası veri tabanlarından alınan verilerle çalışabilmesi ve kullanıcı dostu ara yüzü sayesinde, programlama bilgisi gerektirmeksizin akademik çevrelerde etkin şekilde kullanılabilmektedir. Bu özellikleriyle yazılım, özellikle bilimsel bilginin haritalandırılması, araştırma alanlarının yapısal analizleri ve bilim politikalarının şekillendirilmesi bağlamında önemli katkılar sağlamaktadır (Demir et al., 2023).

### 2.2. Yöntem

Bu araştırmada yöntem olarak bibliyometrik analiz benimsenmiştir. Bibliyometrik analiz, bilimsel literatürdeki eğilimleri belirlemek amacıyla çeşitli istatistiksel ve matematiksel tekniklerin kullanıldığı sistematik bir yaklaşımdır. Yöntem, literatürdeki yayınları, yazarları, kurumları ve ülkeleri nicel verilerle analiz ederek işbirliği ağlarını, araştırma önceliklerini ve gelecek yönelimleri ortaya koymayı amaçlamaktadır. Araştırmanın veri seti, Scopus veri tabanında 2020–2025 yılları arasında yayımlanan çalışmalar arasından seçilmiştir. Veri toplama sürecinde başlık, özet ve anahtar kelime alanlarında aşağıdaki kavramlar kullanılarak tarama yapılmıştır: "**Design İn Education**" (Eğitimde Tasarım ), "**Creativity İn Design Education**" (Tasarım EğitimindeYaratıcılık), "**Individual Awareness**" (Bireysel Farkındalık), "**İnterest İn Design Education**" (Tasarım Eğitiminde İlgi) ve "**Ability İn Design Education**" (Tasarım Eğitiminde Yetenek). Sciendirect ve Scopus veri tabanları üzerinde yapılan bu tarama sonucunda toplam 46.955 akademik yayına ulaşılmıştır.

Elde edilen veriler, VOSviewer yazılımı aracılığıyla analiz edilerek, kelime eş-bulunurluk haritaları oluşturulmuş ve tematik kümelenmeler ile kavramlar arası ilişkiler görsel olarak ortaya konmuştur. Böylece, tasarım eğitimi ile bireysel farkındalık, ilgi, yetenek ve yaratıcılık düzeyleri arasındaki bağlamların bibliyometrik düzlemde görünür hale getirilmesi amaçlanmıştır.

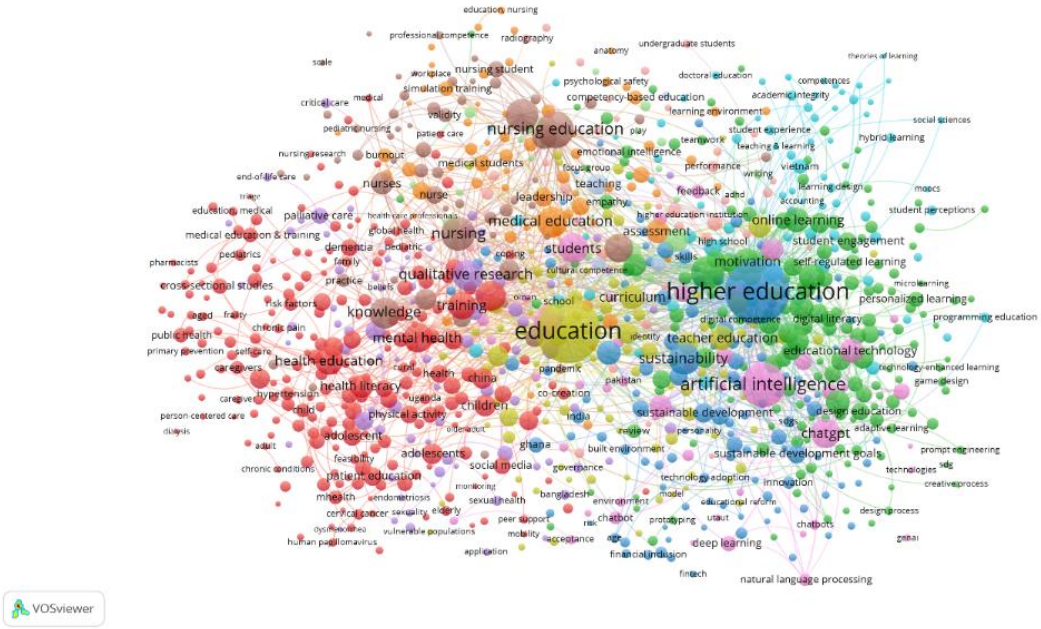
ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

## 3. BULGULAR

Scopus veri tabanında yapılan analiz sonucunda bireysel farkındalık ve yaratıcılık ilişkisinin tasarım eğitimine etkisi ile ilgili çalışmaların bibliyometrik analizler ile gerçekleştirilmiştir.

**"Eğitimde Tasarım"** kavramıyla oluşturulan Bibliyometrik analizde toplam 11.595 çalışma olup, tasarım eğitimi, merkezî bir kavram olarak, hem pedagojik yaklaşımlar hem de teknolojik uygulamalarla tasarım eğitiminde nasıl bağlantı olduğunu göstermeyi hedeflemektedir. Eğitimde Tasarım eğitim kavramı çeşitli boyutları kapsayan geniş bir disiplinler arası alanı temsil etmektedir (Görsel 1).

