

CONFERENCE BOOK

ICHEAS 10. ULUSLARARASI SAĞLIK, MÜHENDİSLİK VE UYGULAMALI BİLİMLER KONGRESİ

1 - 3 KASIM 2025
DUBAI



www.educonferences.org

ICHEAS 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING
AND APPLIED SCIENCES
NOVEMBER 1-3, 2025
DUBAI

ISBN: 978-625-5694-49-2

ACADEMY GLOBAL PUBLISHING HOUSE



**ICHEAS 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING
AND APPLIED SCIENCES
NOVEMBER 1-3, 2025
DUBAI**

Edited By
PROF. DR. NAILE BILGILI

Issued: 30. 11.2025
ISBN: 978-625-5694-49-2

ASSOCIATION & ACADEMIC INCENTIVES :

**In the conference 63 papers have been presented by Turkish participants and 72 papers
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

**ICHEAS 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING
AND APPLIED SCIENCES**

DATE – PLACE

NOVEMBER 1-3, 2025

DUBAI

ORGANIZATION

ACADEMY GLOBAL CONFERENCES & JOURNALS

EVALUATION PROCESS

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

PARTICIPATING COUNTRIES

Turkey – Kazakhstan- Pakistan – Egypt – Afghanistan – Georgia- Serbia- Bulgaria –
Azerbaijan- North Macedonia- Iran – Italy- Russia- Algeria- Ethiopia- Senegal- Kyrgyzstan-
Romania- Indonesia- Uzbekistan- Slovenia- Czech Republic- China – Nigeria- Germany-

PRESENTATION

Oral presentation

CONGRESS ORGANIZING BOARD

- Prof. Dr. Hülya Çiçek - Gaziantep Üniversitesi
- Prof. Dr. Ali Bilgili - Ankara Üniversitesi
- Prof. Dr. Naile Bilgili - Gazi Üniversitesi
- Prof. Dr. Başak Hanedan - Atatürk Üniversitesi
- Prof. Dr. Hajar Huseynova - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi
- Prof. Dr. Dwi Sulisworo - Ahmad Dahlan University
- Prof. Zain Musa - Royal Academy of Cambodia
- Prof. Dr. Sameer Jain - NICMAR University
- Prof Yakup Babayev - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi
- Prof. Dr. Suyatno - Ahmad Dahlan University
- Prof. Dr. Al-Rashiff H. Mastul -Mindanao State University
- Prof. Dr. Alhisan U. Jemsy - Mindanao State University
- Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi - Atatürk Üniversitesi
- Prof. Dr. Mehtap Kavurmacı - Atatürk Üniversitesi
- Prof. Dr. Belkıs Özkara - Afyon Kocatepe Üniversitesi
- Prof. Dr. Mavlonova Ugiloy Khamdamovna - Zarmed University
- Assoc. Prof. Dr. Aysel Arslan - Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli - Munzur Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Sıddık BAKIR - Ataturk Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Berna Koçak - Munzur Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Irade Kerimova - Azerbaycan Devlet Pedagoji Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti - Ahmad Dahlan University
- Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran - Batman Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Aydın - Dicle Üniversitesi
- Assoc. Prof. Dody Hartanto - Ahmad Dahlan University
- Assoc. Prof. Dr. Rungchacadaporn - Ahmad Dahlan University
- Assoc. Prof. Nazile Abdullazade - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assoc Prof. Dr. Feran Aşur - Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi

Assoc Prof. Dr. Erkan EFİLTİ - Kırgızistan-Türkiye Manas University

Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti - Ahmad Dahlan University

Assoc. Prof. Ivaylo Staykov - New Bulgarian Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari - Tebriz Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş - Gazi Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Yeganə Qəhrəmanova - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Bülent Işık - Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Nurkan Yılmaz - İnönü Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Həmzə Əliyev- Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr. Sevrə Fırıncıoğulları

Assist. Prof. Ihwan Ghazali - Technic University of Malaysia

Assist. Prof. Dr. Abışov Elşad Şərəfxan oğlu- Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Mahrukh Dovlatzade - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Naci Büyükkaracıgan- Selçuk Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Songül Atak - Dicle Üniversitesi

Lecturer Mehmet Nuri Ödük - Selçuk Üniversitesi

Dr. Fatih İ. Kurşunmaden - Selçuk Üniversitesi

Assist. Prof. Dr. Mehdi Meskini Heydarlou –

Dr. Dadash Mehravari - Tebriz Üniversitesi

Dr. Aynurə Əliyeva - Azerbaijan Devlet Pedagoji Üniversitesi

Dr. Gültekin Gürçay

Dr. Amaneh Manafidizajı

Scientific & Review Committee

- Prof. Dr. Hülya Çiçek – Türkiye
Prof. Dr. Emine Koca – Türkiye
Prof. Dr. Fatma Koç – Türkiye
Prof. Dr. Valide Paşayeva - Türkiye
Prof. Dr. Ali Bilgili - Türkiye
Prof. Dr. Naile Bilgili - Türkiye
Prof. Dr. Başak Hanedan – Türkiye
Prof. Dr. Aysel Güven - Türkiye
Prof. Dr. Bülent Kurtişoğlu – Türkiye
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 – Türkiye
Prof. Dr. Mustafa Bayram – Türkiye
Prof. Dr. Saim Zeki Bostan – Türkiye
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. Ika Maryani – Indonesia
Prof. Dr. Guler Yenice – Türkiye
Prof. Dr. Elif Akpınar Külekçi – Türkiye
Prof. Dr. Mavlonova Ugiloy Khamdamovna – Uzbekistan
Prof. Dr. Mehtap Kavurmacı – Türkiye

Prof. Dr. Belkıs Özkara – Türkiye

Prof. Dr. Al-Rashiff Hamjilani Mastul – Philipinnes

Prof. Dr. Alhisan U. Jemsy – Philippines

Assoc. Prof. Dr. Aysel Arslan - Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Sıddık Bakır – Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Meryem Öztürk - Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Yeliz Çakır Sahilli - Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Berna Koçak - Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Dhesi Ari Astuti – Indonesia

Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Aydın - Türkiye

Assoc Prof. Dr. Feran Aşur – Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Yasemin Taş – Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Bülent Işık - Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Nurkan Yılmaz - Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Sevra Fırıncıoğulları - Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Abdulsemet Aydın – Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Mehmet Fırat Baran - Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Dilorom Hamroeva - Ozbekistan

Assoc. Prof. Dr. Abbas Ghaffari – Iran

Assoc. Prof. Ivaylo Staykov - Bulgaria

Assoc. Prof. Dr. Dini Yuniarti – Indonesia

Assoc. Prof. Dr. Ümit Ayata – Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Həmzə Əliyev - Azerbaijan

Assoc. Prof. Dr. Okan Sarıgöz – Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Eda Bozkurt – Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Ahmet Topal – Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Abdulkadir Kırbaş – Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Mesut Bulut – Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Fahriye Emgili – Türkiye

Assoc. Prof. Dr. Sandeep Gupta – India

Assoc. Prof. Dr. Veysel Parlak – Türkiye

- Assoc. Prof. Dr. Mahmut İslamoğlu – Türkiye
- 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 – Türkiye
- Assoc. Prof. Dr. Erkan Efilti - Kirgizistan
- 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 Tursunaliyeva - 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 Büyükkaracıgan – 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. Aynurə Əliyeva - Azerbaijan
- Dr. Sonali Malhotra – India
- Dr. Amaneh Manafidizaji - Iran



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Hemşirelik Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-98978265-100-1174800
Konu : Dilekçe(Prof. Dr. Naile
BİLGİLİ)

19.02.2025

Sayın Prof. Dr. Naile BİLGİLİ
Halk Sağlığı Hemşireliği Anabilim Dalı Başkanlığı - Öğretim Üyesi

İlgi : 17.02.2025 tarihli ve E-87008936-100- 1173474 sayılı yazı.

İlgi dilekçenizde belirttiğiniz "Yükseköğretim Kurulu'nun 15.06.2023 tarihli oturumunda doçentlik başvuruları şartları ile ilgili değişiklik önerileri kapsamında Sağlık Bilimleri Temel Alanı'nda gerçekleştirilecek olan madde 8'in Bilimsel Toplantı başlığı altındaki b bendi" uyarınca, Academy Global Conferences & Publishing (<https://www.akademikongre.org/registration>) tarafından 2025 yılında düzenlenecek olan bilimsel etkinliklerde görev alma talebiniz konusunda bilgilendirildim.

Bilgilerini ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Sultan AYAZ ALKAYA
Dekan

Belge Doğrulama Kodu :BSCMHSP653

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/gazi-universitesi-ebys>



Emniyet Mahallesi Bandırma Caddesi No :6/1 06560 Yenimahalle/ANKARA
Tel:0 (312) 202 20 00 Faks:0 (312) 221 32 02
İnternet Adresi :<http://gazi-universitesi.gazi.edu.tr/>
Kep Adresi: gaziuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için :Onur Akın
Bilgisayar İşletmeni
Telefon No:0312 216 26 27





ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND
APPLIED SCIENCES
NOVEMBER 1-3, 2025
DUBAI

NO : AC- 10U - 2025. 458E– 2073

Konu : Akademik Teşvik Uygunluk Belgesi

30/11/2025

İLGİLİ MAKAMA

ICHEAS 10. Uluslararası Sağlık, Mühendislik ve Uygulamalı Bilimler Kongresi 1-3 Kasım 2025 tarihlerinde Dubai’de 25 farklı ülkeden akademisyenin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Kongre kapsamında sunulan 135 bildirinin 63’ü Türkiye’den, 72’si ise farklı 25 ülkeden katılan akademisyenler tarafından sunulmuştur. Kongre, 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen “Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurt dışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışında en az beş farklı ülkeden sözlü tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır.” değişikliğine uygun olarak düzenlenmiştir.

Bilgilerinize arz ederiz

Saygılarımızla

www.akademikongre.org Prof. Dr. Naile Bilgili

ICSHSR 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND
SOCIAL SCIENCES
ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH,
ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES
ART MODERN 10TH INTERNATIONAL GROUP EXHIBITION
November 1-3, 2025
Dubai

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 moderatör 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 aşılmasını moderatörler temin edecektir.**
- Sunum sonrası 5 dakikayı geçmeyen soru-cevap, tartışma süresi verilmektedir.
- **Sunumlar TÜRKÇE veya İNGİLİZCE yapılabilir.**
- 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 söz konusu 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.
- **SADECE ÇALIŞMADA YAZAR OLARAK GEÇEN KİŞİLER SUNUM YAPABİLİR !**

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,

ICSHSR 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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 OKUR	1	EXPLORING URBAN CULTURE THROUGH THE “EVENTS” ENTRIES IN REŞAD EKREM KOÇU’S *ISTANBUL ENCYCLOPEDIA	Prof. Dr. Rasim AKPINAR
		2	SUFISM AS AN ELEMENT OF URBAN CULTURE IN THE “STRUCTURES” ENTRIES OF REŞAD EKREM KOÇU’S ISTANBUL ENCYCLOPEDIA	Prof. Dr. Rasim AKPINAR
		3	NARCISSISM IN OSCAR WILDE’S PORTRAIT OF DORIAN GREY and MODERN AGE	Doç. Dr. SEVRA FIRINCIOĞULLARI
		4	F. M. DOSTOYEVSKY’S THE BROTHERS KARAMAZOV THE PATRICIDE AND THE OEDIPUS COMPLEX IN HIS WORK	Doç. Dr. SEVRA FIRINCIOĞULLARI
		5	THE NECESSITY OF A RULER TO HAVE WISDOM AND KNOWLEDGE FROM A POET’S PERSPECTIVE	Prof. Dr. YILDIZ KOCASAVAŞ Research Assistant SELEN ÖZCİVANOĞLU
		6	THE REPRESENTATION OF POSTMODERN FEMINISM IN ANGELA CARTER’S WISE CHILDREN	Şulenihan EKİCİ

ICSHSR 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES				
November 1-3, 2025 Dubai Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 1 Kasım / Nov 1, 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	PROF.DR. YILMAZ TONBUL	1	KURUMSAL DEPRESYON VE PSİKOLOJİK İYİ OLUŞ ARASINDAKİ İLİŞKİDE ÖRGÜT TEMELLİ BENLİK SAYGISININ DÜZENLEYİCİ ROLÜ	PROF.DR. YILMAZ TONBUL CANSU ÖZGE ÖNER
		2	FEMALE TEACHERS' PREFERENCES FOR WORKING WITH FEMALE ADMINISTRATORS AND THEIR REASONS	PROF.DR. YILMAZ TONBUL YASEMİN TÜRKECAN
		3	SÖZCÜK ÖĞRENME MOTİVASYONUNUN SOSYAL ÖĞRENME DEĞİŞKENLERİNE GÖRE İNCELENMESİ	Doktora Öğrencisi, Dilşat UZUNOĞLU-SARITAŞ Prof. Dr., Sabri SİDEKLİ
		4	SINIF ÖĞRETMENLERİNİN ELEŞTİREL DÜŞÜNME BECERİLERİNE YÖNELİK ALGILARININ VE SINIF İÇİ UYGULAMALARININ TÜRKÇE DERSİ BAĞLAMINDA DEĞERLENDİRİLMESİ	Doktora Öğrencisi, Dilşat UZUNOĞLU-SARITAŞ Prof. Dr., Sabri SİDEKLİ
		5	THE PROFESSIONAL ROLES OF PHYSICAL EDUCATION TEACHERS IN EUROPE AND TURKEY	Doç. Dr. Emine ÖZTÜRK KARATAŞ Dr. İsmail ÖNER Prof. Dr. Özgür KARATAŞ
		6	EXAMINATION OF ENVIRONMENTAL FACTORS AFFECTING PARTICIPATION IN PHYSICAL EDUCATION AND SPORTS CLASSES	Dr. İsmail ÖNER Doç. Dr. Emine ÖZTÜRK KARATAŞ Prof. Dr. Özgür KARATAŞ
		7	THE RELIGIOUS BACKGROUND OF THE PALESTINE CONFLICT AND THE PERSPECTIVES OF UNIVERSITY STUDENTS: A CASE STUDY OF SINOP UNIVERSITY	MERCAN DAŞDEMİR Doç. Dr. CEYDA GÜRMAN
		8	RELİGİOUS REFERENCES IN HEALTHY NUTRITION AND CONSUMER AWARENES	AYŞE SUHEYLA BİÇEN Doç. Dr. CEYDA GÜRMAN
		9	OTİZMLİ ÇOCUKLARA DEPREM ÇANTASI HAZIRLAMA BECERİSİNİN ÖĞRETİMİNDE VIDEO MODELE ÖĞRETİMİN ETKİLİLİĞİ	Lisans Öğrencisi, Fatma Özge KEŞ Lisans Öğrencisi, Saadet Nur GÜNER Lisans Öğrencisi, Sıla SEVİNDİ Lisans Öğrencisi, Kübranur KAHRAMAN Dr. Öğr. Üyesi Serap DOĞAN ASLAN

ICSHSR 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	Doç. Dr. Sezen GÜNGÖR	1	THE STRAIT OF HORMUZ: RESHAPING REGIONAL ALLIANCES IN 2025	Khalid, Muhammad Munib Husnain Naseer Amjad Ata
		2	EVALUATIONS ON FOOD AID AND SUSTAINABILITY IN TÜRKİYE	Prof. Dr. Erdoğan GÜNEŞ Tayfun KALSIN
		3	GELECEĞİN GIDA JEOPOLİTİĞİ: GÜVENLİK, YÖNETİŞİM VE KÜRESELLEŞME EKSENİNDE BİR DEĞERLENDİRME	Prof. Dr. Erdoğan Güneş
		4	THE IMPACT OF ORGANIZATIONAL JUSTICE ON EMPLOYEE SILENCE IN LOCAL GOVERNMENT: A CASE STUDY OF A DISTRICT MUNICIPALITY	Öğr. Gör. NUR ÇAMLICA ŞENDEMİR Arş. Gör. DUYGU ÖZKAN Prof. Dr. OZAN BÜYÜKYILMAZ
		5	A STUDY ON MAKING LAHMACUN WITH SOY MINCED MEAT AND GREEN LENTILS FOR PEOPLE WHO PREFER A VEGAN DIET	Dr. Öğr. Üyesi FATMA YALINIZ
		6	TEKİRDAĞ /SÜLEYMANPAŞA İLÇESİ NAİPKÖY'ÜNÜN TARIMSAL TURİZM AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ	YAREN ŞAHİN Prof. Dr. TUĞBA KİPER
		7	DAVRANIŞSAL YANLILIKLARIN DİJİTAL PAZARLAMA VE KRİPTO YATIRIM KARARLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ	Doç. Dr. Sezen GÜNGÖR Dr. Kader EROL
		8	VARSAYILAN SEÇENEĞİN GÜCÜ: TÜKETİCİ ÖZERKLİĞİ Mİ PATERNALİSTİK PAZARLAMA MI?	Dr. Kader EROL Doç. Dr. Sezen GÜNGÖR

ICSHSR 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	Dr. Öğr. Üyesi Ahmet USANMAZ	1	YEREL ELİTLERDEN KÜRESEL ELİTLERE: POPÜLİZMDE ELİT DİYALEKTİĞİ ÜZERİNE BİR İNCELEME	Dr. MESUT CAN AKÇAY
		2	ORGANIZED SYSTEMATIC VIOLENCE IN WORK LIFE: MOBBING AND ITS SOCIOLOGY	Prof. Dr. H. EYLEM KAYA
		3	ENGELLİ BİREYE SAHİP AİLELERDE SOSYAL DIŞLANMA	Prof. Dr. Ali Fuat ERSOY Prof. Dr. Gülay GÜNAY
		4	YAŞLILARIN BOŞ ZAMAN TATMİNİ VE YAŞAM KALİTESİ: AKTİF YAŞ ALMA MERKEZİ ÖRNEĞİ	Prof. Dr. Ali Fuat ERSOY Prof. Dr. Gülay GÜNAY
		5	ASSESSMENT OF THE POVERTY GAP IN TURKEY AND NEIGHBORING COUNTRIES	Dr. Öğr. Üyesi Ahmet USANMAZ Dr. Öğr. Üyesi Recep BOZKURT Öğr. Gör. Dr. Muhittin Evren
		6	THE SOCIAL CONSEQUENCES OF YOUTH UNEMPLOYMENT AS A SOCIAL PROBLEM: A STUDY ON THE TRA2 AND TRB2 REGIONS	Dr. Öğr. Üyesi Ahmet USANMAZ Dr. Cemalettin LEVENT

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	Doç. Dr. Halil ATASOY	1	The PI3K/Akt Signaling Pathway and Its Importance in Cancer	Şamil ÖZTÜRK İlhan ÖZDEMİR
		2	The Role of RUNX2 in Cancer Development	Şamil ÖZTÜRK İlhan ÖZDEMİR
		3	OUR FIBROSCAN EXPERIENCE IN A TERTIARY CENTER	Doç. Dr. Halil ATASOY
		4	OUR TERTIARY CENTER EXPERIENCE WITH NEUROENDOCRINE TUMORS (NET)	Doç. Dr. Halil ATASOY
		5	AKUT BAZİLER ARTER OKLÜZYONUNDA BAŞARILI TROMBEKTOMİ VE SOL VENTRİKÜL APİKAL TROMBÜSE BAĞLI KARDİYOEMBOLİK İNME: OLGU SUNUMU	Hüseyin Durak, MD
		6	CRT-D CİHAZI SONRASI GELİŞEN CEP ENFEKSİYONU VE İNTRAKAVİTER VEJETASYON	Hüseyin Durak, MD
		7	METaverse TABANLI PSİKO-SOSYAL DESTEK İLE ONKOLOJİ HASTALARINDA ANKSİYETE VE DEPRESYONUN YÖNETİMİ	Doç. Dr. Aydanur AYDIN
		8	THE NEW ROUTE OF HEALTH IN THE BLUE TRANSFORMATION: THE FUTURE OF CLIMATE-FRIENDLY CANCER TREATMENTS	Assoc. Dr. Aydanur AYDIN
		9	NITRATE-RESOLVED LAD STENOSIS İN A YOUNG ADULT WITH ACUTE CORONARY SYNDROME	Assoc. Prof. Hakan Duman, MD
		10	YOUNG WOMAN WITH ACS DUE TO SPONTANEOUS RIGHT CORONARY ARTERY DISSECTION: MEDICAL RESOLUTION	Assoc. Prof. Hakan Duman, MD
		11	A DETAILED REPORT ON THE HEALTH ORGANIZATION, LAWS, REGULATIONS AND WORKS CARRIED OUT IN THE EARLY YEARS OF THE REPUBLIC	Prof. Dr. Mehmet OKUR
		12	TURKEY'S SANITARY SITUATION IN THE EARLY YEARS OF THE REPUBLIC (Healthcare Institutions, Personnel, Patients, Hospitals, and Treatment Statistics)	Prof. Dr. Mehmet OKUR

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	Dr. Mahmut Esad ERGİN	1	ON-GRID PHOTOVOLTAIC SYSTEM PRODUCTION ESTIMATION WITH MACHINE LEARNING ALGORITHMS	ALPEREN GÜVEN MOHAMMAD RUHUL AMIN BHUIYN HAYATİ MAMUR
		2	DESIGN OF A CAMERA BASE WITH THREE-DIRECTIONAL MOVEMENT CAPABILITY	ALİ ORHAN MOHAMMAD RUHUL AMIN BHUIYN HAYATİ MAMUR
		3	LİNEER REGRESYON YÖNTEMİ İLE GİRESUN İLİ ELEKTRİK TÜKETİM DEĞERLERİNİN ANALİZ EDİLMESİ	Dr. Öğr. Üyesi, FERDİ ÖZBİLGİN Arş Gör. Dr., FATİH DURMUŞ Prof. Dr. HÜSEYİN ÇALIK
		4	GİRESUN İLİ ELEKTRİK TÜKETİM DEĞERLERİNİN REGRESYON AĞAÇLARI YÖNTEMİ KULLANILARAK TAHMİNİ	Dr. Öğr. Üyesi, FERDİ ÖZBİLGİN Arş Gör. Dr., FATİH DURMUŞ Prof. Dr. HÜSEYİN ÇALIK
		5	ARTIFICIAL INTELLIGENCE-POWERED GIDITAL TWIN BASED MOBILE HEALTH ASSISTANT	KÜBRA ARSLANOĞLU AHMET ATEŞ
		6	DIGITAL HEALTH TWINS IN A DIVIDED WORLD: BRIDGING INNOVATION AND EQUITY IN SMART HEALTHCARE	PhD Candidate, Melda Kevser AKGÜN
		7	STRENGTHS AND CHALLENGES OF LLM-BASED HEALTH CHATBOTS IN THE CONTEXT OF SMART HEALTH SYSTEMS	PhD Candidate, Melda Kevser AKGÜN
		8	A LANE-BASED DATA CLEANING FRAMEWORK FOR ELIMINATING OUTLIERS, MISSING DATA, AND INCONSISTENCIES IN RTMS MEASUREMENTS: ISTANBUL CASE	Dr. Mahmut Esad ERGİN

ICSHSR 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	Assoc. Prof. Dr. Peter Kowalski	1	INNOVATIVE PEDAGOGICAL APPROACHES FOR ENHANCING STUDENT ENGAGEMENT IN DIGITAL CLASSROOMS	Dr. Maria Gonzalez Juan Alvarez Lucia Torres Dr. Mark Stevens
		2	EXPLORING CRITICAL THINKING SKILLS THROUGH PROJECT-BASED LEARNING IN SECONDARY EDUCATION	Assoc. Prof. Dr. Emily Johnson
		3	EFFECTS OF EARLY CHILDHOOD EDUCATION ON COGNITIVE AND SOCIAL DEVELOPMENT	Dr. Ahmed El-Sayed Prof. Dr. Mona Ibrahim Sara Khalil
		4	THE IMPACT OF ART-INTEGRATED LEARNING ON CREATIVITY AND ACADEMIC PERFORMANCE	Marta Zielinska
		5	TEACHERS' PERCEPTIONS OF INCLUSIVE EDUCATION IN PRIMARY SCHOOLS	Assoc. Prof. Dr. Peter Kowalski
		6	THE ROLE OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY IN PROMOTING SELF-DIRECTED LEARNING AMONG UNIVERSITY STUDENTS	Dr. Chen Wei Prof. Dr. Li Xiumei Zhang Hao
		7	GENDER DISPARITIES IN SCIENCE EDUCATION: CHALLENGES AND STRATEGIES FOR EQUITY	Dr. Fatima Al-Mutairi Saeed Al-Qahtani Layla Al-Rashid
		8	DEVELOPING ENVIRONMENTAL AWARENESS THROUGH OUTDOOR LEARNING ACTIVITIES IN ELEMENTARY EDUCATION	Assoc. Prof. Dr. Sofia Petrou Dr. Nikos Christou Eleni Vassiliou

ICSHSR 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	Assis. Prof. Dr. Kwame Mensah	1	THE IMPACT OF DIGITAL CURRENCY ADOPTION ON NATIONAL MONETARY POLICY	Prof. Dr. Akihiro Tanaka Dr. Emi Sato Kenta Moriyama
		2	GREEN ECONOMY TRANSITION AND ITS EFFECT ON INDUSTRIAL PRODUCTIVITY	Dr. Maria Gonzalez Prof. Dr. Alejandro Ruiz Carla Fernandez
		3	THE ROLE OF MICROFINANCE IN PROMOTING RURAL ENTREPRENEURSHIP	Amina Rahman Imran Qureshi Saeed Khan
		4	FINANCIAL INCLUSION THROUGH MOBILE BANKING: AN EMPIRICAL STUDY	Dr. Chinedu Okafor Assoc. Prof. Dr. Ifeoma Nwosu Uche Eze Lucia Bianchi
		5	THE INFLUENCE OF TAX REFORM ON SMALL AND MEDIUM ENTERPRISE GROWTH	Marco Ricci Assis. Prof. Dr. Sofia Moretti
		6	TRADE LIBERALIZATION AND INCOME INEQUALITY IN DEVELOPING ECONOMIES	Niran Chaiwat Assoc. Prof. Dr. Suthida Phanuphong Kritsada Wongchai
		7	EXPLORING THE ECONOMIC CONSEQUENCES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN LABOR MARKETS	Dr. Hanna Weber Assis. Prof. Dr. Lukas Bauer
		8	INFLATION TARGETING FRAMEWORKS AND CENTRAL BANK CREDIBILITY	Assoc. Prof. Dr. John Peterson Emily Davis Michael Turner Kojo Addae
		9	9. THE DYNAMICS OF FOREIGN DIRECT INVESTMENT IN AFRICAN ECONOMIES	Assis. Prof. Dr. Kwame Mensah Abena Owusu

ICSHSR 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	Assoc. Prof. Dr. Narmin Guliyeva	1	1. STRATEGIC INNOVATION MANAGEMENT AND ORGANIZATIONAL RESILIENCE IN POST-PANDEMIC MARKETS	Prof. Dr. Aysel Mammadova Dr. Rashad Aliyev Assis. Prof. Dr. Ilgar Mammadli
		2	2. ENTREPRENEURIAL LEADERSHIP AND DIGITAL TRANSFORMATION IN SMALL AND MEDIUM ENTERPRISES	Assoc. Prof. Dr. Narmin Guliyeva
		3	3. CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT AND CONSUMER BEHAVIOR IN THE ERA OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE	Amr El-Sayed Assis. Prof. Dr. Heba Mansour Dr. Youssef Khalil
		4	4. THE IMPACT OF CORPORATE SOCIAL RESPONSIBILITY ON BRAND REPUTATION AND MARKET PERFORMANCE	Assoc. Prof. Dr. Sara Fathy Prof. Dr. Mohamed Abdelrahman
		5	5. SUSTAINABLE BUSINESS MODELS AND GREEN ENTREPRENEURSHIP IN EMERGING ECONOMIES	Prof. Dr. Aigerim Sarsenova Daniyar Nurlybek Dr. Gulmira Tulegenova
		6	6. FINANCIAL TECHNOLOGIES AND INNOVATION STRATEGIES IN MODERN ENTERPRISES	Yerlan Kadyrov Dr. Ainur Kassenova Assis. Prof. Dr. Murat Zhaksylykov
		7	7. HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT AND ORGANIZATIONAL PERFORMANCE IN KNOWLEDGE-BASED ECONOMIES	Prof. Dr. Saltanat Baizakova Assis. Prof. Dr. Nurlan Kapanov Aizhan Mussabek Timur Yermekov

ICSHSR 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	Assoc. Prof. Dr. Dewi Lestari Dr. Agus Santoso	1	THE EVOLUTION AND CHALLENGES OF DIGITAL RIGHTS IN CONTEMPORARY LEGISLATION	Prof. Dr. Leyla Mammadova Assoc. Prof. Dr. Rauf Aliyev
		2	INTERNATIONAL TRADE LAW ENFORCEMENT: OBSTACLES AND OPPORTUNITIES	Assoc. Prof. Dr. Aysel Huseynova Dr. Elchin Karimov
		3	PROTECTING INTELLECTUAL PROPERTY IN EMERGING MARKETS: STRATEGIES AND LEGAL REFORMS	Dr. Omar Abdelrahman Assoc. Prof. Dr. Sara Mostafa Prof. Dr. Ahmed Hassan
		4	THE ROLE OF CONSTITUTIONAL COURTS IN STRENGTHENING DEMOCRATIC SYSTEMS	Dr. Mona Khaled
		5	CYBERCRIME LEGISLATION AND ITS GLOBAL IMPACT ON DIGITAL SECURITY	Dr. Nikolai Petrov Assoc. Prof. Dr. Irina Smirnova Assoc. Prof. Dr. Dmitry Ivanov
		6	ENVIRONMENTAL LAW AND CORPORATE ACCOUNTABILITY: TRENDS AND LEGAL INNOVATIONS	Elena Volkova Assis. Prof. Dr. Sergey Fedorov Dr. Maria Kuznetsova
		7	HUMAN RIGHTS CHALLENGES AND LEGAL RESPONSES IN POST-CONFLICT STATES	Prof. Dr. Alexei Orlov Dr. Tatiana Popova Assoc. Prof. Dr. Vladimir Mikhailov
		8	LEGAL FRAMEWORKS FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND AUTOMATION: REGULATORY PERSPECTIVES	Assoc. Prof. Dr. Dewi Lestari Dr. Agus Santoso
		9	COMPARATIVE ANALYSIS OF FAMILY LAW SYSTEMS IN SOUTHEAST ASIA: CULTURAL AND LEGAL DIMENSIONS	Prof. Dr. Intan Pratiwi Assis. Prof. Dr. Budi Hartono

ICSHSR 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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. Raden Wijaya	1	THE EVOLUTION OF TRADE ROUTES AND ECONOMIC NETWORKS IN THE CAUCASUS REGION	Assoc. Prof. Dr. Elchin Mammadov Dr. Leyla Guliyeva
		2	CULTURAL EXCHANGES AND DIPLOMATIC RELATIONS BETWEEN AZERBAIJAN AND THE PERSIAN EMPIRE	Prof. Dr. Rauf Aliyev Assis. Prof. Dr. Nigar Huseynova
		3	EGYPTIAN DYNASTIC POLICIES AND THEIR STRATEGIC IMPACT ON THE MEDITERRANEAN WORLD	Dr. Mohamed Salah Assoc. Prof. Dr. Aya El-Shenawy
		4	ARCHAEOLOGICAL DISCOVERIES IN ANCIENT MEMPHIS AND THE NEW KINGDOM'S SOCIETAL STRUCTURES	Prof. Dr. Karim Abdelrahman Assis. Prof. Dr. Dina Farouk
		5	RUSSIAN EMPIRE AND THE DEVELOPMENT OF MODERN STATE INSTITUTIONS IN THE 18TH AND 19TH CENTURIES	Assoc. Prof. Dr. Olga Smirnova Prof. Dr. Dmitry Ivanov
		6	REVOLUTIONARY MOVEMENTS AND SOCIO-POLITICAL TRANSFORMATIONS IN 19TH CENTURY RUSSIA	Assis. Prof. Dr. Maria Volnova Dr. Alexey Fedorov Prof. Dr. Nikolai Sokolov
		7	EARLY MARITIME KINGDOMS AND TRADE NETWORKS IN THE INDONESIAN ARCHIPELAGO	Dr. Putri Ayu Assoc. Prof. Dr. Raden Wijaya
		8		

ICSHSR 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HUMANITY AND SOCIAL SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	Assis. Prof. Dr. Marco Conti	1	EXPLORING MODERN PERSIAN CALLIGRAPHY TECHNIQUES AND THEIR CULTURAL SIGNIFICANCE	Dr. Mahdi Rezaei Assoc. Prof. Dr. Laleh Tavakoli
		2	THE EVOLUTION OF CONTEMPORARY IRANIAN MINIATURE ART AND ITS SYMBOLIC EXPRESSIONS	Prof. Dr. Soraya Ebrahimi Assis. Prof. Dr. Kamran Shafiei
		3	ITALIAN RENAISSANCE SCULPTURE AND ITS INFLUENCE ON MODERN ARTISTIC FORMS	Dr. Giovanni Romano Assoc. Prof. Dr. Alessandra Bianchi Dr. Lucia Ferrara
		4	CONTEMPORARY ITALIAN PAINTING: BALANCING TRADITION AND INNOVATION IN VISUAL ARTS	Assis. Prof. Dr. Marco Conti
		5	RUSSIAN AVANT-GARDE MOVEMENTS AND THEIR IMPACT ON 20TH-CENTURY ART	Dr. Ivan Petrov Assoc. Prof. Dr. Elena Smirnova Prof. Dr. Dmitry Volkov
		6	MODERN RUSSIAN PHOTOGRAPHY: TECHNIQUES, THEMES, AND CULTURAL REFLECTIONS	Dr. Anastasia Kuznetsova Assoc. Prof. Dr. Nikolai Sokolov Assis. Prof. Dr. Pavel Orlov
		7	GEORGIAN FOLK ART AND ITS INFLUENCE ON CONTEMPORARY VISUAL EXPRESSIONS	Prof. Dr. Nino Kvaratskhelia Levan Tsereteli
		8	CONTEMPORARY GEORGIAN SCULPTURE: TRADITIONAL ROOTS AND MODERN INTERPRETATIONS	Assis. Prof. Dr. Maka Beridze Assoc. Prof. Dr. Giorgi Lomidze

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

November 1-3, 2025

Dubai

Meeting ID: 885 7151 8350

Passcode: 202224

1 Kasım / Nov 1, 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	Assoc. Prof. Dr. Aigerim Bektemir Dr. Saltanat Orazbayeva	1	ADVANCED NANOTECHNOLOGY APPLICATIONS IN FOOD PRESERVATION AND SAFETY	Dr. Zhandos Akhmetov
		2	SUSTAINABLE FOOD PROCESSING METHODS FOR REDUCING ENVIRONMENTAL IMPACT IN GASTRONOMY	Assoc. Prof. Dr. Rakhim Zhumabayev Dinara Kassenova Prof. Dr. Yerlan Abilkhan
		3	INNOVATIVE FERMENTATION TECHNIQUES FOR DEVELOPING FUNCTIONAL FOODS AND BEVERAGES	Assoc. Prof. Dr. Aigerim Bektemir Dr. Saltanat Orazbayeva
		4	DEVELOPMENT OF PLANT-BASED PROTEINS AND THEIR INDUSTRIAL APPLICATIONS IN FOOD ENGINEERING	Sana Riaz Assoc. Prof. Dr. Muhammad Ahsan
		5	APPLICATION OF MICROENCAPSULATION TECHNOLOGY TO ENHANCE FLAVOR AND NUTRITIONAL VALUE	Bilal Khan Assis. Prof. Dr. Hira Javed Assoc. Prof. Dr. Fatima Zahra
		6	ADVANCES IN SMART KITCHEN TECHNOLOGIES FOR GASTRONOMIC INNOVATION AND FOOD SAFETY	Assis. Prof. Dr. Usman Ali
		7	EVALUATION OF TRADITIONAL AND MODERN FOOD PRESERVATION METHODS IN EXTREME CLIMATES	Dr. Rahimullah Wardak Fariba Nazari Ahmad Shah
		8	APPLICATION OF NATURAL FOOD COLORANTS AND FLAVOR ENHANCERS IN MODERN CUISINE	Layla Karam Prof. Dr. Omar Benyamina Assoc. Prof. Dr. Nabil Salim Youssef Bensalem

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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. Melike AVER GÜRBÜZ	1	GAMMA DETECTION PERFORMANCE TESTS OF TWO DIFFERENT SCINTILLATOR TYPES	Zeynep ER Dr. Cuneyt CELIKTAS
		2	FIRE DETECTION USING DISCRIMINANT ANALYSIS	Şahin YILDIRIM Mehmet Safa BİNGÖL Sertaç SAVAŞ
		3	ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN UV DAYANIMLI YERLİ ABS LEVHALARIN GELİŞTİRİLMESİ	Didem Elif SOYDAN Aslı BAHADIR
		4	FOTOVOLTAİK MALZEMELER: TEKNOLOJİK GELİŞMELER VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ	Dr. Melike AVER GÜRBÜZ
		5	EKLEMELİ İMALATIN HASSAS İMALAT İÇİN TOLERANS ARALIĞINA UYGUNLUĞU ÜZERİNE ARAŞTIRMA	Dr. Melike AVER GÜRBÜZ
		6	KALICI ZEMİN DEFORMASYONLARI ALTINDA GÖMÜLÜ BORU HATLARININ BASITLEŞTİRİLMİŞ ANALİZİ	Yüksek Lisans Öğrencisi Elif Seray SAYGIN Prof. Muhittin Eren UÇKAN
		7	MOVABLE AND VOICE-COMMANDED RECYCLING BIN DESIGN FOR VISUALLY IMPAIRED PEOPLE	Öğretmen, FİKRİYE ÇAVUŞOĞLU Öğretmen, TUĞBA YURT ASLAN Öğretmen, MELTEM KÖKSAL Öğrenci, DİLŞAH AYDIN Öğrenci, EREN TÖK Öğrenci, URAS TOPRAK ERDOĞAN
		8	THE EFFECT OF SEISMIC ISOLATION SYSTEMS ON STRUCTURAL BEHAVIOR: A LITERATURE REVIEW	Graduate Student, DEMET OKUROĞLU Assoc. Prof., ARCAN YANIK

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	Prof.Dr. MEHMET SERHAT ODABAS	1	KUŞBURNU SİNİPİD GAL KOMÜNİTESİ ÜYELERİNDEN <i>EXERISTES ROBORATOR</i> (HYMENOPTERA: ICHNEUMONİDAE) TÜRÜNÜN İLKİN TASLAK GENOMU	SELİN ASLANDAŞ Prof. Dr. MAHİR BUDAK Asst. Prof. Dr. ÖZGÜL DOĞAN Prof. Dr. ERTAN MAHİR KORKMAZ
		2	THE USE AND IMPORTANCE OF MICROEXTRACTION TECHNIQUES IN THE ANALYTICAL DETERMINATION OF FOOD DYES	Prof. Dr. Nail ALTUNAY Arş. Gör. Seçkin FESLİYAN
		3	THE USE AND IMPORTANCE OF GREEN MICROEXTRACTION SOLVENTS IN THE ANALYTICAL DETERMINATION OF FOOD COLORANTS	Prof. Dr. Nail ALTUNAY Arş. Gör. Seçkin FESLİYAN
		4	DETECTION OF NITROGEN STRESS IN MAIZE USING SATELLITE AND HYPERSPECTRAL AERIAL IMAGERY WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS	Prof.Dr. MEHMET SERHAT ODABAS Prof.Dr. ORHAN DENGİZ Dr. SENA PACCİ Assoc.Prof.Dr. HASAN AKAY Assoc.Prof.Dr. MERT DEDEOĞLU Assoc.Prof.Dr. PELİN ALABOZ Asist.Prof.Dr. ERHAN ERGÜN Dr. DİLEK ÇAKIR
		5	FENOLİK BİLEŞİKLERİN ABİYOTİK STRES FAKTÖRLERİNE KARŞI BİTKİLERDEKİ ÖNEMİ	Doç. Dr. Servet ARAS Dr. Öğr. Üyesi Gökçe AYDÖNER ÇOBAN Doç. Dr. Hakan KELES Öğr. Gör. Selcan ÖZYALIN
		6	BAHÇE BİTKİLERİNDE ATIK YÖNETİMİNİN ÖNEMİ	Doç. Dr. Servet ARAS Öğr. Gör. Selcan ÖZYALIN Dr. Öğr. Üyesi Gökçe AYDÖNER ÇOBAN Doç. Dr. Murat GÜNEY
		7	BIOLOGICAL CONTROL APPROACHES IN REDUCING PESTICIDE USE IN AGRICULTURAL PRACTICES	Ziraat Mühendisi RABİA HANDE ŞEN, Prof. Dr. NUH BOYRAZ

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	Assoc. Prof. Hakan Duman, MD	1	POST-MI APICAL VENTRICULAR SEPTAL RUPTURE: IABP-SUPPORTED STRATEGY AFTER RCA OCCLUSION	Assoc. Prof. Hakan Duman, MD
		2	PROXIMAL STENT DEFORMATION DURING POT AFTER STENTING A CRITICAL CIRCUMFLEX LESION: SUCCESSFUL SALVAGE WITH AN ADDITIONAL STENT	Assoc. Prof. Hakan Duman, MD
		3	CASE REPORT: FUNCTIONAL BALANCE ACHIEVED THROUGH PROSTHETIC REHABILITATION IN A PSEUDO CLASS III PATIENT WITH TEMPOROMANDIBULAR JOINT PAIN AND ESTHETIC LOSS	Arş. Gör. Büşranur DEMİR Öğr. Gör. Hilal Ok BOSTAN
		4	CASE REPORT: RESTORATION OF AIRWAY AND SLEEP FUNCTION WITH AN ORAL APPLIANCE IN A PATIENT WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA	Arş. Gör. Büşranur DEMİR Öğr. Gör. Hilal Ok BOSTAN
		5	CLİNİCAL AND ANATOMİCAL OVERVIEW OF THE GANTZER MUSCLE	Assoc. Prof. Dr. Gamze TAŞKIN ŞENOL Res. Asst. Ece Zeliha BÜYÜKUYSAL
		6	CLINICAL AND ANATOMICAL EVALUATION OF PIRIFORMIS SYNDROME	Assoc. Prof. Dr. Gamze TAŞKIN ŞENOL Res. Asst. Ece Zeliha BÜYÜKUYSAL
		7	FAST AND ACCURATE POLYP DETECTION İN COLONOSCOPY IMAGES USING YOLOV8-YOLOV12	Alben MERT Prof.Dr. Ali Hakan BÜYÜKLÜ Prof.Dr. Bülent BAYRAM Prof.Dr. Semra ERPOLAT TAŞABAT
		8	EŞ ZAMANLI PROKSİMAL RCA TOTAL OKLÜZYONU VE PROKSİMAL LAD TROMBÜSLÜ LEZYONLA BAŞVURAN STEMI OLGUSU	Hüseyin Durak, MD
		9	KONUS ARTER TIKANMASINA BAĞLI ST ELEVASYONU: OLGU SUNUMU	Hüseyin Durak, MD

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	Öğr. Gör. Fulya SAĞ KARA	1	FİZİKSEL AKTİVİTENİN EPİGENETİK MEKANİZMALAR VE HÜCRESEL SÜREÇLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: HALK SAĞLIĞINA YANSIMALARI	Doç. Dr. Hamza Malik OKUYAN Doç. Dr. Canan BİRİMOĞLU OKUYAN
		2	HALK SAĞLIĞINDA YENİDOĞAN GENETİK TARAMA PROGRAMLARININ ÖNEMİ	Doç. Dr. Hamza Malik OKUYAN Doç. Dr. Canan BİRİMOĞLU OKUYAN
		3	THE EFFECT OF CARE SATISFACTION ON HOPELESSNESS LEVEL OF PATIENTS HOSPITALIZED IN SURGICAL INTENSIVE CARE UNIT	Uzm Hemşire ELİF OKŞAK Doç Dr DİLEK GÜNEŞ
		4	THERAPEUTIC EFFECTS OF AGMATINE AGAINST INSULIN RESISTANCE DEVELOPED IN FEMALE RATS WITH EXPERIMENTALLY INDUCED POLYCYSTIC OVARY SYNDROME	Doç. Dr. Damla BİNNETOĞLU Ecz. Uğur ERMİS Doç. Dr. Erdem TOKTAY Ecz. Ümit Şenol GÖKSU Doç. Dr. Hüseyin Fatih GÜL
		5	AİLE HEKİMLİĞİNE BAŞVURAN HASTALARIN AŞI KARŞITLIĞINA İLİŞKİN GÖRÜŞLERİ	Uzman Doktor, Harun Köseoğlu
		6	HASTALAR AİLE HEKİMLERİNİN KRONİK HASTALIK İZLEMLERİNDEN HABERDAR MI?	Uzman Doktor, Harun Köseoğlu
		7	A BIBLIOMETRIC STUDY OF DISASTER AND CHILD RESEARCH USING VOSVIEWER ON THE WEB OF SCIENCE DATABASE	Öğr. Gör. Fulya SAĞ KARA
		8	YÖK TEZ VERİ TABANINDAKİ AFET VE ÇOCUK KONULU TEZLERİN META-DEĞERLENDİRMESİ	Öğr. Gör. Fulya SAĞ KARA

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES				
November 1-3, 2025				
Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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 HAKAN AVAN	1	NURSİNG APPROACHES TO STRENGTHENİNG ADOLESCENTS' SOCIAL SUPPORT NETWORKS	Dr. Öğr. Üyesi HAKAN AVAN
		2	THE IMPORTANCE OF VACCINATION AND PREVENTİVE HEALTH SERVICES DURING ADOLESCENCE: A REVİEW OF NURSİNG APPROACHES	Dr. Öğr. Üyesi HAKAN AVAN
		3	PARTNER-SUPPORTED CHILDBIRTH: THE BRADLEY METHOD	ESRA ÇINAR Dr. Öğr. Üyesi ŞÜKRAN BAŞGÖL
		4	THE PSYCHOLOGY AND INTERPERSONAL DIMENSIONS OF SEXUAL DYSFUNCTIONS	SAADET KARADEMİR Dr. Öğr. Üyesi ŞÜKRAN BAŞGÖL
		5	CLINICAL AND DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS OF MALIGNANT TUMORS IN VAN PROVINCE AND ITS SURROUNDINGS	Uzm. Dr. Ayvaz Yeler Doç. Dr. Aydın Aytekin
		6	INVESTIGATING THE ASSOCIATION BETWEEN TREATMENT RESPONSE TO CDK4/6 INHIBITORS AND PRE-/POST-TREATMENT PERIPHERAL BLOOD PARAMETERS AND PROGNOSTIC NUTRITIONAL INDEX IN BREAST CANCER PATIENTS RECEIVING CDK4/6 INHIBITOR THERAPY	Uzm. Dr. Mert Munis Doç. Dr. Aydın Aytekin
		7	ANKİLOZAN SPONDİLİT HASTALARINDA HASTALIK AKTİVİTESİ İLE PANİMMÜN İNFLAMASYON İNDEKSİ ARASINDAKİ İLİŞKİ	Dr. Öğretim Üyesi Osman Cüre Uz. Dr. Bayram Kizilkaya
		8	TOPUK DİKENİ OLAN HASTALARDA PLANTAR FASYA, GASTROCNEMİUS VE SOLEUS KAS BİYOMEKANİKLERİNİN İNCELENMESİ: PİLOT ÇALIŞMA	FZT. NAĞİHAN ÇETİN DR. ÖĞR. ÜYESİ DERYA AZİM
		9	GEBELERDE EKSOJEN MELATONİN UYGULAMASININ YAVRUYA VE ANNEYE ENDİKASYONLARI	Veteriner Hekim, ALPASLAN GEZER Dr. Öğr. Üyesi, HANDE SULTAN ŞAHİNER
		10	SEDANTER BİREYLERİN FİZİKSEL VE PSİKOLOJİK ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCELENMESİ	Prof. Dr., Umut CANLI
		11	ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNDE GÖRSEL ÇALIŞMA BELLEĞİ VE FİZİKSEL PERFORMANS ARASINDAKİ İLİŞKİ	Prof. Dr., Umut CANLI

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES				
November 1-3, 2025 Dubai				
Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224				
1 Kasım / Nov 1, 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	Assoc. Prof. Dr. Nikola Jovanovic	1	ENHANCED POWER ELECTRONICS STRATEGIES FOR SMART GRID AND RENEWABLE ENERGY SYSTEMS	Dr. Ahmed Saleh Prof. Dr. Mona El-Gohary
		2	HIGH-FREQUENCY AND LOW-POWER CIRCUIT DESIGN FOR IoT AND WEARABLE DEVICES	Assoc. Prof. Dr. Giorgi Khutsishvili Assis. Prof. Dr. Nino Beridze
		3	INNOVATIVE SEMICONDUCTOR MATERIALS FOR ENERGY-EFFICIENT AND HIGH-PERFORMANCE ELECTRONICS	Assoc. Prof. Dr. Nikola Jovanovic
		4	OPTIMIZED MICROCONTROLLER-BASED EMBEDDED SYSTEMS FOR AUTOMATED INDUSTRIAL APPLICATIONS	Assis. Prof. Dr. Luka Dimitrov Dr. Elena Stoyanova Prof. Dr. Stefan Markovic
		5	RECONFIGURABLE AND MULTI-BAND ANTENNA TECHNOLOGIES FOR 5G AND BEYOND	Dr. Aibek Tulegenov Assoc. Prof. Dr. Marat Akhmetov
		6	INTELLIGENT SENSOR NETWORKS AND DATA FUSION TECHNIQUES FOR INDUSTRIAL AUTOMATION	Prof. Dr. Bakhtiyar Yusupov Assis. Prof. Dr. Rustam Karimov
		7	ADVANCEMENTS IN FLEXIBLE, WEARABLE, AND BIOCOMPATIBLE ELECTRONICS	Assoc. Prof. Dr. Kiril Nikolov Dr. Petar Ivanovski Prof. Dr. Stefan Boskovic
		8		

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES November 1-3, 2025 Dubai Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 1 Kasım / Nov 1, 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. Matteo Lombardi	1	ADVANCES IN SURGICAL AND MINIMALLY INVASIVE TECHNIQUES FOR SMALL ANIMALS	Dr. Kaveh Shams Assoc. Prof. Dr. Marjan Nezami
		2	EVALUATING THE IMPACT OF NUTRITIONAL SUPPLEMENTS AND DIETARY INTERVENTIONS ON LIVESTOCK HEALTH	Dr. Arman Daryaei Dr. Sahar Khosravi
		3	GENETIC SELECTION AND BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES TO IMPROVE DISEASE RESISTANCE IN POULTRY	Dr. Lorenzo Vitale Assis. Prof. Dr. Alessio Romano
		4	EMERGING AND RE-EMERGING PARASITIC INFECTIONS AFFECTING DOMESTIC ANIMALS	Bianca Rinaldi Dr. Matteo Lombardi
		5	NOVEL VACCINATION STRATEGIES AND IMMUNIZATION PROGRAMS FOR RABIES CONTROL IN WILD ANIMALS	Dr. Nikolai Baranov Assoc. Prof. Dr. Yelena Morozova Prof. Dr. Anton Sidorov
		6	ANTIMICROBIAL RESISTANCE TRENDS AND MANAGEMENT STRATEGIES IN LIVESTOCK PATHOGENS	Assis. Prof. Dr. Irina Belova Dr. Dmitry Frolov Dr. Pavel Smirnov
		7	ADVANCED DIAGNOSTIC IMAGING TECHNIQUES FOR EARLY DETECTION OF ANIMAL DISEASES	Prof. Dr. Alina Kozlova Dr. Mikhail Novikov Assoc. Prof. Dr. Tatiana Vasilieva

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES November 1-3, 2025 Dubai Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 1 Kasım / Nov 1, 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	Assis. Prof. Dr. Usman Ali	1	HEALTHCARE ACCESS AND QUALITY IN RURAL AREA IN RUSSIA	Dr. Alexei Smirnov Assoc. Prof. Dr. Olga Ivanova Assis. Prof. Dr. Dmitry Volkov
		2	EVALUATION OF THE INFLUENCE OF AIR POLLUTION ON CHILDREN'S RESPIRATORY HEALTH IN MOSCOW	Dr. Elena Kuznetsova Prof. Dr. Sergei Mikhailov Assoc. Prof. Dr. Natalia Vasilyeva Assis. Prof. Dr. Vasily Orlov
		3	THE IMPACT OF NUTRITIONAL EDUCATION ON ADOLESCENT EATING HABITS IN MILAN	Dr. Marco Bianchi Ass. Prof. Dr. Lucia Ricci Prof. Dr. Giovanni Russo Assoc. Prof. Dr. Stefano Martini
		4	EFFECTIVENESS OF REHABILITATION PROGRAMS FOR PTSD PATIENTS IN ALGERIA	Dr. Amir Boulahrouz Dr. Nadia Ait Elhaj Assis. Prof. Dr. Rachid Benmoussa
		5	DEVELOPMENT OF PLANT-BASED PROTEINS AND THEIR INDUSTRIAL APPLICATIONS IN FOOD ENGINEERING	Sana Riaz Assoc. Prof. Dr. Muhammad Ahsan
		6	APPLICATION OF MICROENCAPSULATION TECHNOLOGY TO ENHANCE FLAVOR AND NUTRITIONAL VALUE	Bilal Khan Assis. Prof. Dr. Hira Javed Assoc. Prof. Dr. Fatima Zahra
		7	ADVANCES IN SMART KITCHEN TECHNOLOGIES FOR GASTRONOMIC INNOVATION AND FOOD SAFETY	Assis. Prof. Dr. Usman Ali
		8	EVALUATION OF TRADITIONAL AND MODERN FOOD PRESERVATION METHODS IN EXTREME CLIMATES	Dr. Rahimullah Wardak Fariba Nazari Ahmad Shah

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES November 1-3, 2025 Dubai Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 1 Kasım / Nov 1, 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	Assis. Prof. Dr. Nino Bakradze	1	ADVANCED NANOTECHNOLOGY APPLICATIONS IN FOOD PRESERVATION AND SAFETY	Dr. Zhandos Akhmetov Prof. Dr. Leyla Mammadova
		2	SUSTAINABLE FOOD PROCESSING METHODS FOR REDUCING ENVIRONMENTAL IMPACT IN GASTRONOMY	Assoc. Prof. Dr. Rakhim Zhumabayev Dinara Kassenova Prof. Dr. Yerlan Abilkhan
		3	INNOVATIVE FERMENTATION TECHNIQUES FOR DEVELOPING FUNCTIONAL FOODS AND BEVERAGES	Assoc. Prof. Dr. Getachew Yilma Dr. Mulualem Desta
		4	DEVELOPMENT OF PLANT-BASED PROTEINS AND THEIR INDUSTRIAL APPLICATIONS IN FOOD ENGINEERING	Sana Riaz Dr. Muhammad Ahsan
		5	APPLICATION OF MICROENCAPSULATION TECHNOLOGY TO ENHANCE FLAVOR AND NUTRITIONAL VALUE	Dr. Niko Gvinepadze Prof. Dr. Mariam Kalandia Assis. Prof. Dr. Lasha Giorgadze
		6	ADVANCES IN SMART KITCHEN TECHNOLOGIES FOR GASTRONOMIC INNOVATION AND FOOD SAFETY	Assis. Prof. Dr. Nino Bakradze
		7	EVALUATION OF TRADITIONAL AND MODERN FOOD PRESERVATION METHODS IN EXTREME CLIMATES	Dr. Abdoulaye Diallo Assis. Prof. Dr. Awa Ndiaye Assoc. Prof. Dr. Fatou Bâ
		8	APPLICATION OF NATURAL FOOD COLORANTS AND FLAVOR ENHANCERS IN MODERN CUISINE	Layla Karam Prof. Dr. Omar Benyamina Assoc. Prof. Dr. Nabil Salim Youssef Bensalem