Tasarım eğitimi, öğrencilerin architecture (mimari) ve artificial intelligence (yapay zeka) gibi kavramlar aracılığıyla **mekânsal** algılarını ve dijital sistemlerle etkileşim becerilerini geliştirmeyi amaçlar. Design education (tasarım eğitimi), creativity (yaratıcılık) ve computer technologies (bilgisayar teknolojileri) gibi unsurlar, yaratıcı düşünceyi destekleyen öğretim yöntemleri ve dijital araçların eğitime entegrasyonunu vurgular. Ayrıca, collaboration (iş birliği), global issues (küresel sorunlar) ve parametric design (parametrik tasarım) gibi kavramlar, tasarım sürecinin sadece bireysel değil, aynı zamanda küresel ölçekte **sorumluluk** ve **iş birliği** gerektirdiğini gösterir. Virtual reality (sanal gerçeklik) ve 3D printing (3 boyutlu yazıcı) teknolojileri ise öğrencilerin hem **sanal** hem **fiziksel** üretim süreçlerini bir arada deneyimlemesini sağlar. Curriculum (müfredat) ve syllabi analysis (ders programı analizi) gibi eğitim planlama kavramları, içerik düzenlemesi ve öğrenci kazanımlarının değerlendirilmesinde önemlidir. Öğrencilerin gerçek yaşamla bağlantılı, uygulamalı öğrenme deneyimleri yaşaması için experiential learning (deneyimsel öğrenme), service-learning (hizmet-öğrenme) ve community engagement (topluluk katılımı) gibi yaklaşımlar benimsenir. Tasarım eğitiminin önemli bileşenlerinden biri olan environmental awareness (çevre bilinci), sürdürülebilirlik ilkelerinin eğitim sürecine entegrasyonunu teşvik eder. Öte yandan, higher education (yükseköğrenim), online learning (çevrim içi öğrenme) ve social media (sosyal medya) kavramları; **problem çözme** becerilerinin gelişimini, görsel ve etkileşimli öğrenme ortamlarına erişimi kolaylaştırarak destekler. Son olarak, nursing education (hemşirelik eğitimi) ve medical education (tıp eğitimi) gibi alanlar, hasta deneyimi tasarımı, simülasyon tabanlı öğrenme ve kullanıcı dostu sağlık arayüzlerinin geliştirilmesine katkı sağlar.




**Görsel 1**. **Design İn Education**" (Eğitimde Tasarım ), ile yapılan çalışmalarının bibliyometrik analizi

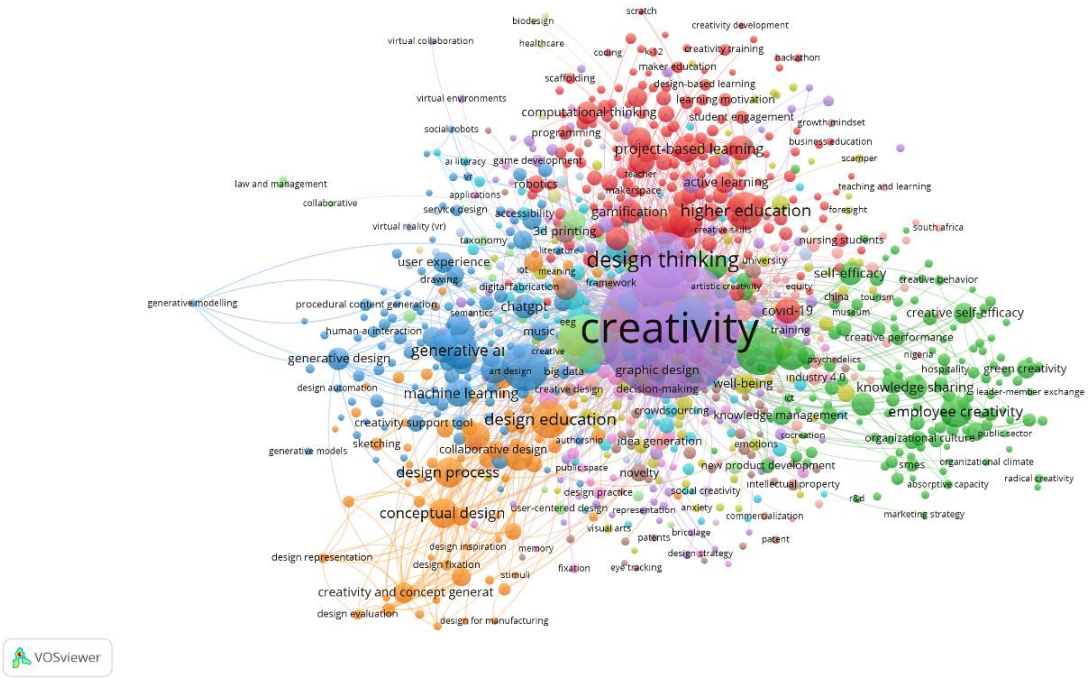
Sonuç olarak, ağ haritası tasarım eğitiminin pedagojik, teknolojik, toplumsal ve çevresel boyutlar arasında çok yönlü ilişkiler kurarak gelişen dinamik bir alan olduğunu göstermektedir. Bu bütüncül yaklaşım, araştırmacılar ve eğitimciler için hem mevcut yapıları analiz etme hem de gelecekteki gelişim alanlarını belirleme açısından değerli bir temel sunmaktadır.