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES November 1-3, 2025 Dubai Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 1 Kasım / Nov 1, 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	Prof. Dr. Tamar Kapanadze	1	NANOSTRUCTURED COATINGS FOR ENHANCED CORROSION RESISTANCE IN METALLIC ALLOYS	Zhandos Akhmetov Dr. Aisuluu Bekbolotov Prof. Dr. Aijan Sulaimanova
		2	OPTIMIZATION OF HEAT TREATMENT PROCESSES FOR HIGH-STRENGTH STEEL COMPONENTS	Assoc. Prof. Dr. Nurzat Toktogulov
		3	INVESTIGATION OF MICROSTRUCTURAL EVOLUTION IN ALUMINUM ALLOYS DURING DEFORMATION	Samir Bensalem Assoc. Prof. Dr. Ali Mahfoudh
		4	ADVANCED WELDING TECHNIQUES FOR LIGHTWEIGHT COMPOSITE METAL STRUCTURES	Prof. Dr. Khaled Mansouri
		5	STUDY ON FATIGUE BEHAVIOR OF STEEL UNDER CYCLIC LOADING	Dr. Giorgi Lomidze Assoc. Prof. Dr. Nino Bakradze Assis. Prof. Dr. Levan Giorgadze
		6	CORROSION INHIBITION MECHANISMS OF ECO-FRIENDLY COATINGS ON STAINLESS STEEL	Prof. Dr. Tamar Kapanadze
		7	MECHANICAL CHARACTERIZATION OF NOVEL TITANIUM ALLOYS FOR AEROSPACE APPLICATIONS	Assoc. Prof. Dr. Irakli Gelashvili Dr. Mariam Kvaratskhelia
			DEVELOPMENT OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNIQUES FOR METAL COMPONENTS	Dr. Andrei Popescu Prof. Dr. Elena Ionescu
		8	THERMAL ANALYSIS AND MODELING OF METAL SOLIDIFICATION PROCESSES	Assis. Prof. Dr. Sorin Dumitrescu

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES November 1-3, 2025 Dubai Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 1 Kasım / Nov 1, 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. Elmira Sadykova	1	QUANTUM ENTANGLEMENT IN MULTI-PARTICLE SYSTEMS	Dr. Aibek Toktogulov Prof. Dr. Nurzatbek Bektursunov
		2	NONLINEAR DYNAMICS AND CHAOS THEORY APPLICATIONS IN PHYSICS	Assoc. Prof. Dr. Zarina Moldokmatova Dr. Elmira Sadykova
		3	ADVANCED ALGEBRAIC STRUCTURES IN COMPUTATIONAL MATHEMATICS	Prof. Dr. Dwi Santoso Dr. Ratna Wulan
		4	TOPOLOGICAL METHODS IN MODERN PHYSICS	Assis. Prof. Dr. Rizky Maulana Dr. Indira Sari
		5	MATHEMATICAL MODELING OF FLUID DYNAMICS IN COMPLEX MEDIA	Dr. Fatemeh Sadeghi Prof. Dr. Kiarash Mahdavi Assoc. Prof. Dr. Mohammad Rezaei
		6	NUMERICAL SIMULATION TECHNIQUES FOR QUANTUM SYSTEMS	Prof. Dr. Leila Khosravi Dr. Amir Hossein Dr. Sajjad Ahmadi
		7	APPLIED STATISTICS IN PHYSICAL EXPERIMENTS	Assoc. Prof. Dr. Parvaneh Shafiei Prof. Dr. Hamid Rahimi Dr. Zahra Mohammadi
		8	COMPUTATIONAL METHODS IN HIGH-ENERGY PHYSICS	Dr. Zhandos Akhmetov Prof. Dr. Makpal Orozbekova

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES November 1-3, 2025 Dubai Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 1 Kasım / Nov 1, 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	Assis. Prof. Dr. Murat Tursunov Assoc. Prof. Dr. Dilnoza Karimova	1	INNOVATIVE TARGETED DRUG DELIVERY SYSTEMS FOR CANCER THERAPY: ENHANCING EFFICACY AND REDUCING SIDE EFFECTS	Dr. Ahmed El-Sayed Prof. Dr. Mona Khalil
		2	ASSESSING THE EFFICACY OF NATURAL AND HERBAL REMEDIES IN MANAGING CHRONIC DISEASES	Assoc. Prof. Dr. Youssef Mansour Dr. Dalia Farouk
		3	PHARMACOVIGILANCE IN GEORGIA: MONITORING AND MANAGING ADVERSE DRUG REACTIONS FOR SAFER THERAPY	Nino Kapanadze Giorgi Lomidze
		4	PHARMACOGENOMICS AND PERSONALIZED MEDICINE: TAILORING DRUG THERAPIES BASED ON GENETIC PROFILES	Assis. Prof. Dr. Ana Dimitrova Dr. Tamar Shengelia Assoc. Prof. Dr. Levan Bakhtadze
		5	EMERGING ANTIBIOTIC RESISTANCE IN BALKAN COUNTRIES: STRATEGIES FOR PUBLIC HEALTH INTERVENTION	Prof. Dr. Elena Petrova Dr. Marko Jovanovic
		6	OPTIMIZING VACCINE FORMULATIONS TO ENHANCE IMMUNE RESPONSE AND PROTECT POPULATIONS	Dr. Stefan Kralj
		7	TRADITIONAL MEDICINAL PLANTS AND THEIR MODERN PHARMACOLOGICAL APPLICATIONS: BRIDGING HERBAL AND MODERN THERAPIES	Dr. Rustambek Akhmedov Prof. Dr. Aisululu Bektemirova
		8	ADVANCES IN BIOMARKERS FOR EARLY DISEASE DETECTION: IMPROVING DIAGNOSTIC ACCURACY AND PATIENT OUTCOMES	Assis. Prof. Dr. Murat Tursunov Assoc. Prof. Dr. Dilnoza Karimova

ICHEAS 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES November 1-3, 2025 Dubai Meeting ID: 885 7151 8350 Passcode: 202224 1 Kasım / Nov 1, 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	Prof. Dr. Ezenwa Chinenye Amanamba	1	EVALUATION OF URBAN LAND DEVELOPMENT DIRECTION İN KABUL CITY, AFGHANISTAN	Ahmad Sharif Ahmadi Yoshitaka Kajita
		2	INFLUENCE OF PLACE IDENTITY ON WALKABILITY: A COMPARATIVE STUDY BETWEEN TWO MIXED USED STREETS CHAHARBAGH ST. ISFAHAN, IRAN AND DEREBOYU ST. LEFKOSA, NORTH CYPRUS	Assis. Prof. Dr. R. Rafiemanzelat
		3	RENEWED URBAN WATERFRONT: SPATIAL CONDITIONS OF A CONTEMPORARY URBAN SPACE TYPOLOGY	Assis. Prof. Dr. Beate Niemann, Fabian Pramel
		4	URBAN ECOLOGICAL INTERACTION: AIR, WATER, LIGHT AND NEW TRANSIT AT THE HUMAN SCALE OF BARCELONA'S SUPERILLES	Philip Speranza
		5	PERFORMANCE EVALUATION OF A 'PRIORITY-CONTROLLED' INTERSECTION CONVERTED TO SIGNAL-CONTROLLED INTERSECTION	Prof. Dr. Ezenwa Chinenye Amanamba
		6	DISCUSSION ABOUT FREQUENT ADJUSTMENT OF URBAN MASTER PLANNING İN CHINA: A CASE STUDY OF CHANGSHOU DISTRICT, CHONGQING CITY	Sun Ailu Zhao Wanmin
		7	HYBRID LIVING: EMERGING OUT OF THE CRISES AND DIVISIONS	Yiorgos Hadjichristou
		8	CORPORATE GOVERNANCE STRUCTURES AND OVERLAPPING DIRECTORATES İN THE CZECH REPUBLIC	Assis. Prof. Dr. Ondşej Nowak

Contents

NÖROENDOKRİN TÜMÖRLERLE(NET) İLGİLİ ÜÇÜNCÜ BASAMAK MERKEZ DENEYİMİMİZ	1
ÜÇÜNCÜ BASAMAK MERKEZDE FİBROSCAN DENEYİMİMİZ	5
Akut Baziler Arter Oklüzyonunda Başarılı Trombektomi ve Sol Ventrikül Apikal Trombüse Bağlı Kardiyembolik İnme: Olgu Sunumu.....	9
SUCCESSFUL THROMBECTOMY FOR ACUTE BASILAR ARTERY OCCLUSION AND CARDIOEMBOLIC STROKE DUE TO LEFT VENTRICULAR APICAL THROMBUS: A CASE REPORT.....	12
CRT-D Cihazı Sonrası Gelişen Cep Enfeksiyonu ve İntrakaviter Vejetasyon	15
Eş Zamanlı Proksimal RCA Total Oklüzyonu ve Proksimal LAD Trombüslü Lezyonla Başvuran STEMI Olgusu	23
Simultaneous Presentation of Proximal RCA Total Occlusion and Proximal LAD Thrombotic Lesion in a STEMI Case.....	27
Konus Arter Tıkanmasına Bağlı ST Elevasyonu: Olgu Sunumu	31
ST Elevation Due to Conus Artery Occlusion: A Case Report.....	35
MAVİ DÖNÜŞÜMDE SAĞLIĞIN YENİ ROTASI: İKLİM DOSTU KANSER TEDAVİLERİNİN GELECEĞİ	39
METAVERSE TABANLI PSİKO-SOSYAL DESTEK İLE ONKOLOJİ HASTALARINDA ANKSİYETE VE DEPRESYONUN YÖNETİMİ.....	49
Genç erişkinde akut koroner sendromda nitratla çözülen LAD darlığı	58
Genç erişkinde akut koroner sendromda sağ koroner arter spontan diseksiyonu: medikal izleme tam düzelme	61
İnfarktüs sonrası apikal ventriküler septal rüptür: RCA oklüzyonunda IABP destekli yaklaşım.....	66
Post-MI apical ventricular septal rupture: IABP-supported strategy after RCA occlusion.....	69
Cx kritik lezyonda stent sonrası POT sırasında proksimal stent deformasyonu: ek stentle başarılı kurtarma	72
PROXIMAL STENT DEFORMATION DURING POT AFTER STENTING A CRITICAL CIRCUMFLEX LESION: SUCCESSFUL SALVAGE WITH AN ADDITIONAL STENT	76
ON-GRID PHOTOVOLTAIC SYSTEM PRODUCTION ESTIMATION WITH MACHINE LEARNING ALGORITHMS	80
DESIGN OF A CAMERA BASE WITH THREE-DIRECTIONAL MOVEMENT CAPABILITY.....	86
GİRESUN İLİ ELEKTRİK TÜKETİM DEĞERLERİNİN REGRESYON AĞAÇLARI YÖNTEMİ KULLANILARAK TAHMİNİ.....	92
LİNEER REGRESYON YÖNTEMİ İLE GİRESUN İLİ ELEKTRİK TÜKETİM DEĞERLERİNİN ANALİZ EDİLMESİ.....	97
Yapay Zeka Destekli Dijital İkiz Tabanlı Mobil Sağlık Asistanı	103
STRENGTHS AND CHALLENGES OF LLM-BASED HEALTH CHATBOTS IN THE CONTEXT OF SMART HEALTH SYSTEMS.....	112
DIGITAL HEALTH TWINS IN A DIVIDED WORLD: BRIDGING INNOVATION AND EQUITY IN SMART HEALTHCARE	113

A Lane-Based Data Cleaning Framework for Eliminating Outliers, Missing Data, and Inconsistencies in RTMS Measurements: Istanbul Case.....	114
GAMMA DETECTION PERFORMANCE TESTS OF TWO DIFFERENT SCINTILLATOR TYPES	115
FIRE DETECTION USING DISCRIMINANT ANALYSIS.....	126
ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN UV DAYANIMLI YERLİ ABS LEVHALARIN GELİŞTİRİLMESİ	136
EKLEMELİ İMALATIN HASSAS İMALAT İÇİN TOLERANS ARALIĞINA UYGUNLUĞU ÜZERİNE ARAŞTIRMA	137
FOTOVOLTAİK MALZEMELER: TEKNOLOJİK GELİŞMELER VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ	150
KALICI ZEMİN DEFORMASYONLARI ALTINDA GÖMÜLÜ BORU HATLARININ BASİTLEŞTİRİLMİŞ ANALİZİ	159
THE EFFECT OF SEISMIC ISOLATION SYSTEMS ON STRUCTURAL BEHAVIOR: A LITERATURE REVIEW	160
Kuşburnu Sinipid Gal Komünitesi Üyelerinden <i>Exeristes roborator</i> (Hymenoptera: Ichneumonidae) Türünün İlk Taslak Genomu	171
MİKROEKSTRAKSİYON TEKNİKLERİNİN GIDA BOYALARININ ANALİTİK TAYİNİNDE KULLANIMI VE ÖNEMİ	187
YEŞİL MİKROEKSTRAKSİYON ÇÖZÜCÜLERİNİN GIDA BOYALARININ ANALİTİK TAYİNİNDE KULLANIMI VE ÖNEMİ.....	201
DETECTION OF NITROGEN STRESS IN MAIZE USING SATELLITE AND HYPERSPECTRAL AERIAL IMAGERY WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS.....	213
FENOLİK BİLEŞİKLERİN ABİYOTİK STRES FAKTÖRLERİNE KARŞI BİTKİLERDEKİ ÖNEMİ.....	229
BAHÇE BİTKİLERİNDE ATIK YÖNETİMİNİN ÖNEMİ	233
TARIMSAL SAVAŞIMDA PESTİSİT KULLANIMININ AZALTILMASINDA BİYOLOJİK MÜCADELE YAKLAŞIMLARI.....	238
OLGU SUNUMU: TEMPOROMANDİBULAR EKLEM AĞRISI VE ESTETİK KAYBI BULUNAN PSÖDO KLASS 3 HASTADA PROTETİK REHABİLİTASYON İLE FONKSİYONEL DENGE SAĞLANMASI	251
OLGU SUNUMU: OBSTRÜKTİF UYKU APNESİ OLAN BİR HASTADA ORAL APAREY İLE SOLUNUM YOLU VE UYKU FONKSİYONUNUN RESTORASYONU	263
GANTZER KASININ KLİNİK VE ANATOMİK ÖNEMİ	267
PİRİFORMİS SENDROMUNUN KLİNİK VE ANATOMİK DEĞERLENDİRMESİ	270
KOLONOSKOPİ GÖRÜNTÜLERİNDE YOLOV8–YOLOV12 İLE HIZLI VE DOĞRU POLİP TESPİTİ	273
Halk Sağlığında Yenidoğan Genetik Tarama Programlarının Önemi	275
Fiziksel Aktivitenin Epigenetik Mekanizmalar ve Hücresel Süreçler Üzerindeki Etkileri: Halk Sağlığına Yansımaları.....	281
CERRAHİ YOĞUN BAKIM HASTALARINDA BAKIM MEMNUNİYETİNİN UMUTSUZLUK DÜZEYİNE ETKİSİ	287
DENEYSEL OLARAK PKOS OLUŞTURULAN SIÇANLARDA GELİŞEN İNSÜLİN DİRENCİNDE AGMATİNİN TERAPÖTİK ETKİLERİ.....	299
YÖK TEZ VERİ TABANINDAKİ AFET VE ÇOCUK KONULU TEZLERİN	301
META-DEĞERLENDİRMESİ.....	301

2000–2025 YILLARI ARASINDA AFET VE ÇOCUK BAĞLAMINDAKİ ARAŞTIRMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ: WEB OF SCIENCE VERİ TABANINA DAYALI VOSviewer İNCELEMESİ.....	314
ADÖLESANLARIN SOSYAL DESTEK AĞLARININ GÜÇLENDİRİLMESİNDE HEMŞİRELİK YAKLAŞIMLARI .	327
ERGENLİK DÖNEMİNDE AŞILAMA VE ÖNLEYİCİ SAĞLIK HİZMETLERİNİN ÖNEMİ: HEMŞİRELİK YAKLAŞIMLARINA YÖNELİK BİR DERLEME	336
CİNSEL İŞLEV BOZUKLUKLARININ PSİKOLOJİSİ VE KİŞİLERARASI BOYUTLARI	345
EŞ DESTEKLİ DOĞUM: BRADLEY MODELİ	353
Clinical and Demographic Characteristics of Malignant Tumors in Van Province and Its Surroundings	360
Investigating the Association Between Treatment Response to CDK4/6 Inhibitors and Pre-/Post-Treatment Peripheral Blood Parameters and Prognostic Nutritional Index in Breast Cancer Patients Receiving CDK4/6 Inhibitor Therapy	361
ANKİLOZAN SPONDİLİT HASTALARINDA HASTALIK AKTİVİTESİ İLE PANİMMÜN İNFLAMASYON İNDEKSİ ARASINDAKİ İLİŞKİ	363
TOPUK DİKENİ OLAN HASTALARDA PLANTAR FASYA, GASTROCNEMİUS VE SOLEUS KAS BİYOMEKANİKLERİNİN İNCELENMESİ: PİLOT ÇALIŞMA	368
GEBELERDE EKSOJEN MELATONİN UYGULAMASININ YAVRUYA VE ANNEYE ENDİKASYONLARI	380
SEDANTER BİREYLERİN FİZİKSEL VE PSİKOLOJİK ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCENLENMESİ	390
ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNDE GÖRSEL ÇALIŞMA BELLEĞİ VE FİZİKSEL PERFORMANS ARASINDAKİ İLİŞKİ	400
ADVANCED NANOTECHNOLOGY APPLICATIONS IN FOOD PRESERVATION AND SAFETY	410
SUSTAINABLE FOOD PROCESSING METHODS FOR REDUCING ENVIRONMENTAL IMPACT IN GASTRONOMY	411
INNOVATIVE FERMENTATION TECHNIQUES FOR DEVELOPING FUNCTIONAL FOODS AND BEVERAGES	412
DEVELOPMENT OF PLANT-BASED PROTEINS AND THEIR INDUSTRIAL APPLICATIONS IN FOOD ENGINEERING	413
APPLICATION OF MICROENCAPSULATION TECHNOLOGY TO ENHANCE FLAVOR AND NUTRITIONAL VALUE	414
ADVANCES IN SMART KITCHEN TECHNOLOGIES FOR GASTRONOMIC INNOVATION AND FOOD SAFETY	415
EVALUATION OF TRADITIONAL AND MODERN FOOD PRESERVATION METHODS IN EXTREME CLIMATES	416
APPLICATION OF NATURAL FOOD COLORANTS AND FLAVOR ENHANCERS IN MODERN CUISINE	417
ENHANCED POWER ELECTRONICS STRATEGIES FOR SMART GRID AND RENEWABLE ENERGY SYSTEMS	418
HIGH-FREQUENCY AND LOW-POWER CIRCUIT DESIGN FOR IoT AND WEARABLE DEVICES.....	419
INNOVATIVE SEMICONDUCTOR MATERIALS FOR ENERGY-EFFICIENT AND HIGH-PERFORMANCE ELECTRONICS	420



OPTIMIZED MICROCONTROLLER-BASED EMBEDDED SYSTEMS FOR AUTOMATED INDUSTRIAL APPLICATIONS.....	421
RECONFIGURABLE AND MULTI-BAND ANTENNA TECHNOLOGIES FOR 5G AND BEYOND.....	422
INTELLIGENT SENSOR NETWORKS AND DATA FUSION TECHNIQUES FOR INDUSTRIAL AUTOMATION	423
ADVANCEMENTS IN FLEXIBLE, WEARABLE, AND BIOCOMPATIBLE ELECTRONICS	424
ADVANCES IN SURGICAL AND MINIMALLY INVASIVE TECHNIQUES FOR SMALL ANIMALS	425
EVALUATING THE IMPACT OF NUTRITIONAL SUPPLEMENTS AND DIETARY INTERVENTIONS ON LIVESTOCK HEALTH	426
GENETIC SELECTION AND BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES TO IMPROVE DISEASE RESISTANCE IN POULTRY	427
EMERGING AND RE-EMERGING PARASITIC INFECTIONS AFFECTING DOMESTIC ANIMALS	428
NOVEL VACCINATION STRATEGIES AND IMMUNIZATION PROGRAMS FOR RABIES CONTROL IN WILD ANIMALS	429
ANTIMICROBIAL RESISTANCE TRENDS AND MANAGEMENT STRATEGIES IN LIVESTOCK PATHOGENS	430
ADVANCED DIAGNOSTIC IMAGING TECHNIQUES FOR EARLY DETECTION OF ANIMAL DISEASES.....	431
HEALTHCARE ACCESS AND QUALITY IN RURAL AREA IN RUSSIA.....	432
EVALUATION OF THE INFLUENCE OF AIR POLLUTION ON CHILDREN'S RESPIRATORY HEALTH IN MOSCOW.....	433
THE IMPACT OF NUTRITIONAL EDUCATION ON ADOLESCENT EATING HABITS IN MILAN	434
EFFECTIVENESS OF REHABILITATION PROGRAMS FOR PTSD PATIENTS IN ALGERIA.....	435
DEVELOPMENT OF PLANT-BASED PROTEINS AND THEIR INDUSTRIAL APPLICATIONS IN FOOD ENGINEERING	436
APPLICATION OF MICROENCAPSULATION TECHNOLOGY TO ENHANCE FLAVOR AND NUTRITIONAL VALUE	437
ADVANCES IN SMART KITCHEN TECHNOLOGIES FOR GASTRONOMIC INNOVATION AND FOOD SAFETY	438
EVALUATION OF TRADITIONAL AND MODERN FOOD PRESERVATION METHODS IN EXTREME CLIMATES	439
ADVANCED NANOTECHNOLOGY APPLICATIONS IN FOOD PRESERVATION AND SAFETY	440
SUSTAINABLE FOOD PROCESSING METHODS FOR REDUCING ENVIRONMENTAL IMPACT IN GASTRONOMY	441
INNOVATIVE FERMENTATION TECHNIQUES FOR DEVELOPING FUNCTIONAL FOODS AND BEVERAGES	442
DEVELOPMENT OF PLANT-BASED PROTEINS AND THEIR INDUSTRIAL APPLICATIONS IN FOOD ENGINEERING	443
APPLICATION OF MICROENCAPSULATION TECHNOLOGY TO ENHANCE FLAVOR AND NUTRITIONAL VALUE	444

ADVANCES IN SMART KITCHEN TECHNOLOGIES FOR GASTRONOMIC INNOVATION AND FOOD SAFETY	445
EVALUATION OF TRADITIONAL AND MODERN FOOD PRESERVATION METHODS IN EXTREME CLIMATES	446
APPLICATION OF NATURAL FOOD COLORANTS AND FLAVOR ENHANCERS IN MODERN CUISINE	447
NANOSTRUCTURED COATINGS FOR ENHANCED CORROSION RESISTANCE IN METALLIC ALLOYS....	448
OPTIMIZATION OF HEAT TREATMENT PROCESSES FOR HIGH-STRENGTH STEEL COMPONENTS.....	449
INVESTIGATION OF MICROSTRUCTURAL EVOLUTION IN ALUMINUM ALLOYS DURING DEFORMATION	450
ADVANCED WELDING TECHNIQUES FOR LIGHTWEIGHT COMPOSITE METAL STRUCTURES	451
STUDY ON FATIGUE BEHAVIOR OF STEEL UNDER CYCLIC LOADING	452
CORROSION INHIBITION MECHANISMS OF ECO-FRIENDLY COATINGS ON STAINLESS STEEL	453
MECHANICAL CHARACTERIZATION OF NOVEL TITANIUM ALLOYS FOR AEROSPACE APPLICATIONS	454
DEVELOPMENT OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNIQUES FOR METAL COMPONENTS	455
THERMAL ANALYSIS AND MODELING OF METAL SOLIDIFICATION PROCESSES	456
QUANTUM ENTANGLEMENT IN MULTI-PARTICLE SYSTEMS	457
NONLINEAR DYNAMICS AND CHAOS THEORY APPLICATIONS IN PHYSICS	458
ADVANCED ALGEBRAIC STRUCTURES IN COMPUTATIONAL MATHEMATICS	459
TOPOLOGICAL METHODS IN MODERN PHYSICS.....	460
MATHEMATICAL MODELING OF FLUID DYNAMICS IN COMPLEX MEDIA	461
NUMERICAL SIMULATION TECHNIQUES FOR QUANTUM SYSTEMS.....	462
APPLIED STATISTICS IN PHYSICAL EXPERIMENTS.....	463
COMPUTATIONAL METHODS IN HIGH-ENERGY PHYSICS	464
INNOVATIVE TARGETED DRUG DELIVERY SYSTEMS FOR CANCER THERAPY: ENHANCING EFFICACY AND REDUCING SIDE EFFECTS	465
ASSESSING THE EFFICACY OF NATURAL AND HERBAL REMEDIES IN MANAGING CHRONIC DISEASES	466
PHARMACOVIGILANCE IN GEORGIA: MONITORING AND MANAGING ADVERSE DRUG REACTIONS FOR SAFER THERAPY.....	467
PHARMACOGENOMICS AND PERSONALIZED MEDICINE: TAILORING DRUG THERAPIES BASED ON GENETIC PROFILES	468
EMERGING ANTIBIOTIC RESISTANCE IN BALKAN COUNTRIES: STRATEGIES FOR PUBLIC HEALTH INTERVENTION.....	469
OPTIMIZING VACCINE FORMULATIONS TO ENHANCE IMMUNE RESPONSE AND PROTECT POPULATIONS	470
TRADITIONAL MEDICINAL PLANTS AND THEIR MODERN PHARMACOLOGICAL APPLICATIONS: BRIDGING HERBAL AND MODERN THERAPIES.....	471



ADVANCES IN BIOMARKERS FOR EARLY DISEASE DETECTION: IMPROVING DIAGNOSTIC ACCURACY AND PATIENT OUTCOMES.....	472
EVALUATION OF URBAN LAND DEVELOPMENT DIRECTION IN KABUL CITY, AFGHANISTAN.....	473
INFLUENCE OF PLACE IDENTITY ON WALKABILITY: A COMPARATIVE STUDY BETWEEN TWO MIXED-USE STREETS CHAHARBAGH ST. ISFAHAN, IRAN AND DEREBOYU ST. LEFKOSA, NORTH CYPRUS.....	474
RENEWED URBAN WATERFRONT: SPATIAL CONDITIONS OF A CONTEMPORARY URBAN SPACE TYPOLOGY.....	475
URBAN ECOLOGICAL INTERACTION: AIR, WATER, LIGHT AND NEW TRANSIT AT THE HUMAN SCALE OF BARCELONA'S SUPERILLES.....	476
PERFORMANCE EVALUATION OF A 'PRIORITY-CONTROLLED' INTERSECTION CONVERTED TO SIGNAL-CONTROLLED INTERSECTION.....	477
DISCUSSION ABOUT FREQUENT ADJUSTMENT OF URBAN MASTER PLANNING IN CHINA: A CASE STUDY OF CHANGSHOU DISTRICT, CHONGQING CITY.....	478
HYBRID LIVING: EMERGING OUT OF THE CRISES AND DIVISIONS.....	479
CORPORATE GOVERNANCE STRUCTURES AND OVERLAPPING DIRECTORATES IN THE CZECH REPUBLIC.....	480
CUMHURİYETİN İLK YILLARINDA TÜRKİYE'NİN SIHHİ DURUMU (Sağlık Kuruluşları, Personel, Hasta, Hastane ve Tedavi İstatistikleri Hakkında).....	481
CUMHURİYETİN İLK YILLARINDA SAĞLIK TEŞKİLATI: Çıkarılan Kanunlar, Nizamnameler ve Yapılan Çalışmalara Dair Ayrıntılı Bir Rapor.....	489
GÖRME ENGELLER İÇİN HAREKETLİ VE SES KOMUTLU GERİ DÖNÜŞÜM KUTUSU TASARIMI (UMKO).....	504

NÖROENDOKRİN TÜMÖRLERLE(NET) İLGİLİ ÜÇÜNCÜ BASAMAK MERKEZ DENEYİMİMİZ

OUR TERTIARY CENTER EXPERIENCE WITH NEUROENDOCRINE TUMORS (NET)

Doç. Dr. Halil ATASOY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi Gastroenteroloji Bilim Dalı

Halil.rakici@erdogan.edu.tr ORCID ID: [0000-0001-5587-3667](https://orcid.org/0000-0001-5587-3667)

Amaç: Nöroendokrin tümörler gerek patoloğların gerekse gastroenterogların farkındalıklarının artması sonucu son yıllarda daha sık tanı konulan tümörlerdir. Bu nedenle merkezimizde takip ettiğimiz NET leri temel alarak deneyimlerimizi paylaşmayı amaçladık.

Yöntem: Üçüncü basamak merkezimizde 2018-2021 yılları arasında patoloji kliniği tarafından NET tanısı konulan hastaların kayıtları inceledi. Kayıtları yetersiz olan hastalar kontrole çağrılarak tedavi süreci ve son durumları tespit edildi. Toplam 48 hasta saptandı.

Bulgular: Hastaların 27(%56.2) si erkek 21(%43.8)i kadındı. Ortanca yaş(19-88) 53.5 idi. Hastaların 14(%29.1) ü nöroendokrin karsinom(NEC), 34(%70.9) tanesi NET tanısı almıştı. NEC ların yedisi(%14.5) karaciğerde, dördü(%8.3) mide de, biri(%2) ince barsak ta, biri(%2) akciğerde ve biri(%2) de kolonda saptanmıştı. NET lerin ise 14(%29.1) ü apendiks te, sekizi(%16.6) mide de, beşi(%10.4) pankreas ta, üçü(%6.2) karaciğer de, ikisi(%4.1) kolonda, biri(%2) duodenum da ve biri(%2) de ciltte idi. NET lerin 23(%67.6) si grade1(G1), 10(%29.4) u grade2 (G2) ve biri(%3) grade 3(G3) olarak saptandı. Karaciğer ve akciğer dışında saptanan NEC lerin tümü cerrahi tedavi sonrası onkolojik tedavi aldı. Altı hasta(%12.5) karaciğer ve akciğer metastazı nedeniyle tanı aldıklarından primer orjini saptanamadı. NEC saptanan hastaların ikisi(%4.1) kaybedildi. Diğer 12 sinin tedavisi devam etmektedir. Grade 1 ve 2 NET ler sadece cerrahi ve endoskopik tedavi ile tedavi edildiler. Ancak kolonda saptanan 6 cm çapında grade 2 NET uzak metastaz yapmıştı.

Sonuç: World Health Organization (WHO)2019 yılında ki son sınıflamasına göre NET ve NEC ayrımı yapılması önemlidir. NEC lar çok agresif olup sürvileri ortalama 36 aydır. Grade 1 ve 2 NET ler de tümörün tam olarak çıkarılması kür sağlayabilmektedir. G3 NET lerde tedavi daha zordur.

Anahtar kelimeler: nöroendokrin tümör, evreleme, prognoz, tedavi

Our tertiary center experience with neuroendocrine (NET) tumors

Halil ATASOY

Recep Tayyip Erdoğan University Department of Gastroenterology. Rize

Abstract

Aim: Neuroendocrine tumors are tumors that have been diagnosed more frequently in recent years due to the increased awareness of both pathologists and gastroenterologists. Therefore, we aimed to share our experiences based on the NETs we follow in our center.

Method: The records of patients diagnosed with NET by the pathology clinic in our tertiary center between 2018-2021 were examined. Patients with insufficient records were called for a check-up and their treatment process and current status were determined. A total of 48 patients were identified.

Results: 27 (56.2%) of the patients were male and 21 (43.8%) were female. The median age (19-88) was 53.5. Fourteen (29.1%) of the patients were diagnosed with neuroendocrine carcinoma (NEC), and 34 (70.9%) were diagnosed with NET. Seven (14.5%) of the NECs were detected in the liver, four (8.3%) in the stomach, one (2%) in the small intestine, one (2%) in the lung, and one (2%) in the colon. 14 (29.1%) of the NETs were in the appendix, eight (16.6%) in the stomach, five (10.4%) in the pancreas, three (6.2%) in the liver, two (4.1%) in the colon, one (2%) in the duodenum, and one (2%) in the skin. NETs were detected as grade 1 (G1) in 23 (67.6%), grade 2 (G2) in 1 (3%) and grade 3 (G3). All NECs detected outside the liver and lungs received oncological treatment after surgical treatment. Primary origin could not be determined in six patients (12.5%) because they were diagnosed with liver and lung metastases. Two (4.1%) of the patients detected with NEC died. Treatment of the other 12 is ongoing. Grade 1 and 2 NETs were treated only with surgery and endoscopic treatment. However, a grade 2 NET with a diameter of 6 cm detected in the colon had distant metastases. Conclusion: According to the latest classification of the World Health Organization (WHO) in 2019, it is important to distinguish between NETs and NECs. NECs are very aggressive and have an average survival of 36 months. Complete removal of the tumor can provide a cure in grade 1 and 2 NETs. Treatment is more difficult in G3 NETs.

Key words: neuroendocrine tumor, staging, prognosis, treatment

GİRİŞ

Nöroendokrin tümörler vücudun her organından kaynaklanabilen nöroendokrin hücre sisteminin bir parçası olan enterokromaffin hücrelerden orjin alan tümörlerdir. Hormon salgıladıklarında fonksiyonel, salgılamadıkların da nonfonksiyonel olarak tanımlanırlar. En sık olarak gastrointestinal trakt ve pankreasta bulunurlar. Bu nöroendokrin hücreler nörona özgü enolaz, sinaptofizin ve kromogranin gibi düzenleyici hormonlar ve aminler içerirler. İmmünohistokimyasal boyalarla tanı için kullanılırlar. Yüzde 9-14 vakada tümörün primer orjinini tespit edilemeyebilir. CDX-2, pancreatic ve duodenal homeobox factor-1 (PDX-1), TTF, PAX-1, and ISL-1 gibi transkripsiyon faktörleri NETlerin orjinini belirlemede kullanılabilir. 2010 ve 2019 yıllarında World Health Organization (WHO) tarafından sınıflaması yapılmıştır. Takip ve

tedavi bu sınıflama esas alınarak yapılmaktadır. Burada tümörün iyi veya kötü diferansiye olması ,mitoz sayısı ve Ki-67 proliferasyon indeksi temel alınmaktadır.

UYGULAMALAR: Üçüncü basamak merkezimizde 2018-2021 yılları arasında patoloji kliniği tarafından NET tanısı konulan hastaların kayıtları inceledi. Kayıtları yetersiz olan hastalar kontrole çağrılarak tedavi süreci ve son durumları tespit edildi. Toplam 48 hasta saptandı.

Bulgular: Hastaların 27(%56.2) si erkek 21(%43.8)i kadındı. Ortanca yaş(19-88) 53.5 idi. Hastaların 14(%29.1) ü nöroendokrin karsinom(NEC), 34(%70.9) tanesi NET tanısı almıştı. NEC ların yedisi(%14.5) karaciğerde, dördü(%8.3) mide de, biri(%2) ince barsak ta, biri(%2) akciğerde ve biri(%2) de kolonda saptanmıştı. NET lerin ise 14(%29.1) ü apendiks te, sekizi(%16.6) mide de, beşi(%10.4) pankreas ta, üçü(%6.2) karaciğer de, ikisi(%4.1) kolonda, biri(%2) duodenum da ve biri(%2) de ciltte idi. NET lerin 23(%67.6) si grade1(G1), 10(%29.4) u grade2 (G2) ve biri(%3) grade 3(G3) olarak saptandı. Karaciğer ve akciğer dışında saptanan NEC lerin tümü cerrahi tedavi sonrası onkolojik tedavi aldı. Altı hasta(%12.5) karaciğer ve akciğer metastazı nedeniyle tanı aldıklarından primer orjini saptanamadı. NEC saptanan hastaların ikisi(%4.1) kaybedildi. Diğer 12 sinin tedavisi devam etmektedir. Grade 1 ve 2 NET ler sadece cerrahi ve endoskopik tedavi ile tedavi edildiler. Ancak kolonda saptanan 6 cm çapında grade 2 NET uzak metastaz yapmıştıBulgular tablo 1 de gösterilmiştir.

Tablo 1. NET VE NEC ler in genel özellikleri

Lokalizasyon	NET	NEC	İyi diferansiye	Kötü dferansiye	Ki-67		
					G1	G2	G3
Mide	8 (%16.6)	4(%8.3)	8 (%16.6)	4(%8.3)	4(%8.3)	4(%8.3)	
Apendiks	14(%29.1)		14(%29.1)		12(%25)	2(%4.1)	
Pankreas	5 (%10.4)		5 (%10.4)		4(%8.3)	1(%2)	
Kolon	2 (%4.1)	1 (%2)	2 (%4.1)	1 (%2)	1(%2)	1(%2)	
Karaciğer	3 (%6.2)	7(%14.6)	3 (%6.2)	7(%14.6)	1(%2)	1(%2)	
Duodenum	1 (%2)		1 (%2)		1(%2)		
İnce barsak		1 (%2)		1 (%2)			
Akciğer		1 (%2)		1 (%2)			
Cilt	1 (%2)						1 (%2)

NET:Nöroendookrin tümör, NEC: Nöroendokrin karsinom

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

NET ler artan farkındalığımız nedeniyle günlük pratiğimizin rutin bir parçası haline gelmiştir. NET ile NEC ayrımı yapmak çok önemlidir. Çünkü NEC lar çok hızlı ilerleyen kötü prognozlu tümörlerdir. Tedavilerinde çok çeşitli tedavi modalitelerini kullanmak gereklidir. Her türlü tedaviye rağmen sürvileri ortalama 36 aydır.(1,2) NET ve NEC lar arasındaki temel ayırım tümörün iyi veya kötü diferansiye olması, mitoz sayısı ve Ki-67 indeksine göre yapılır. Kötü diferansiye olanlar NEC lardır.(1-3) İyi diferansiye olan tümörler de mitoz sayısı, Ki -67 indeksine göre tümörün sınıflamadaki yerini belirlemede daha iyi bir göstergedir. İmmünohistokimyasal boyalar tanıya yardımcı olmakla birlikte sınıflamada bir önemleri yoktur. CDX-2, pancreatic ve duodenal homeobox factor-1 (PDX-1), TTF, PAX-1, and ISL-1 gibi transkripsiyon faktörleri NETlerin orjinini belirlemede kullanılabilir.(4) G1ve G2 NET lerde

tümörün endoskopik veya cerrahi olarak tam olarak çıkartılması kür sağlar. NEC lar da tümör lokalize olsa ve cerrahi olarak tam çıkartılsa bile uzak metastaz yapma ihtimali yüksektir. Özefagus ve anal kanal NETlerinde bir istisna olarak hastalık lokalize olsa bile cerrahi tedavi ilk seçenek değildir. Kemoradyoterapi sonrası cerrahi uygulanır.(1-4)

GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

World Health Organization(WHO) 2019 yılında ki son sınıflamasına göre NET ve NEC ayrımı yapılması önemlidir. NEC lar çok agresif tümörler olup sürvileri ortalama 36 aydır. Grade 1 ve 2 NET ler de tümörün cerrahi veya endoskopik yöntemle tam olarak çıkarılması kür sağlayabilmektedir. G3 NET ler de tedaviye cevap G2 ler den daha kötü ve daha zordur. Ancak NEC ler den daha iyi olmasına karşın platin bazlı kemoteraplilere cevabı daha zayıftır.

Kaynaklar

- 1- R. Strosberg, Taymehyah Al-Toubah. Neuroendocrine tumors. *Sleisenger and Fordtran's Gastrointestinal and Liver Disease: Mark Feldman, Lawrence S. Friedman, J. Brandt.*11. Edition 2020.Chapter 34. 472-497
- 2- Zhaohai Yang. Pathology, classification, and grading of neuroendocrine neoplasms arising in the digestive system. Uptodate. Literature review current through: Jan 2022. | This topic last updated: Sep 10, 2021.
- 3- Klimstra DS, Kloppell G, La Rosa S, Rindi G. Classification of neuroendocrine neoplasms of the digestive system. In: WHO Classification of Tumours: Digestive System Tumours, 5th ed, WHO Classification of Tumours Editorial Board (Ed), International Agency for Research on Cancer, Lyon 2019. p.16.
- 4- Roy S, LaFramboise WA, Liu TC, et al. Loss of Chromatin-Remodeling Proteins and/or CDKN2A Associates With Metastasis of Pancreatic Neuroendocrine Tumors and Reduced Patient Survival Times. *Gastroenterology* 2018; 154:2060.
- 5- Kloppell G. Tumour biology and histopathology of neuroendocrine tumors..*Best Pract Res Clin Endocrinol Metab* 2007;21:15–31.<

ÜÇÜNCÜ BASAMAK MERKEZDE FİBROSCAN DENEYİMİMİZ OUR FİBROSCAN EXPERIENCE IN A TERTIARY CENTER

Doç. Dr. Halil ATASOY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Tıp Fakültesi Gastroenteroloji Bilim Dalı

halil.rakici@erdogan.edu.tr *ORCID ID: 0000-0001-5587-3667*

Amaç. Karaciğerde fibrosisi ve yağlanmayı göstermek için altın standart yöntem karaciğer biyopsisidir. Ancak invaziv bir yöntem olması ve komplikasyonlarının varlığı non-invaziv bir yöntem bulma arayışlarına yol açmıştır. Fibroscan bu amaçla kullanılmaktadır. Çalışmamızda karaciğer biyopsisi yapılan hastalarda Fibroscan ve Fibrosis-4(Fib-4) skoru ile olan korelasyonunu göstermeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntemler. Karaciğer yağlanması ve kronik hepatit B nedeniyle karaciğer biyopsisi yapılan toplam 33 hasta mevcuttu. Bu hastalara fibroscan yapıldı ve Fib 4 skorları hesaplandı. Bu iki grubun karaciğer biyopsi ile korelasyonları değerlendirildi.

Bulgular. Hastaların ortalama yaşı 49 (27-71) idi. Hastaların 17 si erkek 16 sı kadındı. Karaciğer biyopsisi yapılan hastaların 20sinde Knodell sınıflamasına göre F1-2 fibrosis saptandı. Yedi hastada F3 fibrosis, altı hastada F4 ve üstü fibrosis saptandı. Hastaların onu kronik hepatit B, 23 ü karaciğer yağlanması idi. Fibrosis derecesi arttıkça fibroscan ile kilopascal cinsinden ölçülen LSM(liver stiffness measurement) değerleri ve Fib-4 skoru de artma gösterdi. Ayrıca karaciğer yağlanma derecesi CAP (controlled attenuation parameter) ile ölçüldü. Yapılan istatistiksel analizde Fib- 4 skoru ile CAP arasında pozitif korelasyon gösterdi. İlerlemiş fibrozis grubunda LSM ve CAP arasındaki korelasyon da anlamlı çıkmıştır. Korelasyon katsayısı 0,949'dur yani pozitif yönde çok güçlü bir korelasyon vardır. P değeri de 0,014'tür.

Tartışma. Nonalkolik karaciğer hastalığında(NAFLD) yağlanma derecesini ve fibrosisi, ayrıca kronik hepatitlerde fibrosisi ölçmede VCTE(vibration-controlled transient elastography) bazlı fibroscan noninvazif bir yöntemdir. Magnetik rezonans(MR) elastografi birkaç yerden karaciğer sertliğini ölçtüğü için sensitivitesi daha yüksek bir yöntem olmasına karşın erişimin zor olması ve tecrübe azlığı nedeniyle kullanımı yaygın değildir. Bizim bulgularımızda fibroscan Fib-4 skoruna göre karaciğer biyopsi si ile daha yüksek bir uyum göstermiştir. NAFLD hastalarında CAP değeri ile LSM değeri güçlü bir korelasyon göstermiştir.(korelasyon katsayısı 0.949) Fibroscan ileri fibrosis ve siroz grubunda yüksek sensitiviteye sahiptir.(%94,%97) .

Sonuç. Fibroscan kolay, ucuz, taşınabilir ve tekrarlanabilir non-invaziv bir yöntem olup karaciğer yağlanmasını ve özellikle ileri fibrosisi göstermede yüksek sensitiviteye sahiptir.

Anahtar Kelimeler: fibroscan, fibrosis, karaciğer yağlanması, siroz

Abstract

OUR FIBROSCAN EXPERIENCE IN A TERTIARY CENTER

Doç. Dr. Halil ATASOY

Aim: The gold standard method for demonstrating fibrosis and steatosis in the liver is liver biopsy. However, being an invasive method and having complications have led to the search for a non-invasive method. Fibroscan is a non-invasive, cheap, portable and reproducible ultrasonography-based method and is used for this purpose. In our study, we aimed to demonstrate the correlation between Fibroscan and Fibrosis-4 (Fib-4) score in patients who underwent liver biopsy. **Material and Methods.** A total of 33 patients underwent liver biopsy due to steatosis and chronic hepatitis B. Fibroscan was performed on these patients and Fib 4 scores were calculated. The correlations of these two groups with liver biopsy were evaluated.

Results. The mean age of the patients was 49 (27-71). 17 of the patients were male and 16 were female. F1-2 fibrosis was detected in 20 of the patients who underwent liver biopsy according to the Knodell classification. Seven patients had F3 fibrosis, and six patients had F4 and above fibrosis. Ten of the patients had chronic hepatitis B, and 23 had fatty liver. As the degree of fibrosis increased, the LSM (liver stiffness measurement) values measured in kilopascals with fibroscan and the Fib-4 score also increased. In addition, the degree of fatty liver was measured with CAP (controlled attenuation parameter). In the statistical analysis, there was a positive correlation between the Fib-4 score and CAP. The correlation between LSM and CAP in the advanced fibrosis group was also significant. The correlation coefficient was 0.949, meaning there was a very strong positive correlation. The P value was also 0.014, meaning the current correlation was statistically significant.

Discussion. VCTE (vibration-controlled transient elastography) based fibroscan is a noninvasive method for measuring the degree of fatty liver and fibrosis in nonalcoholic liver disease (NAFLD), as well as fibrosis in chronic hepatitis. Magnetic resonance (MR) elastography is a method with higher sensitivity since it measures liver stiffness from several locations, but its use is not widespread due to difficulty of access and lack of experience. It was considered to increase its effectiveness by combining fibroscan with other biochemical markers. In our findings, fibroscan showed higher compatibility with liver biopsy according to Fib-4 score. CAP value and LSM value showed a strong correlation in NAFLD patients. (Correlation coefficient 0.949) Fibroscan has high sensitivity in advanced fibrosis and cirrhosis groups. (94%, 97%) Cut-off value for fibrosis in LSM is accepted as 7.68 kPa (kilopascal) for F1 and 17.5 kPa for F4. Measurements are made with M probe in normal weight patients and XL probe in obese patients. Recent studies have shown that there is no difference between the two groups

Conclusion. Fibroscan is an easy, cheap, portable and reproducible non-invasive method and has high sensitivity in showing liver steatosis and especially advanced fibrosis.

Keywords: fibroscan, fibrosis, steatosis, cirrhosis

GİRİŞ

Nonalkolik karaciğer hastalığında(NAFLD veya MAFLD)yağlanma derecesini ve fibrosisi, ayrıca kronik hepatitlerde fibrosisi ölçmede VCTE(vibration-controlled transient elastography) bazlı fibroscan non-invaziv bir yöntemdir.(1-3)

Magnetik rezonans(MR) elastografi birkaç yerden karaciğer sertliğini ölçtüğü için sensitivitesi daha yüksek bir yöntem olmasına karşın erişimin zor olması ve tecrübe azlığı nedeniyle kullanımını yaygın değildir.

Fibroscan diğer biyokimyasal belirteçlerde kombine edilerek etkinliğinin artırılması düşünülmüştür. Bizim bulgularımızda fibroscan, Fib-4 skoruna göre karaciğer biyopsi si ile daha yüksek bir uyum göstermiştir.

UYGULAMALAR

Bulgular. Hastaların ortalama yaşı 49 (27-71)idi. Hastaların 17 si erkek 16 sı kadındı. Karaciğer biyopsisi yapılan hastaların 20sinde Knodell sınıflamasına göre F1-2 fibrosis saptandı. Yedi hastada F3 fibrosis, altı hastada F4 ve üstü fibrosis saptandı. Hastaların onu kronik hepatit B, 23 ü karaciğer yağlanması idi. Fibrosis derecesi arttıkça fibroscan ile kilopascal cinsinden ölçülen LSM(liver stiffness measurement) değerleri ve Fib-4 skoru de artma gösterdi. Ayrıca karaciğer yağlanma derecesi CAP (controlled attenuation parameter)ile ölçüldü. Yapılan istatistiksel analizde Fib- 4 skoru ile CAP arasında pozitif korelasyon gösterdi. İlerlemiş fibrozis grubunda LSM ve CAP arasındaki korelasyon da anlamlı çıkmıştır. Korelasyon katsayısı 0,949'dur yani pozitif yönde çok güçlü bir korelasyon vardır. P değeri de 0,014'tür. Bulgular Tablo 1 ve 2 de gösterilmiştir.

Tablo1. Hastaların genel özellikleri

Kc biyopsiile fibrosis derecesi	Fibroscan	Fib-4 Skoru
Belirgin fibrosis F2 no:20	En düşük en yüksek 3.3 kp 13.7kp	En düşük en yüksek 2.12 4.38
İlerlemiş fibrosis F3 no: 7	En düşük en yüksek 4.8 17	En düşük en yüksek 2.16 3.07
Siroz F4 ve üstü no: 6	En düşük en yüksek 21 25.7	En düşük en yüksek 0.6 2.26

Tablo 2. Parametrelerin her grup içinde birbirlerine göre korelasyonları

Grup		CAP		LSM		FİB4	
		Korelasyon katsayısı	(p değeri)	Korelasyon katsayısı	(p değeri)	Korelasyon katsayısı	(p değeri)
Belirgin fibrozis	CAP			0.235 (0.280)		0.447 (0.032)	
	LSM	0.235 (0.280)				0.547 (0.007)	
	FİB4	0.447 (0.032)		0.547 (0.007)			
İlerlemiş fibrozis	CAP			0.949 (0.014)		0.182 (0.770)	
	LSM	0.949 (0.014)				0.125 (0.841)	
	FİB4	0.182 (0.770)		0.125 (0.841)			
Siroz	CAP			0.233 (0.706)		0.536 (0.352)	
	LSM	0.233 (0.706)				0.654 (0.232)	
	FİB4	0.536 (0.352)		0.654 (0.232)			

SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME. Nonalkolik karaciğer hastalığında (NAFLD) yağlanma derecesini ve fibrosisi, ayrıca kronik hepatitlerde fibrosisi ölçmede VCTE (vibration-controlled transient elastography) bazlı fibroscan noninvazif bir yöntemdir. (1-3) Magnetik rezonans (MR) elastografi birkaç yerden karaciğer sertliğini ölçtüğü için sensitivitesi daha yüksek bir yöntem olmasına karşın erişimin zor olması ve tecrübe azlığı nedeniyle kullanımı yaygın değildir. Fibroscan diğer biyokimyasal belirteçlerde kombine edilerek etkinliğinin artırılması düşünülmüştür. Bizim bulgularımızda fibroscan Fib-4 skoruna göre karaciğer biyopsisi ile daha yüksek bir uyum göstermiştir. NAFLD hastalarında CAP değeri ile LSM değeri güçlü bir korelasyon göstermiştir. (korelasyon katsayısı 0.949) Fibroscan ileri fibrosis ve siroz grubunda yüksek sensitiviteye sahiptir. (%94, %97) LSM de fibrosis için Cut-off değeri F1 için 7.68kPa (kilopaskal), F4 için ise 17.5kPa olarak kabul edilir. Ölçümler normal kilolularda M prob, obezlerde ise XL prob ile yapılır. Son araştırmalar ikisi arasında fark olmadığını göstermiştir. (1-3)

GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR. Fibroscan kolay, ucuz, taşınabilir ve tekrarlanabilir non-invazif bir yöntem olup karaciğer yağlanmasını ve özellikle ileri fibrosisi göstermede yüksek sensitiviteye sahiptir.

Kaynaklar

- 1- Satoshi Oeda, Kenichi Tanaka, Ayaka Oshimae et al. Diagnostic Accuracy of FibroScan and Factors Affecting Measurements. *Diagnostics* 2020, 10, 940; doi:10.3390/diagnostics10110940
- 2- Arun J Sanyal, Julie Foucquier, Zobair M Younossi, et al. Enhanced diagnosis of advanced fibrosis and cirrhosis in individuals with NAFLD using FibroScan-based Agile scores. *J Hepatol.* 2023 Feb;78(2):247-259. doi: 10.1016/j.jhep.2022.10.034. Epub 2022 Nov 12.
- 3- Xiaotong Xu, Jinglan Jin, Yuwei Liu. Performance of FibroScan in grading steatosis and fibrosis in patients with nonalcoholic fatty liver disease: A meta-analysis. *Arab Journal of Gastroenterology* 24 (2023) 189–197.

AKUT BAZILER ARTER OKLÜZYONUNDA BAŞARILI TROMBEKTOMİ VE SOL VENTRIKÜL APIKAL TROMBÜSE BAĞLI KARDİYOEMBOLİK İNME: OLGU SUNUMU

Hüseyin Durak, MD

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Rize, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8248-5966

ÖZET

69 yaşında erkek hasta, sol kolda ve bacakta güç kaybı, bulantı ve kusma şikayetleriyle acil servise başvurdu. Diffüzyon MRG’de sol bulbus, bilateral serebellar hemisferler ve sağ PCA sulama alanında akut iskemik lezyonlar saptandı. Hastada baziler arter oklüzyonu izlenerek acil trombektomi yapıldı ve başarılı reperfüzyon sağlandı. Nörolojik semptomlar tamamen geriledi. Ekokardiyografide LV apikal bölgede 2x2 cm hareketli trombus saptandı. Koroner anjiyografide LAD D1 sonrası total oklüzyon ve D1 ostial %90 darlık belirlendi. Hasta bypass ve anevrizmektomi amacıyla kalp cerrahisine devredildi. Başarılı operasyon sonrası hasta şifa ile taburcu edildi.

Anahtar Kelimeler: Kardiyembolik inme, baziler arter trombektomisi, sol ventrikül trombusu, LAD tıkanıklığı, olgu sunumu

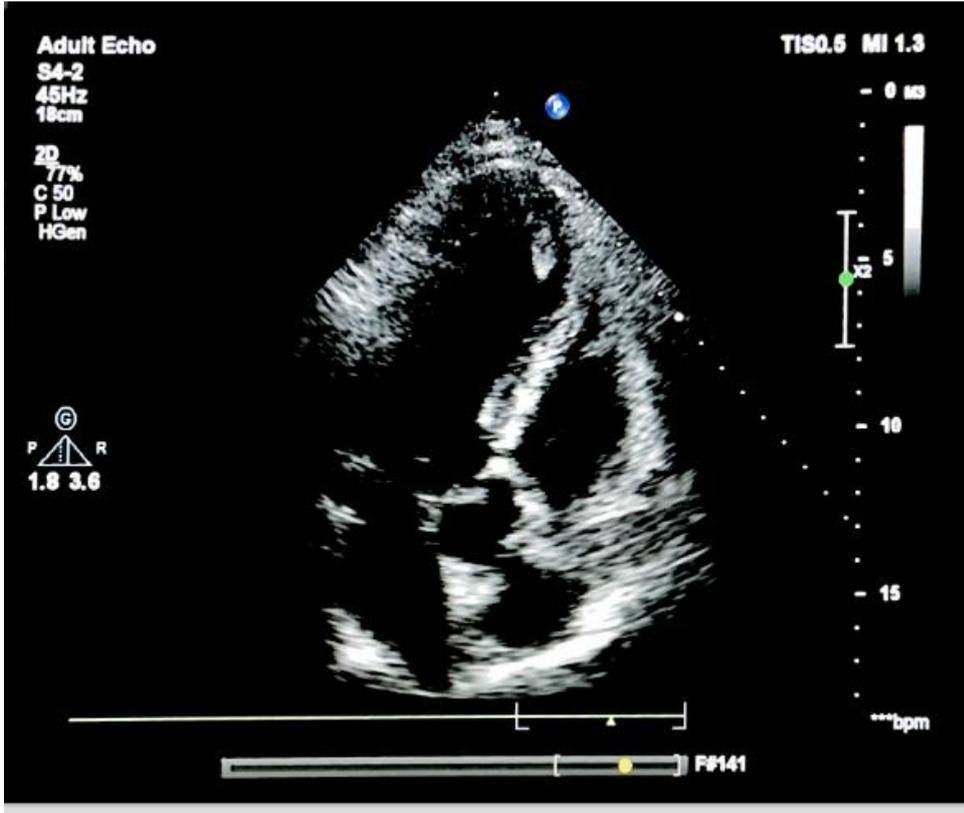
Giriş

Posterior dolaşım inmesi nadir görülmekle birlikte yüksek mortalite ve morbiditeye sahiptir. Kardiyembolik kaynaklı inmeler önemli bir alt grubu oluşturur. Bu olgu, hem posterior dolaşım inmesi hem de kardiyak trombus ilişkisini göstermesi açısından öğreticidir.

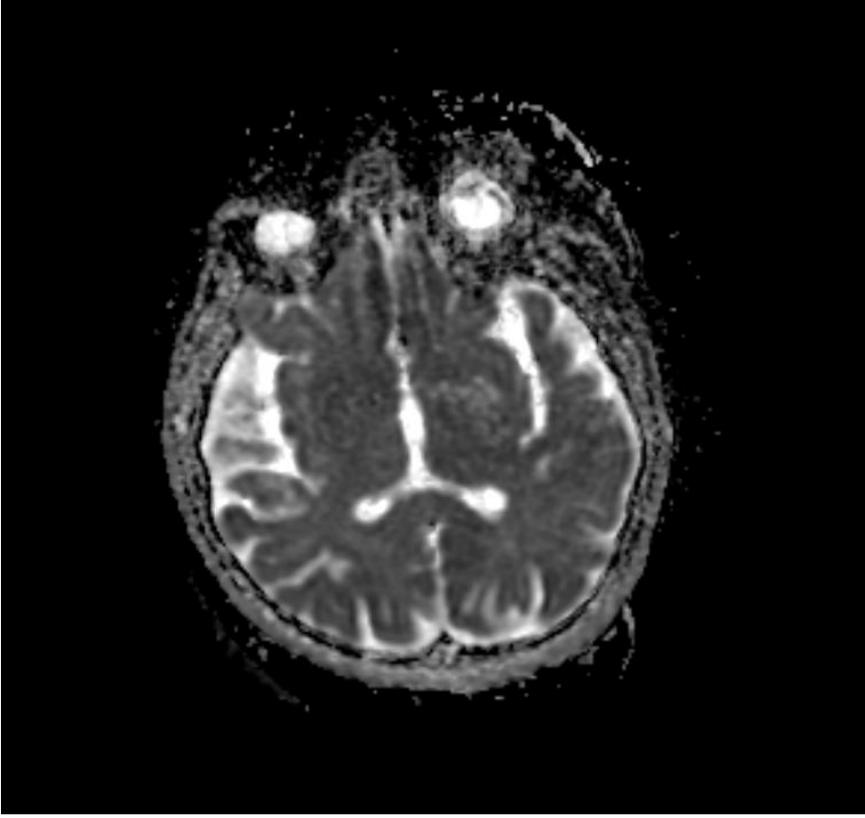
Olgu Sunumu

69 yaşında erkek hasta, sol kolda ve bacakta güçsüzlük, bulantı ve kusma şikayetleriyle acil servise başvurdu. MRG’de sol bulbus, bilateral serebellar hemisferler ve sağ PCA sulama alanında akut iskemik lezyonlar saptandı. Hasta acilen girişimsel radyolojiye yönlendirildi ve baziler arter oklüzyonuna bağlı başarılı trombektomi uygulandı. İşlem sonrası hemiplejik semptomları geriledi ve takiplerde nörolojik sekeli tamamen kayboldu. Ekokardiyografide sol ventrikül apikal bölgesinde akinetik alan ve 2x2 cm boyutlarında hareketli trombus saptandı. Koroner anjiyografide LAD arterinde D1 sonrası total tıkanıklık ve D1 ostialinde %90 darlık görüldü. Hasta koroner bypass ve anevrizmektomi amacıyla kalp ve damar cerrahisine devredildi. Başarılı operasyon sonrası hasta şifa ile taburcu edildi.

Şekil 1. Apekte trombüs görüntüsü



Şekil 2. Koroner anjiyografide LAD arterinde D1 sonrası total oklüzyon ve D1 ostialinde ciddi darlık izlenmekte.



Şekil 3. Diffüzyon MRG’de sol bulbus, bilateral serebellar hemisferler ve sağ PCA sulama alanında akut diffüzyon kısıtlılığı (posterior dolaşım enfarkt alanları izlenmekte).

Tartışma

Kardiyoembolik inme, özellikle sol ventrikül trombüsü varlığında önemli bir etiyojodir. Baziler arter oklüzyonları acil girişim gerektiren, yüksek mortaliteli durumlardır. Bu olguda hem posterior dolaşım inmesinin başarılı trombektomi ile gerilemesi hem de kardiyak kaynaklı trombüsün saptanması, multidisipliner yaklaşımın önemini göstermektedir.

Sonuç

Kardiyoembolik inmelerde altta yatan kardiyak nedenin erken tanınması ve uygun cerrahi tedavi, hastaların sekelsiz taburcu edilmesini sağlayabilir.

SUCCESSFUL THROMBECTOMY FOR ACUTE BASILAR ARTERY OCCLUSION AND CARDIOEMBOLIC STROKE DUE TO LEFT VENTRICULAR APICAL THROMBUS: A CASE REPORT

Hüseyin Durak, MD

Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Cardiology, Rize, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8248-5966

ABSTRACT

A 69-year-old male presented to the emergency department with left arm and leg weakness, nausea, and vomiting. Diffusion MRI revealed acute ischemic lesions in the left medulla, bilateral cerebellar hemispheres, and right PCA territory. Basilar artery occlusion was detected, and successful thrombectomy was performed. Neurological deficits completely resolved. Echocardiography demonstrated a 2×2 cm mobile thrombus in the akinetic left ventricular apex. Coronary angiography revealed total occlusion of the LAD after the D1 branch and 90% stenosis at the D1 ostium. The patient was referred to cardiac surgery for bypass and aneurysmectomy. After a successful operation, he was discharged in good condition.

Keywords: Cardioembolic stroke, basilar artery thrombectomy, left ventricular thrombus, LAD occlusion, case report

Introduction

Posterior circulation strokes are uncommon but carry high morbidity and mortality. Cardioembolic strokes constitute an important subgroup. This case illustrates the association between posterior circulation stroke and left ventricular thrombus.

Case Presentation

A 69-year-old male presented with weakness in the left arm and leg, nausea, and vomiting. Diffusion MRI revealed acute infarcts in the left medulla, bilateral cerebellar hemispheres, and right PCA territory. The patient was immediately referred to interventional radiology, where successful thrombectomy was performed for basilar artery occlusion. Neurological symptoms resolved, with complete recovery during follow-up. Echocardiography demonstrated an akinetic left ventricular apex with a 2×2 cm mobile thrombus. Coronary angiography revealed total occlusion of the LAD after the D1 branch and 90% stenosis at the D1 ostium. The patient was referred to cardiac surgery for bypass and aneurysmectomy. After a successful surgery, he was discharged in good condition.

Discussion

Cardioembolic stroke due to left ventricular thrombus is a serious but treatable cause of ischemic stroke. Basilar artery occlusion is a life-threatening condition requiring urgent intervention, and thrombectomy significantly improves outcomes. This case emphasizes the importance of a multidisciplinary approach, as both neurovascular and cardiac interventions were essential for patient recovery.

Figure 1. Thrombus image at the apex

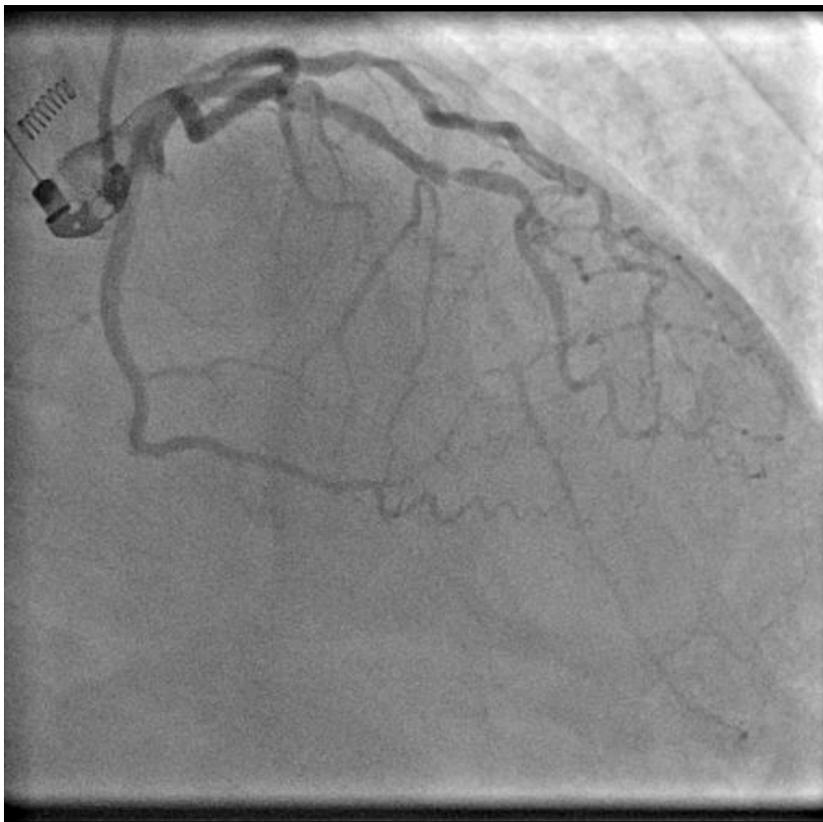
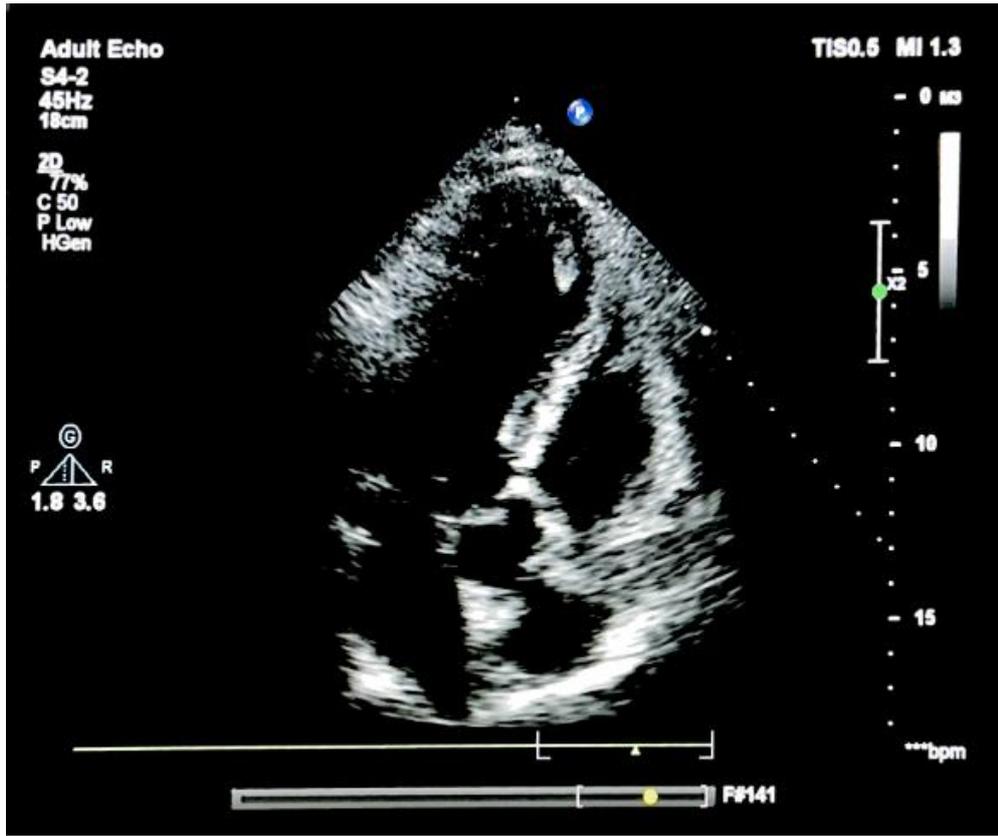


Figure 2. Coronary angiography showing total occlusion of the LAD after D1 branch and severe stenosis at the D1 ostium.

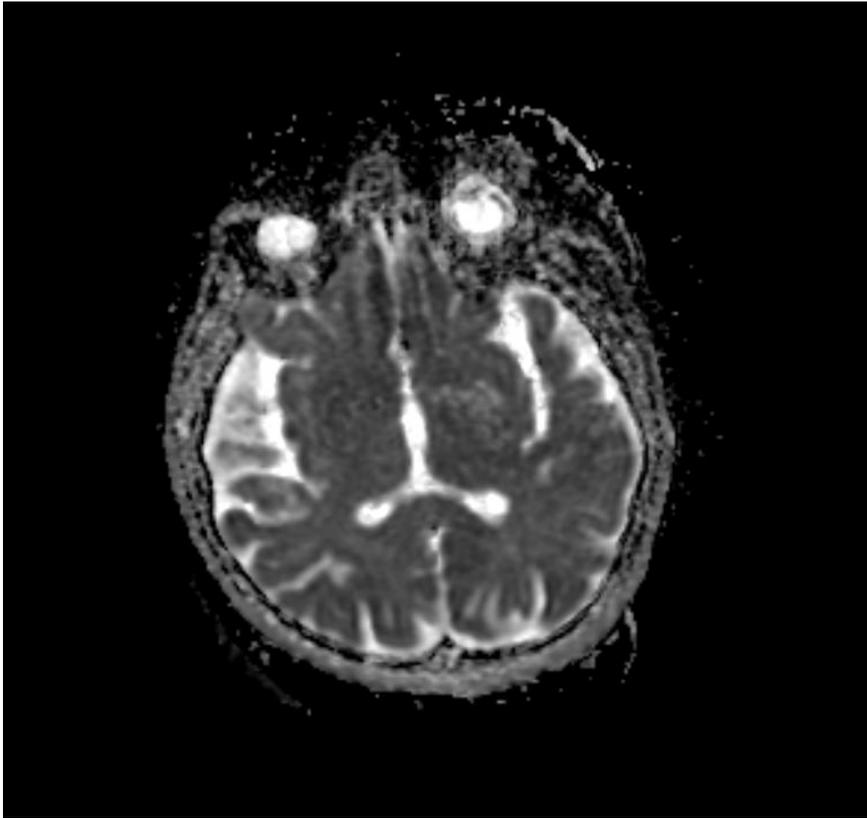


Figure 3. Diffusion MRI showing acute diffusion restriction in the left medulla, bilateral cerebellar hemispheres, and right PCA territory (posterior circulation infarction).

Conclusion

Early identification of left ventricular thrombus as a cardioembolic source and timely surgical management can lead to full recovery in patients with posterior circulation stroke.

CRT-D CİHAZI SONRASI GELİŞEN CEP ENFEKSİYONU VE İNTRAKAVİTER VEJETASYON

Hüseyin Durak, MD

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Rize, Türkiye

ORCID: 0000-0002-8248-5966

ÖZET

80 yaşında erkek hasta, non-iskemik kardiyomiyopati (EF %30), atriyal fibrilasyon ve sol dal bloğu nedeniyle uzun süredir optimal medikal tedavi altında iken, 02/2025'te dış merkezde sol dal alanı pacing yoluyla CRT-D implante edildi. Altıncı ayda CRT cebi üzerinde papüler lezyonlar gelişti, dermatoloji ve plastik cerrahi değerlendirmesi sonrası cilt revizyonu yapıldı. Takiplerinde cebin spontan destrüksiyonu ve pürülan akıntı gelişti. Kliniğimizde yapılan değerlendirmede enfeksiyon nedeniyle tüm sistem çıkarıldı. TEE'de VCS'den LA'ya uzanan fibriler, hareketli vejetasyon saptandı. Enfeksiyon hastalıkları konsültasyonu ile infektif endokardit tedavisi başlandı. Takipte EF %48'e yükselen hastada yeniden CRT endikasyonu olmadığı için cihaz replante edilmedi. Hasta şifa ile taburcu edildi.

Anahtar Kelimeler: CRT-D, cep enfeksiyonu, infektif endokardit, pacing, vejetasyon

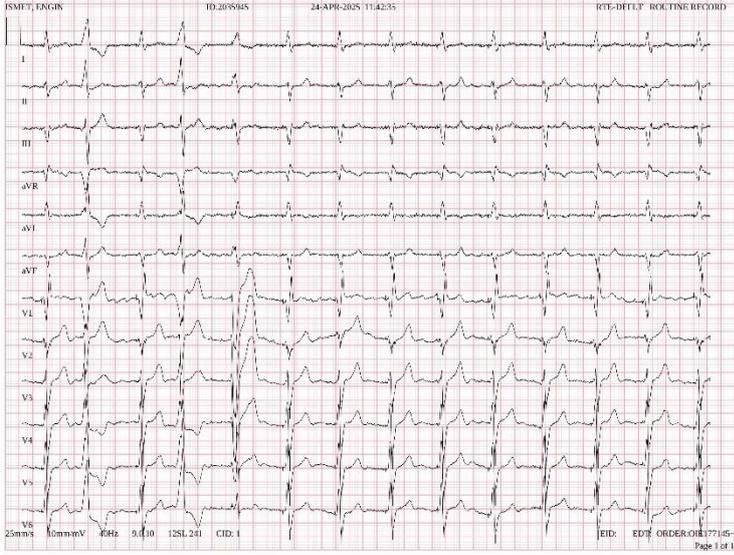
Giriş

Kardiyak resenkronizasyon tedavisi (CRT), ileri kalp yetmezliği ve ileti bozukluğu bulunan seçilmiş hastalarda mortalite ve morbiditeyi azaltmaktadır. Bununla birlikte, cihaz cep enfeksiyonları ve infektif endokardit gibi komplikasyonlar mortaliteyi artırabilmektedir. Bu olgu sunumunda, CRT-D implantasyonu sonrası gelişen cep enfeksiyonu ve intrakardiyak vejetasyonun yönetimi aktarılmaktadır.

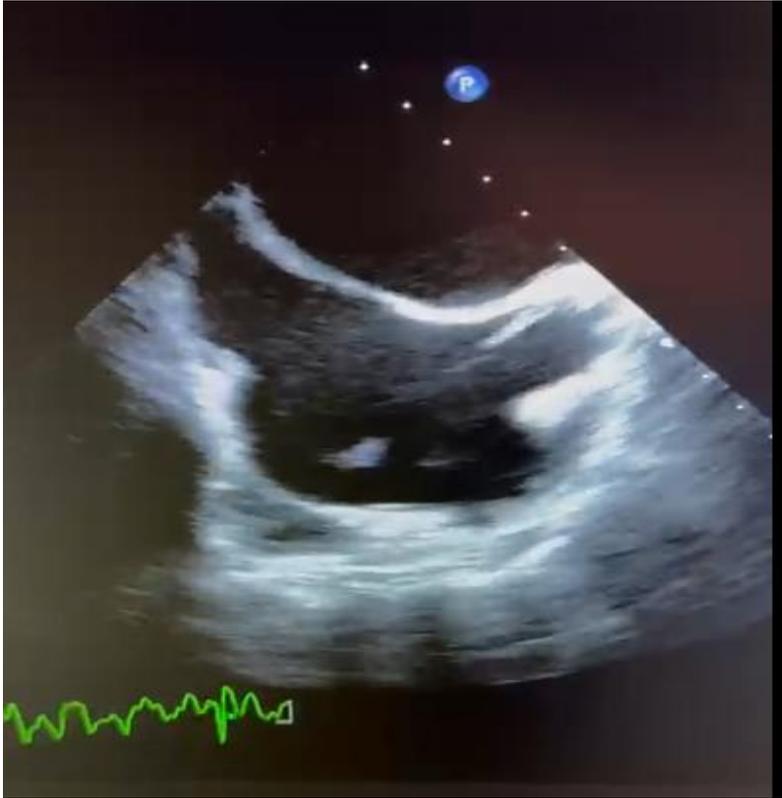
Olgu Sunumu

80 yaşında erkek hasta, non-iskemik kardiyomiyopati (EF %30), atriyal fibrilasyon ve sol dal bloğu tanıları ile uzun zamandır optimal medikal tedavi almaktaydı. 02/2025'te dış merkezde sol dal alanı pacing yoluyla CRT-D implante edildi. Cihaz implantasyonundan yaklaşık 6 ay sonra cebin üzerinde sarı renkli papüler lezyonlar gelişti. Hasta dermatolojiye, ardından plastik cerrahiye yönlendirildi ve burada cilt revizyonu yapıldı. Buna rağmen takiplerinde cebin spontan destrüksiyonu ve pürülan akıntı gelişti. Bu aşamada hasta kliniğimize sevk edildi.

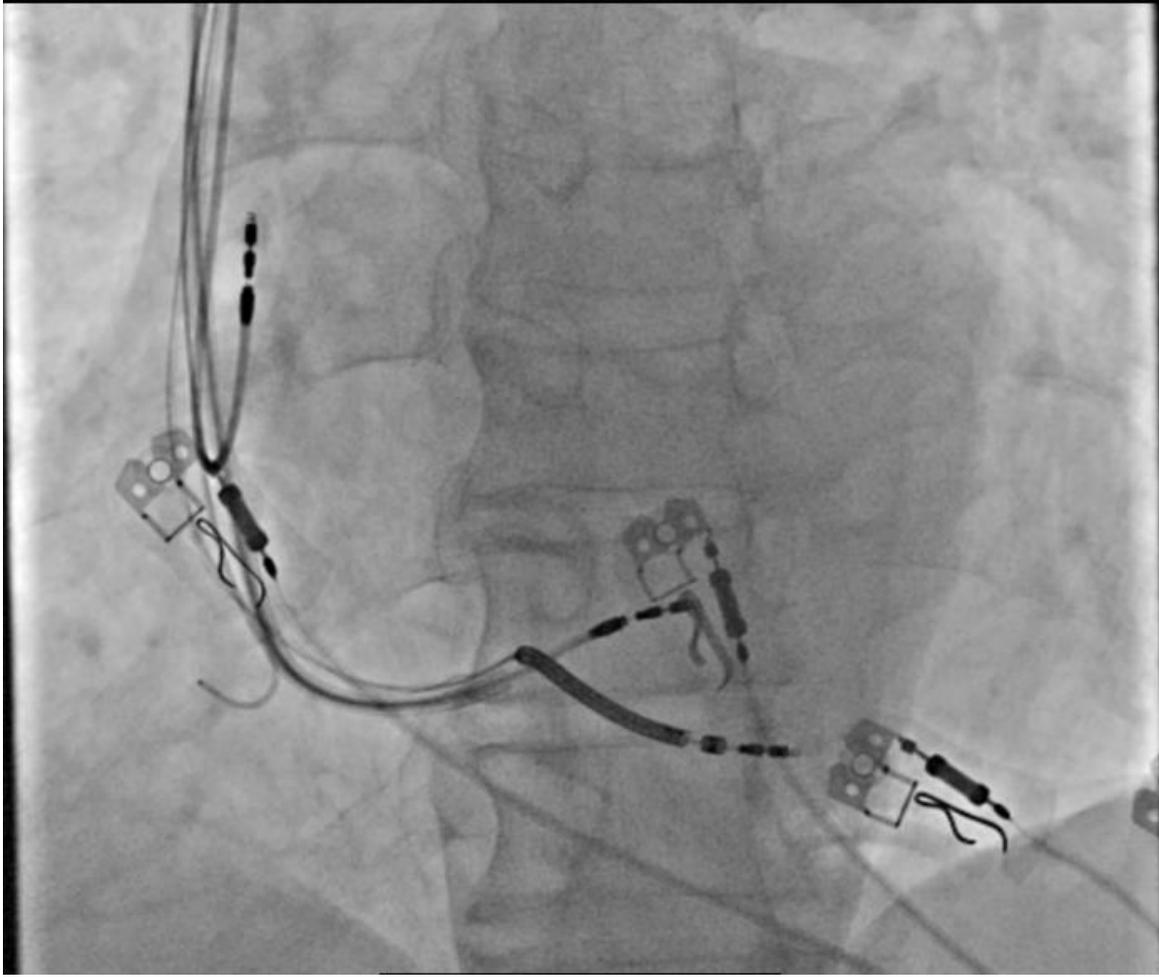
Şekil 1. Kliniğimize Başvuru EKG'si (Pace ritminde, QRS daralmış).



Şekil 2. TEE'de VCS'den LA'ya uzanan fibriler yapıda vejetasyon (CRT ve tüm sistem çıkarıldıktan sonra).



Şekil 3. CRT-D (Sol dal bölge pacing) işlem bitimi görüntüsü



Şekil 4. CRT cebinde destrüksiyon ve pürülan akıntı



Tartışma

CRT-D implantasyonu sonrası gelişen cep enfeksiyonları, sistemik enfeksiyon ve infektif endokardit ile komplike olabilir. Bu olguda başlangıçta dermatolojik ve cerrahi girişimlere rağmen enfeksiyon ilerlemiş ve sistemin tamamen çıkarılması gerekmiştir. TEE’de saptanan fibriler kitle infektif endokardit lehine yorumlanmış ve uygun antibiyotik tedavisi başlanmıştır. Takipte sol ventrikül fonksiyonlarının iyileşmesi nedeniyle yeniden CRT endikasyonu olmadığı için cihaz replante edilmemiştir.

Sonuç

CRT-D implantasyonu sonrası gelişen enfeksiyonlarda erken tanı, multidisipliner yaklaşım ve gerekirse cihazın tamamen çıkarılması mortaliteyi azaltabilir. Her hastada yeniden implantasyon gerekliliği bireysel olarak değerlendirilmelidir.

POCKET INFECTION AND INTRACARDIAC VEGETATION FOLLOWING CRT-D IMPLANTATION

Hüseyin Durak, MD

Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Cardiology, Rize, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8248-5966

ABSTRACT

An 80-year-old male with non-ischemic cardiomyopathy (EF 30%), atrial fibrillation and left bundle branch block had been on optimal medical therapy for a long time. In 02/2025, he underwent CRT-D implantation with left bundle branch area pacing at another center. Six months later, papular skin lesions developed over the device pocket. Despite dermatology and plastic surgery interventions, spontaneous pocket dehiscence with purulent drainage occurred. He was referred to our clinic, where the infected system was completely extracted. TEE revealed a mobile fibrillary mass extending from the superior vena cava to the left atrium, consistent with vegetation. Infective endocarditis therapy was initiated in consultation with the infectious diseases department. During follow-up, his EF improved to 48%, and since CRT indication was no longer present, the device was not re-implanted. The patient was discharged in good condition.

Keywords: CRT-D, pocket infection, infective endocarditis, pacing, vegetation

Introduction

Cardiac resynchronization therapy (CRT) improves morbidity and mortality in selected patients with advanced heart failure and conduction abnormalities. However, device-related complications such as pocket infections and infective endocarditis may result in significant morbidity and mortality. Herein, we report a case of CRT-D pocket infection complicated with intracardiac vegetation.

Case Presentation

An 80-year-old male with non-ischemic cardiomyopathy (EF 30%), atrial fibrillation and left bundle branch block had been receiving optimal medical therapy. In 02/2025, CRT-D was implanted with left bundle branch area pacing at another center. After 6 months, yellowish papular lesions appeared over the CRT pocket. The patient was referred to dermatology and plastic surgery, and a pocket revision was performed. Despite these interventions, spontaneous pocket dehiscence with purulent discharge occurred, and the patient was referred to our clinic. The infected system was completely removed. TEE revealed a mobile fibrillary structure extending from the superior vena cava to the left atrium, consistent with vegetation. Infective endocarditis therapy was initiated. During follow-up, EF improved to 48%, and since CRT indication was no longer present, device re-implantation was not performed. The patient was discharged in good condition.

Figure 1. Admission ECG at our clinic (paced rhythm with narrowed QRS).

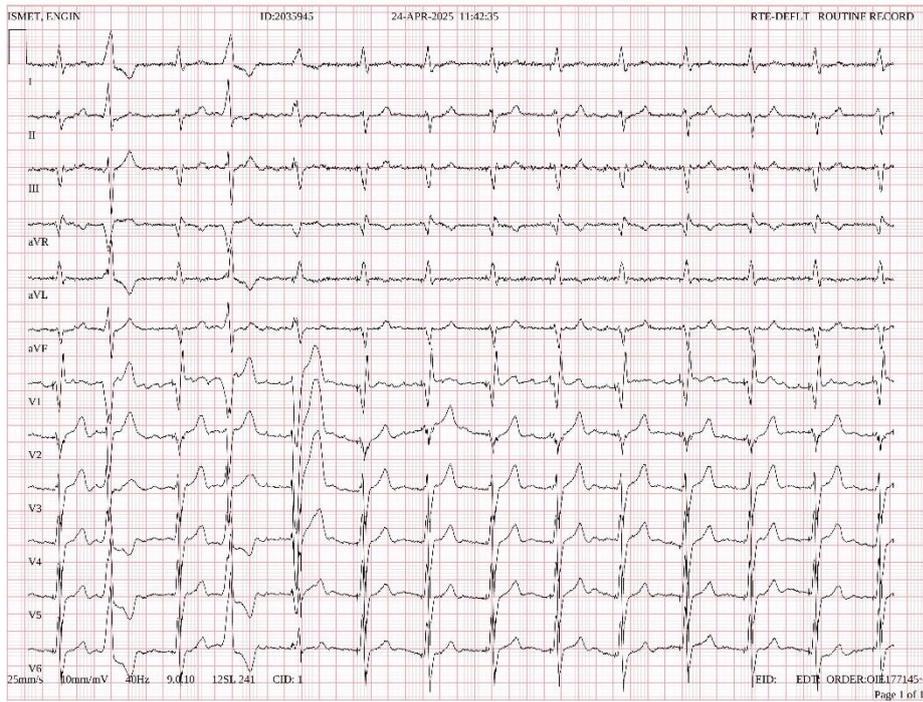


Figure 2. TEE showing a fibrillary vegetation extending from the SVC to the LA.

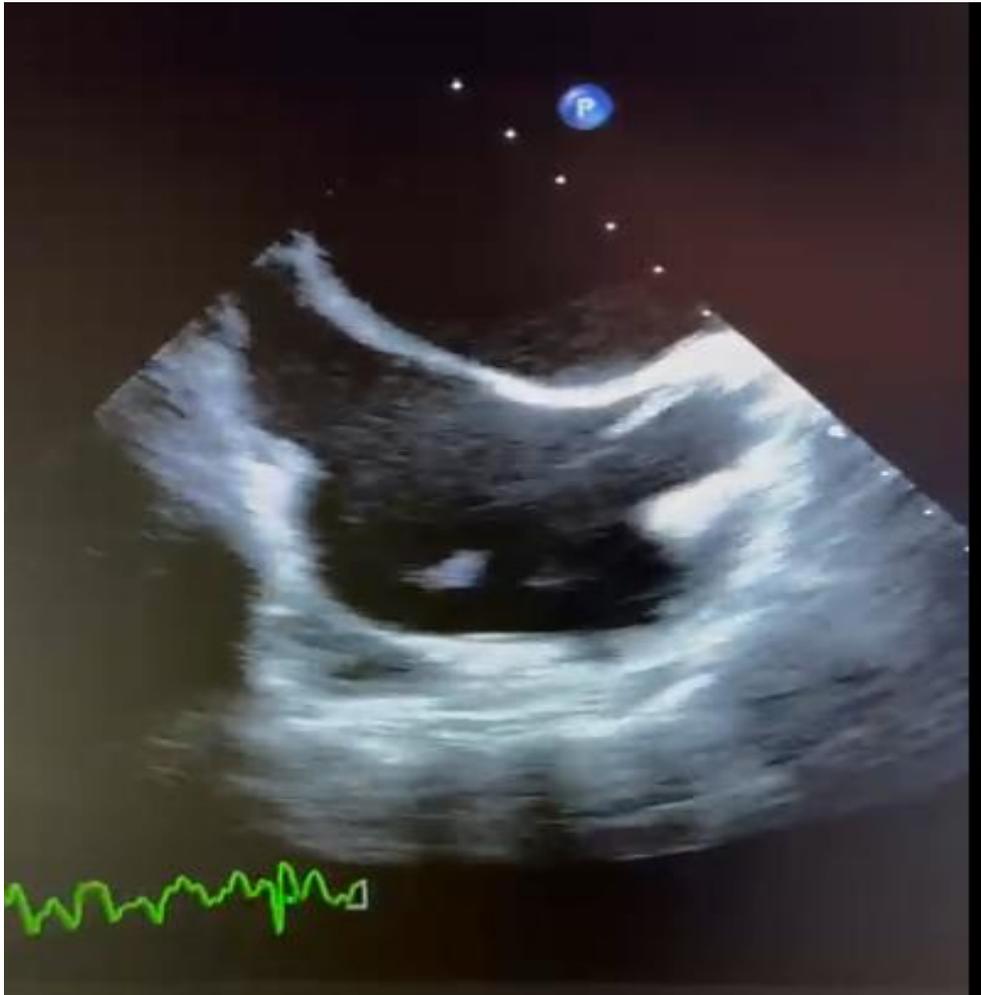


Figure 3. Final view at the end of CRT-D implantation (left bundle branch area pacing).

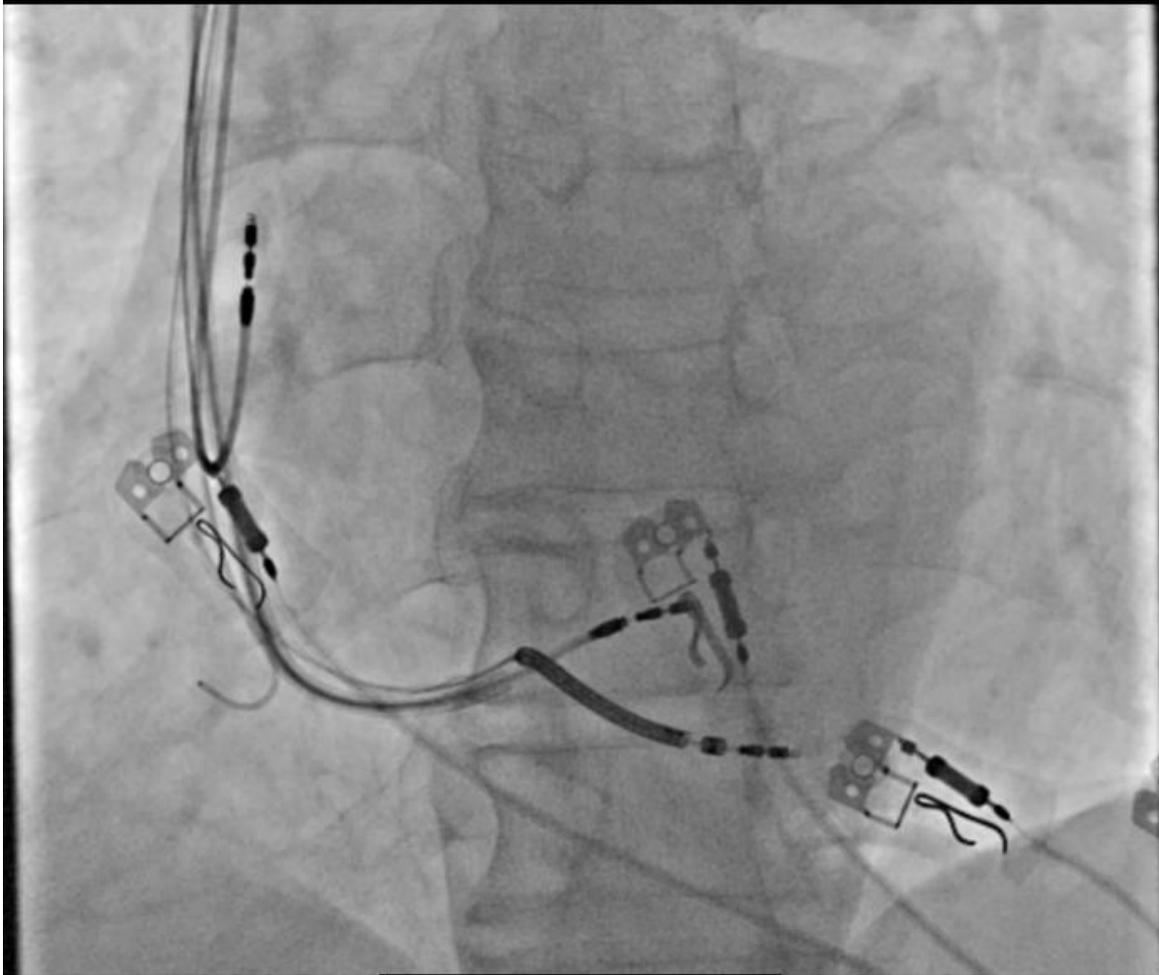


Figure 4. Destruction of the CRT pocket with purulent discharge.



Discussion

CRT-D infections are rare but serious complications that may progress to systemic infection and infective endocarditis. In this case, despite initial dermatologic and surgical interventions, the infection progressed, necessitating complete device extraction. The TEE finding of fibrillary mass extending from SVC to LA supported the diagnosis of infective endocarditis, and antibiotic therapy was initiated. Since left ventricular systolic function improved, CRT indication was no longer present, and device re-implantation was avoided.

Conclusion

Early recognition and multidisciplinary management of CRT-related infections are crucial. Complete system removal is often required, and re-implantation should be individualized based on patient status and indications.

EŞ ZAMANLI PROKSIMAL RCA TOTAL OKLÜZYONU VE PROKSIMAL LAD TROMBÜSLÜ LEZYONLA BAŞVURAN STEMI OLGUSU

Hüseyin Durak, MD

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Rize, Türkiye

ORCID: 0000-0002-8248-5966

ÖZET

Akut koroner sendrom (AKS), özellikle çok damar tutulumunun eşlik ettiği olgularda ciddi mortalite ve morbidite ile seyreden acil bir durumdur. Aynı anda iki majör koroner arterde proksimal kritik lezyon saptanması oldukça nadirdir. Bu olgu sunumunda, eş zamanlı olarak proksimal sağ koroner arter (RCA) total oklüzyonu ve proksimal sol ön inen arterde (LAD) trombüslü kritik lezyon ile başvuran 47 yaşındaki erkek hastanın başarılı perkütan girişimsel tedavisi sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: STEMI, RCA oklüzyonu, LAD trombüs, eş zamanlı lezyon, perkütan girişim

Giriş

Akut koroner sendrom (AKS), özellikle çok damar hastalığı bulunan bireylerde ciddi morbidite ve mortaliteye yol açabilen acil bir durumdur. Aynı anda iki majör damarda proksimal kritik lezyonların görülmesi nadirdir ve kliniği daha ağır seyredebilir. Bu olguda, hem proksimal RCA'da total oklüzyon hem de LAD'de trombüslü kritik lezyon bulunan bir hastanın acil yönetimini ve başarılı müdahalesini sunmaktayız.

Olgu Sunumu

47 yaşında, bilinen diyabet mellitus tanılı erkek hasta, 1.5 saattir devam eden göğüs ağrısı şikayetiyle acil servise başvurdu. Hasta cezaevinde kalmaktaydı. Sigara kullanımı ve pozitif aile öyküsü mevcuttu. Düzenli ilaç kullanımı yoktu.

Fizik muayene bulguları:

- TA: 110/75 mmHg

- Nabız: 65/dk

- Diğer sistem muayeneleri doğal sınırlar içindeydi.

Ekokardiyografi: EF %45, septum ve inferior duvarlarda hipokinezi mevcuttu.

Laboratuvar:

- Troponin: Başvuru anında negatif

- Tokluk kan şekeri: 303 mg/dL

Koronar Anjiyografi:

- RCA proksimal segmentte %100 total oklüzyon (culprit lezyon)
- LAD proksimal segmentte %99 stenoza ve trombüslü lezyon

İşlem sırasında hasta ventriküler fibrilasyona (VF) girdi. Defibrilasyon ile sinüs ritmi sağlandı. Her iki lezyona balon ve ilaç salınımlı stent uygulaması başarıyla gerçekleştirildi.

Yoğun bakım ünitesinde stabil takip edilen hasta, EF'si düzelererek ve klinik olarak iyileşmiş şekilde taburcu edildi.

Tartışma

Aynı anda iki ana epikardiyal arterde ciddi lezyonlarla başvuran STEMI hastalarında hızlı tanı, çoklu damar değerlendirilmesi ve eş zamanlı revaskülarizasyon hayati önem taşır. Diyabetik hastalarda sessiz iskemi ve atipik prezentasyon riski artmakta, bu da tanı gecikmesine yol açabilmektedir. Olgumuzda, normal troponin düzeylerine rağmen EKG ve EKO bulgularının şüphe uyandırması ve zamanında anjiyografi ile kritik lezyonların saptanması sayesinde hasta başarılı şekilde tedavi edilmiştir.

Sonuç

- Çok damar hastalığı olan AKS olgularında erken EKG ve EKO değerlendirilmesi önemlidir.
- Normal troponin düzeyleri tanıyı dışlamamalıdır.
- Proksimal RCA + LAD lezyonlarıyla gelen olgularda eş zamanlı müdahale, mortaliteyi azaltabilir.
- VF gibi ciddi aritmilerin hızlı müdahalesi ve PCI başarısı, iyileşme sürecini belirleyici olabilir.

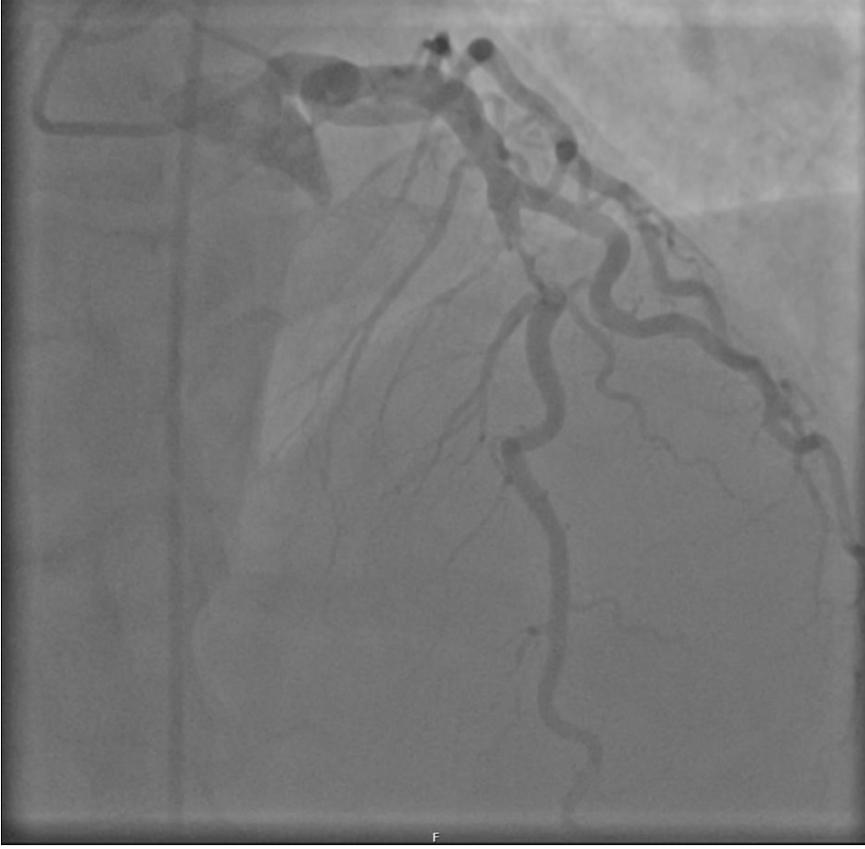
Şekil Açıklamaları

Şekil 1. Proksimal LAD'de trombüslü kritik lezyonu gösteren koroner anjiyografi görüntüsü.

Şekil 2. Proksimal RCA'da total oklüzyonu gösteren koroner anjiyografi görüntüsü.

Şekil 3. D2, D3 ve aVF derivasyonlarında belirgin ST elevasyonu, D1 ve aVL'de resiprokal ST depresyonu gösteren başvuru EKG'si.

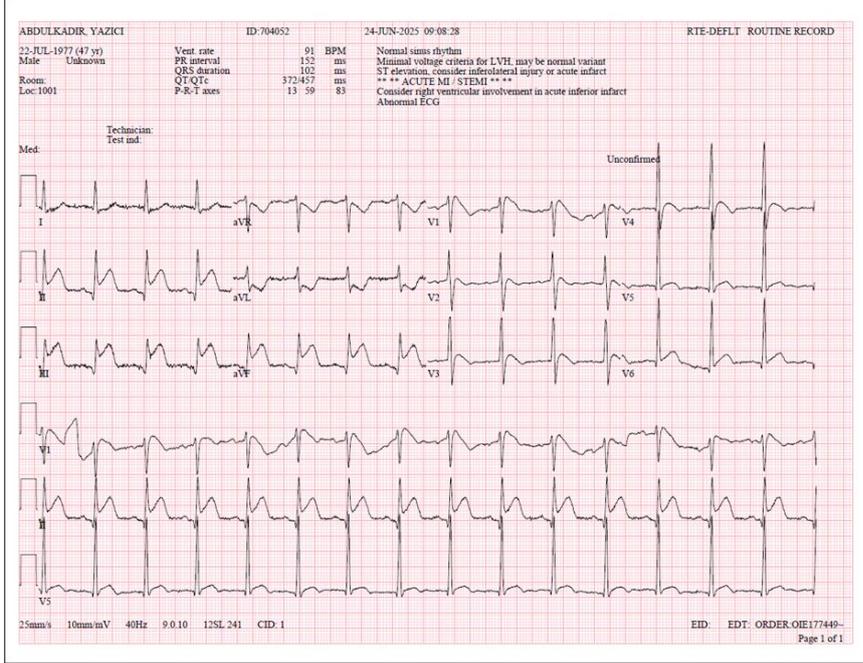
Şekil 1. Proksimal LAD'de trombüslü kritik lezyonu gösteren koroner anjiyografi görüntüsü.



Şekil 2. Proksimal RCA'da total oklüzyonu gösteren koroner anjiyografi görüntüsü.



Şekil 3. D2, D3 ve aVF derivasyonlarında belirgin ST elevasyonu, D1 ve aVL'de resiprokal ST depresyonu gösteren başvuru EKG'si.



SIMULTANEOUS PRESENTATION OF PROXIMAL RCA TOTAL OCCLUSION AND PROXIMAL LAD THROMBOTIC LESION IN A STEMI CASE

Hüseyin Durak, MD

Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Cardiology, Rize, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8248-5966

ABSTRACT

Acute coronary syndrome (ACS) is a life-threatening condition associated with high morbidity and mortality, particularly in cases with multivessel disease. The simultaneous presence of critical proximal lesions in two major coronary arteries is extremely rare. Here, we present the successful percutaneous interventional management of a 47-year-old male patient admitted with simultaneous proximal right coronary artery (RCA) total occlusion and proximal left anterior descending artery (LAD) thrombotic critical lesion.

Keywords: STEMI, RCA occlusion, LAD thrombus, simultaneous lesions, percutaneous coronary intervention

Introduction

Acute coronary syndrome (ACS) is an emergency condition that can cause significant morbidity and mortality, particularly in patients with multivessel disease. The simultaneous presence of proximal critical lesions in two major coronary arteries is rare and may present with more severe clinical outcomes. In this case, we present the emergency management and successful intervention of a patient with proximal RCA total occlusion and proximal LAD thrombotic critical lesion.

Case Presentation

A 47-year-old male patient with known diabetes mellitus presented to the emergency department with chest pain persisting for 1.5 hours. The patient was incarcerated. He had a history of smoking and a positive family history. He was not on regular medication.

Physical examination findings:

- Blood pressure: 110/75 mmHg
- Heart rate: 65 bpm
- Other systemic examinations were within normal limits.

Echocardiography: Left ventricular ejection fraction was 45%, with hypokinesia in the septum and inferior walls.

Laboratory:

- Troponin: Negative at admission
- Postprandial blood glucose: 303 mg/dL

Coronary Angiography:

- Proximal RCA: 100% total occlusion (culprit lesion)
- Proximal LAD: 99% stenosis with thrombus

During the procedure, the patient developed ventricular fibrillation (VF). Defibrillation restored sinus rhythm. Balloon angioplasty and drug-eluting stent implantation were successfully performed in both lesions.

The patient was monitored in the intensive care unit and discharged with improved ejection fraction and clinical recovery.

Discussion

In STEMI patients presenting with severe lesions in two major epicardial arteries simultaneously, rapid diagnosis, multivessel assessment, and simultaneous revascularization are crucial. Diabetic patients have a higher risk of silent ischemia and atypical presentation, which may lead to delayed diagnosis. In our case, despite normal troponin levels, suspicion raised by ECG and echocardiographic findings and timely coronary angiography enabled detection of critical lesions and successful treatment.

Conclusion

- Early ECG and echocardiographic evaluation is essential in ACS patients with multivessel disease.
- Normal troponin levels should not rule out the diagnosis.
- In cases with proximal RCA and LAD lesions, simultaneous intervention may reduce mortality.
- Prompt management of life-threatening arrhythmias such as VF and successful PCI are key determinants of recovery.

Figure Legends

Figure 1. Coronary angiography showing proximal LAD thrombotic critical lesion.

Figure 2. Coronary angiography demonstrating proximal RCA total occlusion.

Figure 3. Admission ECG showing marked ST elevation in leads D2, D3, and aVF with reciprocal depression in D1 and aVL.

Figure 1. Coronary angiography showing proximal LAD thrombotic critical lesion.

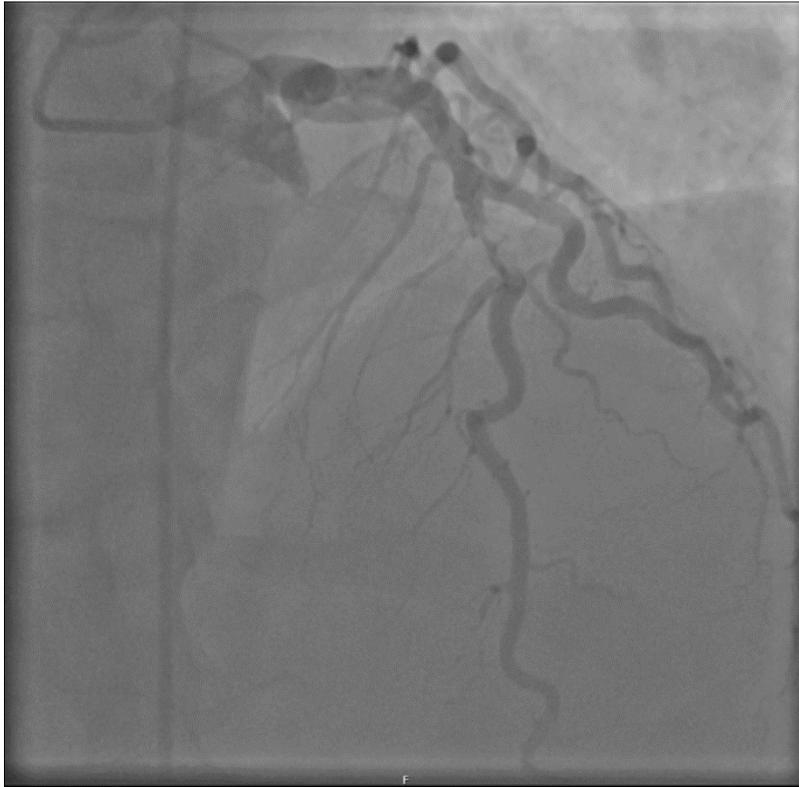
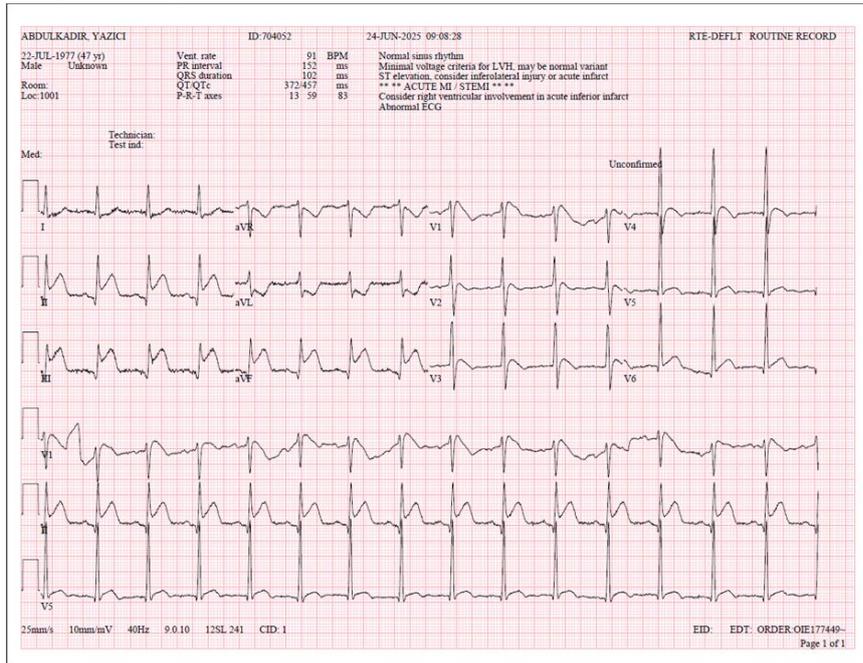


Figure 2. Coronary angiography demonstrating proximal RCA total occlusion.



Figure 3. Admission ECG showing marked ST elevation in leads D2, D3, and aVF with reciprocal depression in D1 and aVL.



KONUS ARTER TIKANMASINA BAĞLI ST ELEVASYONU: OLGU SUNUMU

Hüseyin Durak, MD

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Kardiyoloji Anabilim Dalı, Rize, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8248-5966

ÖZET

Konus arter genellikle sağ koroner arterin (RCA) proksimalinde ilk dal olarak çıkar ve sulama alanı nedeniyle ventriküler aritmiler açısından önemli bir klinik öneme sahiptir. Tıkanıklığına bağlı olarak ventriküler aritmiler ve ST segment elevasyonu görülebilir. Bu vaka sunumunda, konus arter tıkanıklığına bağlı yaygın ST segment elevasyonu ile başvuran ve medikal tedavi uygulanan 87 yaşındaki kadın hastayı sunmaktayız.

Anahtar kelimeler: Konus arter, ST elevasyonu, ventriküler aritmi, koroner anjiyografi

Giriş

Konus arter, sağ ventrikül çıkış yolu (RVOT), infundibulum ve ventriküler septumun üst kısmını besler. Anatomik ve fizyolojik özellikleri nedeniyle tıkanıklığında ventriküler aritmiler ve ST elevasyonu gibi ciddi klinik tablolar ortaya çıkabilir. Bu olgu sunumunda, konus arter tıkanıklığına bağlı gelişen ST elevasyonu ve yönetimi aktarılmaktadır.

Olgu Sunumu

87 yaşında kadın hasta, nefes darlığı ve genel durum bozukluğu nedeniyle acil servise başvurdu. Özgeçmişinde hipertansiyon, diyabetes mellitus, kronik böbrek hastalığı, demans, hiperlipidemi, intestinal metaplazi ve gastrit mevcuttu. Kullandığı ilaçlar arasında Modet, Cedrina, Novorapid, Lantus, Redepra, Mictonorm, Ayra Plus, Benipin, Lipitor, Lasix ve Panto yer almaktaydı.

Vital bulgular: TA 140/75 mmHg, nabız 101/dk, SpO₂ %94 (oksijen desteği ile).

Fizik muayene: GKS 3, entübe ve mekanik ventilatör desteğinde idi. Akciğerlerde kaba sekresyon sesleri duyuldu. Kalp sesleri S1-S2 mevcuttu. 150 ml idrar çıkışı izlendi.

Laboratuvar: Kreatinin 5.5 mg/dL, üre 338 mg/dL, albümin 2.3 g/dL, CRP 217 mg/L, troponin 280 ng/L, WBC $18 \times 10^3/\mu\text{L}$, hemoglobin 8.8 g/dL. Kan gazında pH 7.3, pCO₂ 24, HCO₃ 14, laktat 1.7 mmol/L idi.