"**Creativity İn Design Education**" (Tasarım EğitimindeYaratıcılık), Bibliyometrik analizinde ise 9.468 çalışma taratılıp, mimarlık, tasarım ve dijital teknolojiler başta olmak üzere çok çeşitli alanlarla sıkı bir etkileşimlerini göstermektir.

Tasarım ve mimarlık disiplinlerinde, "Creativity in Design" (Tasarımda Yaratıcılık), "design" (tasarım), "architectural design" (mimari tasarım) ve "design process" (tasarım süreci) gibi kavramlar, yaratıcı düşünme, problem çözme ve yeni biçimler oluşturma gibi temel becerilerle doğrudan ilişkilidir. Bu kavramlar, yaratıcı sürecin tasarım eğitiminin merkezinde yer aldığını göstermektedir. Öte yandan, "digitalization" (dijitalleşme), "artificial intelligence" (yapay zeka), "generative design" (üretken tasarım) ve "deep learning" (derin öğrenme) gibi kavramlar, teknoloji ile yaratıcılık arasındaki güçlü bağlantıyı ortaya koyar. Bu teknolojiler sayesinde tasarım süreçleri geleneksel yöntemlerin ötesine geçerek daha hızlı, veri temelli ve öngörülebilir hâle gelmektedir. Tasarımın kavramsal yönleri ise "aesthetics" (estetik), "metaphor" (metafor) ve "conceptual design" (kavramsal tasarım) gibi kavramlarla açıklanır; özellikle metafor kullanımı, **soyut düşünceleri biçime dönüştürürken** tasarıma derinlik ve anlam kazandırır. Tasarım eğitimi ile öğrenme arasındaki ilişki, "education" (eğitim), "learning" (öğrenme), "higher education" (yükseköğrenim) ve "pedagogy" (pedagoji) kavramları ile ifade edilir. Öğrencilerin yaratıcı düşünme becerileri, **eleştirel düşünme** ve problem temelli öğrenme gibi pedagojik yaklaşımlarla desteklenir; bu süreç yükseköğretim kurumlarında daha kurumsal ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşur. Son olarak, "environmental

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

responsibility" (çevresel sorumluluk), "sustainability" (sürdürülebilirlik), "physical environment" (fiziksel çevre) ve "ecological awareness" (ekolojik farkındalık) kavramları, tasarım eğitiminde **çevresel duyarlılık, ekolojik denge ve gelecek nesilleri gözetme** gibi etik sorumlulukların önemini vurgular. Bu yaklaşım, tasarımın yalnızca estetik ya da işlevsel değil, aynı zamanda çevresel ve toplumsal etkileri de gözetmesi gerektiğini ortaya koyar (Görsel 2).




**Görsel 2. Creativity İn Design**" (Tasarımda Yaratıcılık) ile yapılan çalışmalarının bibliyometrik analizi

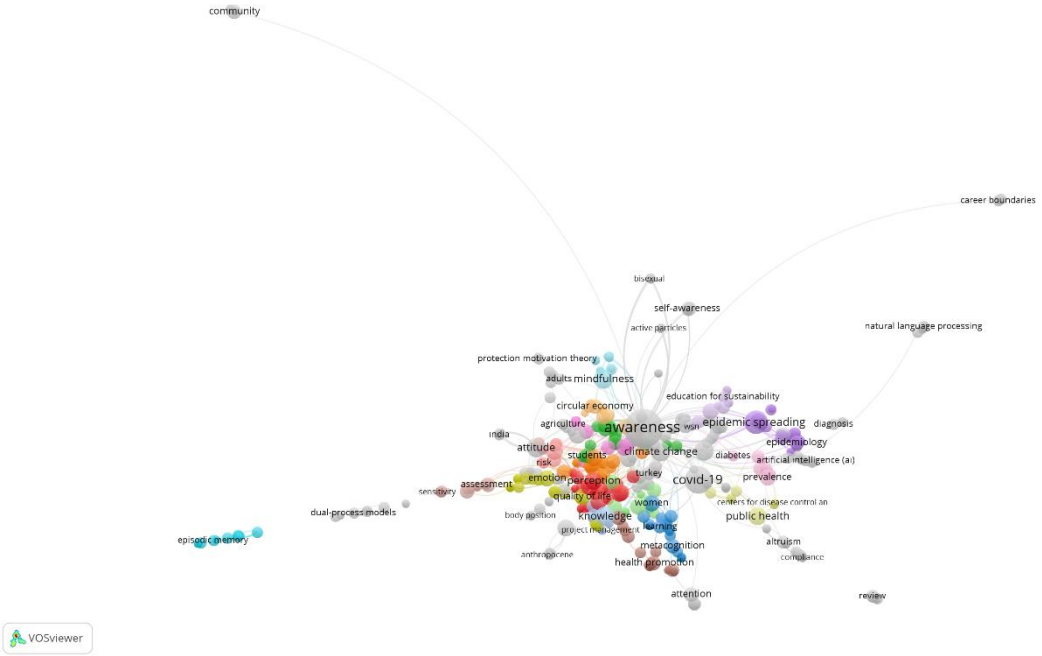
Sonuç olarak yaratıcılık kavramının tasarım eğitiminin merkezinde yer aldığı ve mimarlık, dijital teknolojiler, pedagojik yaklaşımlar, estetik değerler ve sürdürülebilirlik gibi çok sayıda disiplinle güçlü biçimde ilişkilendiği görülmüştür. Yaratıcılık yalnızca bireysel ifade biçimi değil, aynı zamanda teknolojik gelişmeler, eğitim stratejileri ve çevresel sorumlulukla şekillenen çok boyutlu bir süreç olarak öne çıkmaktadır. Bu durum, yaratıcı düşünmenin hem bireysel öğrenme dinamiklerinde hem de toplumsal ve çevresel dönüşümde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir.