EKG: Sinüs ritmi 115/dk, D1-3, aVF, aVL ve V3-6 derivasyonlarında ST elevasyonu izlendi.

Ekokardiyografi: EF %40, apikal hipokinezi ve hafif mitral, aort ve triküspit yetersizliği saptandı.

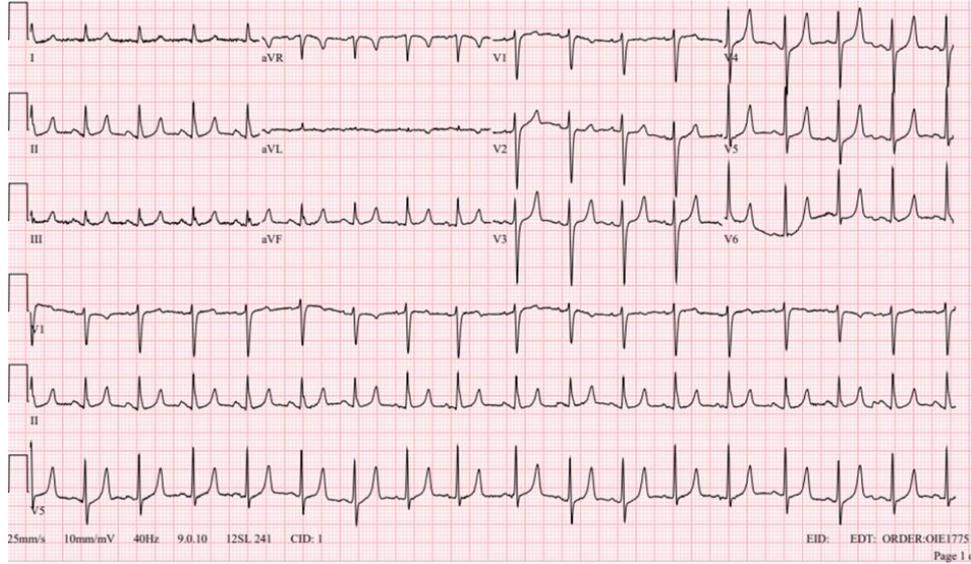
Hasta, acil serviste akut böbrek yetmezliği ve pnömosepsis tanıları ile yoğun bakım yatışı beklerken VT gelişti ve kardiyoversiyon uygulandı. Kardiyoversiyon sonrası EKG'de ST

elevasyonu nedeniyle akut koroner sendrom ön tanısı ile anjiyografi yapıldı.

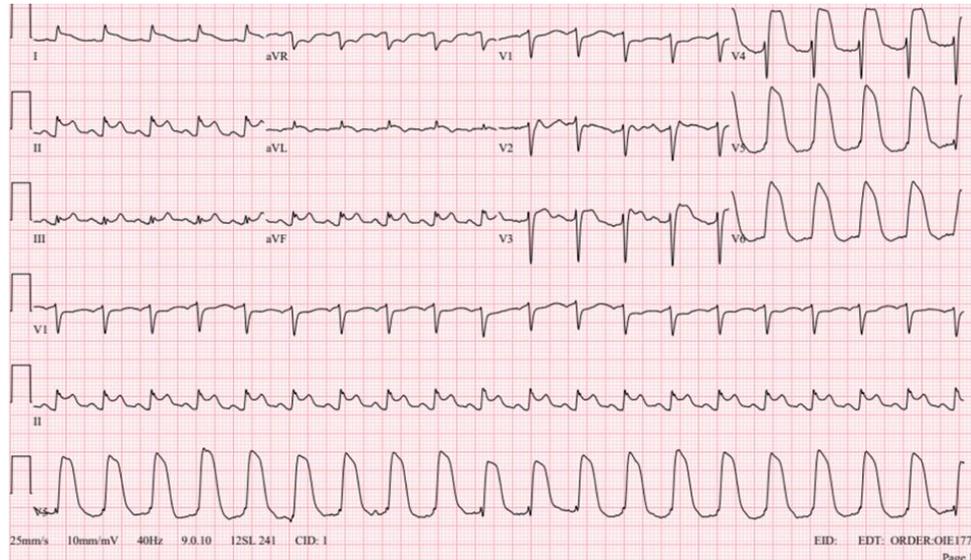
Koroner anjiyografi: Konus arterde tromboz saptandı, diğer koroner arterlerde anlamlı darlık oluşturmayan aterosklerotik plaklar izlendi. Hastaya medikal tedavi (DAPT, beta bloker, statin) başlandı. Takiplerinde hipotansiyon ve anüri gelişen hastaya hemodiyaliz uygulandı. Hasta yoğun bakımda takip sırasında exitus oldu.

Şekiller

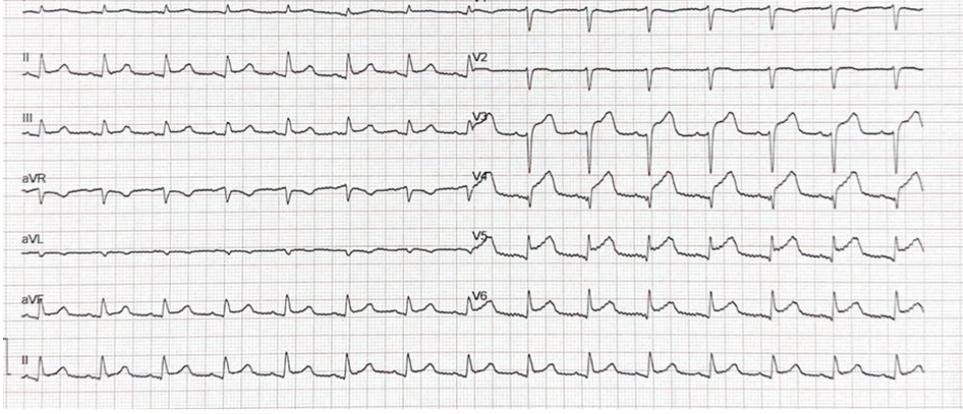
Şekil 1. Acil servise geliş EKG'si.



Şekil 2. İnferiyor ve anterolateral derivasyonlarda ST segment elevasyonu.



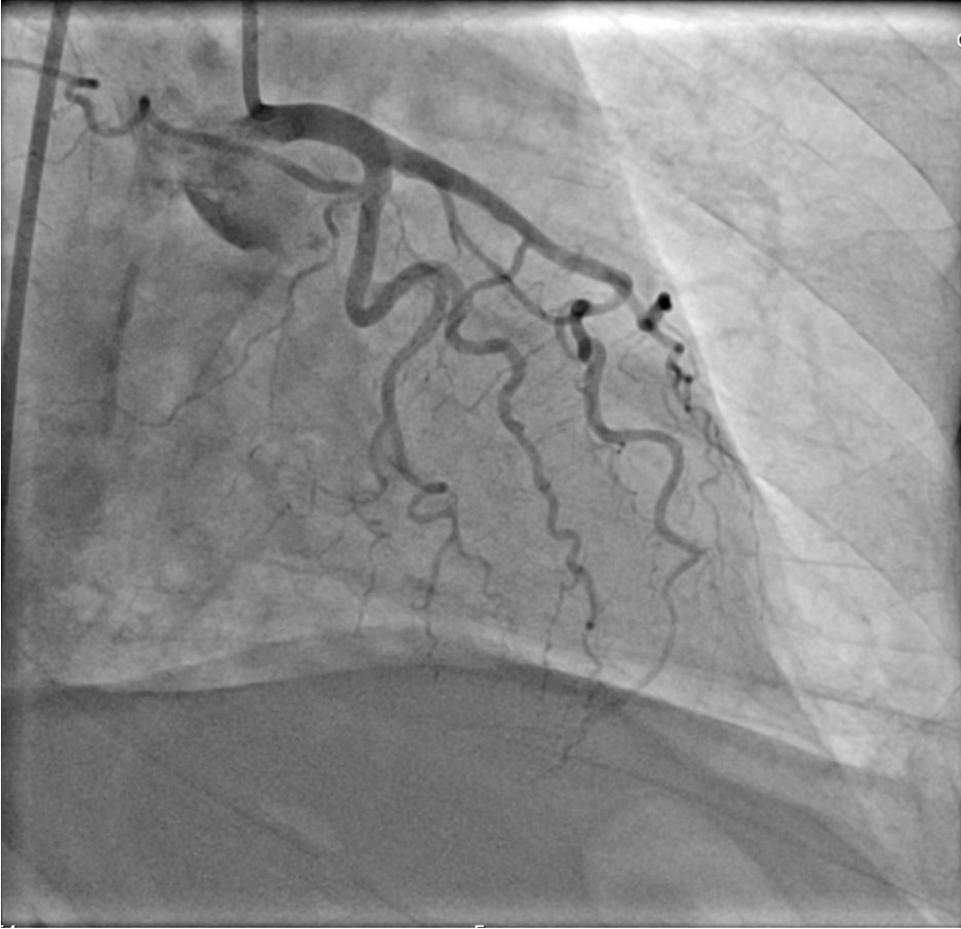
Şekil 3. Koroner yoğun bakımda çekilen kontrol EKG.



Şekil 4. Sağ koroner arter açık, konus arter trombüslü ve oklüde.



Şekil 5. LAD ve Cx koroner arterler açık (A ve B).



ST ELEVATION DUE TO CONUS ARTERY OCCLUSION: A CASE REPORT

Hüseyin Durak, MD

Recep Tayyip Erdoğan University, Department of Cardiology, Rize, Türkiye

ORCID: 0000-0002-8248-5966

ABSTRACT

The conus artery usually arises as the first branch of the proximal right coronary artery (RCA) and supplies the right ventricular outflow tract (RVOT), infundibulum, and the upper interventricular septum. Due to its supply area, it has important clinical implications in terms of ventricular arrhythmias. Occlusion of the conus artery may lead to ventricular arrhythmias and ST-segment elevation. Here, we present the case of an 87-year-old female patient with diffuse ST-segment elevation due to conus artery thrombosis, who was managed conservatively.

Keywords: Conus artery, ST elevation, ventricular arrhythmia, coronary angiography

Introduction

The conus artery supplies the RVOT, infundibulum, and upper part of the interventricular septum. Occlusion of this artery may cause life-threatening clinical scenarios including ventricular arrhythmias and widespread ST-segment elevation. In this case report, we present an elderly patient with conus artery occlusion and diffuse ST elevation.

Case Presentation

An 87-year-old female patient presented to the emergency department with shortness of breath and poor general condition. Her medical history included hypertension, diabetes mellitus, chronic kidney disease, dementia, hyperlipidemia, intestinal metaplasia, and gastritis. Her medications included Modet, Cedrina, Novorapid, Lantus, Redepira, Mictonorm, Ayra Plus, Benipin, Lipitor, Lasix, and Panto.

Vital signs: Blood pressure 140/75 mmHg, heart rate 101 bpm, SpO₂ 94% with oxygen support.

Physical examination: GCS 3, intubated and mechanically ventilated. Coarse secretory sounds were heard in the lungs. Heart sounds were S₁ and S₂. Urine output was 150 ml.

Laboratory: Creatinine 5.5 mg/dL, urea 338 mg/dL, albumin 2.3 g/dL, CRP 217 mg/L, troponin 280 ng/L, WBC $18 \times 10^3/\mu\text{L}$, hemoglobin 8.8 g/dL. Blood gas analysis: pH 7.3, pCO₂ 24, HCO₃ 14, lactate 1.7 mmol/L.

ECG: Sinus rhythm 115 bpm, ST elevation in leads D1-3, aVF, aVL, and V3-6.

Echocardiography: Left ventricular ejection fraction was 40%, with apical hypokinesia and mild mitral, aortic, and tricuspid regurgitation.

During her stay in the emergency department, she was diagnosed with acute kidney injury and pneumosepsis. While awaiting ICU admission, she developed ventricular tachycardia (VT) requiring

cardioversion. Post-cardioversion ECG showed ST-segment elevation, prompting urgent coronary angiography.

Coronary angiography: Thrombosis of the conus artery was detected, while other coronary arteries showed only non-obstructive atherosclerotic plaques. The patient was managed medically with DAPT, beta-blocker, and statin therapy. Despite supportive care, she developed hypotension and anuria requiring hemodialysis. She eventually died in the intensive care unit.

Figures

Figure 1. Admission ECG.

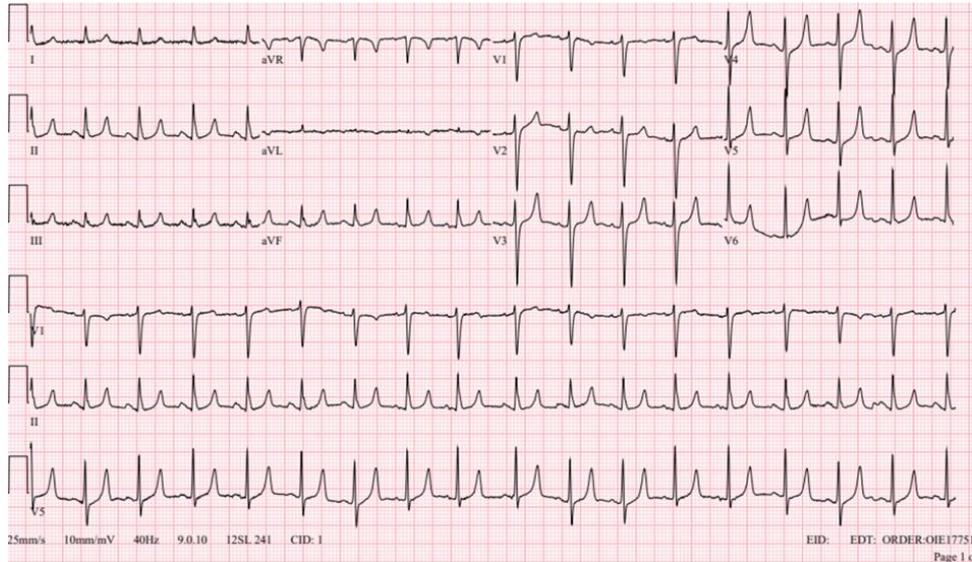


Figure 2. ST-segment elevation in inferior and anterolateral leads.

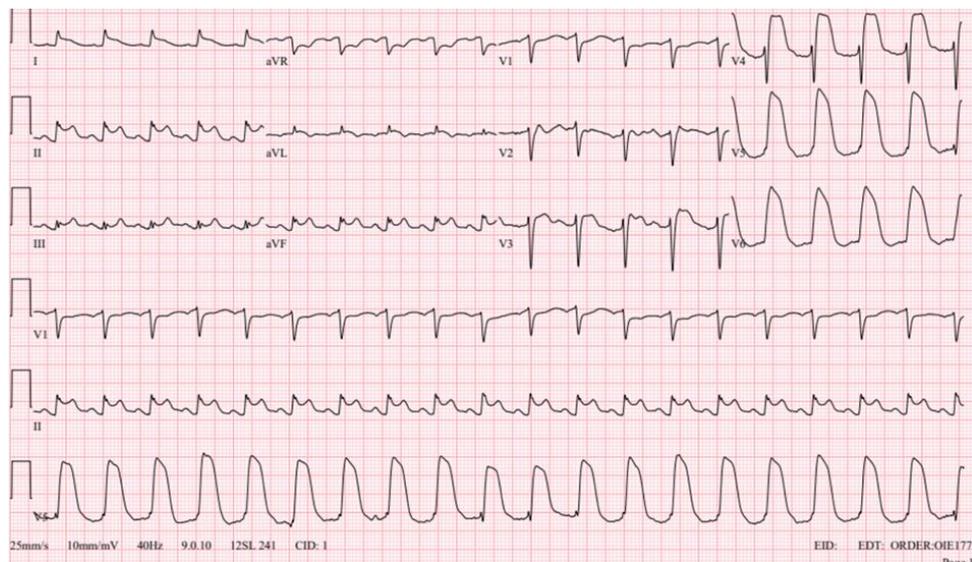


Figure 3. Follow-up ECG in the coronary intensive care unit.

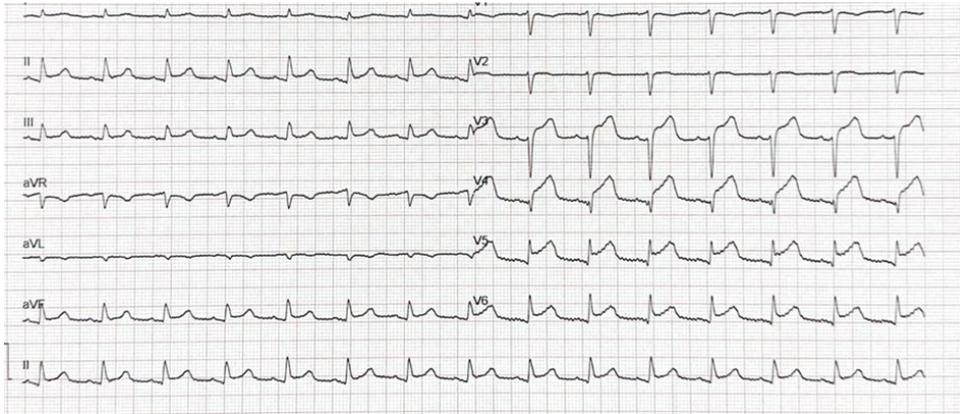
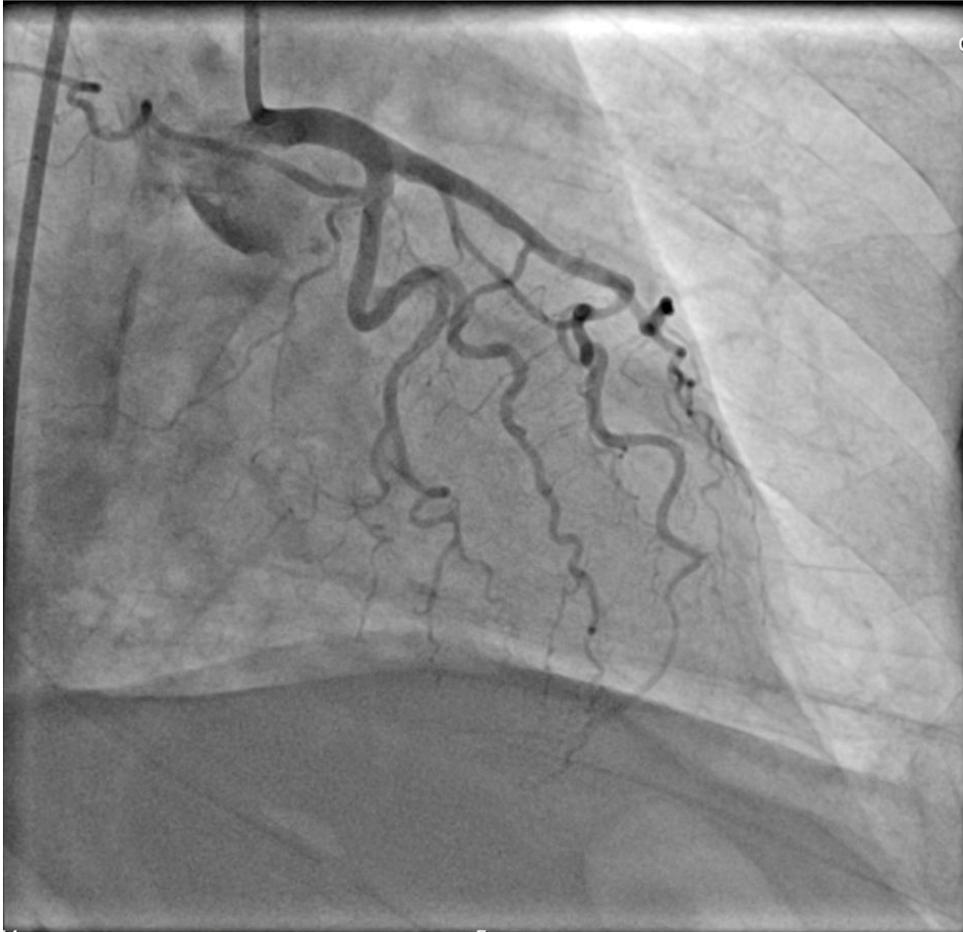


Figure 4. Coronary angiography showing patent RCA and occluded conus artery with thrombus.



Figure 5. Coronary angiography showing patent LAD and circumflex arteries (A and B).



MAVİ DÖNÜŞÜMDE SAĞLIĞIN YENİ ROTASI: İKLİM DOSTU KANSER TEDAVİLERİNİN GELECEĞİ

Doç. Dr. Aydanur AYDIN¹

¹ Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, aydanuraydin@gumushane.edu.tr-

0000-0001-5594-404X

ÖZET

Küresel iklim değişikliği, yalnızca çevresel sistemleri değil, sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliğini de doğrudan etkilemektedir. “Mavi Dönüşüm” yaklaşımı, çevreyle uyumlu ve karbon ayak izi düşük sağlık uygulamalarını içeren, ekolojik dönüşümün sağlık sektörüyle bütünleştiği yeni bir paradigmadır. Bu derleme, iklim dostu kanser tedavilerinin geleceğini tartışarak, yeşil hastane uygulamaları, düşük emisyonlu radyoterapi sistemleri, sürdürülebilir ilaç üretimi ve dijital sağlık teknolojilerinin çevresel etkilerini kapsamlı biçimde analiz etmektedir. Literatür incelemesi, 2015–2025 yılları arasında yayımlanmış 68 bilimsel çalışmayı içermekte olup, özellikle kanser tedavisinde enerji verimliliği, atık yönetimi ve yaşam döngüsü analizine odaklanmaktadır. Bulgular, karbon nötr sağlık politikalarının klinik uygulamalara entegrasyonunun hem maliyet hem de hasta güvenliği açısından olumlu sonuçlar doğurduğunu göstermektedir. Ayrıca, yapay zekâ destekli tanı ve tedavi planlama sistemlerinin enerji tüketimini azalttığı ve klinik doğruluğu artırdığı saptanmıştır. Derleme sonucunda, sağlık profesyonellerinin sürdürülebilirlik temelli farkındalığının artırılması, yeşil tedarik zincirlerinin güçlendirilmesi ve multidisipliner çevresel sağlık politikalarının geliştirilmesi önerilmektedir. Bu çalışma, mavi dönüşüm vizyonu çerçevesinde kanser bakımının ekolojik ve etik boyutunu vurgulayarak geleceğin iklim dostu sağlık sistemine yönelik yol haritası sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Mavi dönüşüm, iklim dostu sağlık, sürdürülebilir kanser tedavisi, yeşil hastane uygulamaları, yapay zekâ ve sağlık teknolojileri

THE NEW ROUTE OF HEALTH IN THE BLUE TRANSFORMATION: THE FUTURE OF CLIMATE-FRIENDLY CANCER TREATMENTS

Assoc. Dr. Aydanur AYDIN¹

¹ Gümüşhane University, Faculty of Health Sciences, aydanuraydin@gumushane.edu.tr-
0000-0001-5594-404X

ABSTRACT

Global climate change directly impacts not only environmental systems but also the sustainability of healthcare delivery. The concept of the “Blue Transformation” represents a new paradigm that integrates ecological adaptation and low-carbon strategies into healthcare systems. This review explores the future of climate-friendly cancer treatments by analyzing green hospital practices, low-emission radiotherapy systems, sustainable pharmaceutical manufacturing, and the environmental effects of digital health technologies. A literature review of 68 scientific studies published between 2015 and 2025 revealed that cancer care can significantly reduce its environmental footprint through energy-efficient interventions, optimized waste management, and life-cycle assessment approaches. The findings demonstrate that integrating carbon-neutral health policies into clinical practice yields benefits in both cost-effectiveness and patient safety. Furthermore, artificial intelligence–based diagnostic and treatment planning tools have been shown to decrease energy consumption while improving clinical accuracy. The review concludes that enhancing sustainability awareness among healthcare professionals, strengthening green supply chains, and developing multidisciplinary environmental health policies are key to the ecological transformation of cancer care. By emphasizing the ethical and environmental dimensions of oncology within the vision of Blue Transformation, this study provides a strategic roadmap for the development of future climate-resilient and eco-conscious healthcare systems.

Keywords: Blue transformation, climate-friendly healthcare, sustainable cancer treatment, green hospital practices, artificial intelligence and health technologies

1. GİRİŞ

“Mavi dönüşüm” kavramı, ekolojik sınırlar içerisinde ekonomik ve toplumsal dönüşüm süreçlerini vurgular; genellikle mavi ekonomi (su kaynakları, deniz yaşamı) bağlamında kullanılsa da burada “mavi dönüşümde sağlık” derken, iklimle uyumlu, çevresel sürdürülebilirlik ilkelerine uygun sağlık sistemlerine geçişi kastediyoruz. Bu bağlamda sağlık hizmetlerinin doğrudan ve dolaylı karbon emisyonlarını azaltmak; kaynak verimliliğini artırmak; plastik, enerji, ulaşım, atık yönetimi gibi alanlarda iyileştirmeler yapmak; ve bu dönüşüm sürecinde hasta yararını, adaleti, kaliteyi korumaktır.

İklim değişikliği yalnızca bir çevresel sorun değil, doğrudan insan sağlığını etkileyen bir krize dönüşmüş durumdadır [1]. Bu etki, özellikle kanser açısından iki yönlüdür: birincisi, hava kirliliği, UV radyasyonu, çevresel toksinler gibi faktörler kanser riskini artırırken [2] ikincisi de, mevcut kanser bakım sistemleri özellikle ileri teknoloji tedaviler, enerji yoğun altyapılar, ulaşım, atık üretimi yüksek karbon ayak izine sahiptir [3]. Bu ikilemi çözmek için, tedavi yöntemlerini iklimle uyumlu hale getirmek gereklidir. Bu derlemenin amacı, mevcut literatürü sistematik olarak inceleyerek “iklim dostu kanser tedavileri” kavramını açmak, teknolojik ve sistemsel yaklaşımları değerlendirmek, avantajları ve sınırlamaları tartışmak, gelecek yönelimlere işaret etmek ve sağlık profesyonellerine somut katkı önerileri sunmaktır. Kapsamımız, cerrahi, radyoterapi, sistemik tedavi ile ablativo yöntemler ve klinik araştırma süreçlerini içerir; ancak çok erken preklinik yeniliklere (örneğin, çok deneysel nanoteknoloji modelleri) odaklanmak yerine, gelecek vaat eden yenilikçi yaklaşımlara değinmekle sınırlıdır.

İklim Değişikliği, Çevresel Zorluklar ve Kanser

İklim değişikliği, özellikle hava kirliliği, aşırı ısı, UV radyasyonu, toksin dağılımı gibi etmenler yoluyla kanser riskini artırabilir [3]. Özellikle partikül madde (PM_{2.5}) gibi kirleticiler, sigara dışı akciğer kanseri riskini artırdığı gibi meme ve diğer kanser türleriyle de ilişkili bulunmuştur [4]. Ayrıca iklim afetlerinin sağlık altyapısını tahrip etmesi, bakım sürecinde aksamalara neden olabilmektedir [4].

Küresel çapta, sağlık sistemi faaliyetlerinin karbon salımı toplam emisyonların yaklaşık %4-5'ini oluşturmaktadır [8]. Onkoloji özelinde, moleküler tanı cihazları, radyoterapi üniteleri, yoğun ilaç üretim süreçleri, ulaşım, enerji tüketimi ve atık protokolleri gibi unsurlar bu ayak izine önemli katkıda bulunur [4]. Kanser bakımının karbon ayak izinin bileşenleri şu şekilde sınıflandırılabilir [5]. Doğrudan enerji tüketimi (elektrik, HVAC sistemleri, cihaz kullanımı), hasta ve personel ulaşımı, ilaç üretimi, paketlenme, lojistiği, tıbbi malzeme (plastik, tek kullanımlık cihazlar), atık yönetimi, sterilizasyon, bertaraf süreçleri, klinik araştırmalar, konferanslar, altyapıdır. Bu unsurların göreceli katkısı bölgeye, teknolojiye ve bakım

organizasyonuna bağılı olarak değişir; örneğin radyoterapinin karbon yükü, fraksiyon sayısı ya da cihaz verimliliğiyle değişkenlik gösterebilir [9].

Kanser Tedavisinde İklim Dostu Yaklaşımlar

Bu bölümde, her tedavi dalında iklim dostu yaklaşım potansiyelleri ve literatürde tanımlanmış örnekler incelenecektir.

Cerrahi Onkoloji: Cerrahi müdahaleler, enerji yoğun ameliyathane yapılarına, sterilizasyon süreçlerine, tek kullanımlık malzemelere ve atık üretimine bağılıdır. Ancak bazı stratejiler, karbon ayak izini azaltabilir: Yeniden kullanılabilir cerrahi enstrümanlar (sterilizasyon altyapısıyla), ameliyathane enerji yönetimi (enerji verimli aydınlatma, HVAC optimizasyonu), operasyon planlaması ile kamu taşıma optimizasyonu, atık azaltımı ve yeniden kullanım protokolleridir. Flynn ve ark. (2025) çalışmasında, cerrahi antiseptik ambalajların plastik kullanımının azaltılması önerilmiştir [4]. Yakın süreçte ameliyathane komiteleri sürdürülebilir ameliyat protokolleri uygulamaya başlamıştır [3]. Bununla birlikte, cerrahi çevresel etki çalışmaları literatürde henüz göreceli olarak sınırlıdır.

Radyoterapi / Radyasyon Onkolojisi: Radyoterapi, yüksek enerji tüketimi, cihaz soğutma sistemleri, uzun çalışma saatleri, bakım gereksinimi ve atık kaynakları açısından önemli bir çevresel yük taşır. Ancak literatürde bu yükü azaltma yönünde birçok öneri vardır: Hipofraksiyon (az sayıda daha yüksek doz fraksiyon): Fraksiyon sayısını azaltarak cihaz kullanımını, hasta ulaşım ihtiyacı, enerji tüketimi ve bakım yükü azaltılabilir [6]. Cihaz enerji optimizasyonu: Radyoterapi ünitelerinin bekleme modları, cihaz kapatılması, ışık/iklimlendirme otomasyonu [2]. Atık azaltımı ve geri dönüşüm: Radyoterapi prosedürlerinde kullanılan sarf malzemelerinin atık analizi, geri dönüşüm protokolleri (Baniel et al., 2024). Yerel merkezleşme / erişim coğrafi planlama: Radyoterapi merkezlerinin coğrafi optimizasyonu, hasta ulaşım yükünü azaltma [7]. Baniel ve ark. (2024) “A Blueprint for Environmentally Sustainable Radiation Therapy” adlı çalışmasında, radyoterapi merkezlerinin sürdürülebilirlik planlarını nasıl kurabileceğine dair adım adım rehber sunar. Ayrıca, “Transitioning to Environmentally Sustainable, Climate-Resilient Radiotherapy” makalesinde, radyoterapi bölümlerinin elektrik kullanımını optimize etme ve gereksiz enerji kayıplarını önleme önerileri yer alır [6].

Tıbbi Onkoloji / Sistemik Tedavi: Sistemik kemoterapi, immünoterapi, hedefe yönelik tedaviler gibi yöntemlerde sürdürülebilirlik açısından şu stratejiler gündeme gelir: doz optimizasyonu / aralıklı dozlama: Örneğin, pembrolizumab dozlamasının 3 haftadan 6 haftaya çıkartılması önerisi, hasta ulaşımı, infüzyon sıklığı ve cihaz kullanımı açısından emisyon azaltımı sağlar [10,11]. Ağırlık temelli dozlama / doz bandlama: Standart sabit doz yerine

hastanın kilosuna göre ayarlanmış doz kullanımı, ilaç israfını azaltabilir [4]. Vial sharing / ilaç paylaşma: Açılmamış ilaç şişelerinin birden çok hastada kullanılmasıyla atık azaltılmasıdır. Tele-onkoloji / uzaktan uygulamalar: Hastaların fiziksel olarak merkeze gelmesini azalttığı için ulaşım kaynaklı emisyon azaltımıdır. Çok kullanımlık / çevre dostu ambalajlar: Ambalaj atıklarının azaltılmasıdır. Minimum atıksız protokoller: Gereksiz tetkiklerden kaçınma, fazla tedaviden kaçınmadır (Choosing Wisely ilkeleri). Flynn ve ark. (2025) “Climate change and cancer care: impacts and implications” makalesinde, tıbbi onkoloji için bu stratejilerin önemi vurgulanmıştır [4]. Ayrıca, Yusuf ve ark. (2024) çalışmasında, adjuvan trastuzumab’ın 6 aylık ve 4 haftalık dozlama senaryolarının yolculuk kaynaklı karbon emisyonlarını %4,5–18,7 oranında azaltabileceği belirtilmiştir [12, 13].

Ablatif / Termal / Fotodinamik / Nanoteknoloji Tabanlı Yöntemler: Bu kategorideki yöntemler, genellikle lokalizasyon avantajı, minimal invaziv yapı ve daha düşük sistemik etki potansiyeli nedeniyle çevresel avantajlar taşıyabilir. Öne çıkan yaklaşımlar: Manyetik hipertermi: Manyetik nanoparçacıkların alternatif manyetik alan (AMF) altında ısı üreterek tümör bölgesini hedef alması; çevre dokuya daha az enerji yayar [10]. Kriyoablasyon + immünoterapi (cryoimmunotherapy): Yerel doku yıkımı ve sistemik bağışıklık tepkisi üretme potansiyeli (Cryoimmunotherapy) Fotodinamik terapi (PDT) / lazer destekli yöntemler: Işık-uyarılmış fotosensitizer kullanımıyla seçici hücre ölümü sağlama potansiyeli (Lasers in Cancer Treatment) Ablatif + immünoterapi kombinasyonu: Ablatif yöntemlerle tümör antijenlerinin açığa çıkması ve ardından immünoterapik uyarı ile sistemik etkiler nin kullanılması (combinatorial ablation/immunotherapy) Nanoparçacık destekli akıllı ilaç taşıyıcı sistemler: Hedefli iletim, kontrollü salım, minimal yan etkidir. Bu yöntemler henüz yaygın klinik uygulamaya tam olarak girmemiş olsa da, özellikle enerji ve sistemik yük açısından çevresel avantaj sunma potansiyelleri literatürde vurgulanmaktadır.

Klinik Araştırmalar ve Denemelerde Sürdürülebilirlik: Klinik araştırmalar, konferans aktiviteleri, denek ulaşımı, lojistik ve altyapı gereksinimleri ile önemli bir karbon yük kaynağıdır. Flynn ve ark. (2025) çalışmasında, klinik araştırmaların küresel karbon emisyonuna katkısı vurgulanmıştır [4].

Bazı önerilen stratejiler:

- Karbon ayak izi ölçümü / karbon raporlaması
- Yerel hasta katılımı / uzak izleme
- Dijital konferans / hibrit modeller
- Araç paylaşımı, lojistik optimizasyonu

- Yeşil klinik araştırma protokolleri (Green Trials Initiative gibi programlar)

ASCO tarafından yayınlanan “Climate Change and Cancer Care: A Policy Statement” belgesi de, onkoloji topluluğunun araştırma süreçlerinde çevresel parametreleri entegre etmesini önermektedir [1].

Tablo 1. Karşılaştırmalı tablo: İklim dostu yaklaşımlar, avantaj / sınırlamalar

Tedavi Yaklaşımı	Başlıca İklim Dostu Strateji	Avantajlar	Sınırlamalar / Riskler	Örnek Çalışma
Radyoterapi (hipofraksiyon)	Fraksiyon sayısını azaltma	Azalan cihaz kullanımı, hasta ulaşımı azaltımı	Tüm tümör tiplerinde uygun olmayabilir, biyolojik etki sınırları	Lichter et al. (2022) (redjournal.org)
Sistemik Tedavi (pembrolizumab)	Aralıklı dozlama (6 haftada bir)	Hasta ulaşımı, infüzyon sıklığı ve karbon emisyonu azalır	Klinik sonuçların eşdeğer olması gerekir	Strohbehn et al. (2024) (michiganmedicine.org)
Sistemik Tedavi (trastuzumab)	6 aylık / 4 haftalık dozlama stratejisi	Yolculuk kaynaklı emisyon azalımı	Doz ayarı ve klinik etkinlik karşılaştırılması gerekir	Yusuf et al. (2024) (PMC)
Radyoterapi	Cihaz enerji optimizasyonu, atık azaltımı	Donanım ömrü iyileştirme, enerji tasarrufu	Başlangıç yatırım maliyeti yüksek olabilir	Bloom (2022) (redjournal.org)
Ablatif + immunoterapi	Lokal antijen açığa çıkarma + sistemik bağışıklık	Seçici tedavi, daha düşük sistemik yük	Klinik deneyim sınırlı, güvenlik değerlendirmesi gereklidir	Combinatorial ablation/immunotherapy (Wikipedia) (Wikipedi)
Nanoparçacık tabanlı hipertermi	Hedef ısı ile doku yıkımı	Lokalizasyon avantajı, enerji etkinliği	Klinik uygulama yaygın değil, biyoyumluluk sorunları	Sanz et al. (2016) (arXiv)
Klinik Araştırmalar	Karbon raporlaması, hibrit konferanslar	Emisyon izleme, azaltım	Veri toplama yükü, kültürel direnç	Flynn et al. (2025) (ecancer.org)

Bu derlemede, son 10 yıl içinde yayımlanmış, iklim veya sürdürülebilirlik odaklı kanser tedavilerine dair orijinal araştırma, derleme ve görüş yazıları seçilmiştir. Çalışmalar, tedavi tipi (cerrahi, radyoterapi vb.), çevresel strateji (enerji optimizasyonu, atık azaltımı, ulaşım azaltımı vs.), ve klinik / çevresel etki verisi açısından kategorize edilmiştir (Tablo 1). Tablodan görüldüğü üzere, iklim dostu yaklaşımlar genellikle “ya ulaşım azaltımı” ya da “tedavi/refraksiyon sayısını azaltma” ekseninde yoğunlaşmaktadır. Elektrik optimizasyonu, cihaz bekleme modları ve atık yönetimi gibi stratejiler cihaz bazlı yükü azaltmaya yöneliktir. Ablatif ve nanoteknoloji yöntemleri, “hedefe odaklı düşük kapsamlı enerji kullanım” yönünde potansiyel taşır. Ancak birçok yaklaşım henüz klinik yaygınlığa ulaşmamış, güvenlik ve etkinlik değerlendirmeleri sınırlıdır. Ayrıca bu stratejilerin sistemsel uygulanabilirliği, bölgesel altyapı kapasitesi, ekonomik maliyet ve sağlık politikalarıyla doğrudan bağlantılıdır.

Zorluklar, Riskler ve Etik Hususlar

Teknik, finansal ve lojistik engeller

- Başlangıç yatırımı yüksek: enerji verimli cihazlar, altyapı iyileştirmesi
- Ölçeklendirme sorunsalı: pilot projelerin yaygınlaşması zor
- Teknik bakım, personel eğitimi gereksinimi
- Ulaşım altyapısı, coğrafi erişim sorunları

Etkinlik, güvenlik ve hasta sonuçları açısından riskler

- Daha seyrek dozlama ya da hipofraksiyon stratejilerinin uzun dönem etkinliği tartışmalı olabilir
- Yeni teknolojilerin yan etkileri, biyoyumluluk, toksisite riskleri
- Hastaya özgü durumlar (komorbidite, tümör tipi) nedeniyle “iklim dostu” seçeneğin uygun olmaması
- Etik açıdan, çevresel sürdürülebilirlik avantajı ile hasta güvenliği arasında denge kurulması gerektiği

Eşitsizlikler, adalet ve erişim konuları

Sürdürülebilirlik stratejileri, gelişmiş altyapıya sahip büyük merkezlerde daha kolay uygulamaya geçebilir; düşük ve orta gelirli bölgelerde bu dönüşüm zordur. Bu da sağlık eşitsizliklerini derinleştirebilir. Ayrıca, hasta ulaşımı azaltmak isteyen planlar, özellikle uzak kırsal bölgelerde yaşayan bireyleri dezavantajlı duruma sokabilir. Bu nedenle iklim dostu uygulamalar planlanırken adalet ve erişim kriterleri göz önünde bulundurulmalıdır [13,14].

Gelecek Perspektifleri ve Araştırma Önerileri

Teknolojik yenilikler ve trendler

- Yeni nesil enerji verimli radyoterapi cihazları
- Akıllı sensör sistemleriyle enerji optimizasyonu
- Nanoteknoloji destekli hedefli ilaç platformları
- Hibrit ablasyon-immunoterapi kombinasyonları
- Yapay zeka ve optimizasyon algoritmaları ile tedavi planlama

Standartlaştırma, ölçüm ve sürdürülebilirlik kriterleri

- Karbon ayak izi standartlarının belirlenmesi (Scope 1, 2, 3 emisyonları)
- Klinik yönergelerde sürdürülebilirlik puanlarının eklenmesi
- Sürdürülebilirlik etiketli tedavi protokolleri
- Uzun dönem izleme çalışmalarına çevresel end point eklenmesi
- 6.3. Politikalar, teşvikler ve sağlık sistemi düzeyinde dönüşüm

- Teşvikler: çevre dostu teknolojilere vergi avantajları
- Reçete sisteminde çevresel maliyetlerin göz önüne alınması
- Kurumsal sürdürülebilirlik stratejilerinin zorunlu hale gelmesi
- Kurumlar arasında karbon kredisi mekanizmaları
- Ulusal/uluslararası raporlama standartlarının geliştirilmesi

Sağlık Profesyonellerine Katkılar

- Klinik protokoller içinde çevresel parametrelerin değerlendirilmesi (örn. doz aralığı seçimi, cihaz bekleme modu kullanımı)
- Hasta taşıma alternatifleri (telemedicine, mobil uygulamalar, yakın merkez yönlendirmeleri)
- Atık azaltımına yönelik davranış değişiklikleri (plastik azaltımı, geri dönüşüm, tek kullanımlık gereçlerin minimize edilmesi)
- Ekip içi farkındalık artırma ve sürdürülebilirlik komisyonları kurma

Eğitim, farkındalık ve kültürel dönüşüm

- Tıp, hemşirelik ve radyoterapi eğitimi müfredatına “sürdürülebilir sağlık” modüllerinin eklenmesi
- Sürekli mesleki eğitimde karbon bilinci, çevresel etkiler ve yeşil uygulama dersleri
- Sağlık profesyonelleri arasında iklim değişikliği ve çevresel sağlık farkındalığına yönelik atölyeler, seminerler
- Kurum içinde “yeşil savunucular” yetiştirme

Kurumsal strateji geliştirme ve sürdürülebilir uygulamalar

- Kurum düzeyinde enerji verimliliği planlaması (LED aydınlatma, HVAC optimizasyonu)
- Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş (güneş, jeotermal vb.)
- Atık yönetimi sistemi ve geri dönüşüm programları
- Karbon izleme ve raporlama sistemleri
- Kurum hedefleri ile sürdürülebilirlik göstergeleri entegrasyonu
- Bu katkılar, sağlık profesyonellerinin hem bireysel hem kurumsal düzeyde iklim dostu dönüşümü desteklemesine imkân tanır [14].

İklim değişikliği ve çevresel krizler, kanser bakımını doğrudan etkileyen büyük bir paradigma değişimini beraberinde getirmiştir. Hem kanser riskinin artması hem de bakım sistemlerinin karbon ayak izi, “iklim dostu kanser tedavileri” kavramını gündeme taşımaktadır. Bu derlemede, cerrahi, radyoterapi, sistemik tedavi, ablasyon teknolojileri ve klinik araştırmalar açısından literatürde tanımlanmış stratejiler incelendi. Karşılaştırmalı analizler, ulaşım kaynaklı

emiyon azaltımı ve tedavi sıklığının optimizasyonunun en yaygın ve etkin stratejiler olduğunu göstermektedir.

Ancak birçok yaklaşım henüz erken aşamada; etkinlik, güvenlik, finansal maliyet, altyapı gereksinimleri ve adalet boyutu gibi kritik zorluklar bulunmaktadır. Önümüzdeki dönemde, standartlaştırılmış karbon ölçüm sistemleri, sürdürülebilir protokoller, yenilikçi teknolojiler ve sağlık sistemi düzeyinde politikalara ihtiyaç vardır. Sağlık profesyonelleri, klinik uygulamalara entegre edilecek adımlar, eğitim düzeyinde dönüşüm ve kurumsal strateji geliştirme ile bu dönüşümün öncüsü olabilirler. Sonuç olarak, mavi dönüşüm çerçevesinde kanser bakımının yeniden düşünülmesi; hem hasta sağlığı hem gezegen sağlığı açısından hem etik hem de pratik bir gerekliliktir.

KAYNAKÇA

- [1] Bernicker, E., Averbuch, S. D., Edge, S., et al. (2024). Climate Change and Cancer Care: A Policy Statement from ASCO. JCO Oncology Practice (ASCO). ASC Publications
- [2] Bloom, J. (2022). Environmental Sustainability in Radiation Oncology. Red Journal. redjournal.org
- [3] Briggs, S. E. W., Murphy, L., De Guzman, R., et al. (2023). Climate change: The problems and potential solutions in cancer control. Cancer Control.
- [4] Flynn, C. R., et al. (2025). Climate Change and Cancer Care: Impacts and Implications for Patients and Professionals. eCancer.
- [5] Hantel, A., et al. (2020). An Action Plan for Environmentally Sustainable Cancer Care. PMC.
- [6] Lichter, K. E., Sabbagh, A., Demeulenaere, S., et al. (2022). Transitioning to Environmentally Sustainable, Climate-Resilient Radiotherapy. Red Journal.
- [7] Mac, A., et al. (2025). Opportunities to improve the environmental sustainability of radiation therapy.
- [8] Padget, M., et al. (2024). Measuring environmentally sustainable health care. The Lancet Planetary Health.
- [9] Baniel, C. C., Sabol, R. A., et al. (2024). Green Horizons in Oncology: A Blueprint for Environmentally Sustainable Radiation Therapy Facilities. Seminars in Radiation Oncology, 34(4), 426-432.
- [10] Sanz, B., Calatayud, M. P., Torres, T. E., et al. (2016). Magnetic hyperthermia enhances cell toxicity with respect to exogenous heating. arXiv.
- [11] Strohhahn, G. W., et al. (2024). Altering cancer treatment dosing could reduce climate impact. Michigan Medicine / The Lancet Oncology (modeling study news).

- [12] Yusuf, H., et al. (2024). Travel-associated carbon emissions of patients receiving trastuzumab dosing. *PMC*.
- [13] Park, S., & Lee, J. (2023). Metaverse-based psychosocial support in cancer care: A new era of digital healing. *Journal of Digital Health Innovation*, 12(3), 145–158.
- [14] Baniel, C. C., Sabol, R. A., et al. (2024). Green Horizons in Oncology: A Blueprint for Environmentally Sustainable Radiation Therapy Facilities. *Seminars in Radiation Oncology*, 34(4), 426-432.

METaverse TABANLI PSİKO-SOSYAL DESTEK İLE ONKOLOJİ HASTALARINDA ANKSİYETE VE DEPRESYONUN YÖNETİMİ

Doç. Dr. Aydanur AYDIN¹

¹ Gümüşhane Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, aydanuraydin@gumushane.edu.tr-

0000-0001-5594-404X

ÖZET

Metaverse kavramı, sanal gerçeklik (VR), artırılmış gerçeklik (AR) ve sosyal etkileşim platformları bağlamında ele alınmış; bu teknolojilerin psikolojik destek, grup terapisi, farkındalık temelli uygulamalar ve sosyal bağlantı oluşturmadaki kullanım örnekleri değerlendirilmiştir. Bu yazı, metaverse tabanlı psiko-sosyal destek yaklaşımlarının onkoloji hastalarında anksiyete ve depresyonun yönetimindeki potansiyel rolünü tartışmaktadır. Günümüzde kanser tedavisi yalnızca fiziksel iyileşmeyi değil, psikolojik dayanıklılığın ve sosyal destek ağlarının güçlendirilmesini de gerektirmektedir. Gelişen dijital sağlık teknolojileri, özellikle metaverse ortamları, bu gereksinimleri karşılamak için yenilikçi bir zemin sunmaktadır. Bu yazıda, 2020–2025 yılları arasında yayımlanan bilimsel makaleler, raporlar ve sistematik derlemeler incelenmiştir. Literatür bulguları, metaverse tabanlı ortamların hastaların izolasyon hissini azalttığını, duygu paylaşımını kolaylaştırdığını ve psikolojik destek süreçlerine katılımı artırdığını göstermektedir. Ayrıca, üç boyutlu etkileşim ve avatar temsilleri sayesinde hastaların öz-yeterlik ve aidiyet duygularında artış olduğu bildirilmiştir. Bununla birlikte, veri gizliliği, etik standartlar ve dijital erişim eşitsizlikleri uygulamanın önündeki temel sınırlılıklar olarak belirlenmiştir. Metaverse tabanlı psiko-sosyal destek uygulamaları, onkoloji hastalarının anksiyete ve depresyon yönetiminde geleceğin umut vadeden dijital yaklaşımlarından biridir. Bu teknolojiler, multidisipliner bakım anlayışı içinde hemşireler, psikologlar ve dijital sağlık uzmanları için yeni bir iş birliği alanı yaratmaktadır. Ancak, bu alanda klinik etkinliği kanıtlayan ampirik araştırmaların artırılması ve etik çerçevenin netleştirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Metaverse, onkoloji, psiko-sosyal destek, anksiyete, depresyon, dijital sağlık

2. GİRİŞ

Kanser tanısı, bireylerde yalnızca fizyolojik değil, aynı zamanda psikolojik ve sosyal düzeyde de derin etkiler yaratan bir süreçtir. Tedavi sürecinin uzunluğu, yan etkiler, belirsizlik ve yaşam kalitesindeki düşüş; hastalarda anksiyete, depresyon ve umutsuzluk gibi duygusal sorunların gelişmesine neden olabilmektedir [1]. Bu nedenle onkoloji hastalarında psiko-sosyal destek uygulamaları, bütüncül bakım anlayışının temel bir bileşenidir. Son yıllarda dijital sağlık teknolojilerinin hızla gelişmesiyle birlikte, psikolojik destek süreçlerinde metaverse temelli uygulamaların kullanımına ilişkin ilgi artmıştır [1,2]. Metaverse; sanal gerçeklik (VR), artırılmış gerçeklik (AR) ve yapay zekâ destekli üç boyutlu dijital etkileşim ortamlarını kapsayan bir kavramdır. Bu ortamlar, hastaların sosyal bağlarını korumasına, sanal destek gruplarına katılmasına ve duygusal rahatlama deneyimlemesine olanak tanımaktadır. Tablo 1, metaverse tabanlı psiko-sosyal destek uygulamalarının güçlü ve zayıf yönlerini, ayrıca bu alandaki fırsat ve tehditleri özetlemektedir. Bu analiz, teknolojinin sağladığı erişilebilirlik ve sosyal destek avantajlarının yanı sıra altyapı, dijital okuryazarlık ve etik sınırlılıkları da ortaya koymaktadır. Ayrıca tablo, gelecekteki araştırmalar ve klinik uygulamalar için potansiyel fırsatlar ile karşılaşılabilecek riskleri gözler önüne sermektedir.

Tablo 1. Metaverse Tabanlı Psiko-Sosyal Destek Uygulamaları için SWOT Analizi

Kategoriler	Detaylar
Güçlü Yönler (Strengths)	<ul style="list-style-type: none">- 7/24 erişilebilir sanal destek platformları- Avatar temsilleri ile anonim ve güvenli etkileşim- Sosyal izolasyonu azaltma ve psikolojik dayanıklılığı artırma- Geleneksel terapilere kıyasla maliyet ve zaman tasarrufu- Multidisipliner ekiplerle entegrasyona uygun
Zayıf Yönler (Weaknesses)	<ul style="list-style-type: none">- Yüksek teknolojik altyapı gereksinimi (VR gözlük, hızlı internet)- Dijital okuryazarlık düşük hastalar için kullanım zorluğu- Klinik etkinliği kanıtlayan geniş ölçekli çalışmaların sınırlılığı- Etik ve gizlilik politikalarının henüz standartlaşmamış olması
Fırsatlar (Opportunities)	<ul style="list-style-type: none">- Telepsikoloji ve dijital sağlık alanında hızlı büyüme- Uzaktan psikososyal destek modellerinin geliştirilmesi- Hibrit (sanal + yüz yüze) terapi programları ile bütüncül bakım- Yenilikçi araştırmalar ve uluslararası işbirlikleri- Sağlık profesyonelleri için yeni eğitim ve uygulama alanları
Tehditler (Threats)	<ul style="list-style-type: none">- Kişisel veri güvenliği ve siber saldırı riskleri- Dijital bağımlılık veya sosyal izolasyon riskinin yanlış yönetimi- Erişim eşitsizliği (kırsal alanlar veya düşük gelir grupları)- Teknolojinin hızlı değişimi ve uyum gereksinimi- Regülasyon eksiklikleri ve etik standart belirsizlikleri

Metaverse Kavramı ve Sağlık Alanındaki Uygulamaları

Metaverse, kullanıcıların dijital avatarlar aracılığıyla etkileşime geçtiği, gerçek dünya dinamiklerini simüle eden bir sanal evrendir [2,3]. Sağlık alanında metaverse teknolojisi; tıp eğitimi, cerrahi simülasyonlar, hasta eğitimi, rehabilitasyon ve psikolojik destek süreçlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin, metaverse tabanlı terapötik ortamlar aracılığıyla bireyler grup terapilerine katılabilmekte, farkındalık temelli meditasyon yapabilmekte ve profesyonellerden rehberlik alabilmektedir [2,4]. Bu ortamlar, geleneksel yüz yüze terapilere kıyasla erişilebilirlik, zaman tasarrufu ve anonimlik gibi avantajlar sunmaktadır.

Onkoloji Hastalarında Psiko-Sosyal Destek Gereksinimi

Kanser hastalığı, bireyin yaşamını tehdit eden bir deneyim olduğundan, yoğun psikolojik stres yaratır. Tedavi sürecinde görülen yorgunluk, ağrı, saç dökülmesi, beden imajı değişiklikleri ve sosyal izolasyon; anksiyete ve depresyon oranlarını yükseltmektedir [3,5]. Psiko-sosyal destek programları, hastaların hastalık sürecine uyumunu artırmak, duygusal yüklerini hafifletmek ve yaşam kalitesini korumak açısından kritik öneme sahiptir. Ancak fiziksel hastane ortamlarında veya yoğun tedavi programları arasında bu tür desteklere erişim her zaman mümkün olmamaktadır. İşte bu noktada metaverse tabanlı uygulamalar, destek hizmetlerini zaman ve mekân kısıtlarından bağımsız hâle getirme potansiyeline sahiptir.

Metaverse Tabanlı Psiko-Sosyal Müdahale Yaklaşımları

Metaverse platformları, sanal grup terapileri, meditasyon oturumları, destek toplulukları ve eğitim modülleri aracılığıyla onkoloji hastalarına psiko-sosyal destek sağlayabilir [4,5].

Bu ortamda gerçekleştirilen uygulamalar arasında şunlar yer almaktadır:

- **Sanal Grup Terapisi:** Hastalar, benzer deneyimlere sahip kişilerle güvenli ve anonim bir ortamda etkileşim kurar.
- **Farkındalık (Mindfulness) ve Meditasyon Uygulamaları:** Sanal ortamlarda rehberli meditasyonlar, stres ve anksiyete düzeylerini azaltmaya yardımcı olur.
- **Psiko-eğitim Modülleri:** Avatar temsilleri aracılığıyla hastalara duygu yönetimi, baş etme becerileri ve sosyal destek konularında farkındalık kazandırılır.
- **Sanal Sosyal Topluluklar:** Hastalar aile üyeleri veya sağlık profesyonelleriyle 3D ortamlarda etkileşime geçebilir.

Tablo 2. Metaverse Tabanlı Psiko-Sosyal Müdahale Yaklaşımları

Uygulama Türü	Amaç	Kazanım	Literatür Örneği
Sanal Grup Terapisi	Sosyal destek sağlamak	İzolasyonun azalması, paylaşım duygusunun artması	Park & Lee, 2023
Avatar Temelli Farkındalık Uygulamaları	Stres azaltma, öz-farkındalık geliştirme	Anksiyete düzeyinde azalma	Kim & Choi, 2022
Sanal Rehabilitasyon Alanları	Fiziksel ve zihinsel iyileşmeyi desteklemek	Beden farkındalığı ve motivasyon artışı	Lee et al., 2023
Eğitim ve Psiko-eğitim Modülleri	Hastalık yönetimi ve baş etme becerilerini geliştirme	Öz-yeterlik ve bilgi düzeyinde artış	Han et al., 2024
Sanal Sosyal Topluluklar	Sosyal bağ kurmak	Umut, aidiyet ve dayanıklılık duygularının güçlenmesi	Zhang et al., 2024

Tablo 2, metaverse tabanlı psiko-sosyal destek uygulamalarının farklı türlerini, amaçlarını ve sağladığı kazanımları özetlemektedir. Örneğin, sanal grup terapileri hastalarda izolasyon duygusunu azaltırken, avatar temelli farkındalık uygulamaları anksiyete düzeyini düşürmeye yardımcı olmaktadır. Diğer yandan, sanal rehabilitasyon alanları fiziksel ve zihinsel iyileşmeyi desteklerken, eğitim ve psiko-eğitim modülleri öz-yeterlik ve bilgi düzeyini artırmakta; sanal sosyal topluluklar ise umut, aidiyet ve dayanıklılık duygularını güçlendirmektedir. Güncel çalışmalar, metaverse ve sanal gerçeklik tabanlı psiko-sosyal uygulamaların kanser hastalarında olumlu sonuçlar doğurduğunu göstermektedir [4,6].

- **Anksiyete ve Depresyon Üzerine Etkiler:** Sanal terapi ortamlarının, geleneksel terapilere benzer düzeyde kaygı ve depresyon semptomlarını azalttığı bildirilmiştir.
- **Sosyal İzolasyonun Azalması:** Hastaların çevrim içi destek toplulukları aracılığıyla duygusal paylaşımda bulunmaları, yalnızlık hissini azalttığı belirtilmektedir.
- **Motivasyon ve Öz-Yeterlik:** Sanal avatarlar aracılığıyla etkileşim, bireyin kontrol ve aidiyet hissini güçlendirmektedir. Ancak, mevcut bulguların çoğu pilot ölçekli çalışmalara dayandığından, metaverse tabanlı psiko-sosyal desteklerin klinik etkinliği konusunda daha güçlü kanıtlara ihtiyaç vardır.

Onkoloji Hastalarında Psiko-Sosyal Destek Gereksinimleri

Kanser tanısı alan bireyler, tedavi süreci boyunca yalnızca fiziksel sağlıkla değil, aynı zamanda psikolojik ve sosyal sağlıkla da başa çıkmak zorundadır. Tedavi sürecinde görülen cerrahi müdahaleler, kemoterapi ve radyoterapi gibi fiziksel etkiler; ağrı, yorgunluk, saç dökülmesi, işlevsellik kaybı ve beden imajı değişiklikleri ile birlikte psikolojik yükü artırmaktadır [3,7]. Bu durum, hastalarda sıklıkla anksiyete, depresyon, stres ve yalnızlık duygularına yol açar ve yaşam kalitesini düşürür. Örneğin, kemoterapi gören hastalarda depresyon oranları %20–40

arasında değişirken, anksiyete prevalansı %30–50 arasında bildirilmektedir [4,6]. Bu istatistikler, psiko-sosyal destek programlarının gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır.

Psiko-sosyal destek, kanser hastalarının duygusal dayanıklılığını artırmak, hastalıkla baş etme becerilerini geliştirmek ve sosyal bağlarını güçlendirmek amacıyla uygulanmaktadır. Geleneksel destek yöntemleri arasında yüz yüze psikolojik danışmanlık, grup terapileri, mindfulness ve stres yönetimi eğitimleri yer almaktadır [2,5]. Ancak bu yöntemler, tedavi yoğunluğu, hastaneye erişim kısıtları, coğrafi engeller ve bireysel zaman sınırlamaları nedeniyle her zaman uygulanabilir olmayabilir. Özellikle pandemi sonrası dönemde uzaktan ve dijital destek modellerine olan ilgi artmıştır.

Metaverse tabanlı psiko-sosyal destek sistemleri, bu boşluğu doldurmak için yenilikçi bir çözüm sunmaktadır. Üç boyutlu sanal ortamlar, hastaların fiziksel mekândan bağımsız olarak terapötik etkileşimlere katılmasına olanak tanır. Sanal ortamlar, bireylerin anonim ve güvenli bir şekilde duygularını ifade etmelerine, benzer deneyimlere sahip diğer hastalarla etkileşime geçmelerine ve sosyal destek ağlarını güçlendirmelerine imkân sağlar. Ayrıca, bu tür platformlar, hastaların tedaviye uyumlarını artırabilir, izolasyon hissini azaltabilir ve yaşam kalitesini iyileştirebilir [3,5]. Psiko-sosyal destek gereksinimi, yaş, cinsiyet, hastalık tipi ve tedavi süresi gibi bireysel faktörlerden etkilenmektedir. Örneğin, genç yetişkin kanser hastaları sosyal izolasyona daha duyarlıyken, ileri yaş grubu hastalar teknolojik kullanım konusunda kısıtlı olabilir. Ayrıca, bazı hastalar aile desteği ile yeterli psikolojik destek alırken, yalnız yaşayan bireyler daha yoğun desteğe ihtiyaç duyabilir [2,6]. Bu nedenle, metaverse tabanlı çözümler, bireyselleştirilmiş ve esnek müdahaleler sunma potansiyeline sahiptir. Onkoloji hastalarının psiko-sosyal destek ihtiyaçı, hem duygusal hem de sosyal boyutları kapsayan çok yönlü bir yaklaşım gerektirir. Metaverse tabanlı uygulamalar, erişilebilirlik, anonimlik ve etkileşim avantajları sayesinde bu ihtiyaçı karşılayabilecek modern dijital araçlar olarak öne çıkmaktadır.

Metaverse Tabanlı Müdahaleler

Metaverse tabanlı psiko-sosyal destek uygulamaları, sanal gerçeklik (VR), artırılmış gerçeklik (AR) ve avatar temsilleri ile bireylere çeşitli terapötik deneyimler sunmaktadır. Bu müdahaleler, hem duygusal hem de sosyal alanlarda hastaların iyileşmesine katkı sağlamayı hedeflemektedir. Literatürde en sık kullanılan uygulama türleri şunlardır:

Sanal Grup Terapisi

Sanal grup terapileri, benzer deneyimlere sahip hastaların bir araya geldiği ve etkileşimde bulunduğu sanal ortamlardır. Bu terapiler, hastaların izolasyon duygusunu azaltmak, empati ve

destek paylaşımını artırmak için tasarlanmıştır. Park ve Lee (2023), metaverse ortamında gerçekleştirilen grup terapilerinin depresyon semptomlarını anlamlı biçimde azalttığını bildirmiştir. Sanal grup terapileri, fiziksel mekân kısıtlamalarına bağlı olmadan geniş bir hasta kitlesine ulaşabilme avantajı sunmaktadır.

Avatar Temelli Farkındalık ve Meditasyon Uygulamaları

Bu uygulamalarda hastalar, avatarları aracılığıyla rehberli meditasyon, nefes egzersizleri ve farkındalık temelli etkinliklere katılabilirler. Bu tür programlar, stres ve kaygı düzeylerini düşürmek, duygusal farkındalığı artırmak ve bireyin içsel kontrol hissini güçlendirmek için kullanılır [2]. Ayrıca, avatarlar aracılığıyla etkileşim, bireylerin sosyal kaygılarını azaltarak terapötik katılımı artırmaktadır.

Sanal Rehabilitasyon Alanları

Metaverse, fiziksel ve zihinsel rehabilitasyon süreçlerini destekleyen simüle edilmiş ortamlara da olanak tanır. Kanser tedavisinden sonra fiziksel işlevselliğini yeniden kazanmak isteyen hastalar, sanal egzersizler ve etkileşimli aktiviteler aracılığıyla motivasyon kazanabilir. Lee ve arkadaşları (2023), avatar temelli rehabilitasyon programlarının hastaların motivasyon ve fiziksel farkındalık düzeylerini artırdığını raporlamıştır.

Psiko-eğitim Modülleri

Bu modüller, hastalara kanser süreci, baş etme stratejileri ve duygusal yönetim konusunda eğitim vermek için tasarlanmıştır. Sanal ortamda etkileşimli öğrenme imkânı, bilgilerin daha etkili öğrenilmesini sağlar ve öz-yeterlik duygusunu güçlendirir. Han ve arkadaşları (2024), metaverse tabanlı psiko-eğitim oturumlarının hastaların bilgi düzeyini ve kendine güvenini artırdığını göstermiştir.

Sanal Sosyal Topluluklar

Sanal topluluklar, hastaların aile üyeleri, arkadaşları ve sağlık profesyonelleri ile etkileşim kurabileceği dijital alanlardır. Bu topluluklar, hastaların aidiyet ve sosyal destek hissini güçlendirir, yalnızlık duygusunu azaltır ve psikolojik dayanıklılığı artırır (Zhang et al., 2024). Ayrıca, sanal topluluklar, sosyal paylaşım ve duygu ifade etme imkânı sunarak tedavi sürecinde psikolojik destek ağlarını genişletir.

Metaverse tabanlı müdahalelerin etkinliği, literatürde çeşitli pilot çalışmalarla desteklenmiştir. Bu çalışmalar, anksiyete ve depresyonun azaldığını, sosyal bağlantı ve öz-yeterlik düzeylerinin arttığını göstermektedir. Ancak mevcut veriler sınırlı olup, daha geniş ölçekli ve randomize kontrollü çalışmaların yapılması gerekmektedir. Bununla birlikte, metaverse tabanlı uygulamalar, erişilebilirlik, anonimlik ve üç boyutlu etkileşim avantajları sayesinde onkoloji

hastalarının psiko-sosyal destek süreçlerine katılımını artırabilecek modern araçlar olarak öne çıkmaktadır.

Etik, Erişilebilirlik ve Veri Güvenliği Boyutu

Metaverse uygulamaları, kişisel verilerin korunması, dijital mahremiyet ve erişim eşitsizliği gibi konularda etik tartışmaları gündeme getirmektedir [5,6].

- **Etik Sorumluluk:** Sanal terapilerde profesyonel gizlilik, terapötik sınırlar ve avatar kimliklerinin güvenliği sağlanmalıdır.
- **Erişim Eşitsizliği:** Dijital donanım ve internet altyapısına erişimi sınırlı olan bireyler bu hizmetlerden yararlanamayabilir.
- **Veri Güvenliği:** Sağlık bilgileri ve psikolojik kayıtların korunması için güçlü siber güvenlik altyapıları gerekmektedir.

Geleceğe Yönelik Öneriler

- Metaverse tabanlı psiko-sosyal destek modelleri, **multidisipliner ekipler** (hemşire, psikolog, yazılım geliştirici) tarafından ortaklaşa geliştirilmelidir.
- Klinik etkinliği ölçen **randomize kontrollü çalışmalar** yapılmalıdır.
- **Etik rehberler ve dijital eğitim modülleri** oluşturularak sağlık çalışanlarının bu ortamlarda etkin rol alması sağlanmalıdır.
- Onkoloji merkezlerinde **hibrit destek modelleri** (yüz yüze + sanal) uygulanarak erişim artırılmalıdır.

Metaverse tabanlı psiko-sosyal destek uygulamaları, onkoloji hastalarında anksiyete ve depresyonun yönetimi için umut verici bir dijital yaklaşım sunmaktadır [7,8]. Bu ortamlar, bireylerin yalnızlık hissini azaltmakta, sosyal bağlantılarını güçlendirmekte ve duygusal iyilik haline katkıda bulunmaktadır. Bununla birlikte, bu alandaki uygulamaların etik, teknik ve klinik temellerinin güçlendirilmesi; hemşirelik, psikoloji ve dijital sağlık alanlarında işbirliği yapılması büyük önem taşımaktadır. Metaverse tabanlı psiko-sosyal destek uygulamaları, onkoloji hastalarında anksiyete ve depresyonun yönetimi açısından yenilikçi, erişilebilir ve bütüncül bir bakım yaklaşımı sunmaktadır [5,8]. Mevcut literatür, bu teknolojilerin bireylerin yalnızlık, korku ve belirsizlik duygularını hafiflettiğini; duygusal dayanıklılığı, umut düzeyini ve sosyal bağları güçlendirdiğini göstermektedir [4,9]. Özellikle uzun süren tedavi süreçlerinde, hastaların fiziksel ortamdan bağımsız biçimde terapötik etkileşimlere katılabilmeleri, psikolojik desteğe süreklilik kazandırmaktadır.

Metaverse ortamları, avatar temsilleri ve üç boyutlu iletişim altyapısı sayesinde bireylerin kimliklerini özgürce ifade edebildikleri, damgalanma korkusunun azaldığı, paylaşımın

kolaylaştığı güvenli alanlar yaratmaktadır [9,10]. Bu yönüyle, geleneksel yüz yüze terapilerde yaşanan çekinceleri azaltmakta ve dijital katılımı teşvik etmektedir. Ayrıca, sağlık profesyonelleri açısından da hasta ile empatik iletişimi güçlendiren, uzaktan izlem ve değerlendirme süreçlerine katkı sağlayan yeni bir bakım boyutu sunmaktadır. Bununla birlikte, metaverse tabanlı psiko-sosyal destek sistemlerinin yaygınlaşması birtakım etik, teknik ve uygulama temelli sınırlılıklar içermektedir [4,9]. Özellikle veri gizliliği, avatar temelli terapötik etkileşimlerin profesyonel sınırları, dijital bağımlılık riski ve erişim eşitsizlikleri bu alanın dikkatle yönetilmesi gereken yönleridir. Dolayısıyla, teknolojik yeniliğin etik sorumlulukla dengelenmesi büyük önem taşımaktadır.

Gelecekte, bu sistemlerin hemşirelik ve psikoloji temelli multidisipliner yaklaşımlarla geliştirilmesi, kullanıcı merkezli tasarım ilkeleriyle desteklenmesi ve etkinliklerinin randomize kontrollü çalışmalarla kanıtlanması gerekmektedir [6,8]. Aynı zamanda, sağlık kurumlarının dijital dönüşüm stratejilerine metaverse temelli psiko-sosyal destek modüllerini entegre etmeleri, özellikle kanser bakımında süreklilik ve bütüncül destek sağlama açısından önemli bir adım olacaktır.

Sonuç olarak, metaverse temelli psiko-sosyal destek uygulamaları, yalnızca teknolojik bir yenilik değil; onkoloji hastalarının yaşam kalitesini artıran, duygusal iyileşmeyi kolaylaştıran ve hasta merkezli bakım anlayışını dijital çağa uyarlayan dönüştürücü bir yaklaşımdır. Bu alanın gelişimi, geleceğin dijital sağlık ekosisteminde hemşireler, psikologlar ve diğer sağlık profesyonelleri için yeni bir uzmanlık ve bakım pratiği alanı yaratma potansiyeline sahiptir.

KAYNAKÇA

- [1] Park, S., & Lee, J. (2023). Metaverse-based psychosocial support in cancer care: A new era of digital healing. *Journal of Digital Health Innovation*, 12(3), 145–158.
- [2] Kim, H., & Choi, M. (2022). Virtual reality and metaverse applications for mental health in oncology patients. *Psycho-Oncology*, 31(9), 1398–1406.
- [3] World Health Organization. (2024). *Digital mental health interventions: Ethical and practical guidance*. Geneva: WHO Press.
- [4] Han, S. Y., Kim, H. J., & Park, E. (2024). Metaverse-based mental health support for cancer patients: A scoping review. *Journal of Psycho-Oncology and Digital Health*, 14(2), 88–101.
- [5] Lee, J., Park, S., & Ryu, H. (2023). Therapeutic engagement through avatars: A new horizon for psychosocial interventions in oncology care. *Digital Health Research*, 9, 1–12.
- [6] Zhang, L., Chen, Q., & Wang, R. (2024). Building social resilience through metaverse communities for cancer patients. *Frontiers in Psychology*, 15, 1172.

- [7] American Cancer Society. (2023). Psychosocial support in cancer care: Guidelines for integrated digital interventions. Atlanta: ACS Press.
- [8] Gao, Y., & Liu, C. (2023). Metaverse and digital empathy: Opportunities and challenges for oncology nursing practice. *Nurse Education in Practice*, 72, 103668.
- [9] European Society for Medical Oncology (ESMO). (2024). eHealth and virtual support systems in oncology care. ESMO Guidelines Committee Report.
- [10] Smith, J., & Ortega, L. (2025). Future directions in virtual psychosocial care for chronic illness management. *Journal of Health Informatics*, 18(1), 1–15.

GENÇ ERİŞKİNDE AKUT KORONER SENDROMDA NİTRATLA ÇÖZÜLEN LAD DARLIĞI

Doç. Dr. Hakan Duman

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kardiyoloji AD, Rize, Türkiye
E-posta: hakan.duman@erdogan.edu.tr | ORCID: 0000-0002-9519-8739

Amaç/Giriş

Koroner vazospazm genç erişkinlerde akut koroner sendromu taklit ederek anjiyografide ciddi darlık izlenimine yol açabilir. Bu olgu, stent implantasyonu planlanmadan önce intrakoroner nitrat uygulamasıyla lezyon şiddetinin yeniden değerlendirilmesinin klinik önemini vurgular.

Olgu Sunumu

Otuz dört yaşında, tipik göğüs ağrısıyla başvuran bir bireyde akut koroner sendrom ön tanısıyla yapılan koroner anjiyografide, sol ön inen arter (LAD) proksimalinde belirgin darlık izlendi. Lezyon morfolojisi ve klinik bağlam vazospazm şüphesini doğurdu. İtrakoroner 200 mcg nitrat verilmesini takiben spazm hızla çözüldü ve lümen çapı normalleşti; akım TIMI 3 idi. Stent yerleştirilmedi; kalsiyum kanal blokeri ve uzun etkili nitratla tıbbi tedavi başlandı. Kısa süreli izlemde semptom görülmedi ve noninvaziv değerlendirmede iskemi saptanmadı.

Tartışma

Vazospazm, özellikle genç ve belirgin aterosklerotik yükü olmayan olgularda, sabit darlıkla karışabilir ve gereksiz stentlemeye yol açabilir. İtrakoroner nitrat, dinamik komponenti açığa çıkararak lezyonun gerçek şiddetini gösterir; tedavi seçiminde hatayı azaltır ve cihaz kullanımını sınırlayabilir.

Sonuç

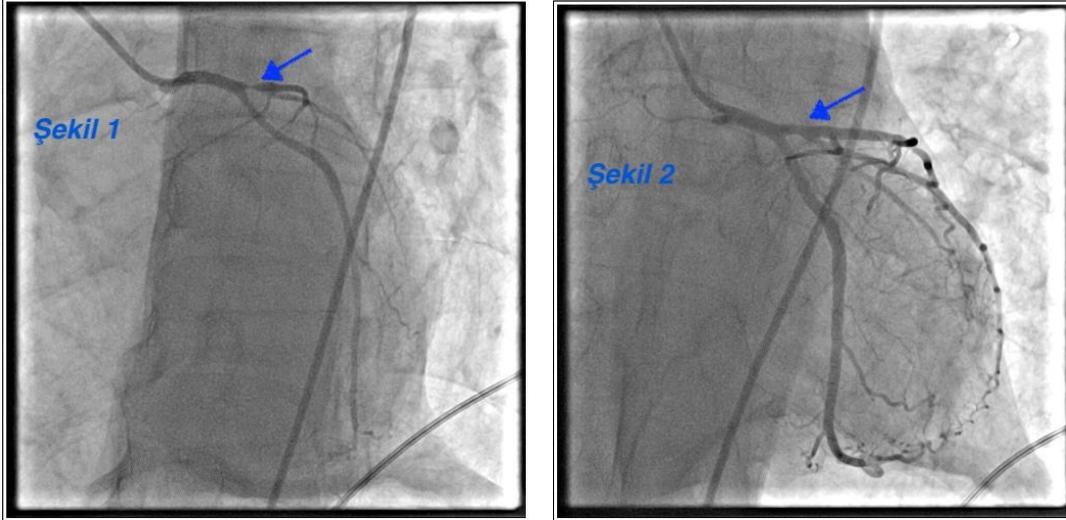
Koroner spazmdan şüphelenilen olgularda stent kararı öncesi intrakoroner nitratla yeniden değerlendirme yapılması gereksiz implantasyonları önleyebilir.

Anahtar Sözcükler

Koroner vazospazm; Akut koroner sendrom; Nitrat; LAD; Koroner anjiyografi

Çıkar Çatışması ve Finansman

Yoktur.



Şekil 1. Koroner anjiyografi, kraniyal projeksiyon; LAD proksimal segmentte belirgin darlık görünümü. Oklar lezyonu göstermektedir.

Şekil 2. Aynı projeksiyonda intrakoronar 200 mcg nitrat sonrası; spazmın çözülmesiyle lümen normal, TIMI 3 akım izlenmektedir.

Nitrate-Resolved LAD Stenosis İn A Young Adult With Acute Coronary Syndrome

Author: Assoc. Prof. Hakan Duman, MD

Affiliation: Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Medicine, Department of Cardiology, Rize, Türkiye **Email:** hakan.duman@erdogan.edu.tr | **ORCID:** 0000-0002-9519-8739

Aim/Background

Coronary vasospasm in young adults can mimic acute coronary syndrome and create the impression of critical stenosis on angiography. This case underscores the clinical importance of reassessing lesion severity with intracoronary nitrate before planning stent implantation.

Case Presentation

A 34-year-old individual presented with typical chest pain. Coronary angiography performed for suspected acute coronary syndrome revealed an apparent significant proximal stenosis in the left anterior descending artery (LAD). Lesion morphology and the clinical context raised suspicion of vasospasm. Following administration of 200 mcg intracoronary nitrate, the spasm resolved rapidly and the luminal diameter normalized; TIMI 3 flow was observed. No stent was implanted; medical therapy with a calcium-channel blocker and a long-acting nitrate was initiated. During short-term follow-up, the patient remained asymptomatic and noninvasive evaluation showed no ischemia.

Discussion

Vasospasm, particularly in young patients without a substantial atherosclerotic burden, can be mistaken for fixed stenosis and lead to unnecessary stenting. Intracoronary nitrate unmasks the dynamic component and reveals the true severity of the lesion, reducing decision errors and limiting device use.

Conclusion

In cases with suspected coronary spasm, reassessment with intracoronary nitrate prior to a stent decision may prevent avoidable implantation.

Keywords

Coronary vasospasm; Acute coronary syndrome; Nitrate; LAD; Coronary angiography

Conflict of Interest and Funding

None.

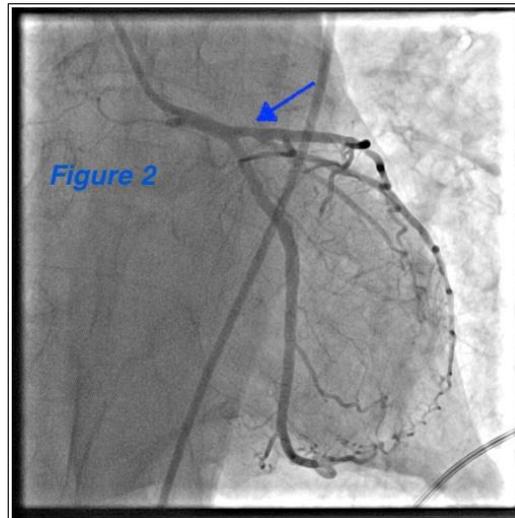
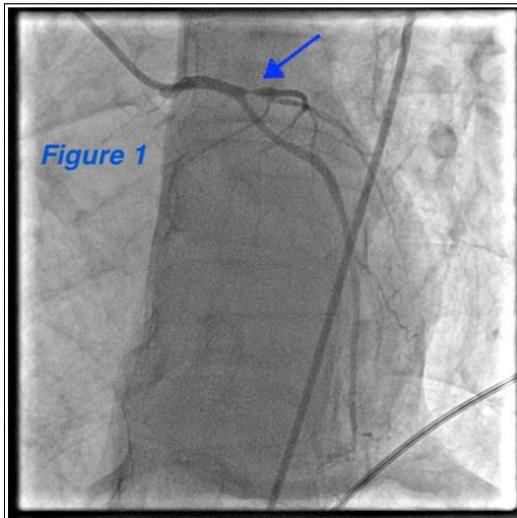


Figure 1. Coronary angiography, cranial projection; apparent severe stenosis in the proximal LAD segment. Arrows indicate the lesion.

Figure 2. Same projection after 200 mcg intracoronary nitrate; with resolution of spasm, the lumen appears normal and TIMI 3 flow is observed.

GENÇ ERİŞKİNDE AKUT KORONER SENDROMDA SAĞ KORONER ARTER SPONTAN DİSEKSİYONU: MEDİKAL İZLEMLE TAM DÜZELME

Doç. Dr. Hakan Duman

Kurum: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kardiyoloji AD, Rize, Türkiye
E-posta: hakan.duman@erdogan.edu.tr | ORCID: 0000-0002-9519-8739

Amaç/Giriş

Spontan koroner arter diseksiyonu (SCAD), özellikle genç kadınlarda akut koroner sendromun (AKS) nadir ancak önemli bir nedenidir ve anjiyografide sabit darlığı taklit ederek gereksiz stentlemeye yol açabilir. Bu olgu, distal akımın korunduğu sağ koroner arter (RCA) SCAD olgusunda konservatif izlem yaklaşımının değerini göstermeyi amaçlamaktadır.

Olgu Sunumu

Otuz dört yaşında kadın hasta tipik göğüs ağrısıyla başvurdu. AKS ön tanısıyla yapılan koroner anjiyografide RCA'da proksimal-midyel segmentte intimal yırtık ve yalancı lümenle uyumlu, belirgin darlık görüntüsü izlendi; distal TIMI 3 akım mevcuttu. Klinik stabilite ve korunmuş distal akım üzerine stentleme yapılmadı. Kalsiyum kanal blokleri ve antitrombositlerle medikal tedavi başlandı. Üç hafta sonraki kontrol anjiyografisinde diseksiyon bulgularının gerilediği, lümen kalibrasyonunun normale yaklaştığı ve TIMI 3 akımın sürdüğü izlendi; hasta semptomsuzdu.

Tartışma

SCAD, özellikle genç kadınlarda hormonal ve yapısal yatkınlıklarla ilişkili olabilir ve çoğu zaman dinamik seyir gösterir. Distal akımı korunan, hemodinamik olarak stabil olgularda konservatif yaklaşım preferans edilebilir; intrakoroner vazodilatörler, dikkatli antitrombotik strateji ve yakın izlem ile spontan iyileşme sıktır. Bu yaklaşım gereksiz stent/greft ihtiyacını azaltabilir.

Sonuç

AKS ile başvuran genç kadınlarda RCA SCAD olasılığı akılda tutulmalı; distal akım mevcutsa stent kararı öncesi konservatif tedavi ve yakın izlem güvenli ve etkili bir seçenek olabilir.

Anahtar Sözcükler

Spontan koroner arter diseksiyonu; Akut koroner sendrom; Sağ koroner arter; Medikal tedavi; TIMI akım

Etik/Onam

Hastadan yazılı aydınlatılmış onam alınmıştır; kimlik verileri anonimleştirilmiştir.

Çıkar Çatışması ve Finansman

Yoktur.



Şekil 1. Koroner anjiyografi; RCA proksimal–mid segmentte diseksiyonla uyumlu darlık görünümü. Oklar lezyonu göstermektedir.



Şekil 2. Üç hafta sonra kontrol anjiyografisi; spontan iyileşme ile lümen kalibrasyonunda düzelme ve TIMI 3 akım.

YOUNG WOMAN WITH ACS DUE TO SPONTANEOUS RIGHT CORONARY ARTERY DISSECTION: MEDICAL RESOLUTION

Author: Assoc. Prof. Hakan Duman, MD

Affiliation: Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Medicine, Department of Cardiology, Rize, Türkiye

Email: hakan.duman@erdogan.edu.tr | ORCID: 0000-0002-9519-8739

Aim/Background

Spontaneous coronary artery dissection (SCAD) is an uncommon but important cause of acute coronary syndrome (ACS) in young women and may mimic fixed stenosis on angiography, risking unnecessary stenting. We present a right coronary artery (RCA) SCAD case with preserved distal flow successfully managed conservatively.

Case Presentation

A 34-year-old woman with typical chest pain underwent coronary angiography for suspected ACS, revealing an apparent severe proximal-to-mid RCA narrowing with features consistent with intimal tear and a false lumen; distal flow was TIMI 3. Given hemodynamic stability and preserved distal perfusion, no stent was implanted. Medical therapy with a calcium-channel blocker and long-acting nitrate plus antiplatelet therapy was initiated. At 3-week follow-up angiography, the dissection had regressed with near-normal luminal caliber and sustained TIMI 3 flow; the patient remained asymptomatic and event-free.

Discussion

SCAD is associated with hormonal and arteriopathy predisposition and often follows a dynamic course. In stable patients with preserved distal flow, a conservative strategy is preferred; intracoronary vasodilators, careful antithrombotic therapy, and close surveillance frequently result in spontaneous healing, avoiding unnecessary stent or bypass procedures.

Conclusion

In young women presenting with ACS, SCAD should be considered; when distal flow is preserved, reassessment and conservative management before stenting can be a safe and effective option.

Keywords

Spontaneous coronary artery dissection; Acute coronary syndrome; Right coronary artery; Medical therapy; TIMI flow

Ethics/Consent

Written informed consent was obtained; all identifiers were removed.

Conflict of Interest and Funding

None.

Figures (for internal use)



Figure 1. Coronary angiography; proximal–mid RCA appearance consistent with dissection-related narrowing. Arrows indicate the lesion.



Figure 2. Three-week control angiography; spontaneous healing with near-normal luminal caliber and sustained TIMI 3 flow.

İNFARKTÜS SONRASI APİKAL VENTRİKÜLER SEPTAL RÜPTÜR: RCA OKLÜZYONUNDA IABP DESTEKLİ YAKLAŞIM

Doç. Dr. Hakan Duman

Kurum: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kardiyoloji AD, Rize, Türkiye
E-posta: hakan.duman@erdogan.edu.tr | ORCID: 0000-0002-9519-8739

Amaç/Giriş

Akut miyokard infarktüsünü takiben gelişen ventriküler septal rüptür (VSR), modern tedavilere rağmen mortalitesi yüksek bir komplikasyondur. Yeni ortaya çıkan gür sistolik üfürüm ve şok varlığında acil ekokardiyografi ve mekanik dolaşım desteği esastır.

Olgu Sunumu

Altmış dokuz yaşında erkek hasta hipotansiyonla başvurdu; inferior infarktüs ile uyumlu klinik ve EKG bulguları mevcuttu. Koroner anjiyografide sağ koroner arter (RCA) proksimal oklüzyon saptandı ve intraaortik balon pompası (IABP) desteği altında revaskülarizasyon uygulanarak akım sağlandı. Yoğun bakımda 5-6/6 şiddetinde yeni pansistolik üfürüm duyuldu. Transtorasik ekokardiyografide apeks düzeyinde ventriküler septal rüptür saptandı. İnotrop tedavisi altında perkütan veya cerrahi onarım planlandı ancak hasta yaklaşık 2 saat sonra kardiyojenik şokta eksitus oldu.

Tartışma

VSR daha çok geç başvuran ve geniş inferior MI olgularında görülür. IABP gibi mekanik destekler köprülenme sağlayabilir; onarım zamanı hematomun gerilemesi ve hemodinamik stabilizasyona göre bireyselleştirilmelidir. Erken mortalite yüksektir.

Sonuç

AKS sonrası yeni gür sistolik üfürüm ve şokta VSR düşünülmeli; acil EKO, mekanik destek ve kalp-ekip değerlendirmesi gecikmeden başlatılmalıdır.

Anahtar Sözcükler

Ventriküler septal rüptür; Akut miyokard infarktüsü; Sağ koroner arter; İntraaortik balon pompası; Kardiyojenik şok

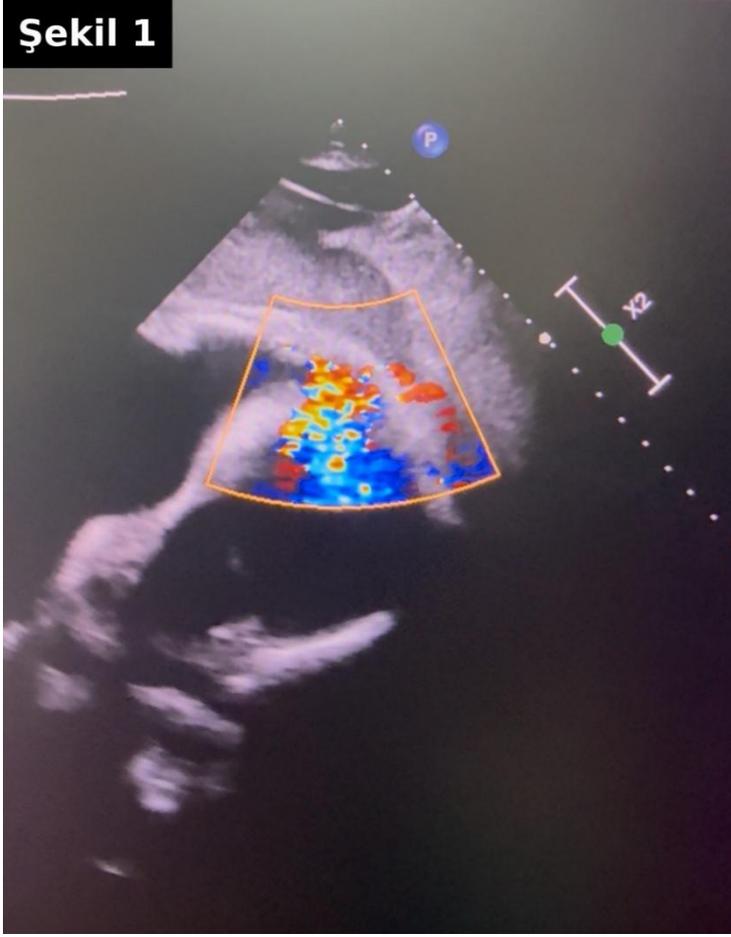
Etik/Onam

Hastadan yazılı aydınlatılmış onam alınmıştır; kimlik verileri anonimleştirilmiştir.

Çıkar Çatışması ve Finansman

Yoktur.

Şekiller



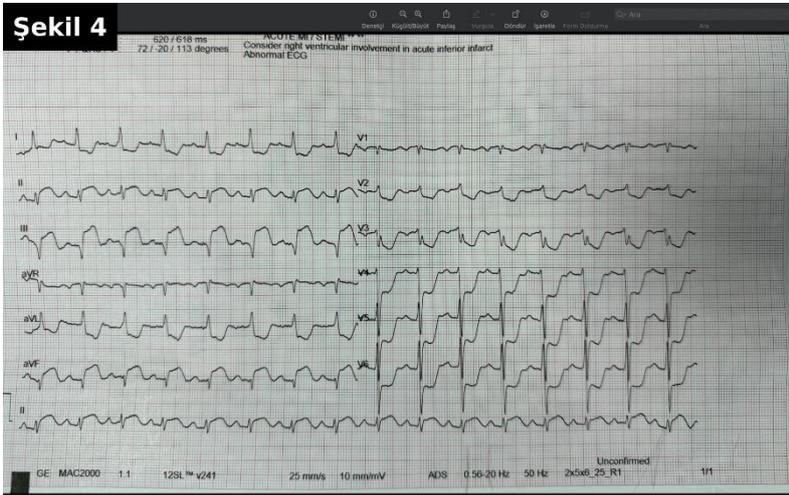
Şekil 1. TTE apikal dört boşluk renkli Doppler; apikal VSR üzerinden sol-sağ şant akımı.



Şekil 2. Koroner anjiyografi; proksimal RCA oklüzyonu (TIMI 0).



Şekil 3. Revaskülarizasyon sonrası RCA; lümen açıklığı ve TIMI 3 akım.



Şekil 4. Başvuru EKG'si; inferior MI ile uyumlu ST-segment değişiklikleri.

POST-MI APICAL VENTRICULAR SEPTAL RUPTURE: IABP-SUPPORTED STRATEGY AFTER RCA OCCLUSION

Author: Assoc. Prof. Hakan Duman, MD

Affiliation: Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Medicine, Department of
Cardiology, Rize, Türkiye

Email: hakan.duman@erdogan.edu.tr | ORCID: 0000-0002-9519-8739

Aim/Background

Ventricular septal rupture (VSR) is a rare yet highly lethal complication after acute myocardial infarction. A new harsh systolic murmur with shock necessitates immediate echocardiographic confirmation and initiation of mechanical circulatory support.

Case Presentation

A 69-year-old man presented with hypotension and clinical/ECG findings consistent with an inferior infarction. Coronary angiography demonstrated proximal right coronary artery occlusion; revascularization was performed with intra-aortic balloon pump support, restoring flow. In the ICU, a new grade 5–6/6 pansystolic murmur was detected. Transthoracic echocardiography revealed an apical ventricular septal rupture. Despite inotropes and planning for percutaneous or surgical repair, the patient died of refractory cardiogenic shock approximately two hours after admission.

Discussion

VSR is more frequent in late presenters and extensive inferior MI. Temporizing support with IABP may bridge to repair; timing should be individualized based on stabilization and hematoma evolution, yet early mortality remains high.

Conclusion

In post-MI shock with a new loud systolic murmur, VSR should be promptly considered; urgent echocardiography, mechanical support and early heart-team planning are essential.

Keywords

Ventricular septal rupture; Acute myocardial infarction; Right coronary artery; Intra-aortic balloon pump; Cardiogenic shock

Ethics/Consent

Written informed consent was obtained; all identifiers were removed.

Conflict of Interest and Funding

None.

Figures

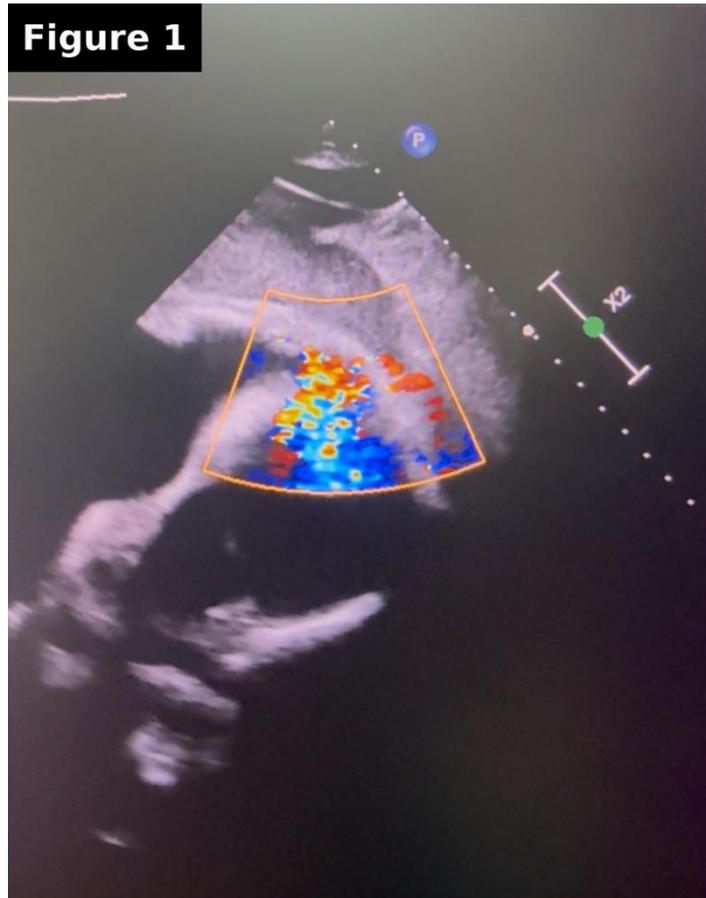


Figure 1. TTE apical four-chamber color Doppler; left-to-right shunt across apical VSR.

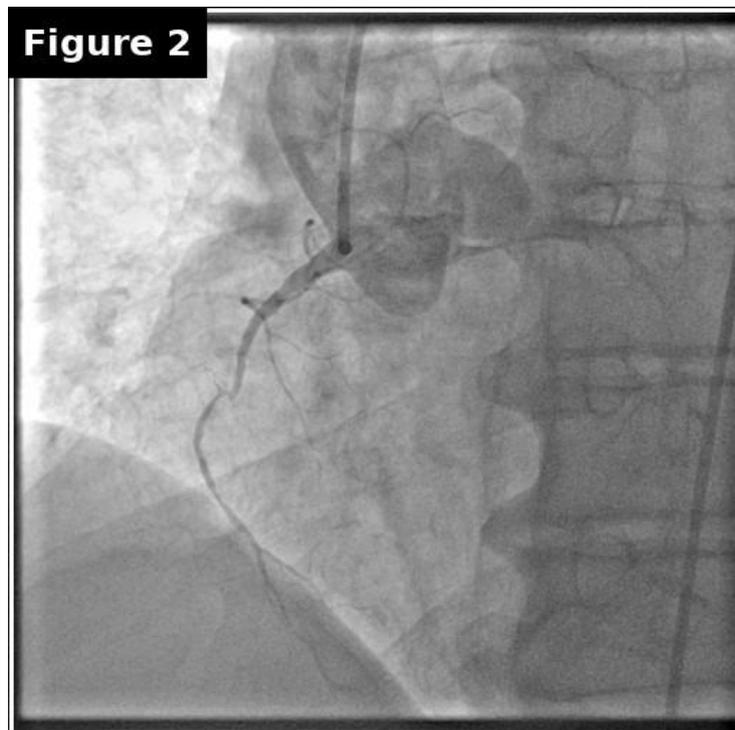


Figure 2. Coronary angiography; proximal RCA occlusion (TIMI 0).



Figure 3. Post-revascularization RCA; restored luminal patency with TIMI 3 flow.

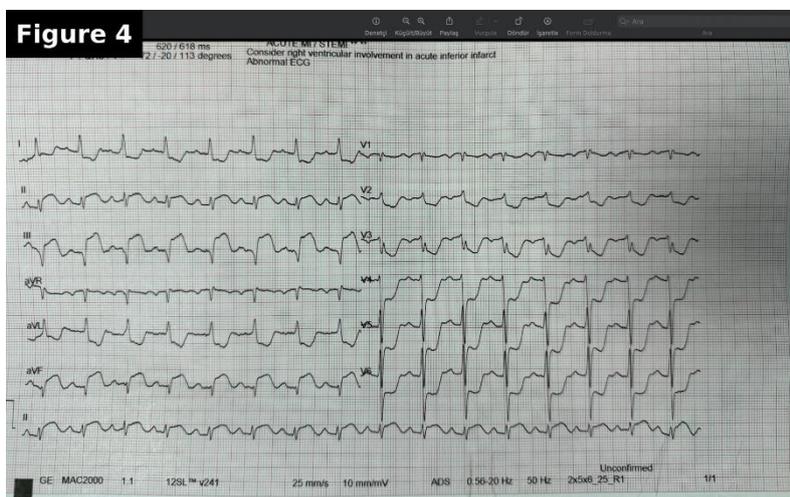


Figure 4. Admission ECG showing ST-segment changes consistent with inferior MI.

CX KRITİK LEZYONDA STENT SONRASI POT SIRASINDA PROKSİMAL STENT DEFORMASYONU: EK STENTLE BAŞARILI KURTARMA

Doç. Dr. Hakan Duman

Kurum: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kardiyoloji AD, Rize, Türkiye
E-posta: hakan.duman@erdogan.edu.tr | ORCID: 0000-0002-9519-8739

Amaç/Giriş

Proksimal optimizasyon tekniği (POT) stent appozisyonunu iyileştirmeyi amaçlar; ancak sert profilli balon-kateter kombinasyonları nadiren stent içi geçiş güçlüğüne ve proksimal stent deformasyonuna yol açabilir.

Olgu Sunumu

Ciddi Cx lezyonuna ilaç salımlı stent implantasyonunu takiben POT planlandı. POT balonunun stent içine ilerletilmesi sırasında belirgin dirençle karşılaşıldı ve proksimal segmentte stent toplanması/deformasyonu gelişti. Deforme alan uygun şekilde kapatılmak üzere proksimale ikinci bir stent yerleştirildi; son görüntüde açılım ve appozisyon tatmin ediciydi, TIMI 3 akım sağlandı.

Tartışma

POT sırasında cihaz geçiş zorluğunda stent deformasyonu riski artar. Önleme stratejileri arasında yeterli predilatasyon, düşük profilli balon seçimi, uygun tel ve gerekirse anchoring manevraları bulunur. Deformasyon gelişirse proksimal ek stentle hızlı düzeltme iyi sonuç sağlar.

Sonuç

POT uygulamalarında ilerleme güçlüğünde stent deformasyonu düşünülmeli; ek stent implantasyonu güvenli bir kurtarma yaklaşımıdır.

Anahtar Sözcükler

POT; Koroner stent; Stent deformasyonu; Sirkumfleks arter; Bifürkasyon

Etik/Onam

Hastadan yazılı aydınlatılmış onam alınmıştır; kimlik verileri anonimleştirilmiştir.

Çıkar Çatışması ve Finansman

Yoktur.

Şekiller

Şekil 1



Cx proksimal kritik lezyonun başlangıç anjiyografisi.

Şekil 2



Cx segmentine ilaç salımlı stent implantasyonu.

Şekil 3



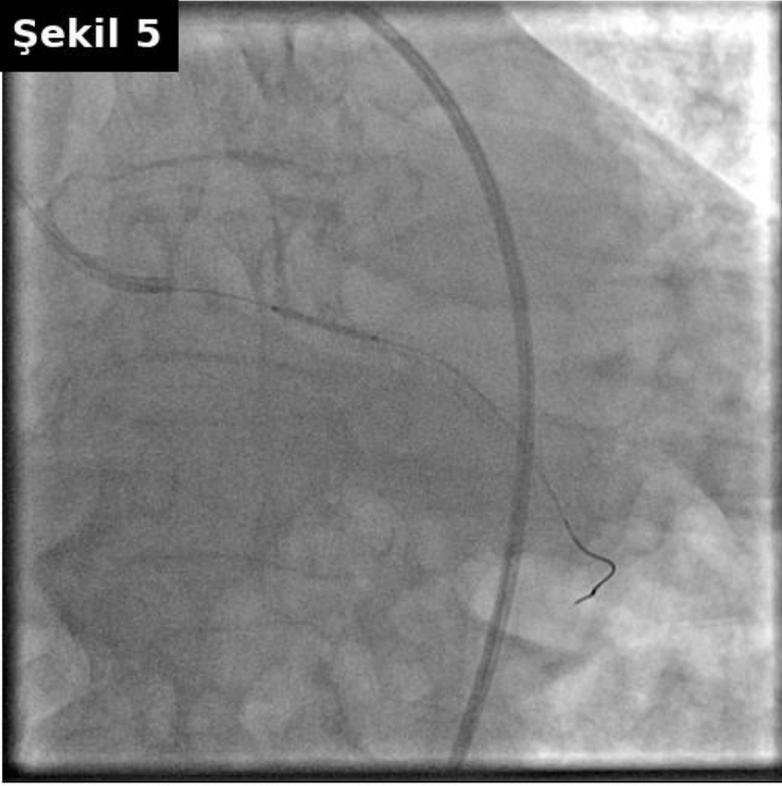
POT balonu stent içinde pozisyonlanırken ilerleme güçlüğü.

Şekil 4



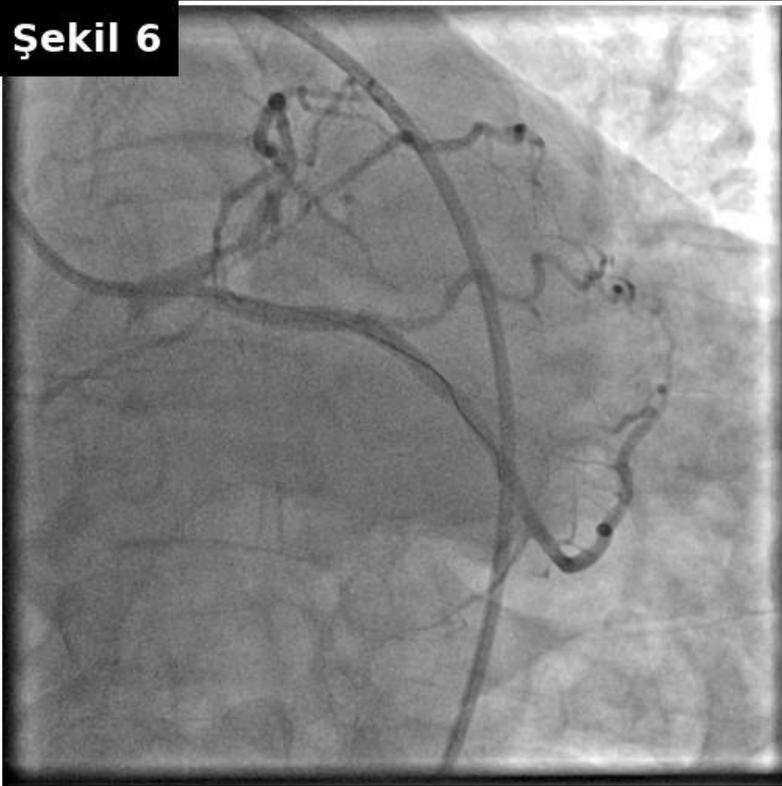
POT sırasında proksimal stent deformasyonu/toplanması.

Şekil 5



Proximale ek stent implantasyonu ve örtüşme.

Şekil 6



Son kontrol: iyi açılım, uygun appozisyon ve TIMI 3 akım.

PROXIMAL STENT DEFORMATION DURING POT AFTER STENTING A CRITICAL CIRCUMFLEX LESION: SUCCESSFUL SALVAGE WITH AN ADDITIONAL STENT

Author: Assoc. Prof. Hakan Duman, MD

Affiliation: Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Medicine, Department of
Cardiology, Rize, Türkiye

Email: hakan.duman@erdogan.edu.tr | ORCID: 0000-0002-9519-8739

Aim/Background

The proximal optimization technique (POT) improves apposition, yet stiff balloon-catheter profiles may rarely face intrastent resistance causing proximal stent deformation.

Case Presentation

After drug-eluting stent implantation to a severe Cx lesion, POT was attempted. Marked resistance during POT balloon advancement led to proximal stent bunching/deformation. A second stent was deployed proximally to cover the deformed segment, yielding satisfactory expansion, apposition, and TIMI 3 flow.

Discussion

Risk reduction during POT includes adequate predilatation, low-profile balloons, appropriate wire selection, and anchoring maneuvers when necessary. Once deformation occurs, rapid corrective proximal stenting can secure a favorable outcome.

Conclusion

When resistance is encountered during POT, suspect proximal stent deformation; corrective additional stenting is a safe salvage strategy.

Keywords

POT; Coronary stent; Stent deformation; Circumflex artery; Bifurcation

Ethics/Consent

Written informed consent was obtained; all identifiers were removed.

Conflict of Interest and Funding

None.

Figures

Figure 1

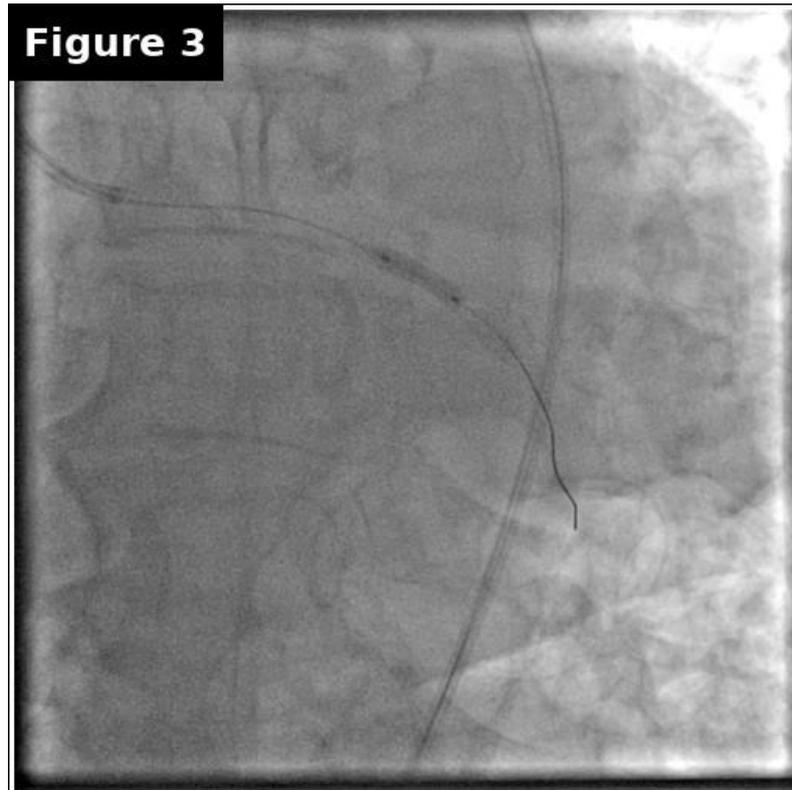


Baseline angiogram showing critical proximal Cx lesion.

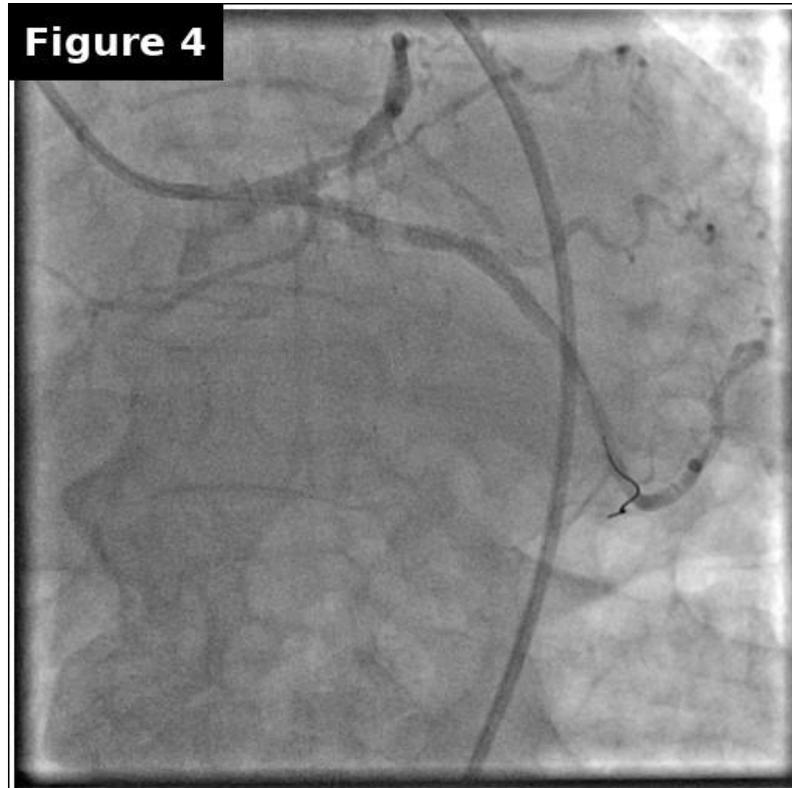
Figure 2



Drug-eluting stent implantation in the Cx.