Tasarım eğitimindeki "**Awareness"** (Farkındalık) kavramı açısından bakıldığında ise toplam 741 çalışma incelenmiştir ve bireysel, toplumsal düzeyde çok boyutlu olarak ele alındığını ortaya koymaktadır.

Tasarım eğitiminde bilişsel süreçler ve farkındalık ilişkisi, öğrencilerin düşünsel gelişimlerine katkı sunan önemli bir boyuttur. Bu bağlamda, "metacognition" (üstbiliş), "episodic memory" (epizodik hafıza), "dual process modeling" (çift işlemli model) ve "attention" (dikkat) gibi kavramlar, öğrencilerin tasarım süreci boyunca ne yaptıklarının, nasıl düşündüklerinin ve hangi stratejileri kullandıklarının farkında olmalarını sağlayarak problem çözme becerilerinin

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

gelişimine katkı sunar. Bu kavramlar, tasarım pedagojisinin yalnızca öğretim temelli değil, aynı zamanda **nörobilimsel** ve **bilişsel** boyutlara da dayandığını gösterir. Öte yandan, çevresel ve toplumsal duyarlılığı destekleyen "climate change" (iklim değişikliği), "circular economy" (döngüsel ekonomi), "agriculture" (tarım) ve "environmental impact" (çevresel etki) gibi kavramlar ise, **doğaya saygılı, sürdürülebilir ve sorumlu tasarım** anlayışının gelişmesini sağlar. Bu yaklaşım, öğrencilerin çevresel farkındalık düzeyini artırarak doğaya katkı sunan yaratıcı çözümler geliştirmelerine olanak tanır. Ayrıca, "health promotion" (sağlık geliştirme), "public health" (halk sağlığı), "risk perception" (risk algısı) ve "adaptation" (uyum) gibi kavramlar, özellikle kriz dönemlerinde bireylerin **psikolojik farkındalıklarını**, uyum becerilerini ve toplum sağlığına katkı sunma potansiyellerini ortaya koyar. Bu kavramlar sayesinde tasarım eğitimi, yalnızca bireysel yaratıcılığı değil, aynı zamanda toplumsal faydaya hizmet eden bilinçli bir tasarım yaklaşımını da teşvik eder (Görsel 3).



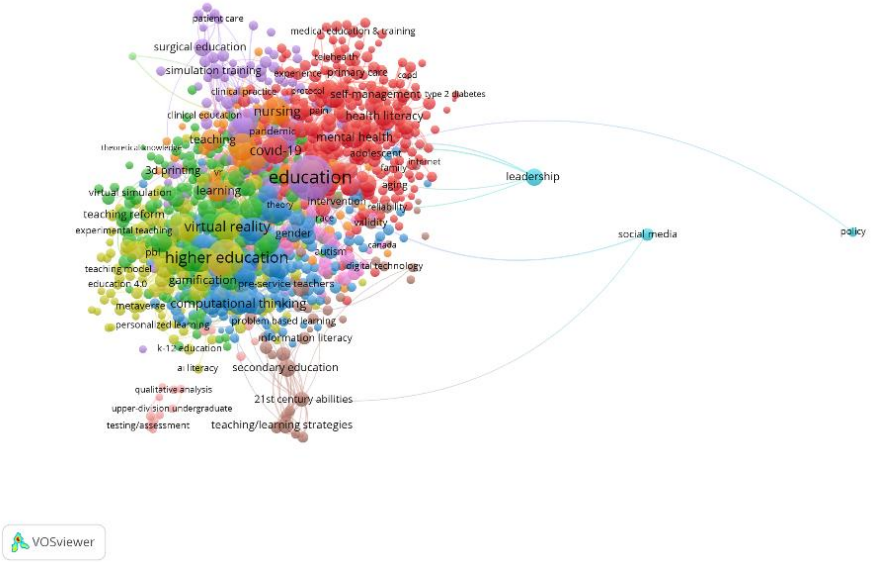

**Görsel 3. Individual Awareness** (Bireysel farkındalık) ile yapılan çalışmalarının bibliyometrik analizi

Sonuç olarak yapılan analizden, farkındalık kavramının tasarım eğitimi bağlamında yalnızca bireysel bilişsel süreçlerle sınırlı kalmayıp, toplumsal, çevresel ve sağlık odaklı alanlarla da güçlü biçimde ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Öğrenme, sürdürülebilirlik, sağlık ve psikososyal tutumlar gibi çok yönlü bağlantılar, farkındalığın disiplinler arası bir kavram olarak tasarım eğitiminin hem pedagojik hem de toplumsal sorumluluk boyutlarında merkezi bir rol oynadığını göstermektedir.