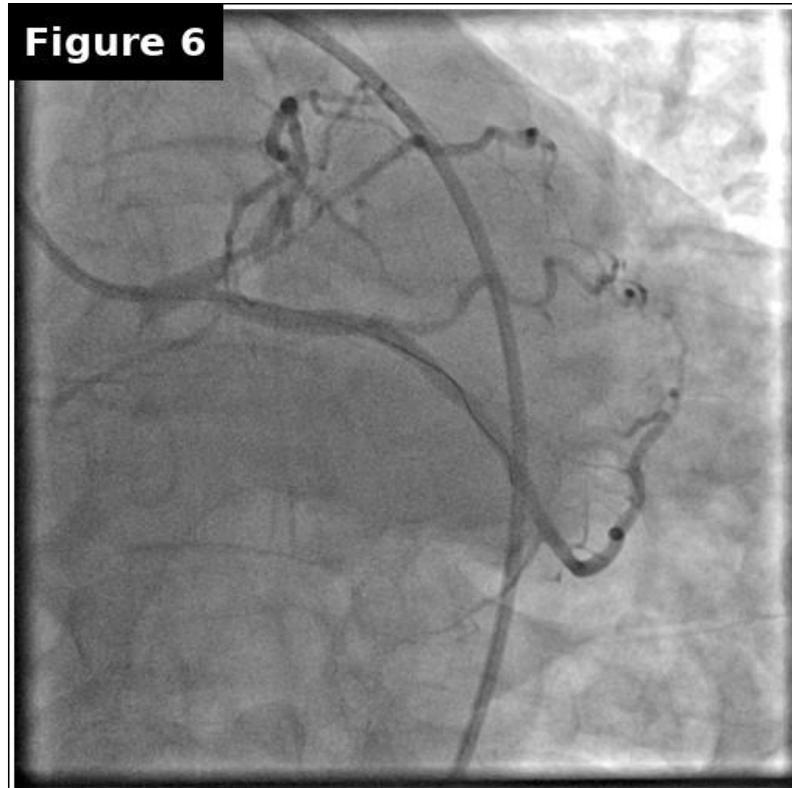
POT balloon positioning within the stent; advancement difficulty.



Proximal stent deformation/bunching during POT.



Additional proximal stent implantation with overlap.



Final result: good expansion, proper apposition, TIMI 3 flow.

ON-GRID PHOTOVOLTAIC SYSTEM PRODUCTION ESTIMATION WITH MACHINE LEARNING ALGORITHMS

ALPEREN GÜVEN¹,

¹ Manisa Celal Bayar University, Electrical and Electronics Engineering, Manisa, Türkiye
alperen.guven@outlook.com, ORCID ID: 0009-0003-9655-0954

MOHAMMAD RUHUL AMIN BHUIYAN²,

² Islamic University, Electrical and Electronic Engineering, Kushtia 7003, Bangladesh
mrab_eee@iu.ac.bd, ORCID ID: 0000-0001-7335-4158

HAYATİ MAMUR³

³ Manisa Celal Bayar University, Electrical and Electronics Engineering, Manisa, Türkiye
hayati.mamur@cbu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7555-5826

ABSTRACT

This study examines the generation forecasting of a ten-grid PV system installed in the İzmir-Kemalpaşa region using machine learning algorithms. Machine learning algorithms (MLA) were used in the study in MATLAB. Machine learning was performed using data obtained from the General Directorate of Meteorology for the İzmir Kemalpaşa region in 2024 and the generation data of the photovoltaic (PV) system for 2024. These data are monthly and were used to generate the generation forecast for January 2025. Based on monthly data, it was determined which MLA provided the most accurate forecast for a ten-grid PV system specifically for the İzmir Kemalpaşa region.

Keywords: Solar power plant, PV, photovoltaic system, machine learning algorithm, MLA, solar energy systems

1. INTRODUCTION

Energy is one of the most important elements of the sustainability of human life and economic development. Simply defined as the “ability to do work” energy exists in various forms, including kinetic, potential, heat, and electricity [1]. Increasing populations, industrialization, and technological advancements worldwide are increasing the demand for energy daily, making it necessary to turn to environmentally friendly, sustainable energy sources [2]. Fossil fuels such as coal, oil, and natural gas, which are among the leading traditional energy sources, do not offer a reliable long-term solution due to their limited reserves, environmental pollution, and climate change impacts [3].

In this context, the use of renewable energy sources is becoming increasingly important for low carbon emissions and sustainability [4]. International policies such as the European Green Deal

include important steps to reduce dependence on fossil fuels and encourage renewable energy investments [5]. Among renewable energy sources, solar energy stands out due to its direct and inexhaustible nature, low operating costs, and environmentally friendly nature [6].

In this study, different machine learning algorithms (MLA): K-Nearest Neighbors [7], Linear Regression [8], Decision Tree [9], Support Vector Machines [10], Ensemble Methods [11] and Gaussian Process [12] were applied to the historical production data and meteorological data of a grid-connected PV system installed in the Kemalpaşa district of Izmir. By comparing the prediction accuracies of these algorithms, the method that provides the best performance was determined, thus demonstrating the applicability of MLA in energy production forecasting. This study provides technical recommendations for increasing the physical efficiency of photovoltaic (PV) systems and demonstrates the potential of artificial intelligence (AI)-based forecasting methods in the field of renewable energy.

2. MATERIAL AND MTHODS

To conduct this study, the production data from the existing Solar Power Plant (SPP) located in the Kemalpaşa district of Izmir were used, along with data from the General Directorate of Meteorology (MGM) regarding the plant's location.

The 2.1 MW plant, located in the Kemalpaşa district of Izmir, utilizes 21×100 kW inverters. Monthly production data for this facility for 2024 is presented in Figure 1.



Figure 1. Production data by month in 2024

As shown in Figure 1, due to a system error, production data for January 2024 could not be displayed. Therefore, the January 2024 production value was determined by opening the

January 2024 production data in the inverter's remote monitoring program, looking at daily production values, and summing these daily production values. Production data for the first five days of January 2024 are given in Table 1.

Table 1. Production data for the first 5 days of January 2024

Date	Total efficiency (kWh)	Date	Total efficiency (kWh)
01.01.2024	1,047.10	04.01.2024	3,834.50
02.01.2024	1,867.00	05.01.2024	4,562.80
03.01.2024	2,675.70		

When production data for all days in January 2024 was collected, the total production value was determined to be 124,394.2 kWh. The study aimed to use the 2024 production data for the MLA to provide the most accurate production estimate for January 2025. The January 2025 production value is presented in Figure 2.

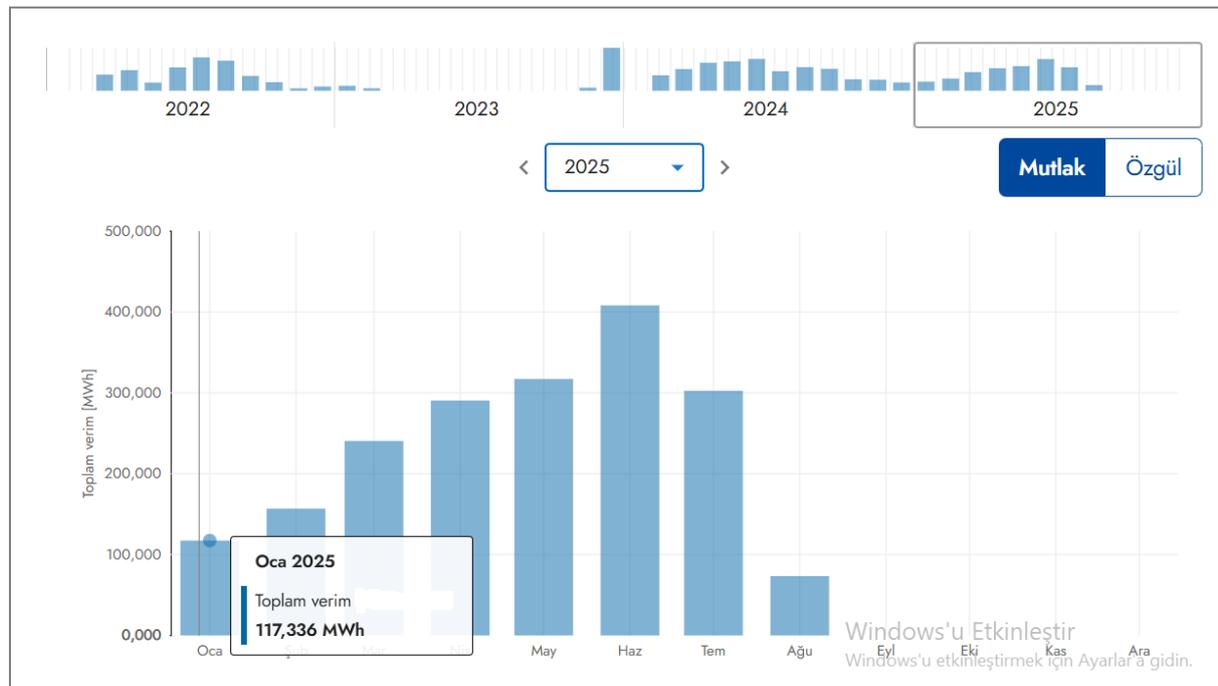


Figure 2. Production value in January 2025

As shown in Figure 2, the production value for January 2025 is 117,336 kWh. The algorithm that provides the most accurate prediction will be determined based on the estimations made using MLAs. To make production estimates using MLAs, data for "Monthly Global Solar Radiation Total (kWh/m²), Monthly Average Temperature (°C), and Monthly Total Sunshine Duration (h)" were obtained from the General Directorate of Meteorology. These data are shown in Tables 2, 3, and 4, respectively.

Table 2. Monthly global solar radiation total (kWh/m²)

Year/ Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2024	55.9	78.7	126.1	716.5	187.3	227.7	228.9	201.0	132.1	107.0	66.4	46.0
2025	51.3											

Table 3. Monthly average temperature (°C)

Year/ Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2024	10.6	10.4	11.5	18.5	19.5	28.5	29.5	29.2	24.0	18.6	11.8	10.0
2025	9.5											

Table 4. Total monthly sunshine duration (h)

Year/ Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2024	116.2	111.7	42.6	281.4	265.8	346.0	250.8	347.2	246.2	227.2	151.2	100.3
2025	108.1	128.0										

Meteorological and production data in Table 2, Table 3 and Table 4 were transferred to MATLAB in "csv" format and used for MLAs.

3. RESULTS AND DISCUSSION

After entering 2024 monthly production data and meteorological data into the MATLAB program and performing machine learning, the production value for January 2025 was estimated using the meteorological data for January 2025. These estimates were made using the KNN Algorithm, Linear Regression Algorithm, Decision Tree Algorithm, Support Vector Algorithm, Ensemble Methods Algorithm, and Gaussian Processes Machine Learning Algorithms. The Absolute Error and Mean Absolute Percentage Error (MAPE) rates of the production estimates made by MLAs are given in Table 5.

Table 5. Error rates of MLAs' January 2025 production estimates

MLA	Estimation (kWh)	True Value (kWh)	Absolute Error (kWh)	MAPE (%)
KNN	106,413.00	117,336	10,923	9.31
Linear Regression	126,834.00	117,336	9,498	8.09
Decision Tree	159,505,00	117,336	42,169	35.94
Support Vector	196,884.53	117,336	79,548.53	67.80

Community Methods	143,810.88	117,336	26,474.88	22.56
Gaussian Processes	117,078.94	117,336	257.06	0.22

As seen in Table 5, MLA was the most accurate predictor of production value with a 0.22% error rate for Gaussian Processes. The Support Vector Algorithm made a very inaccurate prediction with a 67.80% error rate.

Considering the predictions of MLAs and the data used to train these algorithms, when there is a small amount of data and a prediction needs to be made based on this data, Gaussian Processes are the most successful MLAs, offering high accuracy with small data. Support Vector Algorithms, on the other hand, are known to be quite impractical for making predictions with small amounts of data.

Gaussian Processes cannot be said to be the most accurate MLA for making predictions in PV systems. It is important to remember that these accuracy rates were achieved using monthly data. For more reliable results, it is necessary to utilize more meteorological data, use the data daily, and see the results. Perhaps the Support Vector Algorithm will be the most successful algorithm when entering a large amount of data. In future studies, processing the data daily, or even hourly, if possible, would be a good development for this study.

Accurate production predictions using MLAs in PV systems will help an investor prepare an accurate feasibility and cost report for the system without committing any financial resources. For existing systems, accurate maintenance dates can be determined. This will minimize production disruptions. The system will continue to operate during months with high production expectations, and maintenance can be easily performed during days and months with low production.

4. SONUÇ

If monthly data is available for PV systems and production estimation is needed, Gaussian Process MLA yields positive results for this data. Linear Regression and KNN algorithms can also be used depending on the situation, but if possible, it's best to train the system with as much data as possible to achieve the most accurate results.

KAYNAKLAR

- [1]. Atlım, F. (2019). *Balıkesir ilindeki PV sistemlerin analizi* (Master's thesis, Balıkesir University, (Türkiye)).
- [2]. Li, B., & Haneklaus, N. (2021). The role of renewable energy, fossil fuel consumption, urbanization and economic growth on CO₂ emissions in China. *Energy Reports*, 7, 783-791.
- [3]. Melike, D. (2019). *Güneş enerjisi santrallerinin incelenmesi ve verimlilik analizi* (Master's thesis, Sakarya Üniversitesi, (Türkiye)).
- [4]. Kuik, O., Branger, F., & Quirion, P. (2019). Competitive advantage in the renewable energy industry: Evidence from a gravity model. *Renewable Energy*, 131, 472-481.

- [5]. Keklik, İ. (2024). *Avrupa Yeşil Mutabakatı kapsamında çevre vergileri ve yenilenebilir enerjinin karbon salınımına etkilerinin Avrupa Birliği ülkeleri ile Türkiye açısından değerlendirilmesi*. (Ph.D. thesis, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi (Türkiye)).
- [6]. Güneş, C. (2021). *Fotovoltaik güneş enerji santrallerinin tasarımı, bakımı, onarımı ve işletilmesi*. (Ph.D. thesis, Doktora Tezi, Adıyaman Üniversitesi (Türkiye)).
- [7]. Shijer, S. S., Jassim, A. H., Al-Haddad, L. A., & Abbas, T. T. (2024). Evaluating electrical power yield of photovoltaic solar cells with k-Nearest neighbors: A machine learning statistical analysis approach. *e-Prime-Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, 9, 100674.
- [8]. Bayrak, F. (2025). Prediction of photovoltaic panel cell temperatures: Application of empirical and machine learning models. *Energy*, 323, 135764.
- [9]. Sridharan, N. V., & Sugumaran, V. (2025). Visual fault detection in photovoltaic modules using decision tree algorithms with deep learning features. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 47(2), 2020379.
- [10]. Mojumder, J. C., Ong, H. C., Chong, W. T., & Shamshirband, S. (2016). Application of support vector machine for prediction of electrical and thermal performance in PV/T system. *Energy and Buildings*, 111, 267-277.
- [11]. Mellit, A., & Kalogirou, S. (2022). Assessment of machine learning and ensemble methods for fault diagnosis of photovoltaic systems. *Renewable Energy*, 184, 1074-1090.
- [12]. Javaid, A., Shafi, I., Khalil, I. U., Ahmad, S., Safran, M., Alfarhood, S., & Ashraf, I. (2024). Enhancing photovoltaic systems using Gaussian process regression for parameter identification and fault detection. *Energy Reports*, 11, 4485-4499.

DESIGN OF A CAMERA BASE WITH THREE-DIRECTIONAL MOVEMENT CAPABILITY

ALİ ORHAN¹,

¹ Manisa Celal Bayar University, Electrical and Electronics Engineering, Manisa, Türkiye

ali.orhan@cbu.edu.tr - ORCID ID: 0009-0003-5700-8601

MOHAMMAD RUHUL AMIN BHUIYAN²,

² Islamic University, Electrical and Electronic Engineering, Kushtia 7003, Bangladesh

mrab_eee@iu.ac.bd, ORCID ID: 0000-0001-7335-4158

HAYATİ MAMUR³

³ Manisa Celal Bayar University, Electrical and Electronics Engineering, Manisa, Türkiye

hayati.mamur@cbu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7555-5826

ABSTRACT

This study presents the design and implementation of a self-moving camera base to assist individuals and organizations in capturing images at desired orientations and repeated positions. The system is structured around three main components: mechanical motion, electrical circuitry, and software control, enabling autonomous movement along forward-backward, left-right, and up-down directions. The mechanical design features a nested structure on a rail system, allowing precise horizontal and vertical positioning, while stepper motors provide smooth and controllable movement. Programmable commands allow the camera base to execute repeated operations with high accuracy, minimizing human intervention and error during visual production tasks. The integration of 3D-printed components, Arduino-based control units, and Bluetooth communication ensures cost-effectiveness and versatility. Experimental results demonstrate that the system successfully achieves the intended motion capabilities, providing a reliable and flexible platform for both professional and individual use in image acquisition.

Keywords: Camera Automation, three-directional movement, stepper motor control, 3D-printed mechanism, visual production efficiency.

1. INTRODUCTION

Advancements in technology have increasingly enabled the use of automated and semi-autonomous systems across various fields, particularly in visual arts and photography [1]. In professional production environments, tasks such as camera positioning, lighting adjustment, and equipment management are often repetitive, labor-intensive, and prone to human error, leading to extended production times and higher costs [2]. Traditional setups usually require multiple personnel to coordinate these operations, which can make it difficult to maintain both

efficiency and precision [3]. Previous studies have demonstrated that robotic and automated camera systems can reduce human intervention while ensuring consistent and repeatable results [4].

Building on these insights, this study presents the design and implementation of a camera base capable of three-directional movement, allowing precise control over forward-backward, left-right, and up-down motions. The system integrates programmable motion commands, enabling users to replicate complex camera operations with minimal manual effort. By combining movement versatility with programmable control, the proposed solution aims to simplify traditionally labor-intensive processes and provide a reliable platform for camera manipulation in production environments.

The primary goal of this work is to offer a cost-effective and versatile system that enhances efficiency, minimizes errors, and supports both professional and individual users in achieving high-quality visual outputs. Integrating automation into camera handling not only optimizes human labor but also establishes a foundation for further development of semi-autonomous and autonomous systems in visual production. The proposed design provides a practical tool for reducing production complexity and serves as a reference for future research and development in automated visual technology.

2. MATERIAL AND METHODS

The proposed system consists of a control unit and a movement platform. Both components are based on Arduino Nano microcontrollers, while alternative systems are reserved as backup solutions in case of unexpected issues. The circuit design was carried out using KiCad 9.0, resulting in a miniaturized PCB. However, due to current experimental needs and practical considerations, the circuits are temporarily implemented on a wooden platform using jumper wires.

For wireless communication, the HC-05 Bluetooth module was selected to enable bidirectional data transmission and real-time control. The platform employs servo motors and NEMA 17 stepper motors, providing an appropriate balance between power and consumption. Both control and movement units are powered by locally manufactured Aspilsan 18650 Li-Ion batteries. To stabilize voltage fluctuations, a DC-DC converter is included in the power circuit, and motor drivers are based on the A4988 module.

The control interface includes switches, buttons, LEDs, variable resistors, and an XY joystick, enabling directional input and simplified data acquisition. Low-power consumption is prioritized by carefully designing resistor-based connections to minimize unnecessary energy use. The Arduino Nano, as an open-source microcontroller, allows straightforward programming and integration through widely available libraries, providing sufficient I/O ports and built-in oscillator circuits. The software development is carried out in the Arduino IDE, with libraries facilitating compatibility and synchronization between hardware and software. Iterative testing has been performed to ensure reliable communication and accurate execution of motion commands. The system algorithm is given in Figure 1.

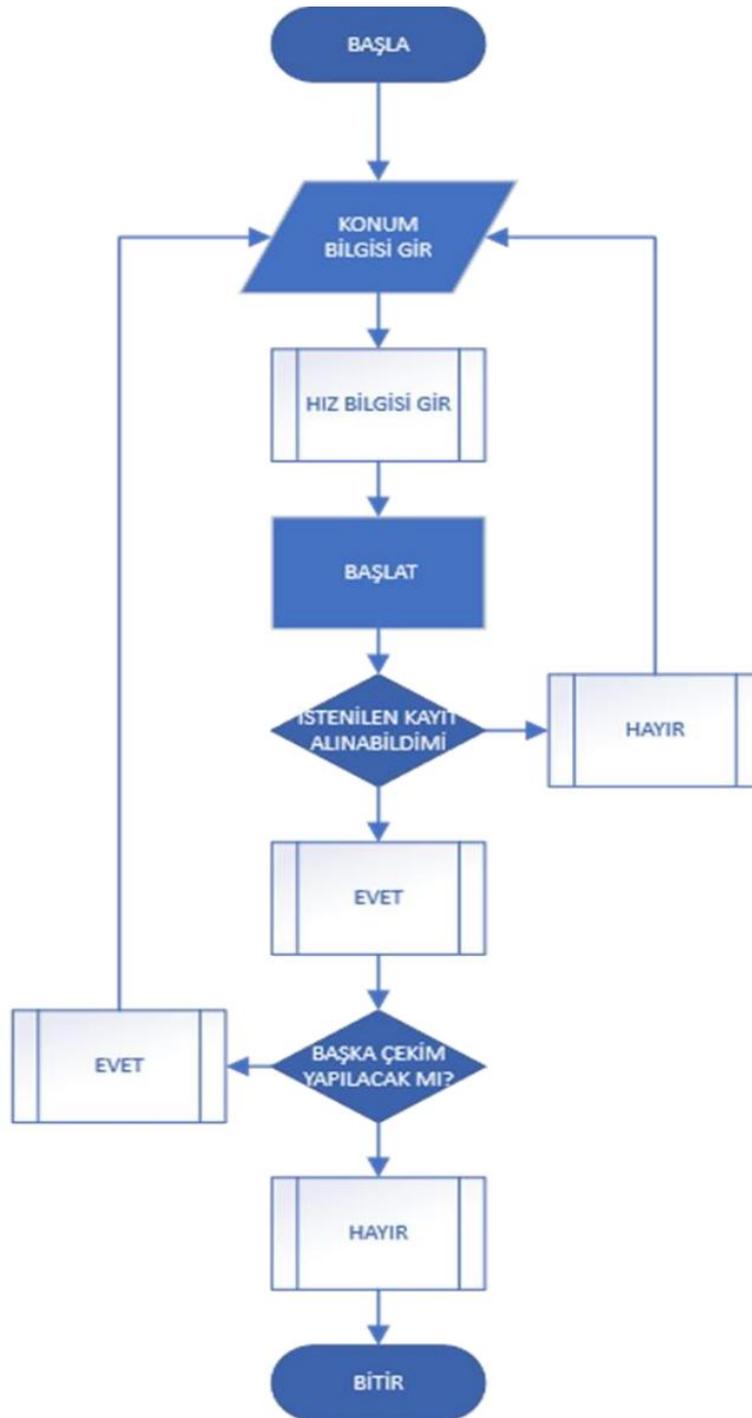


Figure 1. The system algorithm

The mechanical components of the system were produced using 3D printing with PLA filament on an Artillery SideWinder X4 Plus printer. Surface imperfections were corrected manually using wood carving tools and chisels. The infill density of the filament was set to 5% for the rail components, with a bed temperature of 220°C and an extruder temperature of 222°C. These settings, slightly higher than standard recommendations, improved layer adhesion and base stability during printing.

Gears were initially printed with infill densities ranging from 5% to 20% for experimental purposes. Due to insufficient structural performance at lower densities, a 100% infill was ultimately employed to ensure reliability. Other components were printed with varying infill densities depending on their required mechanical strength. Any defects encountered during fabrication were addressed through iterative design modifications and process improvements, ensuring functional integrity and performance of the assembled system. Figure 2 and Figure 3 show the designed system and the produced system, respectively.

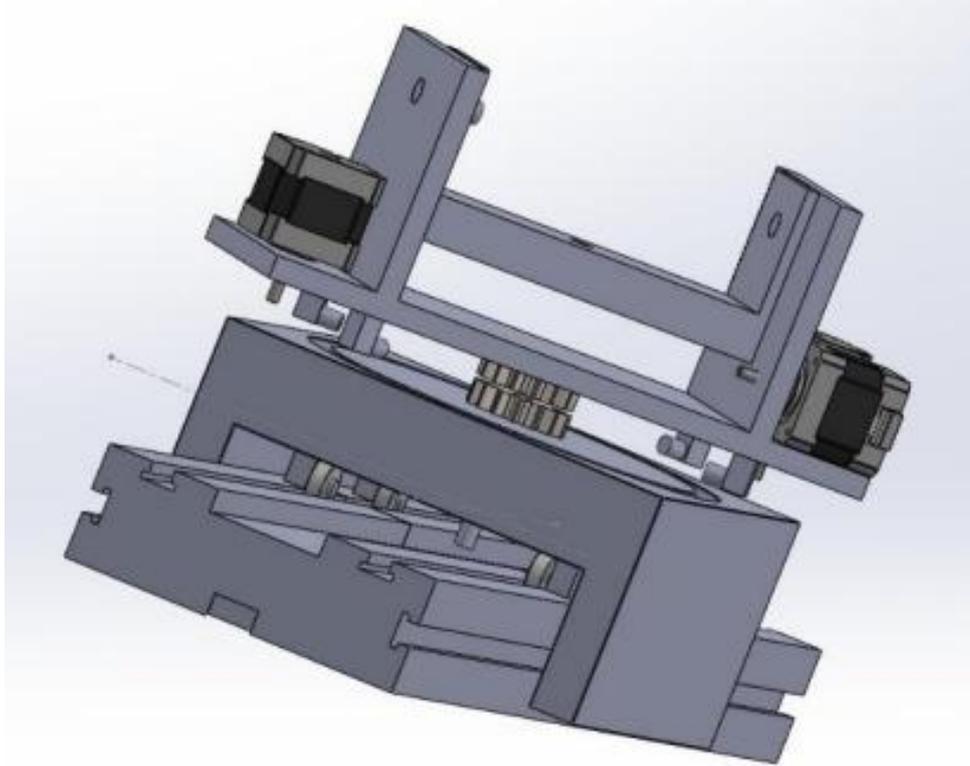


Figure 2. Designed system.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The proposed camera base successfully achieved three-directional movement capability. During the selection of electrical circuits and drivers, some incompatibilities and malfunctions were resolved through the use of alternative drivers and controllers. The design and testing phases conducted with available materials minimized errors by eliminating unnecessary components and simplifying the system. Despite excess material waste during the 3D printing process and delays caused by software issues, the final product provided 360° rotation capability along both horizontal and vertical axes, with movement range determined by the rail length. These features have not previously been realized in similar products.

The software development process was conducted concurrently with the electrical and electronic hardware integration, ensuring system compatibility. Some electrical failures occurred during testing; however, these were addressed by replacing components with backup drivers and controllers. The system was designed using an open-source GNU licensing approach, minimizing hardware and software costs and allowing users to freely expand and customize the system according to their needs.

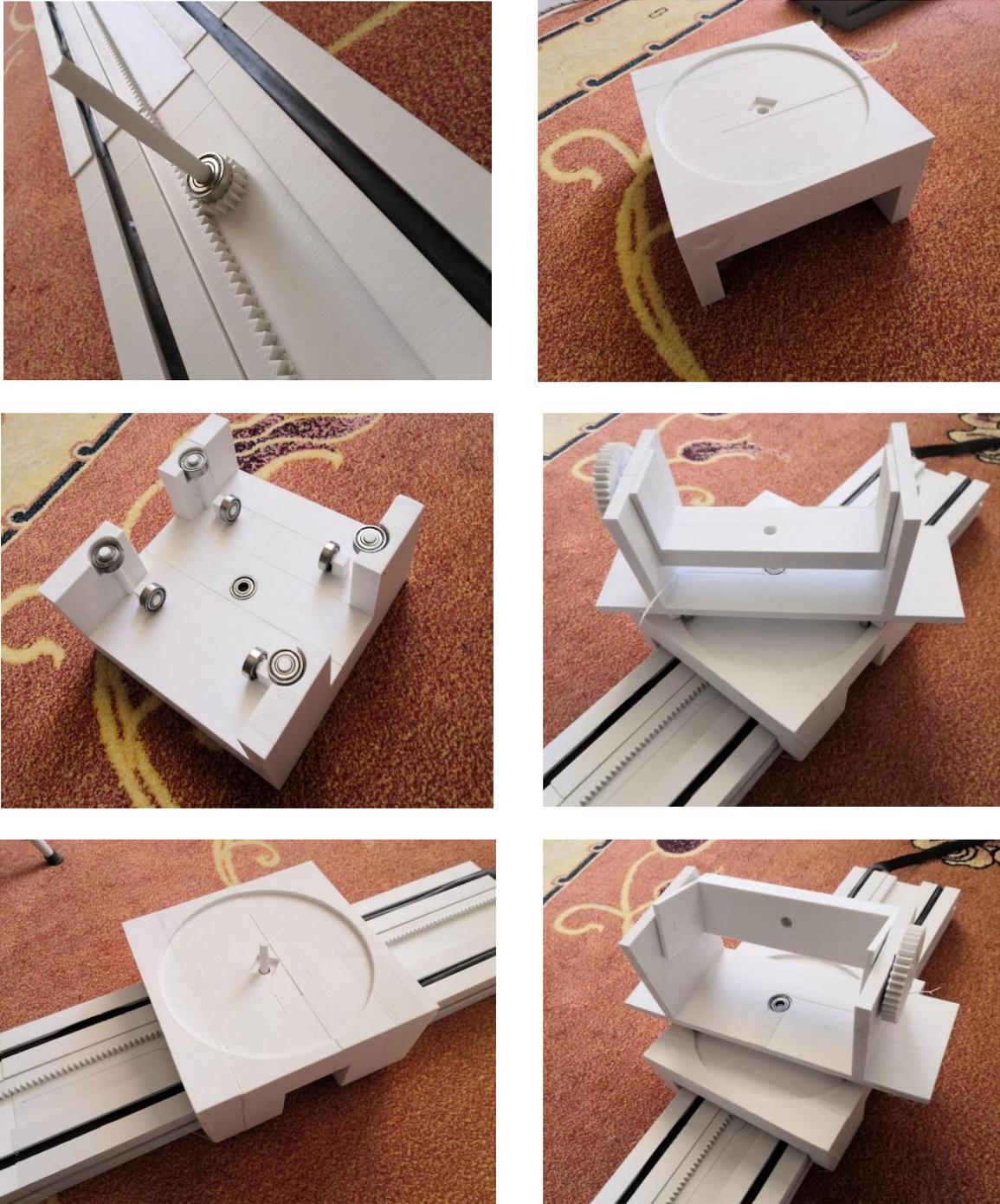


Figure 3. The produced system

In conclusion, the designed camera base met the desired movement and control requirements while offering advantages in usability and expandability. The study provides an effective solution for optimizing human labor in visual production processes and serves as a reference for the further development of similar automation systems.

4. CONCLUSIONS

In this study, a self-moving camera base capable of three-directional movement was successfully designed and implemented, providing precise and repeatable positioning for visual

production tasks. The integration of mechanical, electrical, and software components, combined with stepper motor control and a programmable interface, allowed the system to autonomously perform forward-backward, left-right, and up-down movements along a rail system. Experimental results demonstrated that the mechanism achieves high accuracy and repeatability, minimizing human intervention and errors while enhancing efficiency in image acquisition processes. The use of 3D-printed components and open-source Arduino-based control units ensured cost-effectiveness and flexibility, making the system accessible for both professional and individual users. This work establishes a practical platform for automated camera manipulation, providing a foundation for further development of semi-autonomous and fully autonomous systems in visual production. The proposed system not only optimizes labor and reduces errors but also offers the potential for future enhancements, including expanded movement capabilities, integration with additional sensors, and adaptation to various production environments.

REFERENCES

- [1]. Williams, M. D., & Lawson, P. C. (2020). Analyzing the Challenges and Obstacles to Developing and Fielding Autonomous and Semi-Autonomous Systems (*Doctoral dissertation*, Monterey, CA; Naval Postgraduate School).
 - [2]. Yousif, I., Burns, L., El Kalach, F., & Harik, R. (2025). Leveraging computer vision towards high-efficiency autonomous industrial facilities. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 36(5), 2983-3008.
 - [3]. Addula, S. R., & Tyagi, A. K. (2024). Future of computer vision and industrial robotics in smart manufacturing. *Artificial Intelligence-Enabled Digital Twin for Smart Manufacturing*, 505-539.
- Niu, L., Saarinen, M., Tuokko, R., & Mattila, J. (2019). Integration of multi-camera vision system for automatic robotic assembly. *Procedia Manufacturing*, 37, 380-384.

GİRESUN İLİ ELEKTRİK TÜKETİM DEĞERLERİNİN REGRESYON AĞAÇLARI YÖNTEMİ KULLANILARAK TAHMİNİ

Dr. Öğr. Üyesi, FERDİ ÖZBİLGİN¹,

¹Giresun Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, ferdi.ozbilgin@giresun.edu.tr –

ORCID ID: 0000-0003-4946-7018

Arş Gör. Dr., FATİH DURMUŞ²,

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, fatih.durmus@omu.edu.tr-

ORCID ID: 0000-0002-1488-4981

Prof. Dr. HÜSEYİN ÇALIK³

³İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, huseyincalik@esenyut.edu.tr-

ORCID ID:0000-0001-8298-8945

ÖZET

Bu çalışmada, Giresun ilinin elektrik tüketim değerlerinin tahmin edilmesinde regresyon ağaçları yöntemi kullanılmıştır. Elektrik talebi, enerji planlaması ve sürdürülebilirlik açısından kritik bir öneme sahip olduğundan, bu talebin doğru tahmin edilmesi büyük önem taşır. Araştırmada kullanılan veri seti, Giresun iline ait geçmiş tüketim değerlerinden oluşmakta olup, bu veriler ışığında gelecekteki tüketim değerlerinin öngörülmesi amaçlanmıştır. Modelin tahmin doğruluğu, RMSE, R² ve MAE gibi çeşitli hata metrikleriyle değerlendirilmiştir. Elde edilen düşük hata oranları (eğitim seti için RMSE: 0.0663, test seti için RMSE: 0.0705) ve korelasyon katsayıları (eğitim seti için R: 0.9161, test seti için R: 0.8105) modelin güçlü bir tahmin performansı sergilediğini göstermektedir. Bu bulgular, enerji yönetimi ve verimlilik stratejilerinin iyileştirilmesine katkıda bulunma potansiyeline sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Elektrik Tüketimi Tahmini, Regresyon Ağaçları, Giresun.

1. GİRİŞ

Enerji talep tahmini, ülkelerin ekonomik büyüme, sürdürülebilir enerji yönetimi ve kaynak kullanımını açısından kritik bir rol oynar [1,2]. Artan nüfus ve sanayileşme ile enerji talebinin doğru bir şekilde öngörülmesi, kaynakların verimli kullanımını sağlamak ve enerji yönetimi süreçlerini optimize etmek için büyük önem taşır. Elektrik enerjisinin talep ve arz dengesi kurularak yönetilmesi, gelecekteki enerji ihtiyacını karşılamada stratejik bir gerekliliktir [3].

Son yıllarda, Türkiye’de elektrik talebi tahmininde doğrusal olmayan yapıyı yakalayabilen yöntemlerin kullanımı artmıştır. Örneğin, Bektaş ve Karaman (2023), makine öğrenimi ve optimizasyon yöntemleriyle Türkiye’nin enerji talebini başarılı bir şekilde tahmin etmişlerdir. Çetiner ve Çetiner (2021) ise enerji tüketimini öngörmek için farklı regresyon algoritmalarını karşılaştırmış ve özellikle XGBoost ve LSTM gibi gelişmiş algoritmaların yüksek doğruluk sağladığını belirtmişlerdir [4]. Özkan, Güler ve Aladağ (2020), Türkiye’deki elektrik tüketimini modellemek için çeşitli regresyon tekniklerini karşılaştırarak mevsimsel etkileri de göz önüne alan yöntemlerin tahmin doğruluğunu artırdığını vurgulamışlardır [5]. Regresyon ağaçları gibi

yöntemler, enerji tüketiminde doğrusal olmayan ilişkileri yakalamada güçlü araçlar olarak kabul edilmekte olup, tahminleme sürecinde kullanıldığında başarılı sonuçlar sağlamaktadır. Bu çalışma, Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Giresun ili özelinde elektrik tüketimini regresyon ağaçları yöntemiyle modellemeyi amaçlamaktadır. Regresyon ağaçları, veri içerisindeki doğrusal olmayan yapıları yakalama yeteneği ile enerji talep tahminlerinde önemli avantajlar sunmaktadır. Bu çalışmanın, yerel yönetimlerin enerji stratejilerini optimize etmelerine ve Giresun ili özelinde enerji talebi planlama süreçlerine katkı sağlaması beklenmektedir.

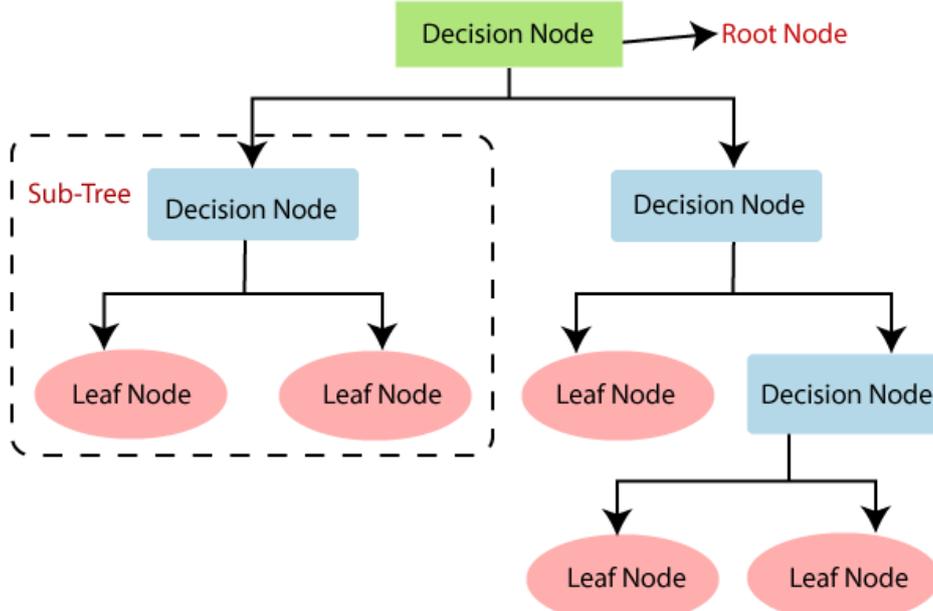
2. MATERYAL VE METOT

2.1. Veri Seti

Bu çalışmada kullanılan veri seti, Giresun ili için Aksa Çoruh Elektrik'in İl Müdürlüğü tarafından sağlanan günlük elektrik tüketim bilgilerini içermektedir. 1 Ocak 2020 ile 30 Nisan 2024 arasındaki dönemi kapsayan bu veri setinde, tüketim miktarları kilovat saat (kWh) cinsinden kaydedilmiştir. Bu veri seti, Giresun ilindeki elektrik tüketim eğilimlerinin analiz edilmesi ve tahmin modelleri geliştirilmesi amacıyla kullanılmaktadır.

2.2. Lineer Regresyon Yöntemi

Regresyon ağaçları, sürekli hedef değişkenleri tahmin etmek için kullanılan ve veri setini ardışık olarak bölümlere ayıran bir denetimli öğrenme yöntemidir [6]. Bu yöntemde, bağımsız değişkenlerde belirli bölme noktaları kullanılarak veri alt kümelerine ayrılır ve her bir alt kümedeki gözlemlerin ortalaması, o düğümde tahmin edilen değer olarak atanır. Böylece, verinin doğrusal olmayan yapısına uyum sağlanarak doğruluğun artırılması amaçlanır [7]. Görsel 1'de yöntemine ait genel gösterim yer almaktadır.



Görsel 1. Regresyon Ağaçları yöntemine ait genel bir gösterim [8].

Modelde bölme işlemi, her düğümde Ortalama Karesel Hata (MSE) ölçütü ile hatayı minimuma indirecek şekilde gerçekleştirilir. MSE, modelin tahmin edilen değerlerinin gerçek değerlere göre ne kadar yakın olduğunu gösterir ve şu şekilde hesaplanır:

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (1)$$

Burada y_i gerçek değeri, \hat{y} tahmin edilen değeri ve N gözlem sayısını ifade etmektedir. Tahmin edilen değer \hat{y} her bir yaprak düğümde o düğümdeki örneklerin ortalaması olarak hesaplanır [9]:

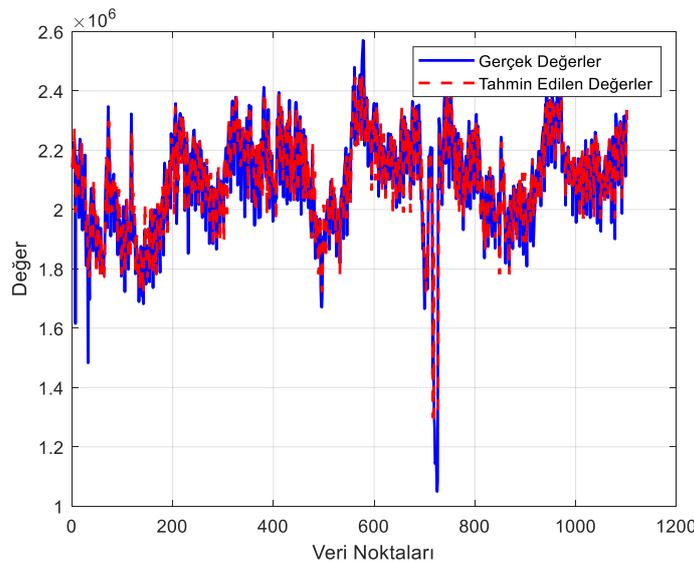
$$\hat{y} = \frac{1}{|D_j|} \sum_{i \in D_j} y_i \quad (2)$$

Burada D_j ; j-inci düğümdeki veri kümesini, $|D_j|$; D_j kümesindeki gözlem sayısını ifade eder. Modelin aşırı öğrenmesini önlemek için gereksiz dalların budanması yoluyla genelleme yeteneği artırılır. Budama işlemi, fazla detayları kaldırarak modelin daha genellenebilir bir hale getirilmesini sağlar ve böylece daha sade ve esnek bir yapı elde edilir [6].

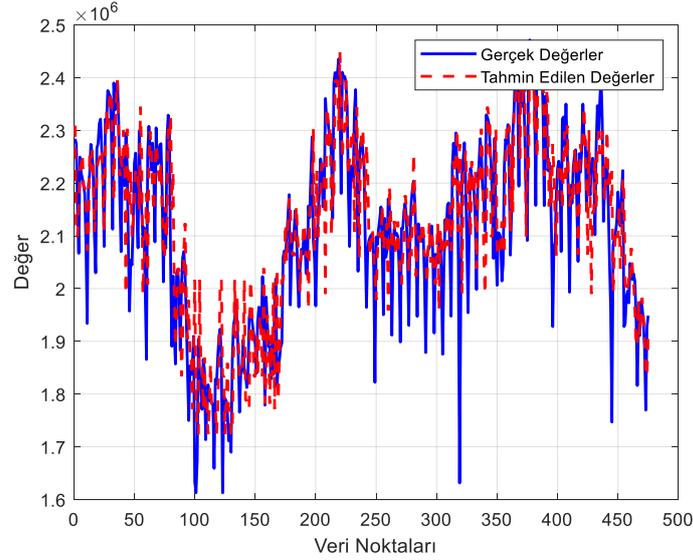
3. BULGULAR

Bu çalışmada, Giresun ili elektrik tüketim değerlerinin regresyon ağaçları yöntemiyle analiz edilmesi sonucunda elde edilen bulgular, elektrik tüketim dinamiklerinin tahmin edilmesinde önemli çıkarımlar sağlamaktadır. Model, geçmiş değerleri kullanarak gelecek tüketim tahminlerini gerçekleştirmiştir. Modelin tahmin performansı, eğitim ve test verileri üzerinde çeşitli hata ölçütleri kullanılarak değerlendirilmiş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

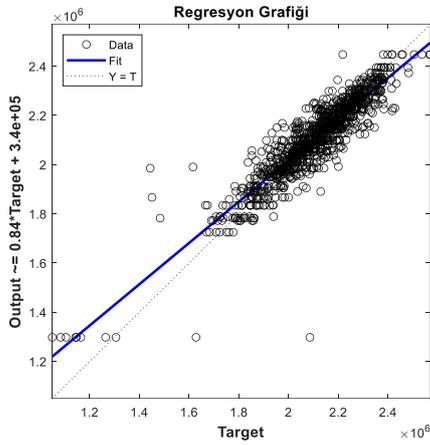
Görsel 2'de, Giresun ili için tahmin edilen ve gerçek elektrik tüketim değerleri karşılaştırmalı olarak gösterilmektedir. (a) ve (b) alt grafiklerinde, tahmin edilen değerlerin gerçek tüketim verileriyle yüksek bir uyum içinde olduğu, modelin güvenilir bir tahmin performansı sergilediği gözlemlenmektedir. (c) ve (d) grafiklerinde ise tahmin edilen ve hedef değerler arasındaki ilişki gösterilmiştir; verilerin büyük çoğunluğunun doğrusal referans çizgisi etrafında yoğunlaştığı, modelin yüksek doğrulukla tahmin yapabildiğini desteklemektedir. Bu bulgular, modelin tüketim dinamiklerini anlamada ve gelecekteki tüketimi tahmin etmede güçlü bir araç olduğunu ortaya koymaktadır.



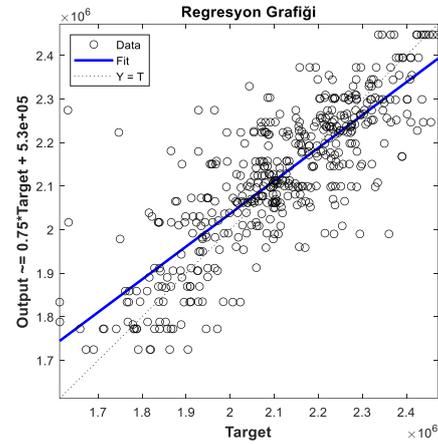
(a)



(b)



(c)



(d)

Görsel 2. Giresun İli Elektrik Tüketim Değerlerinin Regresyon Ağaçları Yöntemi ile Tahmini ve Gerçek Değerler ile Karşılaştırılması.

Bu çalışmada, modelin performansını değerlendirmek amacıyla çeşitli hata ölçütleri incelenmiştir. Eğitim ve test setlerinde modelin tahmin doğruluğunu belirlemek için RMSE, R^2 , MSE, MAE ve korelasyon katsayısı (R) gibi metrikler kullanılmıştır. Bu metriklere ait değerler Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. Eğitim ve test verilerine ait modelin performans metrik değerleri.

Metrik	Eğitim Seti	Test Seti
MSE	0.0044	0.0050
RMSE	0.0663	0.0705
MAE	0.0477	0.0508
R	0.9161	0.8105
R^2	0.74	0.64

Elde edilen RMSE değerleri, eğitim setinde 0.0663 ve test setinde 0.0705 olarak hesaplanmış; bu değerler modelin tahminlerindeki ortalama hata oranının düşük olduğunu ve doğruluğun kabul edilebilir seviyede olduğunu göstermektedir. R^2 değeri ise eğitim setinde 0.740, test setinde 0.640 olarak bulunmuştur; bu durum, eğitim setinde bağımlı değişkendeki varyansın %74’ünün, test setinde ise %64’ünün açıklandığını göstermektedir. MSE değerleri, eğitim

setinde 0.0044 ve test setinde 0.0050 olarak hesaplanmıştır; test setinde MSE'nin biraz daha yüksek olması, modelin test verisinde biraz daha büyük hata üretebildiğini göstermektedir. MAE değeri eğitim seti için 0.0477, test seti için 0.0508 olarak bulunmuş olup, modelin her iki veri setinde de benzer hata büyüklüğüne sahip olduğunu ifade etmektedir. Son olarak, korelasyon katsayısı (R), eğitim setinde 0.9161 ve test setinde 0.8105 olarak hesaplanmıştır; bu durum, tahmin edilen ve gerçek değerler arasında güçlü bir doğrusal ilişki olduğunu ortaya koymaktadır.

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Giresun iline ait elektrik tüketim verilerinin tahmin edilmesinde regresyon ağaçları yöntemi kullanılarak, modelin performansı eğitim ve test verileri üzerinde değerlendirilmiştir. Modelin düşük hata oranları (RMSE: 0.0663-0.0705) ve yüksek korelasyon katsayıları (R: 0.9161-0.8105) ile güvenilir tahmin sonuçları sunduğu görülmüştür. Bu bulgular, regresyon ağaçlarının Giresun ili özelinde elektrik tüketimi tahmininde etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. Modelin tahmin doğruluğu, enerji yönetimi ve gelecekteki enerji taleplerinin öngörülmesinde karar vericilere değerli bilgiler sağlamaktadır. Çalışmanın bulguları, yerel enerji verimliliği stratejilerinin geliştirilmesine katkıda bulunabilirken, benzer demografik ve tüketim özelliklerine sahip diğer bölgelerde de uygulanabilir. Gelecekteki çalışmalarda, ekonomik göstergeler veya iklim değişkenleri gibi ek faktörlerin modele dahil edilmesi ile tahmin performansının artırılması planlanmaktadır.

KAYNAKÇA

- [1] BP. (2020). Statistical review of world energy 2020. British Petroleum.
- [2] International Energy Agency (IEA). (2021). World energy outlook 2021. IEA..
- [3] Bektaş, Y., & Karaman, Ö. A. (2023). Makine öğrenmesi ve optimizasyon yöntemleri ile uzun dönem elektrik enerjisi tahmini: Türkiye örneği. Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi, 5(2), 285-292.
- [4] Çetiner, H., & Çetiner, İ. (2021). Enerji tüketim tahmini için farklı regresyon algoritmalarının analizi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 31, 23-33.
- [5] Özkan, E., Güler, E., & Aladağ, Z. (2020). Elektrik enerjisi tüketim verileri için uygun tahmin yöntemi seçimi. Endüstri Mühendisliği Dergisi, 31(2), 198-214
- [6] Breiman, L. (2017). Classification and regression trees. Routledge.
- [7] Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). The elements of statistical learning: Data mining, inference, and prediction. Springer.
- [8] URL-1. (2025). Decision Tree Classification Algorithm. <https://www.javatpoint.com/machine-learning-decision-tree-classification-algorithm>, Erişim tarihi: 03.02.2025.
- [9] Loh, W. Y. (2014). Fifty years of classification and regression trees. International Statistical Review, 82(3), 329-348.

LİNEER REGRESYON YÖNTEMİ İLE GİRESUN İLİ ELEKTRİK TÜKETİM DEĞERLERİNİN ANALİZ EDİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi, FERDİ ÖZBİLGİN¹,

¹Giresun Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, ferdi.ozbilgin@giresun.edu.tr –

ORCID ID: 0000-0003-4946-7018

Arş Gör. Dr., FATİH DURMUŞ²,

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği, fatih.durmus@omu.edu.tr-

ORCID ID: 0000-0002-1488-4981

Prof. Dr. HÜSEYİN ÇALIK³

³İstanbul Esenyurt Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, huseyincalik@esenyut.edu.tr-

ORCID ID:0000-0001-8298-8945

ÖZET

Bu çalışmada, Giresun iline ait elektrik tüketim değerlerinin tahmin edilmesinde lineer regresyon modeli kullanılmıştır. Elektrik tüketimi, ekonomik büyüme ve sürdürülebilirlik açısından önemli bir gösterge olduğundan, gelecekteki enerji taleplerini tahmin etmek stratejik bir öneme sahiptir. Çalışmada kullanılan veri seti, Giresun ilinin elektrik tüketim dinamiklerini analiz etmek amacıyla geçmiş tüketim verilerinden oluşmaktadır. Modelde 5 önceki değer kullanılarak bir sonraki tüketim değeri tahmin edilmiştir. Modelin performansı, RMSE, R ve R² gibi hata ölçütleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Elde edilen düşük hata oranları (eğitim seti için RMSE: 0.0614, test seti için RMSE: 0.0657), yüksek korelasyon katsayıları (eğitim seti için R: 0.8269, test seti için R: 0.8303) ve R² değerleri (eğitim setinde 0.78, test setinde 0.69), modelin elektrik tüketimi tahmininde güvenilir sonuçlar sunabileceğini göstermektedir. Bu bulguların, enerji verimliliği stratejilerinin geliştirilmesine ve bölgesel enerji yönetimi süreçlerine katkı sağlama potansiyeli bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Elektrik Tüketimi Tahmini, Lineer Regresyon, Giresun.

1. GİRİŞ

Enerji talebi, ülkelerin ekonomik büyüme, sürdürülebilir kalkınma ve kaynak yönetimi için stratejik bir gösterge niteliği taşır. Elektrik enerjisi ise, sanayiden konutlara kadar geniş bir yelpazede enerji ihtiyacını karşılaması ve zamanla artan talep doğrultusunda arz-talep dengesi kurulması açısından önem arz eder [1, 2]. Bu bağlamda, elektrik talebinin doğru tahmin edilmesi, enerji verimliliği politikalarının oluşturulması ve gelecekteki enerji arzına yönelik stratejik planlamaların yapılabilmesi için kritik bir gerekliliktir [3, 4].

Son yıllarda Türkiye'de elektrik tüketim tahmini üzerine yapılan çalışmalar, özellikle enerji talep yönetiminin doğruluğunu artırmaya yönelik farklı analiz yöntemleri ve modeller sunmaktadır. Nebati ve arkadaşları (2021), Türkiye'de zaman serisi ve regresyon analizi tekniklerini karşılaştırarak, her iki yöntemin de enerji kaynaklarının doğru yönetimi açısından kritik olduğunu vurgulamıştır. Karaman ve Bektaş (2023), makine öğrenmesi ve optimizasyon

tekniklerini kullanarak Türkiye'nin uzun vadeli enerji talebini tahmin etmiş; parçacık sürü optimizasyonu ve lineer regresyon yöntemleriyle 2020-2040 dönemi için başarılı sonuçlar elde etmiştir. Kısa vadeli talep tahminleri üzerine Bekçioğlu ve diğerleri (2020), elektrik tüketiminde kısa vadeli tahminler için lineer ve kübik regresyon analizlerinin etkinliğini inceleyerek, bu modellerin öngörü doğruluğunu artırmada faydalı olduğunu belirtmiştir. Ayrıca, OECD ülkelerinde yapılan çalışmalarda elektrik tüketiminin ekonomik büyüme ile korelasyonu vurgulanmış ve regresyon analizlerinin bu bağlamda değerli öngörüler sağladığı görülmüştür [5].

Bu çalışma, Türkiye'nin Karadeniz Bölgesi'nde yer alan Giresun iline odaklanarak, elektrik tüketim talebinin doğru tahmini için lineer regresyon analizinin uygulanmasını amaçlamaktadır. Bu model, geçmiş tüketim verileri kullanılarak enerji talebini etkileyen değişkenler arasında doğrusal bir ilişki kurmayı hedefler. Çalışmanın sonuçlarının, enerji yönetimi süreçlerine katkıda bulunarak bölgesel enerji talep yönetiminin daha verimli yapılmasına olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

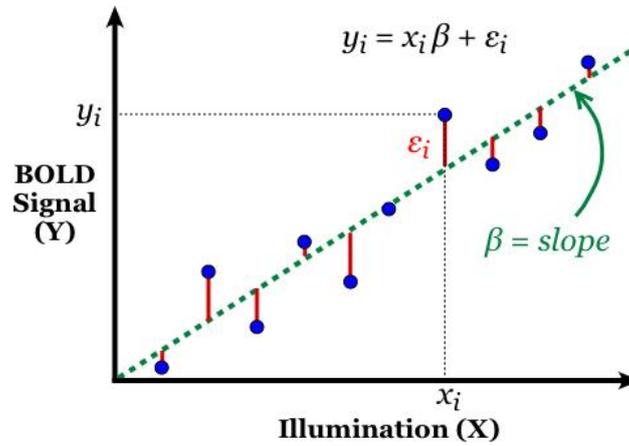
2. MATERYAL VE METOT

2.1. Veri Seti

Bu çalışmada kullanılan veri seti, Aksa Çoruh Elektrik, Giresun İl Müdürlüğü tarafından sağlanan ve Giresun iline ait günlük elektrik tüketim değerlerini içermektedir. 1 Ocak 2020 ile 30 Nisan 2024 tarihleri arasındaki verilerden oluşan bu veri seti, kilovat saat (kWh) cinsinden kaydedilen tüketim miktarlarını kapsamaktadır.

2.2. Lineer Regresyon Yöntemi

Lineer regresyon, bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki doğrusal ilişkiyi modelleyen istatistiksel bir yöntemdir. Bu yöntem, bağımlı değişkenin bir veya daha fazla bağımsız değişken tarafından nasıl etkilendiğini belirlemek amacıyla kullanılır. Lineer regresyon, en küçük kareler yöntemi kullanılarak modelin parametrelerini tahmin eder. Bu yöntem, hata terimlerinin karelerinin toplamını minimize etmeyi hedefler [6,7]. Görsel 1'de yonteme ait genel gösterim yer almaktadır. Matematiksel olarak, lineer regresyon modeli Denklem 1'deki gibi ifade edilir.



Görsel 1. Lineer regresyon yöntemine genel bir gösterim [8].

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \epsilon \quad (1)$$

Burada Y bağımlı değişkeni, X_1, X_2, \dots, X_n bağımsız değişkenleri, β_0 kesişim terimini, $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ regresyon katsayılarını ve ϵ hata terimini temsil eder.

Lineer regresyon modelinin güvenilir sonuçlar verebilmesi için dört temel varsayım vardır: (1) bağımsız ve bağımlı değişkenler arasında doğrusal bir ilişkinin olması, yani modelin bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki etkisini doğru şekilde temsil etmesi, (2) hata terimlerinin ortalamasının sıfır olması, böylece modelin sistematik bir sapma göstermemesi, (3) hata terimlerinin homoscedastik olması, yani bağımsız değişkenler boyunca sabit varyansa sahip olması, aksi takdirde heteroscedastisite oluşarak tahmin doğruluğu düşebilir, ve (4) hata terimlerinin normal dağılım göstermesi; bu varsayımlar, özellikle küçük örneklem için önemli olup, büyük örneklerde kısmen gevşetilebilir. Bu varsayımlar, modelin doğruluğunu ve sonuçların güvenilirliğini sağlamak açısından kritik öneme sahiptir [9].

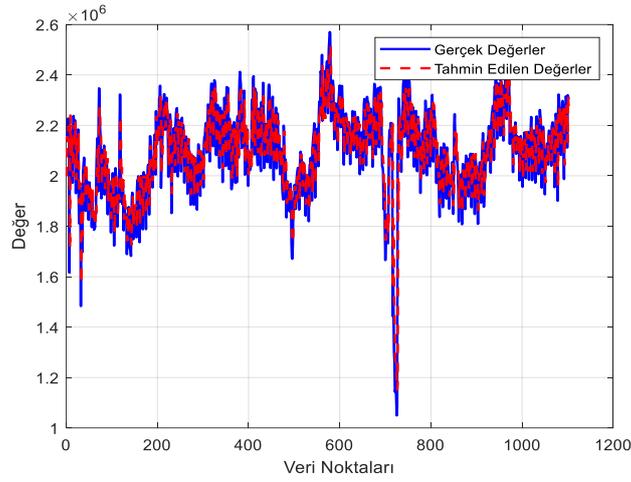
Lineer regresyon, elektrik tüketimi gibi sürekli değişkenlerin analizi için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yöntem, basitliği ve yorumlana bilirliliği nedeniyle, veri analizi ve tahminleme süreçlerinde sıklıkla tercih edilmektedir.

3. BULGULAR

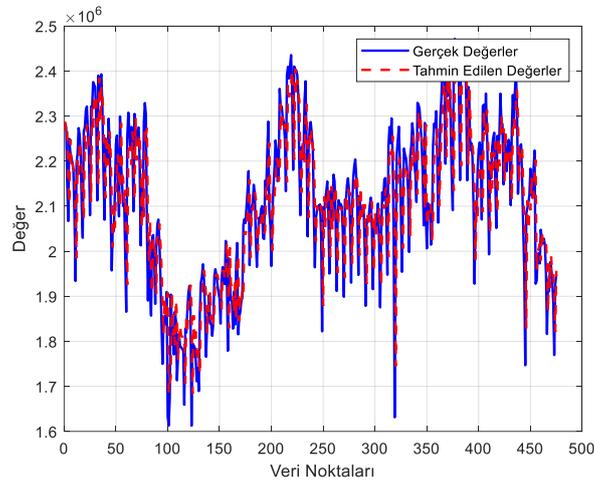
Bu çalışmada, Giresun ili elektrik tüketim değerlerinin lineer regresyon modeliyle analiz edilmesi sonucu elde edilen bulgular, tüketim dinamiklerinin tahmininde önemli bilgiler sunmaktadır. Modelde, 5 önceki değer kullanılarak bir sonraki değer tahmin edilmiştir. Modelin performansı, çeşitli hata ölçütleri ile değerlendirilmiş ve sonuçlar hem eğitim hem de test setlerinde karşılaştırılmıştır. Denklem 2'de oluşturulan modele ait matematiksel ifade yer almaktadır.

$$Y = 0.0545 + 0.0832X_1 - 0.0141X_2 + 0.1391X_3 - 0.1113X_4 + 0.8247X_5 \quad (2)$$

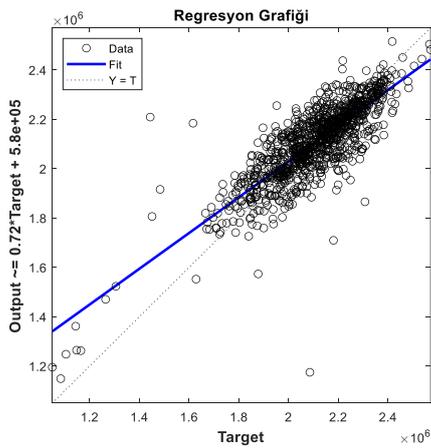
Görsel 2'de, Giresun ili elektrik tüketim değerlerinin lineer regresyon modeli ile tahmin edilen değerler ile gerçek değerlerin karşılaştırılması gösterilmektedir. (a) ve (b) alt grafiklerinde, gerçek ve tahmin edilen değerlerin zaman serisi boyunca uyumlu bir şekilde ilerlediği, modelin güçlü bir tahmin performansı sergilediği gözlemlenmektedir. (c) ve (d) grafiklerinde ise hedef ve tahmin edilen değerler arasındaki doğrusal ilişki sunulmuş olup, değerlerin çoğunlukla doğrusal regresyon çizgisi etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum, modelin hedef değerleri anlamlı bir doğrulukla tahmin ettiğini göstermektedir.



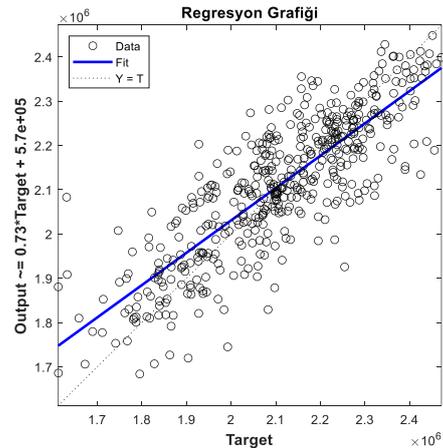
(a)



(b)



(c)



(d)

Görsel 2. Giresun İli Elektrik Tüketim Değerlerinin Linear Regresyon ile Tahmini ve Gerçek Değerler ile Karşılaştırılması.

Bu çalışmada, lineer regresyon modelinin performansı çeşitli hata ölçütleri kullanılarak değerlendirilmiştir. Eğitim ve test setlerinde modelin tahmin gücünü anlamak amacıyla RMSE,

R^2 , MSE ve MAE gibi metrikler incelenmiş ve bu metriklerin değerleri Çizelge 1’de sunulmuştur. RMSE değerleri eğitim seti için 0.0614, test seti için ise 0.0657 olarak elde edilmiştir; bu düşük hata oranları modelin doğruluğunu göstermektedir. R^2 değeri eğitim setinde 0.78, test setinde ise 0.69 olup, bağımlı değişkendeki varyansın büyük kısmının açıklanabildiğini gösterir. MSE değerleri eğitim seti için 0.0038, test seti için ise 0.0043 olarak bulunmuş ve bu değerler modelin hata karelerinin düşük olduğunu ifade etmiştir. MAE değerleri eğitim setinde 0.0476, test setinde ise 0.0495 olarak hesaplanmış ve modelin ortalama mutlak hatalarının kabul edilebilir seviyede olduğunu göstermiştir. Son olarak, korelasyon katsayısı (R) eğitim setinde 0.8269, test setinde ise 0.8303 olup, tahmin edilen ve gerçek değerler arasında güçlü bir doğrusal ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, modelin genel performansının eğitim ve test setlerinde dengeli ve güvenilir olduğunu göstermektedir.

Çizelge 1. Eğitim ve test verilerine ait modelin performans metrik değerleri.

Metrik	Eğitim Seti	Test Seti
MSE	0.0038	0.0043
RMSE	0.0614	0.0657
MAE	0.0476	0.0495
R	0.8269	0.8303
R^2	0.78	0.69

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu çalışmada, Giresun iline ait elektrik tüketim değerlerinin tahmin edilmesinde lineer regresyon modeli kullanılmış ve modelin tahmin gücü çeşitli metriklerle değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, modelin düşük hata oranları (RMSE: 0.0614- 0.0657) ve yüksek korelasyon katsayıları (R: 0.8269- 0.8303) ile güvenilir tahminler sunduğunu göstermektedir. Bu durum, lineer regresyonun Giresun ili özelinde elektrik tüketimi tahmininde etkin bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. Modelin tahmin doğruluğu, özellikle enerji yönetimi ve gelecekteki enerji talebi planlaması gibi alanlarda stratejik kararlar almak için önemli bilgiler sağlamaktadır.

Bu çalışmanın bulguları, yerel enerji verimliliği stratejilerinin geliştirilmesine katkıda bulunabileceği gibi, benzer yapısal özelliklere sahip diğer bölgelerde de elektrik tüketimi tahmininde rehber olarak kullanılabilir. Gelecek çalışmalarda, elektrik tüketimi üzerinde etkili olabilecek ek değişkenler (örneğin, ekonomik göstergeler veya nüfus verileri) kullanılarak modelin tahmin doğruluğunun artırılması mümkün olabilir.

KAYNAKÇA

- [1] BP. (2020). Statistical Review of World Energy 2020. British Petroleum.
- [2] International Energy Agency (IEA). (2021). World Energy Outlook 2021. IEA.
- [3] Nebati, E. E., Taş, M., & Ertaş, G. (2021). Türkiye’de Elektrik Tüketiminde Talep Tahmini: Zaman Serisi ve Regresyon Analizi ile Karşılaştırma. European Journal of Science and Technology, (31), 348-357.
- [4] Karaman, Ö. A., and Bektaş, Y. (2023). Makine Öğrenmesi ve Optimizasyon Yöntemleri ile Uzun Dönem Elektrik Enerjisi Tahmini: Türkiye Örneği. Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5(2), 285-292.

- [5] Bekçioğlu, S., Kaderli, Y., ve Varlık, B. (2020). Elektrik Enerjisi Tüketim Verileri İçin Uygun Tahmin Yöntemi Seçimi. *Journal of Industrial Engineering*, (78), 87-110.
- [6] Hastie, T., Tibshirani, R. ve Friedman, J. (2009). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. Springer.
- [7] Montgomery, Douglas C., Elizabeth A. Peck, and G. Geoffrey Vining. *Introduction to linear regression analysis*. John Wiley & Sons, 2021.
- [8] URL-1 (2025). *General Linear Model (GLM)*, url: <https://mriquestions.com/general-linear-model.html>, Erişim tarihi: 03.02.2025
- [9] Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics*. SAGE Publications.

YAPAY ZEKA DESTEKLİ DİJİTAL İKİZ TABANLI MOBİL SAĞLIK ASİSTANI

KÜBRA ARSLANOĞLU ¹,

¹ Fırat University, Software Engineering,

karslanoglu@firat.edu.tr-0000-0003-1672-4735

AHMET ATEŞ ²

²Kocaeli University, Institute of Natural Sciences,

ahmetates2003@outlook.com- 0009-0007-2742-1699

ÖZET

Tıp tarihinde milyonlarca hastalık tanımlanmış ve bu hastalıkların semptomları ve tedavi protokolleri sistematik olarak belgelenmiştir. Bu kapsamlı bilgi tabanı, son yıllarda hızla gelişen yapay zeka tabanlı dijital sağlık çözümlerinin temelini oluşturmaktadır. Bu çalışma kapsamında geliştirilen “Yapay Zeka Destekli Mobil Sağlık Asistanı” uygulaması, kullanıcıların fiziksel, fizyolojik ve sağlık geçmişlerine dayalı bireysel dijital ikizler oluşturarak kişiselleştirilmiş sağlık hizmetleri sunmayı amaçlamaktadır. Geleneksel semptom izleme uygulamalarından farklı olarak, sistem kullanıcıdan toplanan fiziksel verileri, sağlık geçmişini ve günlük semptom kayıtlarını analiz ederek dinamik bir dijital sağlık profili oluşturur. Bu profil, LLM tabanlı yapay zeka kullanarak kullanıcıların serbest metinle paylaştığı semptomları analiz eder, olası tanıları sıralar, erken uyarılar sağlar ve geçmiş verileri değerlendirerek tekrarlayan sağlık sorunları için kişiselleştirilmiş öneriler sunar. Uygulamanın yapay zeka altyapısı, en yaygın olarak bilinen yaklaşık 25.000 semptom veri noktası ile eğitilmiştir ve Hugging Face Turkish-LLaMA-8b-Instruct-v0.1 modeline dayanmaktadır. Model, Google Colab ortamında eğitilmiş ve Flask REST API ile mobil uygulamaya entegre edilmiştir. İlk testlerde, sistemin semptom analizi ve tanı tahmini yeteneği gözlemlenmiştir. Ayrıca, uygulama kullanıcının konumunu kullanarak en yakın hastaneleri ve eczaneleri görüntüleyebilir, böylece sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırır. Sonuç olarak, geliştirilen sistem bireysel sağlık karar destek süreçlerinde etkili bir rol oynar; erken teşhis ve kişiselleştirilmiş sağlık yönetimi açısından önemli bir potansiyel sunar. Mobil cihazlar üzerinden erişilebilir olması, kullanıcı odaklı bir dijital sağlık deneyimi sunarak Sağlık, Mühendislik ve Uygulamalı Bilimler kesişiminde modern sağlık hizmetlerinin dönüşümüne katkıda bulunur.

Anahtar kelime: Yapay zeka, dijital ikiz, mobil sağlık uygulaması, semptom analizi, kişiselleştirilmiş sağlık hizmetleri.

1. GİRİŞ

Modern sağlık sistemleri, kişiye özgü izleme ve erken teşhis süreçlerinde önemli eksiklikler barındırmaktadır. Bireylerin semptomlarını düzenli olarak takip edememesi, hastalıkların geç teşhis edilmesine neden olmakta; bu da tedavi şansını azaltmakta ve maliyetleri artırmaktadır.

ABD Tıp Enstitüsü'nün yayımladığı bir rapora göre, yalnızca veri yetersizliği ve hatalı kayıt sistemleri nedeniyle her yıl yaklaşık 400.000 kişi hayatını kaybetmektedir [1]. Bu durum, mevcut sağlık takibi yöntemlerinin yetersizliğini ve birey merkezli sistemlere olan ihtiyacı açıkça ortaya koymaktadır.

Günümüzde kullanılan birçok mobil sağlık uygulaması; adım sayma veya hatırlatma gibi basit işlemlerle sınırlı olup, genellikle statik algoritmalara dayandıkları için kişisel sağlık geçmişi ve demografik verileri dikkate almazlar. Bu durum, kullanıcıya özgü öneriler sunma yeteneğini ciddi şekilde sınırlandırmaktadır [2, 3]. Gerçekten de, literatürdeki güncel derlemeler mevcut mobil sağlık uygulamalarının çoğunun kanıta dayalı olmaktan ziyade 'hastalık merkezli' kaldığını, kişiselleştirme konusunda yetersiz olduğunu ve uzun vadeli kullanıcı bağlılığını sağlayacak tekniklerden yoksun olduğunu göstermektedir [4].

Dijital ikiz (Dİ) teknolojisi, ilk kez NASA tarafından 2010 yılında kavramsallaştırılmış olup, fiziksel bir varlığın ya da sistemin dijital ortamda dinamik olarak modellenmiş karşılığıdır. Gerçek zamanlı verilerle beslendiğinde bu modeller, fiziksel sistemin davranışlarını izlemek, simüle etmek ve öngörülerde bulunmak için kullanılabilir. Sağlık sektöründe Dİ, tanı, tedavi ve izleme süreçlerinde bireylerin genetik, çevresel ve klinik özelliklerine göre kişiselleştirilmiş çözümler sunma potansiyeliyle öne çıkmaktadır. Bir hastanın sanal bir kopyasını oluşturmak; hastalık seyrinin daha derinlemesine anlaşılmasını, tedavi planlarının kişiye özel optimize edilmesini ve böylece 'hassas tıbbın' (precision medicine) önünü açarak bireyselleştirilmiş müdahalelere olanak tanımaktadır [5].

Bu çalışmada, bireyin sağlık geçmişi temel alınarak oluşturulan bir dijital ikiz modeli geliştirilmektedir. Söz konusu model, bireyin daha önce beyan ettiği hastalık ve semptom verilerini sistematik biçimde kaydeden ve bu veriler arasında zamana ve bağlamsal örüntülere dayalı ilişkileri analiz eden bir yapay zeka temelli sistemle entegre edilmiştir. Bu kapsamda geliştirilen sistem, bireyin semptom girişleri ve tanı geçmişi aracılığıyla dijital ikizini sürekli olarak güncelleyip “öğrenen” bir yapıya sahiptir.

Büyük Dil Modellerinin (LLM) yükselişi, yapay zeka alanında bir paradigma kaymasına yol açmış ve bu modellerin özellikle medikal tanı ve semptom analizi görevlerinde yüksek etkinlik gösterdiğine dair kanıtlar giderek artmaktadır [6]. Proje, anlık semptom girişlerinde, kullanıcının daha önceki dijital ikiz verisiyle korelasyon kurarak muhtemel teşhis önerileri sunabilmektedir. Uygulamanın yapay zekâ altyapısında, Doğal Dil İşleme (NLP) teknikleri ve Turkish-LLaMA-8b gibi büyük ölçekli Türkçe dil modelleri kullanılarak kişiye özel önerilerin doğruluk oranının artırılması hedeflenmiştir[7].

Dijital ikiz teknolojisi, fiziksel bir sistemin dijital ortamda gerçek zamanlı olarak temsil edilmesini sağlayan ve bu temsil üzerinden analiz, izleme ve simülasyon yapılmasına imkân tanıyan bir teknolojidir [8]. Sensörler, Nesnelerin İnterneti (IoT), yapay zekâ, büyük veri analitiği ve bulut bilişim gibi bileşenlerin entegrasyonu ile çalışan bu sistemler, başlangıçta üretim alanında kullanılsa da günümüzde sağlık gibi insan merkezli alanlarda da yaygınlaşmıştır[9][10]. Sağlık sektöründe dijital ikizler; bireylerin genetik, fizyolojik ve yaşam

tarzı verilerini kullanarak kişiselleştirilmiş tedavi planları geliştirmeye, hastalıkların seyrini izlemeye ve olası riskleri önceden belirlemeye olanak tanır [11][12]. Ayrıca hasta bakımının iyileştirilmesi, klinik süreçlerin optimizasyonu, tıp eğitimi ve araştırma faaliyetlerinde yenilikçi çözümler sunar [13].

Bu çalışma kapsamında, bireyin sağlık verilerine dayalı dinamik bir dijital ikiz oluşturan yapay zekâ temelli bir mobil sağlık uygulaması geliştirilecektir. Bu sistemde, Turkish-LLaMA-8b gibi gelişmiş büyük dil modelleri ve Doğal Dil İşleme (NLP) teknikleri kullanılarak, kullanıcıların anlık semptom girişleri ile mevcut sağlık geçmişleri (dijital ikiz verisi) arasında derinlemesine bir korelasyon kurulması amaçlanmaktadır. Çalışmanın temel hedefi, statik ve basit işlevli mobil uygulamaların aksine, zaman içinde 'öğrenen' ve kişiye özgü bir yapı sunarak semptom takibini kişiselleştirmek ve potansiyel hastalıklara yönelik proaktif erken uyarı mekanizmaları sağlamaktır. Literatürdeki 'hastalık merkezli' yaklaşımlardan farklı olarak bu proje, bireyin bütüncül sağlık profilini temel alan 'birey merkezli' bir hassas tıp modeli sunmayı ve özellikle Türkçe dilindeki sağlık verilerini analiz etme kapasitesiyle alana özgün bir katkı sağlamayı hedeflemektedir.

2. ÖNERİLEN YÖNTEM

Bu bölümde, geliştirilen yapay zekâ destekli dijital ikiz tabanlı mobil sağlık uygulamasının geliştirme süreci detaylandırılmıştır. Araştırma süreci; veri setinin oluşturulması, verilerin ön işleme tabi tutulması, doğal dil işleme modelinin eğitimi, eğitilmiş modelin API entegrasyonu ve mobil uygulama geliştirme olmak üzere temel olarak beş aşamadan oluşmaktadır.

2.1. Veri Seti ve Model Geliştirme

Çalışma kapsamında, uzman görüşleri, medikal literatür ve çeşitli sağlık kaynakları kullanılarak yaklaşık 20-25 bin adet yapay veri kaydı oluşturulmuştur. Veri setindeki her bir kayıt; kullanıcının semptom açıklamasını (complaint), modele ait analiz sonucunu (analysis) ve bu analizin hastalık etiketi bilgisini (etiket) içermektedir. Örnek bir veri kaydı Çizelge 1’de sunulmuştur.

Çizelge 1. Veri seti örneği

Alan	Açıklama ve Örnek Veri
Complaint	“Son birkaç gündür kendimi pek iyi hissetmiyorum. Şu belirtileri yaşıyorum: Halsizlik, iştahsızlık, mide bulantısı ve baş ağrısı. Aynı zamanda cilt rengim solgunlaştı ve gözlerimde sarılık var. Bu durum beni endişelendiriyor.”
Analysis	“Çıktı: Bu belirtiler karaciğer hastalığını işaret ediyor olabilir...”
Etiket	Karaciğer Hastalığı

Modelin başarılı eğitilebilmesi için oluşturulan ham veri kümesi Python ve Pandas kütüphanesi kullanılarak temizlenmiş ve standartlaştırılmıştır. Bu süreçte; complaint, analysis ve etiket sütunlarının herhangi birinde boş veya geçersiz değer bulunan kayıtlar , sistem kaynaklı hata

mesajları ("rate limit", "openai" vb.) barındıran kayıtlar ve yinelenen kayıtlar veri setinden çıkarılmıştır. Temizleme sonrası sütun isimleri model eğitime uygun olması için input, output ve tag olarak yeniden adlandırılmıştır .

Model geliştirme aşamasında, Türkçe dilinde optimize edilmiş Turkish-Llama-8b-Instruct-v0.1 modeli temel alınmış ve özel olarak oluşturulan temizlenmiş veri kümesi ile fine-tuning yöntemi kullanılarak eğitilmiştir. Model, 8-bit hassasiyet ve FP16 (float16) kullanılarak GPU üzerinde belleği verimli kullanan bir yapıda oluşturulmuştur. Eğitim verisi, “Soru: {input}\nYanıt: {output}” formatına dönüştürülerek LoRA (Low-Rank Adaptation) tekniği ile eğitilmiştir. Eğitim sürecinde kullanılan temel parametreler Çizelge 2’de özetlenmiştir.

Çizelge 2. Eğitim Parametreleri tablosu

Eğitim Parametreleri	Değeri
Öğrenme Oranı (learning_rate)	2e-4
Epoch Sayısı (num_train_epochs)	7
Batch Size (per_device_train_batch_size)	2
Optimizer	AdamW
Hassasiyet (Precision)	FP16

2.2. API ve Mobil Uygulama Entegrasyonu

Eğitilen yapay zekâ modelinin mobil uygulama ile entegrasyonunu sağlamak amacıyla Python tabanlı Flask mikro çatısı kullanılarak bir RESTful API geliştirilmiştir. Bu API, kullanıcı tarafından girilen semptom metinlerini JSON formatında almakta ve eğitilmiş modele ileterek analiz sonucunu ve tahmin edilen hastalık etiketini yine JSON formatında döndürmektedir.

Yapay zekâ destekli dijital sağlık sisteminin son kullanıcıya ulaşabilmesi amacıyla React Native framework’ü kullanılarak platformlar arası uyumlu bir mobil uygulama geliştirilmiştir. Uygulamanın temel işlevi, kullanıcıların doğal dilde ifade ettikleri sağlık şikâyetlerini yapay zekâ modeline iletmek ve modelden alınan analiz ile olası hastalık tahminini kullanıcıya sunmaktır.

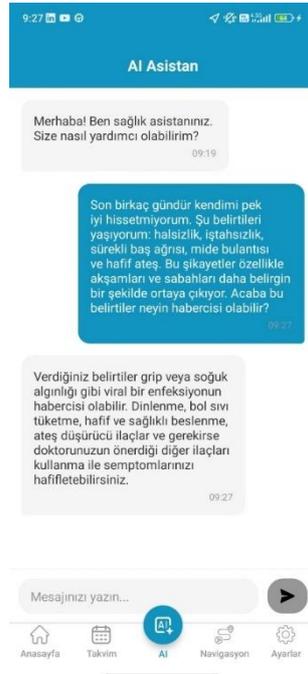
Uygulama, semptom analiziyle sınırlı kalmayıp, kullanıcının genel sağlık durumuna yönelik ek bilgiler de sunmaktadır. Bu doğrultuda; kullanıcının boy ve kilo bilgilerine göre Vücut Kitle

İndeksi (VKİ) hesaplayan bir modül ve kullanıcının konum bilgisini alarak en yakın hastane ve eczane bilgilerini dinamik olarak sunan bir Konuma Dayalı Servisler modülü geliştirilmiştir. Uygulamada veri yönetimi için Redux mimarisi kullanılmış ve kullanıcı verileri güvenli şekilde yerel depolama (AsyncStorage) üzerinden yönetilmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

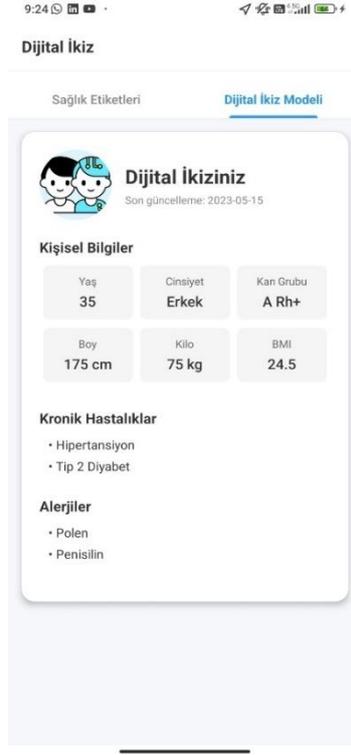
Bu çalışmada geliştirilen mobil sağlık asistanı, Türkçe dilinde eğitilen yapay zekâ modeli (Turkish-LLaMA-8b-Instruct-v0.1) üzerine inşa edilmiştir. Sistem, yaklaşık 25.000 adet sağlık verisi (semptom-hastalık eşleşmeleri) ile eğitilmiş ve Google Colab üzerinden Flask API aracılığıyla sunucuya entegre edilmiştir. Uygulamanın temel bulguları ve fonksiyonel çıktıları aşağıda sunulmuştur.

Yapay Zeka Destekli Sohbet Arayüzü: Görsel 1’de, kullanıcıların yapay zeka destekli sohbet arayüzüne sağlık şikâyetlerini serbest metin olarak yazdıkları bölüm yer almaktadır. Sistem bu girdileri analiz ederek olası hastalık önerileri ve tavsiyeler sunmaktadır.



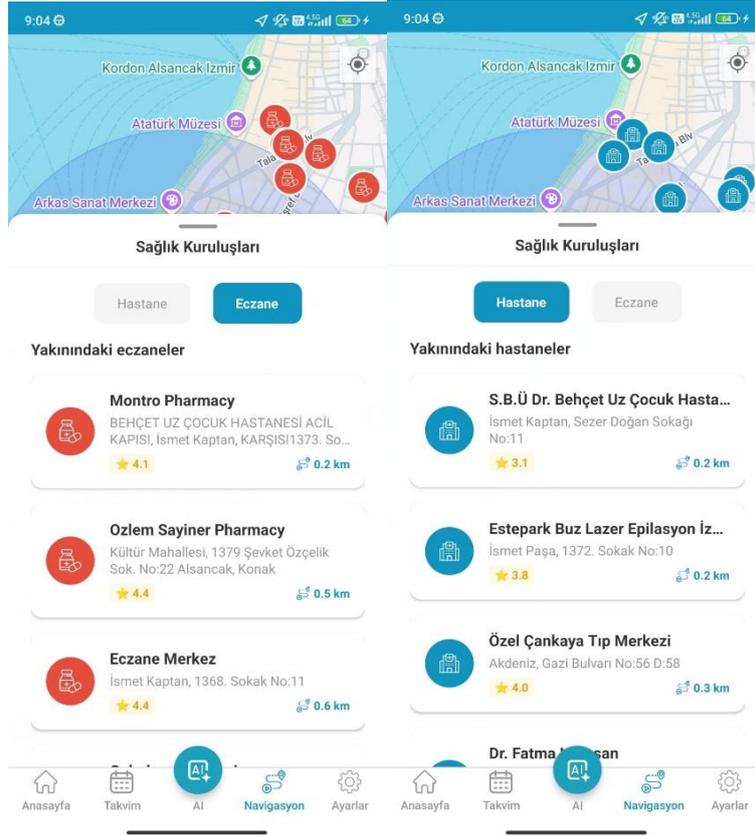
Görsel 1. AI Asistanı Arayüzü

Dijital İkiz Teknolojisi: Görsel 2’de, dijital ikiz modelinin, kullanıcının önceden girmiş olduğu kişisel bilgileri (yaş, cinsiyet, kan grubu vb.), kronik hastalıkları ve alerjileri kaydettiği bölüm yer almaktadır. Bu yapı, kullanıcının geçmiş hastalık verilerini izleyerek kişiselleştirilmiş sağlık yönetimi sunar ve tekrar eden durumlarda uyarılar oluşturur.

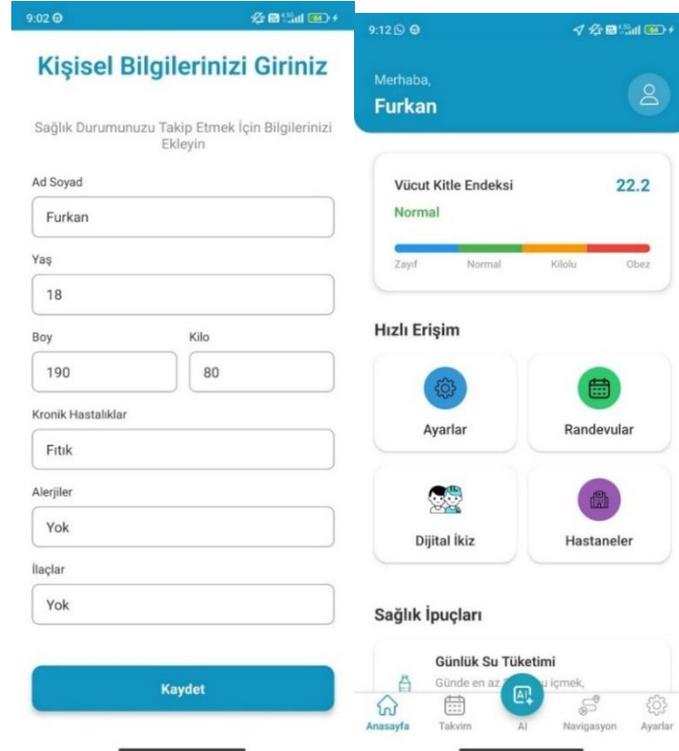


Görsel 2. Dijital İkiz Sayfası

Ek Sağlık Modülleri: Görsel 3’de, uygulamanın kullanıcının konum verisini kullanarak yakın çevredeki hastane ve eczaneleri harita üzerinde listelediği bölüm yer almaktadır. Ayrıca, Görsel 4’de boy ve kilo bilgileriyle kullanıcının VKİ değerinin hesaplandığı ve bu değere göre sağlık durumunun (zayıf, normal, kilolu, obez) sınıflandırıldığı bölüm yer almaktadır.



Görsel 3. Hastane ve Eczane Konumları



Görsel 4. Vücut Kitle İndeksi Ayarları

Geliştirilen uygulama, modern sağlık sistemlerinin birey merkezli yönetim eksikliklerine teknolojik bir çözüm sunmayı amaçlamaktadır. Yapay zekâ modülünün, 25.000 semptom-hastalık eşleşmesi sayesinde serbest metinleri analiz edebilmesi, Türkçe doğal dil işleme alanındaki mevcut sınırlamaların aşılması açısından önemli bir katkıdır. Literatürdeki birçok uygulama İngilizce diline odaklanırken, bu çalışmanın Türkçe dilinde bir model geliştirmesi yerel ihtiyaçlara hitap etmesi bakımından özgündür. Dijital ikiz modülü, bireyin tekrar eden sağlık şikâyetlerine karşı önleyici tedbirler geliştirilmesini ve sağlık yönetiminin pasif izlemenden aktif müdahaleye dönüşmesini sağlamıştır.

Ancak sistemin bazı sınırlılıkları mevcuttur. Öncelikle, kullanılan veriler sentetik olarak oluşturulmuş olup klinik doğrulama süreçlerinden geçmemiştir. Bu durum, modelin önerdiği hastalık tahminlerinin kesin tıbbi teşhis niteliği taşımasına yol açmaktadır. Ayrıca kullanıcı verilerinin manuel olarak giriliyor olması, dijital okuryazarlığı düşük bireyler için bir kullanım bariyeri oluşturabilir.

4. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışma kapsamında geliştirilen dijital ikiz destekli mobil sağlık asistanı, bireylerin sağlık verilerini doğal dil girdileri aracılığıyla toplayan, analiz eden ve kişiselleştirilmiş teşhis önerileri sunan uçtan uca bir sistem olarak başarıyla tasarlanmıştır. Yapay zekâ destekli doğal dil işleme modeli (Turkish-LLaMA-8b-Instruct-v0.1), yaklaşık 25.000 kayıtlık özel bir sağlık veri kümesi ile eğitilmiş ve kullanıcıların semptom açıklamalarını anlamlandırarak yüksek doğrulukla hastalık tahmini yapabilecek şekilde özelleştirilmiştir.

Proje, dijital ikiz teknolojisini yalnızca geçmiş verilerin arşivlenmesi amacıyla değil; semptomların zamansal örüntülerle analizi, potansiyel sağlık risklerinin tahmini ve önleyici öneriler sunulması gibi ileri düzey kişiselleştirme fonksiyonlarıyla entegre etmiştir. Kullanıcı dijital ikizi zaman içinde öğrenen, güncellenen ve önceki tanı verilerini analiz ederek gelecekteki sağlık durumu hakkında çıkarımlar yapabilen bir yapıda kurgulanmıştır.

Literatürde genellikle klinik sistemlerle entegre çalışan dijital ikiz uygulamalarının aksine, bu çalışmada geliştirilen yapı doğrudan bireysel kullanıcı etkileşimine dayalıdır. Bu yönüyle proje, bireyin sağlık okuryazarlığını artırmakta ve erken teşhis imkânlarını güçlendirmektedir. Sonuç olarak, bu araştırma; yapay zekâ ve dijital ikiz teknolojilerinin bütünleştirilerek bireysel sağlık yönetiminde etkili ve ölçeklenebilir çözümler sunabileceğini ortaya koymuştur.

Gelecekte yapılacak çalışmalar, sistemin gerçek klinik verilerle test edilmesi, doğal dil işleme modelinin daha büyük veri setleriyle yeniden eğitilmesi ve giyilebilir cihazlardan elde edilecek sensör verileri ile desteklenerek sistemin gerçek zamanlı izleme yeteneğinin artırılması yönünde ilerletilebilir.

KAYNAKÇA

- [1] Topol, E. J. (2019). High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, 25(1), 44–56.
- [2] Hassan, E., Abd El-Hafeez, T., & Shams, M. Y. (2024). Optimizing classification of diseases through language model analysis of symptoms. *Scientific Reports*, 14, 1507.
- [3] Oğul, İ.Ü., Soygazi, F., & Bostanoğlu, B.E. (2025). TurkMedNLI: A Turkish medical natural language inference dataset. *PeerJ Computer Science*, 11, e2662.
- [4] Deniz-Garcia, A., Fabelo, H., Rodriguez-Almeida, A. J., Zamora-Zamorano, G., Castro-Fernandez, M., Alberiche Ruano, M. D. P., ... & Soguero-Ruiz, C. (2023). Quality, Usability, and Effectiveness of mHealth Apps and the Role of Artificial Intelligence: Current Scenario and Challenges. *Journal of Medical Internet Research*, 25, e44030. <https://doi.org/10.2196/44030>
- [5] Papachristou, K., Katsakiori, P. F., Papadimitroulas, P., Strigari, L., & Kagadis, G. C. (2024). Digital Twins' Advancements and Applications in Healthcare, Towards Precision Medicine. *Journal of Personalized Medicine*, 14(11), 1101. <https://doi.org/10.3390/jpm14111101>
- [6] Zhou, S., Xu, Z., Zhang, M., Xu, C., Guo, Y., Zhan, Z., Fang, Y., ... & Zhang, R. (2025). Large language models for disease diagnosis: a scoping review. *NPJ Artificial Intelligence*, 1(1), 9. <https://doi.org/10.1038/s44387-025-00011-z>
- [7] Fuller, A., Fan, Z., Day, C., & Barlow, C. (2020). Digital twin: Enabling technologies, challenges and open research. *IEEE Access*, 8, 108952–108971.
- [8] Tao, F., & Qi, Q. (2019). Make more digital twins. *Nature*, 573(7775), 490–491. 34.
- [9] Attaran, M., & Celik, B. G. (2023). Digital twin: benefits, use cases, challenges, and opportunities. *Decision Analytics Journal*, 6, 100165. 35.
- [10] Li, L., Lei, B., & Mao, C. (2022). Digital twin in smart manufacturing. *Journal of Industrial Information Integration*, 26, 100289. 36.
- [11] Johnson, K. B., et al. (2021). Precision medicine, AI, and the future of personalized health care. *Clinical and Translational Science*, 14(1), 86–93. 37.
- [12] Sun, T., He, X., Song, X., Shu, L., & Li, Z. (2022). Digital twin in medicine: A key to the future of healthcare?. *Frontiers in Medicine*, 9, 907066. 38.
- [13] Goetz, L. H., & Schork, N. J. (2018). Personalized medicine: motivation, challenges and progress. *Fertility and Sterility*, 109(6), 952–963.

STRENGTHS AND CHALLENGES OF LLM-BASED HEALTH CHATBOTS IN THE CONTEXT OF SMART HEALTH SYSTEMS

Dr. Melda Kevser AKGÜN¹

¹ Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,
mkakgun@aybu.edu.tr - 0000-0001-7580-8352

ABSTRACT

The integration of Large Language Models (LLMs) into digital healthcare has given rise to a new generation of health chatbots, offering interactive, scalable, and low-cost medical guidance. With the rapid evolution of generative AI, these systems are becoming embedded within smart health infrastructures, particularly in urban environments where healthcare services are abundant yet frequently overburdened. While LLM-based chatbots present notable advantages such as multilingual communication, real-time response capabilities, and improved operational efficiency, their deployment also raises significant concerns around safety, transparency, and accountability. This paper presents a structured SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analysis to critically assess the implementation of LLM-based chatbots in smart health settings. The study identifies key strengths including enhanced accessibility, scalability of services, and greater patient empowerment. However, it also outlines important weaknesses such as the lack of standardized training data, challenges in verifying the accuracy of generated outputs, and limitations in contextual understanding. Opportunities for integration into telehealth services and digital triage systems are highlighted, alongside threats including regulatory uncertainty, user overreliance on non-clinical AI responses, and blurred boundaries between AI-generated advice and professional care. Based on this analysis, the study argues for a cautious and evidence-informed approach to deploying health chatbots powered by LLMs. The findings aim to guide stakeholders, including developers, health professionals, and policymakers, toward responsible innovation in smart health systems. Rather than viewing them as replacements for human practitioners, these systems should be designed as complementary tools, integrated under strict ethical and technical oversight.

Keywords: Digital Health, Smart Health Systems, Large Language Models, Health Chatbots, Ethical AI, SWOT Analysis

DIGITAL HEALTH TWINS IN A DIVIDED WORLD: BRIDGING INNOVATION AND EQUITY IN SMART HEALTHCARE

Dr. Melda Kevser AKGÜN¹

¹ Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Engineering and Natural Sciences,
mkakgun@aybu.edu.tr - 0000-0001-7580-8352

ABSTRACT

The global healthcare system is undergoing a major shift from the traditional “one-size-fits-all” model toward a data-driven personalized medicine paradigm. One of the foundational components of this transformation is the emergence of Digital Health Twins (DHTs), dynamic, computational models that create real-time virtual representations of an individual’s biological systems, such as tissues, organs, or physiological processes. These digital replicas enable the simulation, prediction, and optimization of healthcare decisions in a personalized and non-invasive way. Supported by advances in big data analytics, artificial intelligence, and the Internet of Medical Things, DHTs offer a promising framework to understand complex human health patterns more effectively and cost-efficiently. Their transformative capabilities span a wide range of domains, including trauma management, biomarker and drug discovery, disease prevention and treatment, personalized medicine, clinical trials, surgical planning, and bio-manufacturing. This study investigates the current and potential application areas of DHTs, assesses their level of adoption, and explores how countries' development levels impact their integration into healthcare systems. Yet, the successful implementation of DHTs is not without challenges. The complex nature of digital health transformation raises concerns about exacerbating global health disparities, especially between developed and developing nations due to infrastructure requirements and technological access barriers. While the existing literature predominantly focuses on the technical aspects and benefits of DHTs, this study emphasizes the need for multidimensional analysis. It examines the ethical and social implications of DHTs through the lens of Diversity, Equity, and Inclusion (DEI), aiming to understand how these technologies affect marginalized individuals and communities. In doing so, the paper underscores the importance of equity-oriented strategies in shaping an inclusive and sustainable digital health future.

Keywords: Smart Health, Digital Health Twins, Personalized Medicine, Healthcare Technology, Digital Health Equity, Global Health Disparities

A LANE-BASED DATA CLEANING FRAMEWORK FOR ELIMINATING OUTLIERS, MISSING DATA, AND INCONSISTENCIES IN RTMS MEASUREMENTS: ISTANBUL CASE

Dr. Mahmut Esad ERGİN¹

¹ Istanbul Aydin University, Engineering Faculty,

mahmutesadergin@aydin.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0002-1038-3530>

ABSTRACT

Traffic congestion not only causes lost time, increased fuel consumption, and economic costs, but also has qualitative impacts on users, such as stress, dissatisfaction, and behavioral changes. Therefore, for accurate understanding and effective management of traffic systems, it is necessary to examine vehicle movements on the road at a micro-level, and to jointly evaluate user behavior, demand dynamics, and operational conditions. The reliability of these analyses is directly dependent on data quality. Measurement data, particularly those obtained from urban areas and surrounding roads, can be corrupted, inconsistent, or incomplete due to system malfunctions, adverse weather conditions, incomplete or inaccurate measurements, maintenance/management deficiencies, and interruptions in data transfer. In this context, speed, vehicle count, and direction information provided by lane-based sensors such as Remote Traffic Microwave Sensors (RTMS) must undergo comprehensive quality control and cleaning processes before being used directly; otherwise, serious errors and deviations can occur in modeling and decision support mechanisms. This study systematically addresses how RTMS data collected at the lane level should be processed for reliable traffic analysis. Initially, key quality indicators, such as detecting outliers and examining the randomness of missing data patterns, were assessed in the raw data. The cleaning process was then structured to include anomaly filters, logical consistency checks, elimination of duplicate/zero-valued records, and time series alignment. In the final stage, the corrected data distributions were reviewed to obtain lane-based speed and density profiles. The resulting high-quality data was prepared for integration with traffic flow modeling and high-level decision support systems. This approach serves both to more accurately capture dynamic traffic behavior and to increase predictability in urban mobility management.

Keywords : Data cleaning; Missing data analysis, Preprocessing of data; RTMS; Traffic management.

GAMMA DETECTION PERFORMANCE TESTS OF TWO DIFFERENT SCINTILLATOR TYPES

Zeynep ER

Ege University, zeyneppeer@gmail.com – 0009-0005-4625-641X

Dr. Cuneyt CELIKTAS

Ege University, cuneyt.celiktas@ege.edu.tr – 0000-0001-8608-066X

ABSTRACT

Scintillators are widely used in the detection of ionizing radiation and in determining its spectroscopy. With new developments in material science and technology, scintillators can be optimized for more sensitive applications and can be manufactured with different components. However, in order to further improve scintillators, it is necessary to evaluate their performances in different fields of application. In this study, gamma ray spectroscopy was discussed under two different scintillator sources (CsI(Tl) and BC-420), and their performances of gamma detection were evaluated. For this evaluation, the gamma photons from Cs-137, Ba-133 and Co-60 point type solid sources were utilized. Considering the gamma energy spectra, a spectrum largely consistent with the literature spectrum was obtained with CsI(Tl), but the spectra obtained with BC-420 showed significantly lower performance compared to the literature spectra. In order to compare the performance of these two scintillators, the same photomultiplier tube model was used, and experimental measurements were performed under the same conditions. An evaluation of the uses of these two crystals has been made based on the findings obtained.

Keywords: Gamma spectroscopy, scintillation detector, CsI(Tl) and BC420 type scintillators.

1. INTRODUCTION

Scintillators are the materials that release light when they interact with ionizing radiation and are often used for the detection and visualization of ionizing radiation. The scintillation process remains one of the most useful methods available for the detection and spectroscopy of a wide assortment of radiation [1]. When high-energy photons are absorbed by the scintillator, three interaction processes occur, which are called photoelectric absorption, Compton scattering and pair creation. Photoelectric absorption is generally used to analyze radiation, and in this process, one primary electron is generated per event. This primary electron can generate many excited secondary electrons via Coulomb scattering, and these secondary electrons dissipate their kinetic energy by interactions with lattice or other free electrons. Finally, these secondary electrons recombine with holes and emit scintillation photons. In the case of charged particles,

such as α -rays, an energetic charged particle creates many secondary electrons via some interactions such as Coulomb scattering, and these secondary electrons act in the same ways as in the case of X- and Y-rays [2].

Scintillators play a crucial role in gamma radiation detection, with applications spanning high-energy physics, medical imaging, radiopharmaceuticals, security and safeguards (including environmental and reactor monitoring), and industrial fields such as oil logging and non-destructive inspection [2, 3]. Nowadays, the development of new scintillation materials is important direction in both, physic and chemistry. One of the main reasons for that is the need for creation of universal scintillators, which may combine the high stopping power, high scintillation yield, high energy resolution, minimal level of afterglow and possibility of simultaneous registration of neutrons and gamma-quanta [4].

Scintillators are generally classified into two types: organic scintillators and inorganic scintillators. A large category of practical organic scintillators is based on organic molecules with certain symmetry properties, which give rise what is known as π -electron structure. Organic scintillators provide advantages such as fast response times, ease of fabrication, and cost-effectiveness, making them suitable for applications that demand rapid detection and large-area coverage. They exist in crystalline, plastic, and liquid forms. Although organic scintillators have excellent timing properties, their brittleness, mechanical fragility, and difficulty in large-scale production restrict their widespread use. On the other hand, the inorganic scintillators tend to have the best output and linearity, but with several exceptions are relatively slow in their response times and they are mechanically fragile, which limit their applicability in scenarios requiring rapid detection and structural durability [1, 3].

Generally, it is not possible to find a unique and ideal scintillator type suitable for every application. Selecting a suitable scintillator material requires balancing numerous performance factors, such as light yield, decay time, emission wavelength, and environmental stability, with experimental constraints such as detector geometry, cost, and radiation type.

In the present study, we investigated gamma-ray spectroscopy under two different scintillator types [CsI(Tl) and BC-420] and based on the results obtained, we analyzed the gamma detection performance of these two scintillator types.

2. MATERIALS AND METHODS

Energy resolution is an important parameter for scintillation detectors. It is calculated in terms of percentage using the formula:

$$R = \frac{FWHM}{c} \times 100 \quad (1)$$

where FWHM represents the full width at half maximum of a gamma peak, and C denotes the channel number at the peak's maximum count. This parameter is essential for assessing the precision and accuracy of the detector, as outlined in ref. [1].

In the presented study, BC-420 plastic type (Saint Gobain Inc.) in cylindrical shape with the dimensions of 2 inch dia. by 2 inch height, and CsI(Tl) inorganic type (Epic-Crystal Co., Ltd.) in cylindrical shape with the dimensions of 42.5 mm dia. by 33.5 mm height scintillators were used for the gamma detection. The properties of the scintillators are summarized in Table 1.

Table 1 Properties of the used scintillators

Property	CsI(Tl) [5]	BC-420 [6]
Density (g/cm ³)	4.53	1.032
Wavelength of max. emission (nm)	550	391
Decay constant (ns)	1.02	1.5
Light output	56 (% Anthracene)	95 (% Anthracene)
Refractive index	1.79	1.58

These scintillators then separately mounted to R1828-01 type (HAMAMATSU) photomultiplier tubes (PMT) that have 2 inch dia. entrance window. In order to ensure that the photons produced in the scintillation crystal as a result of the impact of gamma rays are transmitted to the tube window with minimum loss, SILICONE TECHNOLOGY brand and LS-3252 model optical gel was applied between the crystal and the tube window. After these three materials are combined, a detector is created and is surrounded by black tape to prevent light from entering the tube from the outside.

To test the gamma detection performances of the generated detectors, Cs-137 with the activity of 5 μ Ci, Ba-133 with the activity of 9.5 μ Ci and Co-60 with the activity of 0.166 μ Ci radioactive standard gamma sources in solid form were used. The sources were placed 1 cm away from the detector surface.

The test spectrometer is composed of an ORTEC model 401A NIM BIN, an ORTEC model 556 high voltage power supply, an ORTEC model 113 preamplifier, an ORTEC model 451 spectroscopy amplifier, an ORTEC model TRUMP 8k multichannel analyzer (MCA) and GW Instek GDS 2024 model oscilloscope. A schematic of the used spectrometer is given in Figure 1.

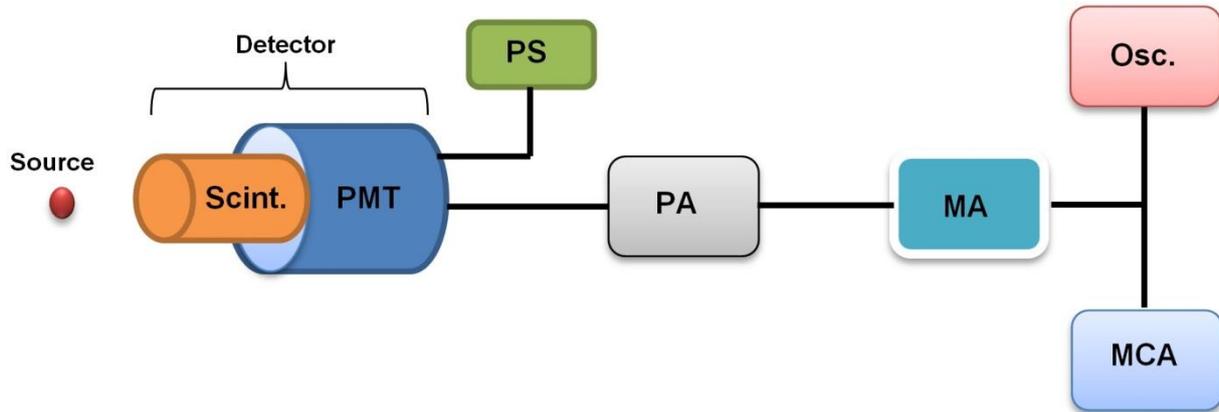


Figure 1. The circuit scheme of the experimental setup (Scint.: Scintillator, PMT: Photomultiplier tube, PS: Power supply, PA: Preamplifier, MA: Main amplifier, Osc.: Oscilloscope, MCA: Multichannel analyzer)

Power supply, amplifier and main amplifier devices in Figure 1 were mounted on NIM BIN power case. The MCA is a PC compatible card into PCI format and was mounted in a PC.

In the detectors, signals of different amplitudes are generated depending on the energy of the gamma photons coming from the source. These signals are sent to the preamplifier and main amplifier, respectively, in order to ensure impedance matching, to eliminate electronic noise and to increase their amplitudes. The detectors in question are used separately in the spectrometer, and the preamplifier and main amplifier gain values specific to each detector are also determined. The main amplifier output is sent to the oscilloscope to follow the signals, and to the multi-channel analyzer to obtain the energy spectrum created by these signals. The multi-channel analyzer records the number of counts corresponding to each pulse height or particle energy.

In the study, 662 keV-energy photopeak of Cs-137, 356 keV-energy photopeak of Ba-133, and 1.17 and 1.33 MeV-energy photopeaks of Co-60 were acquired for the detection performance. These radioisotopes were used in this study as they are commonly employed as calibration sources in the literature. The photopeak counts were collected in the period of 100 s.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Even in the absence of any external radiation sources, a radiation detector records counts due to the presence of background radiation, commonly referred to as ‘background’. The primary contributor to this is cosmic rays entering the Earth's atmosphere from space. While the impact of natural background is significant in measurements involving low count rates, short acquisition times, or low energy levels, its influence becomes negligible in measurements with high count rates, prolonged acquisition times, or higher energy levels. Therefore, in the count spectra—or more precisely, energy spectra—presented below, the effect of natural background radiation has been disregarded.

Moreover, all experimental spectrum plots provided below are direct screen captures generated by the software of the MCA. These visuals are presented in their original form to share the results in the most authentic manner. In each of the spectra shown, the horizontal axis represents the channel number, while the vertical axis indicates the number of counts corresponding to each channel.

Figures 2 and 3 present the experimental Co-60 gamma spectra obtained using detectors with CsI(Tl) and BC-420 scintillators, respectively.

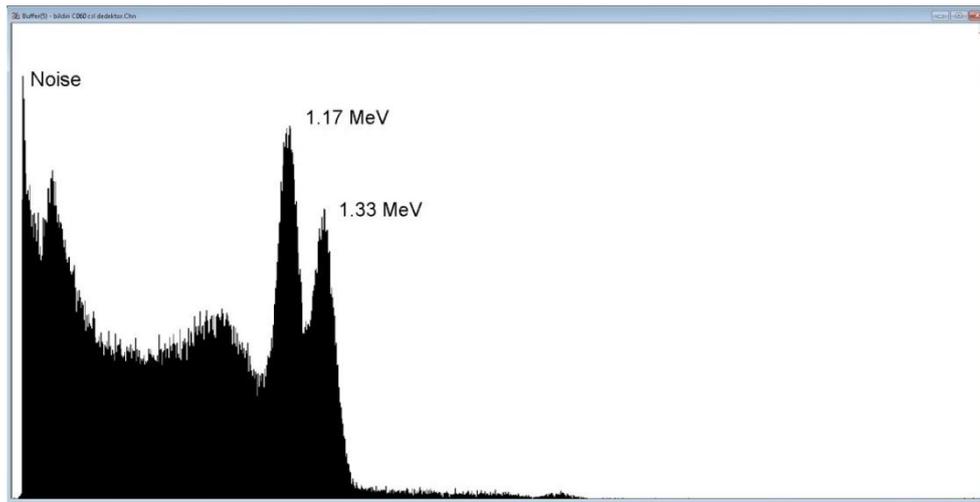


Figure 2. The Co-60 spectrum obtained using a detector constructed with a CsI(Tl) crystal (Energy resolution for 1.17 MeV-energy peak: 13.3%).