Tasarım Eğitiminde " **Ability**" yetenek kavramı ile oluşturulan bibliyometrik analizde ise tasarım eğitiminde toplam 12.331 çalışma incelenmiştir.

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Tasarım eğitiminde “Education” (Eğitim) kavramı merkezi bir yer tutar ve diğer birçok kavramla sıkı ilişkiler içindedir. Eğitim sürecinin seviyesi “Higher Education” (Yükseköğretim) kavramıyla tanımlanırken, tasarımda sürece vurgu yapan “Teaching / Learning” (Öğretim / Öğrenme) kavramları, bilgi aktarımı ve ediniminin **çift yönlü** niteliğini ortaya koyar. Bu süreci destekleyen “Teaching/Learning Strategies” (Öğretme/Öğrenme Stratejileri) ise tasarım eğitiminde kullanılan yöntem ve tekniklerin önemini vurgular. 21. yüzyılın gereksinimlerine yanıt veren “21st Century Abilities” (21. Yüzyıl Yetenekleri), eleştirel düşünme, iş birliği ve **dijital okuryazarlık** gibi becerilerin kazandırılmasını hedeflerken, “Gamification” (Oyunlaştırma) da öğrencilerin **motivasyonunu** ve katılımını artıran etkili bir pedagojik araç olarak öne çıkar. Uygulamalı ve teknik becerilerin kazandırılmasında “Virtual Reality” (Sanal Gerçeklik), “Metaverse” (Metaverse), “3D Printing” (3B Yazıcı Teknolojisi) ve “Digital Technology” (Dijital Teknoloji) gibi araçlar önemli rol oynar. Bu tür dijital teknolojilerin üniversite düzeyindeki eğitimle bütünleştirilmesi, “Undergraduate / Upper-Division” (Lisans / Üst Kademe) kavramlarıyla birlikte yetenek gelişiminin yükseköğretimde nasıl desteklendiğini gösterir. Öğrenci merkezli yaklaşımlar çerçevesinde, “Problem-Based Learning” (Probleme Dayalı Öğrenme) ve “Personalized Learning” (Kişiselleştirilmiş Öğrenme) gibi yöntemler bireysel farklılıkları dikkate alarak öğrenmeyi kişiye özel hale getirir; “Pre-Service Teachers” (Hizmet Öncesi Öğretmenler) ise bu yöntemlerin eğitim fakültelerinde nasıl uygulandığını göstermektedir. Öte yandan, “Social Media” (Sosyal Medya), öğrencilerin yeteneklerini sergileyebilecekleri, yaratıcı topluluklarla etkileşime geçebilecekleri ve yapıcı geri bildirim alabilecekleri bir ortam sunar. Tüm bu sürecin yönünü belirleyen “Policy” (Politika) kavramı, eğitim ve kültürel yapıların yetenek gelişimi üzerindeki etkisine işaret ederken, “Leadership” (Liderlik) ise tasarım süreçlerinin yönetimi, **takım çalışması** ve **yaratıcı karar alma** becerileriyle yakından ilişkilidir. Bu bağlamda, tasarım eğitimi çok katmanlı, birey merkezli ve dijital çağın gerekliliklerini karşılayan dinamik bir yapıya sahiptir (Görsel 4).




**Görsel 4.** “**Ability İn Design Education**” (Tasarım Eğitiminde Yetenek) ile yapılan çalışmalarının bibliyometrik analizi

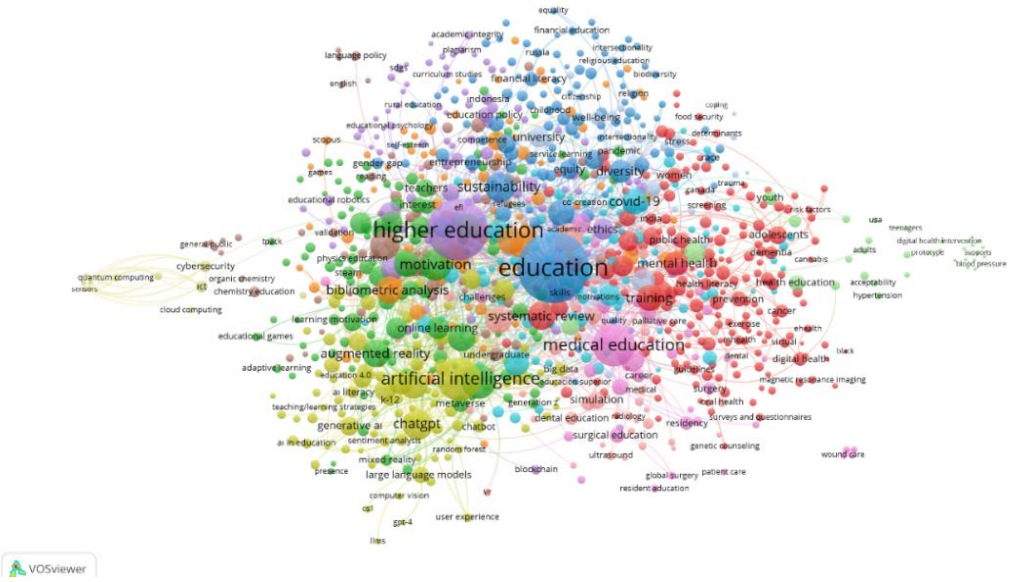
ISBN NR. : 978-625-5962-68-3

Sonuç olarak bu bibliyometrik analiz, tasarım alanında bilgi üretiminin çok merkezli olduğunu ve kavramsal bağlantıların hem kuramsal hem de uygulamalı boyutlarda yoğunlaştığını göstermektedir. Eğitim, yetenek, dijital dönüşüm ve uygulamalı tasarım gibi alanlar arasındaki geçişkenlik, tasarımın güncel araştırma eğilimlerinin disiplinler arası doğasını ve sürekli gelişen yapısını gözler önüne sermektedir.

Tasarım Eğitiminde " **İnterest**" (İlgi) kavramı ile oluşturulan Bibliyometrik analizde toplam 12.820 çalışma incelenmiştir.

"Higher education" (Yükseköğrenim), "medical education" (tıp eğitimi), "professional competence" (mesleki yetkinlik) ve "applied knowledge" (uygulamalı bilgi) kavramları, teorik bilginin pratik becerilerle bütünleştiği bir öğrenme sürecine işaret eder. Bu kavramlar, özellikle dijital dönüşümle birlikte, uygulamalı öğrenmenin teknoloji destekli biçimlerde yeniden yapılandığını göstermektedir. Bu dönüşümün merkezinde yer alan "artificial intelligence" (yapay zekâ), "adaptive learning" (uyarlanabilir öğrenme), "learning analytics" (öğrenme analitiği) ve "personalized learning" (bireyselleştirilmiş eğitim) gibi kavramlar, eğitim süreçlerini bireye özgü hale getirmeyi amaçlayan teknoloji tabanlı yaklaşımların etkisini ortaya koymaktadır. Dijitalleşmenin sunduğu bu fırsatlar yalnızca öğrenme verimliliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda **eğitimde erişilebilirlik** ve **eşitlik** ilkelerini de güçlendirir. Eğitimde bilişsel gelişimin yanı sıra, bireylerin sosyal-duygusal iyi oluşunu da merkeze alan yaklaşımlar giderek önem kazanmaktadır. Bu bağlamda "mental health" (mental sağlık), "youth" (gençlik), "adolescence" (ergenlik) ve "stress" (stres) gibi kavramlar, refah temelli öğrenme anlayışı çerçevesinde sağlıklı okul ortamlarının ve **psikolojik destek** sistemlerinin gerekliliğini vurgular. Eğitim politikalarının yalnızca akademik başarıya değil, bireyin bütünsel gelişimine odaklanması gerektiği bu çerçevede açıkça görülmektedir. Ayrıca, öğrenme süreçlerinin yalnızca bilişsel değil, aynı zamanda duygusal, sosyal ve kültürel bağlamlarda değerlendirilmesi gerektiği de günümüz pedagojisinin önemli bir parçasıdır. Bu doğrultuda "motivation" (motivasyon), "learning strategies" (öğrenme stratejileri), "equality" (eşitlik), "diversity" (çeşitlilik) ve "cultural differences" (kültürel farklılıklar) gibi kavramlar, öğrenci merkezli ve kapsayıcı eğitim yaklaşımlarının temelini oluşturur. Öğrencilerin farklı öğrenme stilleri, kültürel geçmişleri ve bireysel ihtiyaçları dikkate alındığında, eğitimde esneklik ve çeşitlilik temel ilkeler haline gelmiştir (Görsel 5).

ISBN NR. : 978-625-5962-68-3




**Görsel 5. İnterest İn Design Education**" (Tasarım Eğitiminde İlgi) ile yapılan çalışmalarının bibliyometrik analizi

Sonuç olarak, bu analiz eğitim alanının çok katmanlı ve disiplinler arası doğasını gözler önüne sermektedir. Teknoloji, sağlık, sosyoloji ve pedagojinin etkileşimli biçimde ele alındığı bu yapı, günümüz eğitim araştırmalarının hem bütüncül hem de dinamik bir perspektife sahip olduğunu kanıtlamaktadır.

## 4. SONUÇLAR

Bireysel farkındalık ve yaratıcılık arasındaki ilişkinin tasarım eğitimi bağlamında nasıl şekillendiğini anlamak amacıyla bibliyometrik analiz yöntemini kullanarak mevcut literatürü sistematik olarak incelemiştir. Elde edilen bulgular, bireysel farkındalık kavramının yalnızca psikolojik bir yapı olmanın ötesinde, yaratıcı süreçlerin etkinliğini doğrudan etkileyen pedagojik bir unsur olduğunu göstermektedir (Brown ve Ryan, 2003; Kabat 2005).

Literatürde "design education"(eğitimde dizayn) ile güçlü bağlantılar kuran kavramlar arasında "creativity"(yaratıcılık), "experiential learning"( deneyimsel öğrenme), "digital fabrication"( dijital imalat) ve "co-creation"(birlikte yaratma) gibi temalar ön plana çıkmıştır. Bu bağlamda, Farkındalık düzeyi yüksek bireylerin, karmaşık problem durumlarında daha **açık fikirli, sabırlı ve empatik yaklaşımlar** geliştirdiği; bu yönüyle yaratıcı düşünceyi hem bireysel hem de kolektif düzlemde beslediği anlaşılmaktadır. Özellikle tasarım temelli öğrenme ortamlarında, öğrencilerin duygusal farkındalıkla karar verme süreçlerine daha bilinçli şekilde katıldıkları ve bu durumun özgün fikir üretimine doğrudan katkı sunduğu ve öğrencilerin dikkat, içgörü, duygusal düzenleme ve empati becerilerini geliştirerek yaratıcılıklarını daha etkin bir biçimde kullanmalarına katkı sağlamaktadır (Visser, 2010; Langer, 1989). Özellikle deneyimsel ve katılımcı öğrenme yaklaşımlarının, farkındalık düzeyi yüksek öğrencilerde yaratıcılığı tetiklediği ve bu etkinin pedagojik olarak sürdürülebilir olduğu tespit edilmiştir.

Özellikle dijital teknolojilerin eğitim süreçlerine entegrasyonu, bireysel farkındalığı destekleyici ortamların oluşmasına olanak tanımaktadır. Sanal gerçeklik, dijital üretim araçları ve işbirliğine dayalı platformlar, öğrencilerin hem bireysel hem de grup düzeyinde yaratıcı düşünce geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Oxman, 2006; Resnick et al., 1999). Bu da göstermektedir ki, bireysel farkındalık düzeyi, teknolojik ortamların pedagojik etkinliğini artıran önemli bir faktördür.

Sonuç olarak, bireysel farkındalık ile yaratıcılık arasında karşılıklı besleyici bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişkinin tasarım eğitiminde dikkate alınması, öğrenen merkezli ve yaratıcı çözümler üretebilen bireylerin yetişmesine katkı sağlayacaktır. Gelecekte yapılacak çalışmalar, bireysel farkındalığı doğrudan ölçmeye ve yaratıcı çıktılar üzerindeki etkisini nitel yöntemlerle detaylandırmaya odaklanmalıdır. Aynı zamanda, eğitim ortamlarında farkındalık temelli öğretim stratejileri geliştirilmeli ve bu stratejilerin etkililiği ampirik olarak değerlendirilmelidir.

## 5. KAYNAKÇALAR


- Başyazıcı, B., & Uluoğlu, B. (2019). Architecture: Distinguished or ordinary network agents in the field of its representation. *A| Z ITU JOURNAL OF THE FACULTY OF ARCHITECTURE*, *16*(1), 29-42.
- Bankalar, J. A. (2006). Okullarda ırk ilişkilerinin iyileştirilmesi: Teori ve araştırmadan pratiğe. *Sosyal Sorunlar Dergisi*, *62*(3), 607-614.
- Bloom, B.S., (1971), Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals, Handbook 1: Cognitive Domain, David McKay Co., New York.
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1964). *Taxonomy of educational objectives* (Vol. 2). New York: Longmans, Green.
- Brown, K. W., & Ryan, R. M. (2003). The benefits of being present: mindfulness and its role in psychological well-being. *Journal of personality and social psychology*, *84*(4), 822.
- Buchanan, R. (2001). Design research and the new learning. Design Issues, 17(4), 3-23.)
- Cast, K. (2011). Universal Design for Learning Guidelines version 2.0. Wakefield, MA: Author. *Center for Applied Special Technology.(2006). Response-to-Instruction and Universal Design for Learning: How Might They Intersect in the General Education Classroom*.
- Cross, A., (1984), "Towards an Understanding of the Intrinsic Values of Design Education", Design Studies, 5(1):31-38.
- Cross, N. (2007). Designerly ways of knowing. Design Studies, 28(4), 464-477.)
- Demir, A., Kınasakal, İ., & Kaymakcı, S. (2023). 1980-2021 Yılları Arasında Yapılan Okul Dışı Eğitim Konulu Araştırmalara Yönelik Bibliyometrik Analiz. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *7*(4), 1411-1436.

- Demirbas, O. O., & Demirkan, H. (2007). Learning styles of design students and the relationship of academic performance and gender in design education. *Learning and instruction*, *17*(3), 345-359.
- Dorst, K. (2011). *The core of 'design thinking' and its application*. Design Studies, 32(6), 521–532.
- Friedman, K., (2003), "Theory Construction in Design Research: Criteria, Approaches, and Methods", Design Studies, 24(6): 507- 522.
- Freire, P. (1970). Kültürel eylem ve bilinçlendirme. *Harvard eğitim incelemesi*, *40*(3), 452-477.
- Findeli, A. (2001). *Rethinking design education for the 21st century: Theoretical, methodological, and ethical discussion*. Design Issues, 17(1), 5–17.
- Garnham, A., (1991), The Mind in Action: A Personal View of Cognitive Science, Routledge Press, London.
- Gardner, H. E. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic books.
- Güler, Ö. K. (2012). İçmimarlık programları temel sanat/tasarım dersi kapsamında öğrencilerin görsel algı beceri seviyelerinin değerlendirilmesi.
- Gündüzalp, C. (2021). Çevrim içi derslerde dijital oyunlara dayalı etkinliklerin öğrencilerin öz düzenleme, öz yeterlilik ve motivasyonlarına etkisi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, *4*(2), 355-376.
- IFLA (2012). *IFLA Education Guidelines*.
- IFI (2013). *Interior Design Education Policy*.
- Kant, I., (1966), Critique of the Pure Reason, (Çev., N.K. Smith), Garden City, NY. Doubleday.
- Kant, I. (1790). Critique of Judgment (tr. Bernard, J.).
- Kabat-Zinn, J. (2005). *Coming to our senses: Healing ourselves and the world through mindfulness*. Hachette UK.
- Kuzgun, Y., (2000), Meslek Danışmanlığı: Kuramlar - Uygulamalar, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara
- Kolko, J. (2010). *Abductive thinking and sensemaking: The drivers of design synthesis. Design Issues*, 26(1), 15–28.
- Kolb, D. A. (2014). *Deneyimsel öğrenme: Öğrenme ve gelişimin kaynağı olarak deneyim*. FT basın.
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1964). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Affective Domain. Handbook 2*. McKay.
- Kolko, J. (2010). Kaçırıcı düşünme ve anlamlandırma: Tasarım sentezinin itici güçleri. *Tasarım sorunları*, *26*(1), 15-28.
- Langer, E. J. (1989). Mindfulness Addison-Wesley. *Reading, MA*.
- Lawson, B. (2006). *Tasarımcılar nasıl düşünüyor*? Routledge.
- Mace, R., Hardie, G., & Place, J. (1991). Toward universal design.

- Margolin, V. ve Margolin, S. (2002). A"Sosyal tasarım modeli": uygulama ve araştırma konuları. *Tasarım sorunları*, *18*(4), 24-30.
- Norman, D. A. (2004). Emotional design: Why we love (or hate) everyday things. New York: Basic Books.)
- Norman, D. A. (2013). The Design of Everyday Things, revised and expanded edition, 2nd revised and expanded edition. ed.
- Oxman, R. (2006). Theory and design in the first digital age. *Design Studies*, 27(3), 229–265.
- Oxman, R. (2004). *Think-maps: Teaching design thinking in design education*. Design Studies, 25(1), 63–91.
- Resnick, M., & Rusk, N. (1999). 11. bilgisayar kulüp binası: Şehir içinde teknolojik akıcılık. *Yüksek Teknoloji ve Düşük Gelirli Topluluklar: İleri Bilgi Teknolojisinin Olumlu Kullanımı için Beklentiler*, *54*.
- Ruedi, K., (1996), "Architectural Education and the Culture of Simulation: History Against the Grain", Architectural History and the Studio, A. Hardy ve N. Teymur (Derl.), Question Press, London.
- Sakız, H. (2022). Kapsayıcı eğitimin psikolojisi: güncel eğilimler, güncellenen uygulamalar. *Turkish Journal of Special Education Research and Practice*, *4*(1), 1-26.
- Schön, D. A. (2017). *The reflective practitioner: How professionals think in action*. Routledge.
- Şuta, O. (2022). Covid 19 Pandemisi ile Değişen Mimari Tasarım Eğitiminde Öğrenci Deneyimleri. *Kent Akademisi*, *15*(4), 1547-1574.
- Tomitsch, M., Wrigley, C., Borthwick, M., Ahmadpour, N., Frawley, J., Kocaballi, A. B., ... & Straker, K. (2018). *Design. think. make. break. repeat. A handbook of methods*. BIS publishers.
- Tomlinson, C. A. (2014). *Farklılaştırılmış sınıf: Tüm öğrencilerin ihtiyaçlarına cevap vermek*. Öğr.
- Tülübaş, T. (2022). Çevrim içi öğrenmede öz-düzenleme becerisinin akademik başarıya etkisi. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, *12*(2), 389-416.
- UNESCO-UIA (2017). *UNESCO-UIA Charter for Architectural Education*.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2007, March). VOS: A new method for visualizing similarities between objects. In *Advances in Data Analysis: Proceedings of the 30th Annual Conference of the Gesellschaft für Klassifikation eV, Freie Universität Berlin, March 8–10, 2006* (pp. 299-306). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Van Eck, N., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *scientometrics*, *84*(2), 523-538.
- Visser, W. (2010). Schön: Yansıtıcı bir uygulama olarak tasarım. *Koleksiyon*, (2), 21-25.
- WDO (2015). *World Design Organization Education Policy Document*.