Figure 3. The Co-60 spectrum obtained using a detector constructed with a BC-420 crystal.

In Figure 2, due to the shallow valley between the 1.17 MeV and 1.33 MeV peaks, the FWHM value for the 1.33 MeV peak could not be determined; therefore, no energy resolution value could be provided for this peak.

The literature gamma spectrum of the Co-60 source obtained using a NaI(Tl) scintillation detector is presented in Figure 4.

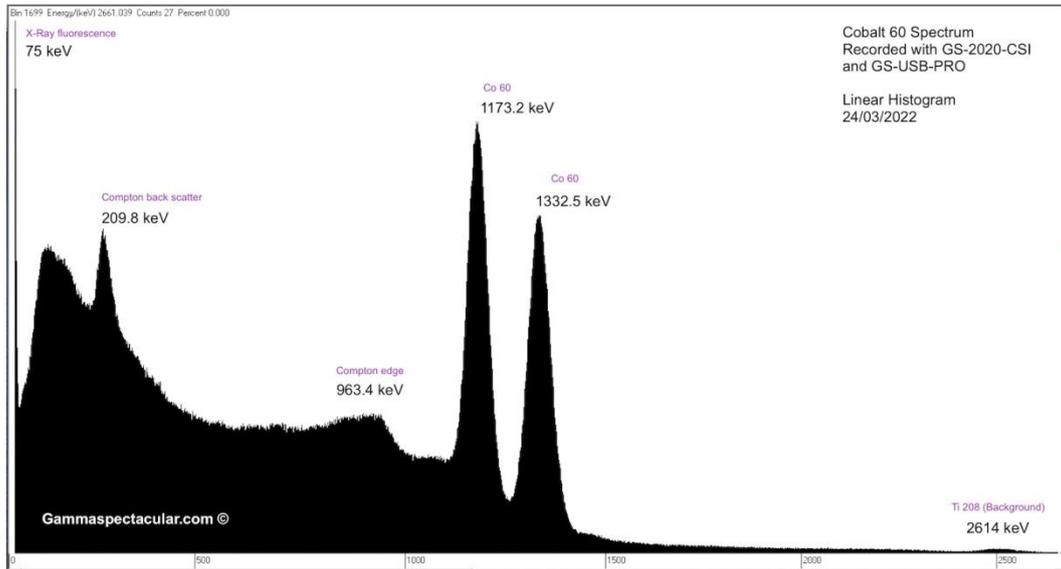


Figure 4. Literature gamma energy spectrum for Co-60 radioisotope [7].

In the above spectrum, the peaks on the left side (210 keV and below) and the valley between the 1.17 MeV and 1.33 MeV peaks appear deeper due to the wide horizontal axis scale of the multichannel analyzer. In our study, the Co-60 spectrum obtained with the CsI(Tl) crystal was limited to a horizontal axis scale of 1024 channels, causing these two peaks to appear closer together.

A second spectrum taken from the literature (Figure 5) supports this observation. Furthermore, it should be noted that the scintillator type used in the comparison detector was different (NaI(Tl)).

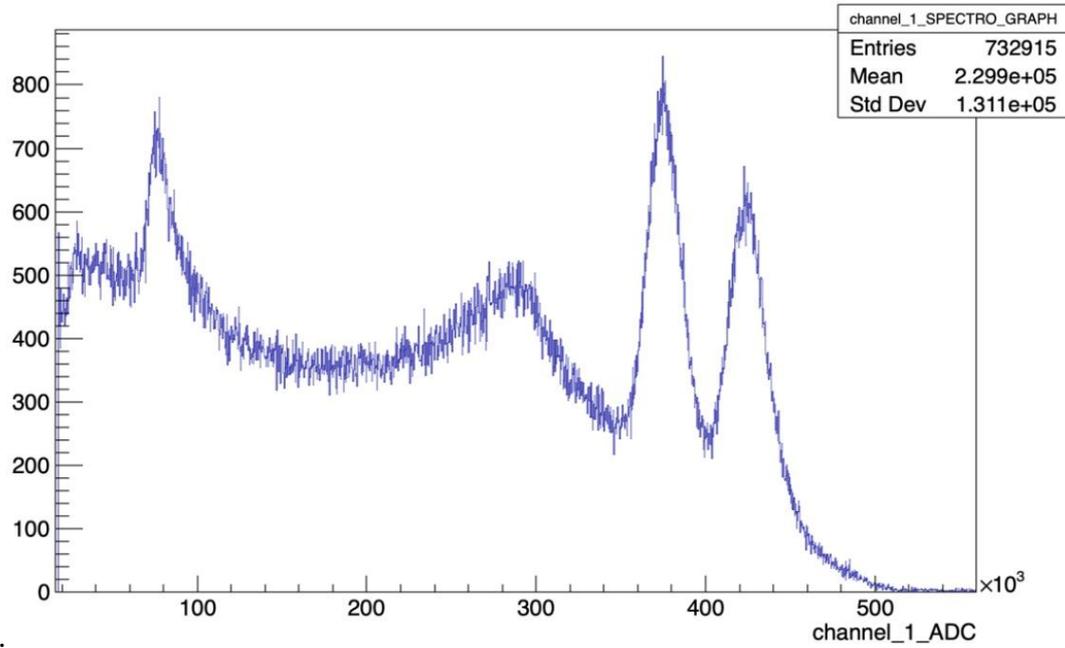


Figure 5. Literature gamma spectrum for Co-60 radioisotope [8].

The experimental Ba-133 gamma spectra obtained in the study for the CsI(Tl) scintillator and the BC-420 scintillator detectors are presented in Figures 6 and 7, respectively.

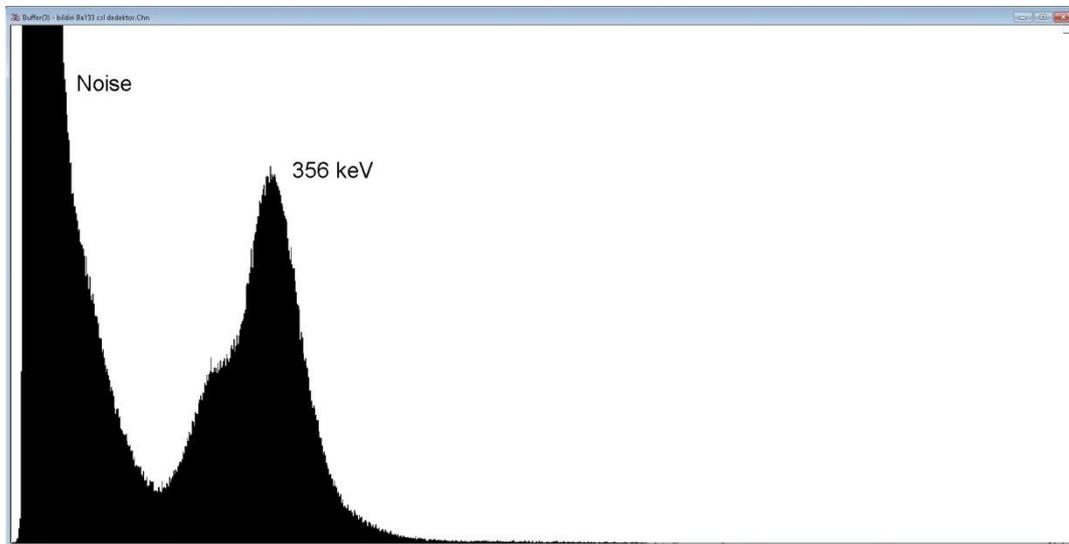


Figure 6. The Ba-133 spectrum obtained using a detector constructed with a CsI(Tl) crystal.

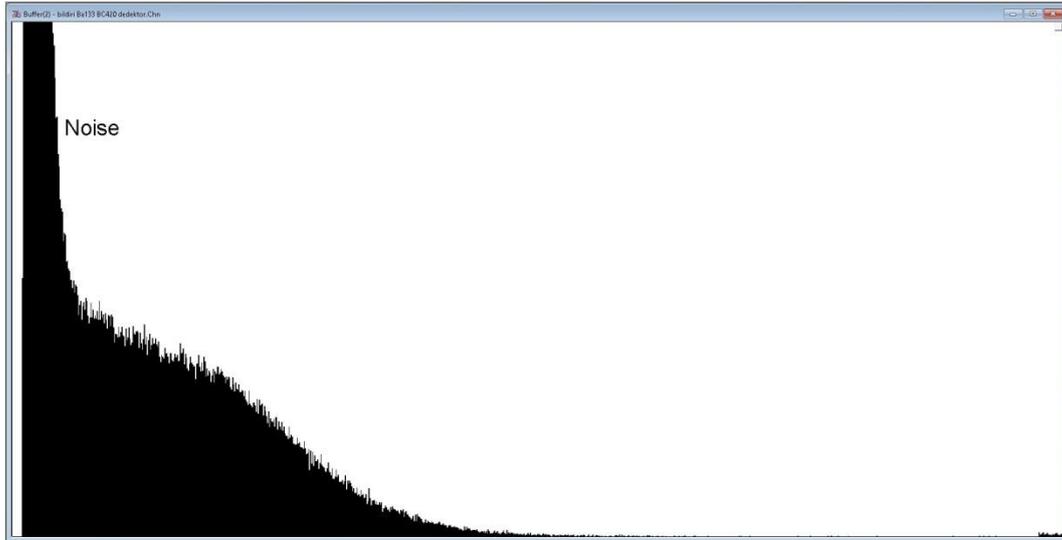


Figure 7. The Ba-133 spectrum obtained using a detector constructed with a BC-420 crystal.

Due to the presence of another peak immediately to the left of the 356 keV peak in Figure 6, the FWHM value for the 356 keV peak could not be calculated.

Figure 8 shows the literature gamma spectrum of the Ba-133 source obtained using a NaI(Tl) scintillation detector.

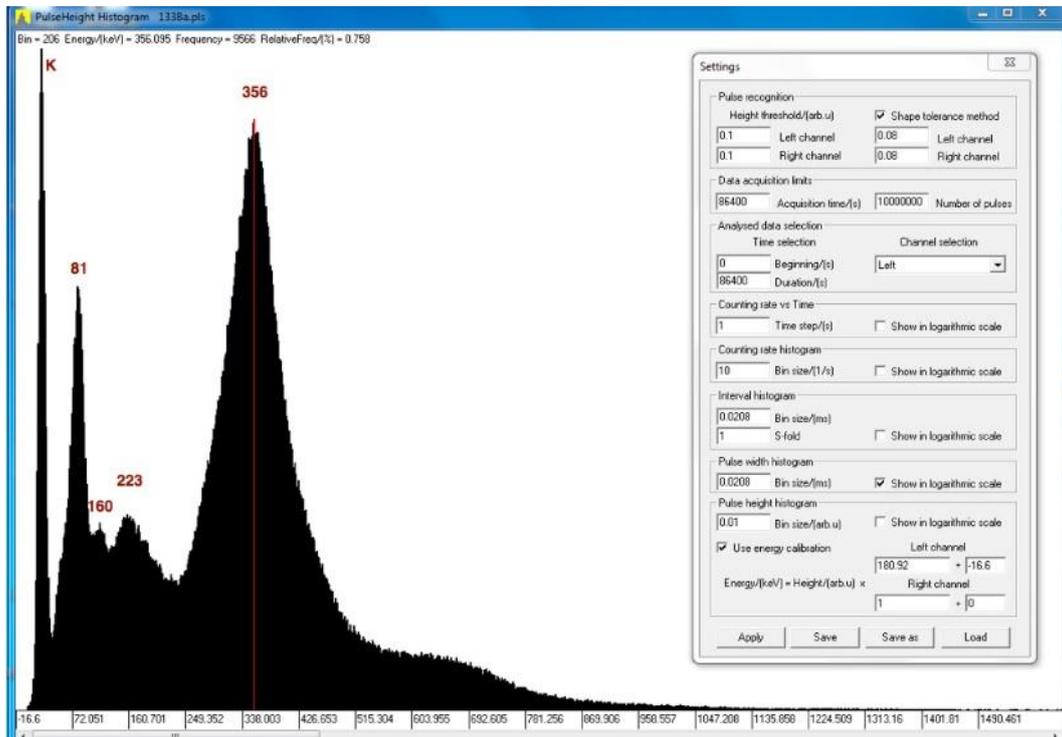


Figure 8. Literature gamma energy spectrum for Ba-133 [9].

In comparison to the literature gamma spectrum of Ba-133, the absence of peaks below 356 keV in the energy spectrum obtained using the CsI(Tl) crystal is attributed to the limited

resolution of the detector, as well as the broader horizontal axis scaling used in the literature spectrum, as previously noted.

Finally, the experimental Cs-137 gamma spectra obtained in this study for both detectors are presented in the figures below.

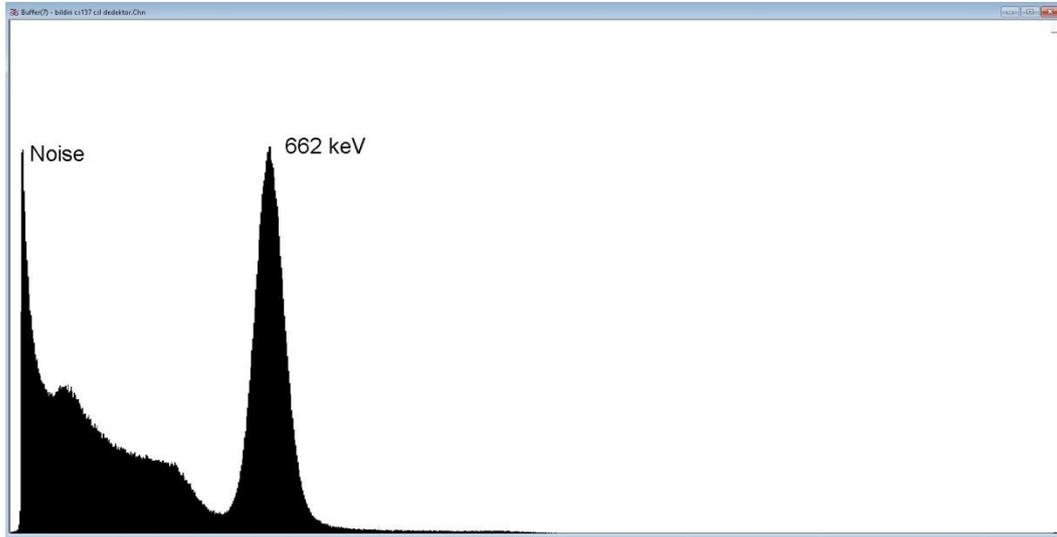


Figure 9. The Cs-137 spectrum obtained using a detector constructed with a CsI(Tl) crystal (Energy resolution for 662 keV-energy peak: 13.0%).

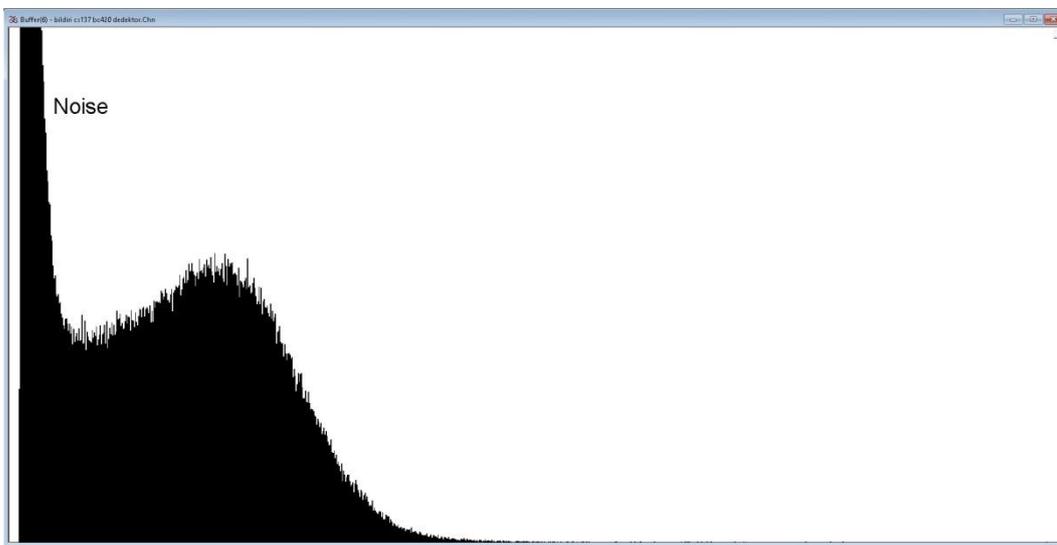
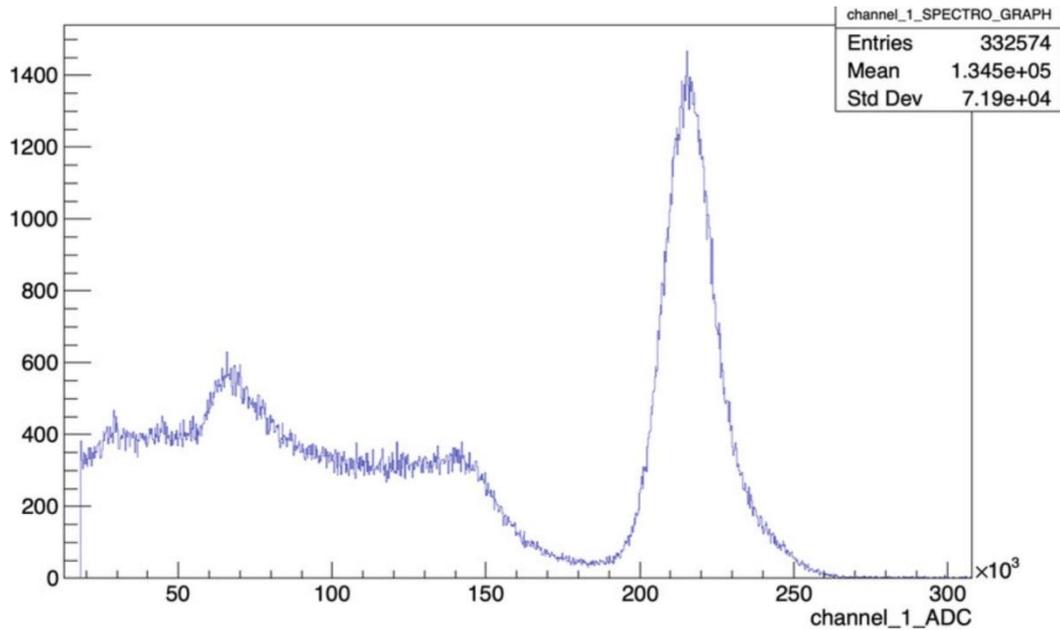


Figure 10. The Cs-137 spectrum obtained using a detector constructed with a BC-420 type crystal.

Since the relevant peaks could not be clearly identified for the detector employing the BC-420 type crystal, energy resolution values could not be calculated for the gamma spectra obtained with this detector.

The Cs-137 gamma spectrum obtained using a NaI(Tl) scintillation detector from the literature is presented in Figure 11.



Energy spectrum of Cs-137

Figure 11. Literature gamma energy spectrum of Cs-137 [8].

A lower energy resolution is preferred in radiation detection systems. In this study, the CsI(Tl) scintillator exhibited an energy resolution of 13% for Cs-137 isotope, which is considered to be a consequence of its comparatively smaller dimensions relative to the other crystal.

Considering the experimental gamma energy spectra presented above; it was observed that the CsI(Tl) inorganic type crystal detector provided a spectrum closely matching the literature spectrum. In contrast, spectra obtained with the BC-420 plastic type crystal detector showed considerably poor performance compared to the literature. This finding highlights that the BC-420 type plastic scintillator is not suitable for gamma energy spectrum detection. It further suggests that while inorganic scintillators are more appropriate for precise energy measurements, plastic scintillators such as BC-420 are better suited for use in timing measurements rather than energy resolution applications.

Due to the effects of background radiation, ambient temperature (28–29 °C), detector resolution, and electronic noise, a noise band naturally appeared on the left side of the experimental spectra presented above. Adjustments to the main amplifier's gain settings (Coarse and Fine Gain) and the type of scintillator used had a significant impact on the width of this band. This clearly demonstrated the influence of scintillator type and amplifier gain settings on the spectral characteristics.

In conclusion, when the spectrum results are evaluated overall, it becomes evident that—despite using the same model PMT—the type of scintillation crystal selected for the detector has a considerably greater effect on the results than the system settings.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by the Aliye Uster foundation.

REFERENCES

- G.F. Knoll, *Radiation Detection and Measurement*, 4th edit. John Wiley & Sons Inc. New York, 2010.
- Yanagida, T. *Inorganic scintillating materials and scintillation detectors*, Proceedings of the Japan Academy, Series B, 94(2), 75-97, (2018). <https://doi.org/10.2183/pjab.94.007>
- Fitriana, R., Febrianti, Y., Rahmawati, R., & Saputro, A. H., *A review on plastic scintillator development and performance for gamma-ray detection*, Nuclear Science and Engineering. (2025). <https://doi.org/10.1080/00295639.2025.2503030>
- Tratsiak, Y. U., Anniyev, T., Agrawal, D., Vasilyev, M., & Khabashesku, V., *Scintillation materials with disordered garnet structure for novel scintillation detectors*, In M. Korzhik & A. Gektin (Eds.), *Engineering of scintillation materials and radiation technologies: Selected articles of ISMART 2018* (Springer Proceedings in Physics, Vol. 227, pp. 75-81), Springer, (2019). <https://doi.org/10.1007/978-3-030-21970-3>
- <https://www.epic-crystal.com/data/upload/20240409/6614a0f4b84f3.pdf> , Reached: October 10, 2025.
- <https://luxiumsolutions.com/sites/default/files/2021-09/BC418-420-422%20Data%20Sheet.pdf> , Reached October 10, 2025.
- <https://www.gammaspectacular.com/blue/Co-60-gamma-spectrum> , Reached : October 10, 2025.
- Thakur, B., & Samir, M., *Gamma and beta spectroscopy of Bi-207*, <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10731.00806>, Reached : October 10, 2025.
- <https://www.gammaspectacular.com/blue/ba133-spectrum> , Reached : October 10, 2025.

FIRE DETECTION USING DISCRIMINANT ANALYSIS

Şahin YILDIRIM

Erciyes University, sahin@erciyes.edu.tr - ORCID ID:0000-0002-7149-3274

Mehmet Safa BİNGÖL

Nigde Omer Halisdemir University, msbingol@ohu.edu.tr -ORCID ID:0000-0002-4188-2025

Sertaç SAVAŞ

Erciyes University, sertacsavas@erciyes.edu.tr - ORCID ID: 0000-0001-8096-1140

ABSTRACT

In recent years, there has been a noticeable increase in the number of small-scale or larger-scale fires worldwide, due to both natural causes and human factors. Fire poses a serious threat that can lead to loss of life and property if not detected early. It also has long-term negative effects on the environment, economy, and society. Traditional fire detection methods are generally based on smoke density and heat measurements. However, these methods can be significantly affected by environmental factors such as wind, humidity, temperature changes, or industrial activities, and therefore do not always provide reliable results. In this study, a smoke detection dataset is used to evaluate the performance of discriminant analysis algorithms in fire detection. The examples in the dataset are divided into train and test sets. Discriminant analysis enables the separation of data into different classes in classification problems and provides a statistical-based approach to better distinguish between fire and normal conditions. Four different models are used: linear discriminant, quadratic discriminant, diagonal linear discriminant, and diagonal quadratic discriminant. The study aims to contribute to the development of fire detection systems by discussing the accuracy, reliability, and practical applicability of the models used. In conclusion, it is observed that discriminant analysis methods have the potential to increase early warning capacity in both indoor and outdoor areas when integrated into existing fire detection systems, thanks to their low-cost and easy-to-implement structure. In this regard, the study makes an important contribution to research and practical applications in the field of fire safety.

Keywords: Detection, discriminant analysis, fire, smoke.

1. INTRODUCTION

Fires are increasing worldwide. Climate change, global warming, and human-induced factors can be cited as the main reasons for this increase [1-2]. Early detection of fires plays a crucial role in preventing loss of life and property, as well as mitigating significant negative economic, social, and environmental consequences [3]. Fires occurring in enclosed spaces such as homes and industrial facilities pose significant safety risks [4]. Furthermore, forest fires cause negative

consequences such as loss of biodiversity, ecosystem destruction, and increased greenhouse gas emissions [5].

Fire detection systems generally rely on sensor data such as heat measurement and smoke density [6]. However, these methods are significantly affected by environmental factors such as temperature, humidity, wind, and industrial activity. Furthermore, the length of fire detection time and the high number of false alarms reduce the usefulness of these types of detection systems [7-8]. Therefore, machine learning-based systems need to be developed to increase the accuracy of fire detection systems.

Image processing techniques and deep learning algorithms are frequently used in fire detection systems [9-11]. Systems that use images to detect fires allow for the analysis of smoke and flame properties and increase early warning capacity. The disadvantages of image-based systems include their complex architecture and computational costs. These disadvantages limit the areas in which image-based systems can be used. Therefore, the design of easily implemented and low-cost systems is crucial.

Sensor based machine learning methods improve the performance of existing fire detection systems [12]. Discriminant analysis is a statistically based machine learning method used in classification problems and allows better discrimination between fire and normal conditions. Vorwerk et al. classified a four-class dataset consisting of smoldering wood, smoldering cotton, smoldering cable, and candle fire with up to 69% accuracy using linear discriminant analysis [13]. Adib et al. used 16 SnO₂ nanowire gas sensors for fire detection using Linear Discriminant Analysis [14]. They achieved an 88% classification rate in chamber trials and an 86% classification rate in container experiments.

In this study, the performance of discriminant analysis algorithms in fire detection is evaluated using the smoke detection dataset. Four different models are used: linear discriminant, quadratic discriminant, diagonal linear discriminant, and diagonal quadratic discriminant. The aim of the study is to contribute to the development of fire detection systems by discussing the accuracy, reliability, and practical applicability of the models used. It is anticipated that the obtained results can be integrated into existing fire detection systems to increase early warning capacity.

2. MATERIAL AND METHODS

Discriminant analysis [15] is a probabilistic method for assigning observations to specific classes in classification problems. The basic assumption is that each class has a probability density function denoted by $f_k(x)$. Conditional probability is expressed by Bayes' theorem as follows:

$$Pr(G = k | X = x) = \frac{f_k(x)\pi_k}{\sum_{\ell=1}^K f_{\ell}(x)\pi_{\ell}} \quad (2.1)$$

Here G is the class variable, X is the p -dimensional feature vector, $f_k(x)$ is the density function of X for class k , and π_k is the class prior probability. For observation x , the class with the highest $Pr(G = k | X = x)$ value is selected. Class densities are generally assumed to be multivariate normal distributions (Gaussian),

$$f_k(x) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma_k|^{1/2}} \exp \left[-\frac{1}{2} (x - \mu_k)^T \Sigma_k^{-1} (x - \mu_k) \right] \quad (2.2)$$

Here μ_k is the mean vector of class k , Σ_k is the covariance matrix of class k , $|\Sigma_k|$ is the determinant of the covariance matrix and $(x - \mu_k)^T \Sigma_k^{-1} (x - \mu_k)$ (square of the Mahalanobis distance) measures how close x is to class k .

2.1. Linear Discriminant Analysis

Linear Discriminant Analysis (LDA) [15] assumes that classes have the same covariance matrix ($\Sigma_k = \Sigma$). In this case, the inter-class decision boundary is linear. The log-likelihood ratio for two classes k and ℓ is obtained as follows,

$$\log \frac{Pr(G = k | X = x)}{Pr(G = \ell | X = x)} = \log \frac{\pi_k}{\pi_\ell} - \frac{1}{2} (\mu_k + \mu_\ell)^T \Sigma^{-1} (\mu_k - \mu_\ell) + x^T \Sigma^{-1} (\mu_k - \mu_\ell) \quad (2.3)$$

This equation is linear with respect to x ; therefore, class boundaries are defined by hyperplanes. The LDA parameters are μ_k , Σ , and π_k , which are estimated by the sample mean and covariance. Furthermore, in high-dimensional data, the LDA coefficients can be modified in smoothed or sparse forms.

2.2. Quadratic Discriminant Analysis

If the covariance matrices are different between classes ($\Sigma_k \neq \Sigma_\ell$), Quadratic Discriminant Analysis (QDA) is used [15]. In this case, the class boundaries are quadratic and the discriminant function is written as follows:

$$\delta_k(x) = -\frac{1}{2} \log |\Sigma_k| - \frac{1}{2} (x - \mu_k)^T \Sigma_k^{-1} (x - \mu_k) + \log \pi_k \quad (2.4)$$

The decision surface is defined under the condition $\delta_k(x) = \delta_\ell(x)$ and is usually quadratic (elliptical or parabolic) in shape.

2.3. Diagonal Linear Discriminant Analysis

Diagonal Linear Discriminant Analysis (DLDA) [15, 16] is used especially in cases where $p \gg n$ (the number of features is much larger than the number of observations). In this approach, only the diagonal elements (variances) of the covariance matrix are considered,

$$\Sigma = \text{diag}(\sigma_1^2, \sigma_2^2, \dots, \sigma_p^2) \quad (2.5)$$

This approach assumes independence among variables, similar to the Naive Bayes classifier. The discriminant function of DLDA is as follows:

$$\delta_k(x) = -\frac{1}{2} \sum_{j=1}^p \frac{(x_j - \mu_{kj})^2}{\sigma_j^2} + \log \pi_k \quad (2.6)$$

Covariance estimation is more stable, and overfitting is reduced. Therefore, DLDA is preferred, especially in high-dimensional applications.

2.4. Diagonal Quadratic Discriminant Analysis

Diagonal Quadratic Discriminant Analysis (DQDA) [15, 16] is an extension of DLDA, where different diagonal covariance matrices are assumed for each class:

$$\Sigma_k = \text{diag}(\sigma_{k1}^2, \sigma_{k2}^2, \dots, \sigma_{kp}^2) \quad (2.7)$$

In this case, the discriminant function is written as,

$$\delta_k(x) = -\frac{1}{2} \sum_{j=1}^p \left[\log \sigma_{kj}^2 + \frac{(x_j - \mu_{kj})^2}{\sigma_{kj}^2} \right] + \log \pi_k \quad (2.8)$$

Here, the class-specific variance σ_{kj}^2 is used for each feature j . This produces a more flexible but parameter-intensive model. This model is particularly useful in studies with high dimensions but small sample sizes. Class-specific variance information is stored for each variable.

3. SIMULATION RESULTS

In this study, the smoke detection dataset is used [17-19]. While creating the data set, data are collected from different environments such as normal indoor, normal outdoor, indoor wood fire, indoor gas fire, outdoor wood, coal, and gas grill, and outdoor high humidity to increase generalization ability. Descriptions and value ranges for the sample in the dataset are provided in Table 1.

The dataset contains a total of 62630 samples. Of these, 17873 contain data indicating no fire and 44757 contain data indicating fire. 60630 data points are used for the training set. 2000 randomly selected samples are used for testing. Of the samples used for testing, 1500 contain data indicating fire and 500 contain data indicating no fire.

The training results of 4 different models used for classification (linear discriminant, quadratic discriminant, diagonal linear discriminant, diagonal quadratic discriminant) are given in Table 2.

Table 1. Features description and value range in the dataset

Features	Description	Value Range
Temperature	Air Temperature (°C)	-22, 59.9
Humidity	Air Humidity (%)	10.7, 75.2
TVOC	Total Volatile Organic Compounds; measured in parts per billion [ppb]	0, 60000
eCO₂	co2 equivalent concentration; calculated from different values like TVCO [ppm]	400, 60000
Raw H₂	raw molecular hydrogen; not compensated (Bias, temperature, etc.)	10700, 13800
Raw Ethanol	raw ethanol gas	15300, 21400
Pressure	Air Pressure [hPa]	931, 940
PM1.0	particulate matter size < 1.0 µm (PM1.0).	0, 14300
PM2.5	particulate matter size 1.0 µm < 2.5 µm (PM2.5)	0, 45432
NC0.5	NC0.5/NC1.0 and NC2.5: Number concentration of particulate matter. This differs from PM because NC gives the actual number of particles in the air. The raw NC is also classified by the particle size: < 0.5 µm (NC0.5);	0, 61482
NC1.0	The raw NC is also classified by the particle size: 0.5 µm < 1.0 µm (NC1.0)	0, 51914
NC2.5	The raw NC is also classified by the particle size: 1.0 µm < 2.5 µm (NC2.5);	0, 30026
Fire Alarm	ground truth is "1" if a fire is there	0, 1

Table 2. Results of four types of models

Model	Validation Accuracy (%)	Test Accuracy (%)	Validation Total Cost	Test Total Cost	Prediction Speed (obs/sec)	Training Time (sec)
Linear Discriminant	87.1	87.2	7834	257	250000	15.188
Quadratic Discriminant	89.9	91.3	6119	174	140000	12.05
Diagonal Linear Discriminant	86.5	80.8	8206	383	250000	7.1131
Diagonal Quadratic Discriminant	76.7	67	14114	661	500000	17.373

Quadratic discriminant analysis had the highest validation accuracy (89.9%) and the highest test accuracy (91.3%). Diagonal quadratic discriminant analysis had the lowest validation accuracy (76.7%) and the lowest test accuracy (67%). The diagonal quadratic discriminant analysis model had the highest total cost (14775), indicating that the model consumed more resources during the training and testing processes. The quadratic discriminant analysis model

had the lowest total cost (6293), indicating that this model is more efficient. Results of train confusion matrices are given in Figure 1 and results of train ROC curves are given in Figure 2.

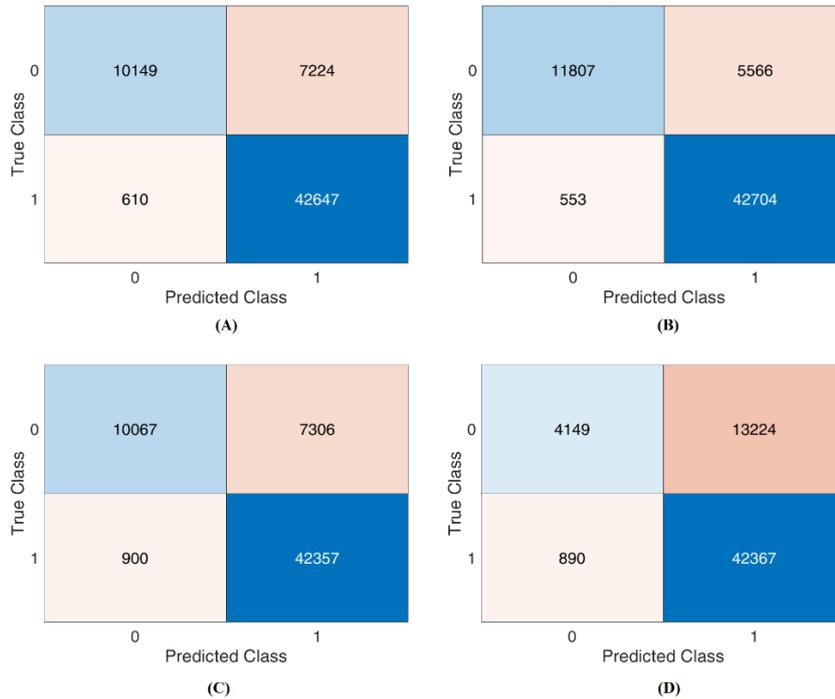


Figure 1. Results of train confusion matrices a) Linear Discriminant b) Quadratic Discriminant c) Diagonal Linear Discriminant d) Diagonal Quadratic Discriminant

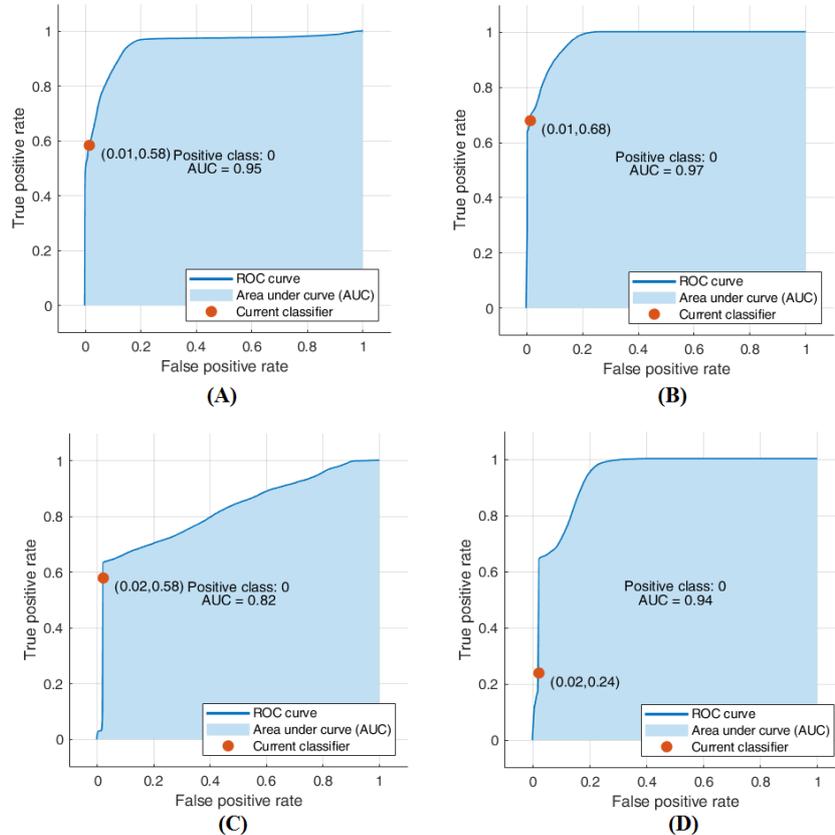


Figure 2. Results of train ROC curves a) Linear Discriminant b) Quadratic Discriminant c) Diagonal Linear Discriminant d) Diagonal Quadratic Discriminant

The quadratic discriminant model achieved strong training performance (AUC = 0.97) with a low false positive and high true positive rate, whereas the diagonal linear discriminant model performed worse (AUC = 0.82). Test confusion matrices and ROC curves are shown in Figures 3 and 4.

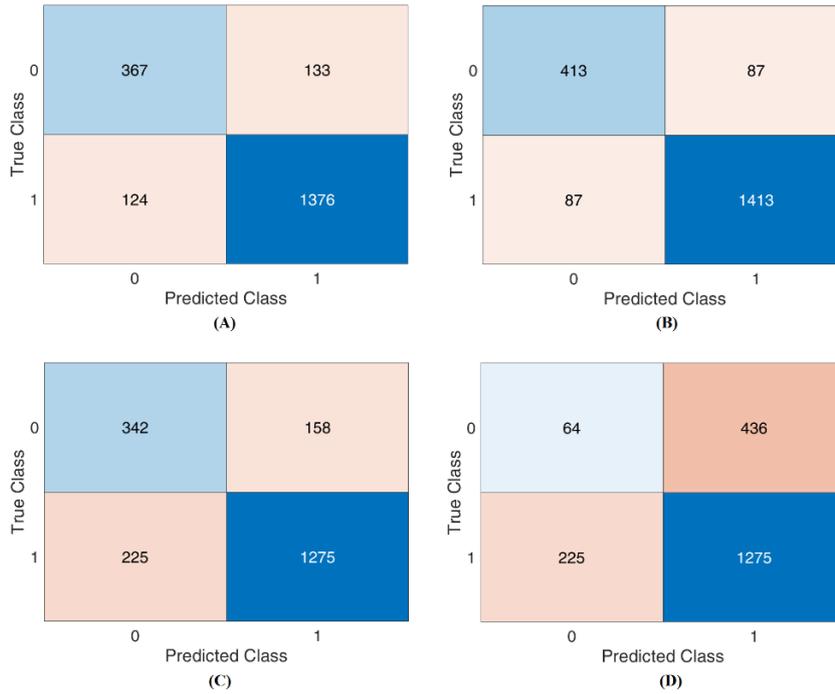


Figure 3. Results of test confusion matrices a) Linear Discriminant b) Quadratic Discriminant c) Diagonal Linear Discriminant d) Diagonal Quadratic Discriminant

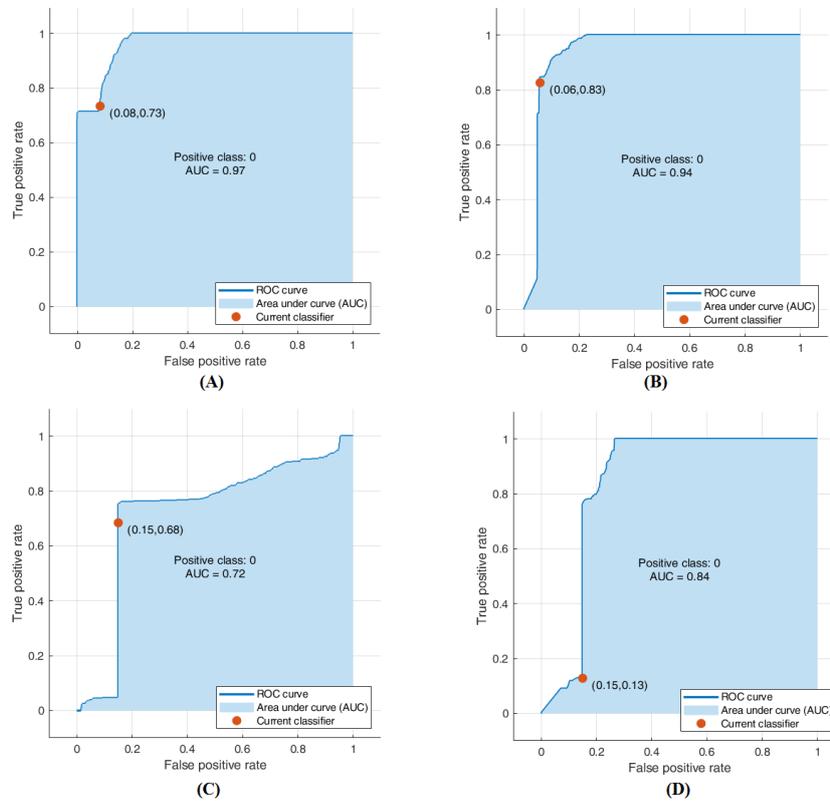


Figure 4. Results of test ROC curves a) Linear Discriminant b) Quadratic Discriminant c) Diagonal Linear Discriminant d) Diagonal Quadratic Discriminant

The linear discriminant model performed best on the test set with an AUC of 0.97. The Quadratic discriminant is similarly strong with an AUC of 0.94, demonstrating that the models generalize well.

True negative and true positive values in the confusion matrices demonstrate that linear and quadratic discriminant models perform with high accuracy in fire detection. Diagonal linear discriminant and diagonal quadratic discriminant models produced more false positives and false negatives, particularly in the test set. This presents a critical disadvantage for fire alarm systems.

4. CONCLUSIONS AND DISCUSSIONS

In this study, the performance of discriminant analysis methods in fire detection was comprehensively evaluated. The Smoke Detection dataset used includes measurements from various environmental and chemical sensors, enabling statistical discrimination between fire and non-fire situations. Four different models were examined in the study: linear discriminant, quadratic discriminant, diagonal linear discriminant, and diagonal quadratic discriminant. According to the results, the quadratic discriminant model performed best in terms of both accuracy and total cost, with a test accuracy rate of 91.3%. This model's better representation of complex decision boundaries allowed it to more effectively distinguish between fire and normal situations in the dataset. The linear discriminant model ranked second with a test accuracy of 87.2% and achieved a high prediction speed due to its lower complexity. The diagonal linear discriminant and diagonal quadratic discriminant models, on the other hand, showed lower accuracies (80.8% and 67%), particularly on the test data. This is due to the diagonal covariance assumption's inability to adequately reflect the relationships between variables in the dataset. The results demonstrate that discriminant analysis methods offer reliable and applicable solutions for fire detection. The quadratic discriminant model, in particular, has the potential to increase early warning capacity when integrated into real-time fire detection systems with high accuracy. The linear discriminant model, on the other hand, may be preferred in embedded systems with limited processing power due to its accuracy/performance balance. In general, the low-cost, fast, and statistically robust approaches offered by discriminant analysis-based models suggest that they can be used as alternative or complementary solutions to existing fire detection methods. Future studies will further enhance the reliability and effectiveness of these methods by testing them on different sensor types, larger datasets, and real-time application scenarios.

REFERENCES

- [1] Bowman, D. M., Balch, J. K., Artaxo, P., Bond, W. J., Carlson, J. M., Cochrane, M. A., ... & Pyne, S. J. (2009). Fire in the Earth system. *Science*, 324(5926), 481-484.

- [2] Abram, N. J., Henley, B. J., Sen Gupta, A., Lippmann, T. J., Clarke, H., Dowdy, A. J., ... & Boer, M. M. (2021). Connections of climate change and variability to large and extreme forest fires in southeast Australia. *Communications Earth & Environment*, 2(1), 8.
- [3] Jones, M. W., Abatzoglou, J. T., Veraverbeke, S., Andela, N., Lasslop, G., Forkel, M., ... & Le Quéré, C. (2022). Global and regional trends and drivers of fire under climate change. *Reviews of Geophysics*, 60(3), e2020RG000726.
- [4] Khan, F., Xu, Z., Sun, J., Khan, F. M., Ahmed, A., & Zhao, Y. (2022). Recent advances in sensors for fire detection. *Sensors*, 22(9), 3310.
- [5] Xu, R., Yu, P., Abramson, M. J., Johnston, F. H., Samet, J. M., Bell, M. L., ... & Guo, Y. (2020). Wildfires, global climate change, and human health. *New England Journal of Medicine*, 383(22), 2173-2181.
- [6] Sowah, R. A., Ofoli, A. R., Krakani, S. N., & Fiawoo, S. Y. (2021). Hardware design and web-based communication modules of a real-time multisensor fire detection and notification system using fuzzy logic. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 53(1), 559-566.
- [7] Avazov, K., Mukhiddinov, M., Makhmudov, F., & Cho, Y. I. (2022). Fire detection method in smart city environments using a deep-learning-based approach. *Electronics*, 11(1), 73.
- [8] Muhammad, K., Khan, S., Ser, J. D., & de Albuquerque, V. H. C. (2021). Deep learning for multigrade brain tumor classification in smart healthcare systems: A prospective survey. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 32(2), 507-522.
- [9] Shome, P., Prakash, A. J., Behera, M. D., Mudi, S., Das, P., Behera, S., ... & Roy, P. S. (2025). A synergistic approach using machine learning and deep learning for forest fire susceptibility in Himalayan forests. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 1-16.
- [10] Alam, G. M. I., Tasnia, N., Biswas, T., Hossen, M. J., Tanim, S. A., & Miah, M. S. U. (2025). Real time detection of forest fires using FireNet-CNN and explainable AI techniques. *IEEE Access*.
- [11] Zha, Y., & Cai, X. (2025). FPGA accelerated lightweight CNN in forest fire recognition. *Forests*, 16(4), 698.
- [12] Dampage, U., Bandaranayake, L., Wanasinghe, R., Kottahachchi, K., & Jayasanka, B. (2022). Forest fire detection system using wireless sensor networks and machine learning. *Scientific reports*, 12(1), 46.
- [13] Vorwerk, P., Kelleter, J., Müller, S., & Krause, U. (2024). Classification in early fire detection using multi-sensor nodes—a transfer learning approach. *Sensors*, 24(5), 1428.
- [14] Adib, M., Eckstein, R., Hernandez-Sosa, G., Sommer, M., & Lemmer, U. (2017). SnO 2 nanowire-based aerosol jet printed electronic nose as fire detector. *IEEE Sensors Journal*, 18(2), 494-500.
- [15] Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2017 reprint). *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction* (2nd ed.). Springer.
- [16] James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2021). *An Introduction to Statistical Learning* (2nd ed.). Springer.
- [17] <https://www.kaggle.com/datasets/deepcontractor/smoke-detection-dataset> (Access Date: 15.10.2025)



- [18] <https://github.com/Blatts01/ai-smokedetector> (Access Date: 16.10.2025)
- [19] <https://www.hackster.io/stefanblattmann/real-time-smoke-detection-with-ai-based-sensor-fusion-1086e6> (Access Date: 16.10.2025)

ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN UV DAYANIMLI YERLİ ABS LEVHALARIN GELİŞTİRİLMESİ

Didem Elif SOYDAN ¹,

¹Farform Otomotiv San. Tic. A.Ş., didem.yasa@farform.com.tr - 0009-0008-8894-9275

Aslı BAHADIR ²

²Farform Otomotiv San. Tic. A.Ş., asli.bahadir@farform.com.tr-0000-0002-3871-5736

ÖZET

Araçlarda kullanılan polimer temelli dış vr iç trim parçalarının en önemli sorunlarından biri, uzun süreli güneş ışığına maruz kalma sonucu renk solması ve yüzey matlaşmasıdır. Bu problem, genellikle boyama veya kaplama işlemleriyle giderilmeye çalışılsa da, bu yöntemler yüksek maliyetli, çevreye zararlı ve düşük hacimli üretimler için uygulanabilirliği sınırlı süreçlerdir. Özellikle L sınıfı elektrikli araç üreticileri, düşük yatırım gereksinimi ve esnek üretim avantajı nedeniyle termofom proseslerini tercih etmektedir. Ancak bu proseslerde kullanılan kendinden renkli (boya gerektirmeyen), UV dayanımlı ABS (akrilonitril-bütadien-stiren) levhalar Türkiye’de üretilmemekte ve ithal edilmektedir.

Bu proje kapsamında, ithalat bağımlılığını azaltmak ve yerli üretim kapasitesini artırmak amacıyla 3 katmanlı kendinden renkli, UV dayanımlı ABS levhaların yerli üretimi hedeflenmiştir. Çalışmada, farklı reçeteler geliştirilmiş ve tri-koekstrüzyon yöntemiyle plakalar üretilmiştir. Elde edilen levhalar, fiziksel, mekanik ve optik özellikler açısından değerlendirilmiş; mikroton ölçümleri, yüzey aşınma testleri, FTIR, DSC ve TGA analizleri ile ISO 4892-2 standardına uygun UV dayanım testleri gerçekleştirilmiştir.

Test sonuçları, UV katkı maddesi içermeyen yerli Farform Mavi 1 levhasının $\Delta E = 1,89$ değeriyle “iyi performans” seviyesinde, ithal UV katkılı benchmark levhanın ise $\Delta E = 1,00$ değeriyle “çok iyi performans” seviyesinde olduğunu göstermiştir. Her iki levhada da 1200 saate kadar renk stabilitesinin korunduğu gözlemlenmiştir. Bir sonraki çalışmalarda 1500 saat ve üzerinde UV dayanımı hedeflenmektedir. Bu sonuçlar, UV katkı maddesi ve üretim parametrelerinin renk stabilitesi üzerindeki belirleyici etkisini göstermekte olup, Türkiye’de ilk kez yerli üretimle çok katmanlı UV dayanımlı ABS levha geliştirilmesini mümkün kılmıştır.

Anahtar Kelimeler: ABS, dış trim, UV dayanımı, termofom, tri-koekstrüzyon.

EKLEMELİ İMALATIN HASSAS İMALAT İÇİN TOLERANS ARALIĞINA UYGUNLUĞU ÜZERİNE ARAŞTIRMA

Dr. Melike AVER GÜRBÜZ

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

maver@firat.edu.tr - 0000-0002-3852-5713

ÖZET

Eklemeli imalat (additive manufacturing, AM), katmanlı üretim teknolojisi olarak bilinen ve tasarımdan fiziksel ürünü elde etmeye doğrudan imkân tanıyan yenilikçi bir imalat yöntemidir. Bu teknoloji, geleneksel talaşlı üretim yöntemlerinden farklı olarak, malzemenin katmanlar halinde biriktirilmesi suretiyle nesnelere oluşturur. Özellikle karmaşık geometrilere sahip parçaların üretiminde sunduğu esneklik, tasarım süreçlerinde önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu sayede eklemeli imalat, havacılık, otomotiv, tıp, mimarlık ve moda gibi çeşitli endüstrilerde yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Bu çalışma, eklemeli imalatın hassas üretim gereklilikleri açısından tolerans uygunluğunu detaylı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada, farklı eklemeli imalat yöntemlerinin tolerans uygunluğu açısından karşılaştırılması, malzeme ve süreç optimizasyonunun bu uygunluğa olan etkisi ve endüstri bazlı spesifik uygulamalar ele alınacaktır. Bu sayede, eklemeli imalatın geleneksel yöntemlerle olan rekabet gücü değerlendirilecek ve teknolojinin gelecekteki potansiyeline dair önemli çıkarımlar elde edilecektir.

Anahtar Kelimeler: Eklemeli imalat, Tolerans, İmalat, Hassas imalat

1. GİRİŞ

Eklemeli İmalat teknolojisi, geleneksel talaşlı üretim yöntemlerinden farklı olarak, malzemenin katmanlar halinde biriktirilmesi suretiyle nesnelere oluşturur. Özellikle karmaşık geometrilere sahip parçaların üretiminde sunduğu esneklik, tasarım süreçlerinde önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu sayede eklemeli imalat, havacılık, otomotiv, medikal ve mimarlık gibi çeşitli endüstrilerde yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

Eklemeli imalatın en önemli avantajlarından biri, prototip üretiminden nihai ürüne kadar olan süreci hızlandırmasıdır. Geleneksel üretim yöntemlerinde genellikle kalıp tasarımı, kalıp üretimi ve montaj gibi aşamalar bulunurken, eklemeli imalat bu aşamaları ortadan kaldırarak

maliyet ve zaman tasarrufu sağlar. Ayrıca, üretim sürecinde malzeme israfını en aza indirir; bu da sürecin çevresel etkilerini azaltan önemli bir faktördür (Kumar et al., 2025).

Bununla birlikte, eklemeli imalatın yaygınlaşması önündeki temel engellerden biri, hassasiyet gerektiren parçaların tolerans uygunluğudur. Hassas üretim gereklilikleri, bir parçanın tasarım özelliklerine uygun olarak belirli bir ölçü aralığında üretilebilmesini ifade etmektedir. Bu, havacılık ve tıp gibi kritik öneme sahip alanlarda son derece önem arz etmektedir. Geleneksel talaşlı imalat yöntemleri, hassas toleransları karşılamada öne çıksa da, eklemeli imalat yöntemlerinin aynı seviyede bir hassasiyeti karşılaması konusunda hala tartışmalar devam etmektedir (Zhou et al., 2024).

Eklemeli imalat sürecinde tolerans uygunluğunu etkileyen çok sayıda faktör bulunmaktadır. Bunlar arasında baskı yöntemi, malzeme tipi, katman kalınlığı, baskı sırasındaki sıcaklık kontrolü ve son işleme teknikleri sayılabilir. Örneğin, lazerle sinterleme (SLS) ve seçici lazer eritme (SLM) gibi yüksek hassasiyetli baskı yöntemleri, tolerans uygunluğunda önemli avantajlar sunmaktadır. Bunun yanı sıra da, doğru malzeme seçimi ve üretim sürecinin optimize edilmesi, üretim kalitesini artırırken tolerans sapmalarının önünü geçebildiği görülmüştür (Diniță et al., 2023).

Eklemeli imalat, tasarım ve üretim dünyasının dinamiklerini yeniden şekillendiren bir teknoloji olarak dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, hassas üretim gerekliliklerine yanıt verebilme yeteneği, teknolojinin endüstriyel anlamda daha geniş bir yelpazede kabul görmesi için kritik bir unsurdur. Bu alanda yapılacak detaylı çalışmalar, eklemeli imalatın sınırlarını daha iyi anlamamızı ve bu teknolojinin potansiyelini maksimize etmemizi sağlayacaktır.

Bu çalışma, eklemeli imalatın hassas üretim gereklilikleri açısından tolerans uygunluğunu detaylı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada, farklı eklemeli imalat yöntemlerinin tolerans uygunluğu açısından karşılaştırılması, malzeme ve süreç optimizasyonunun bu uygunluğa olan etkisi ve endüstri bazlı spesifik uygulamalar ele alınacaktır. Bu sayede, eklemeli imalatın geleneksel yöntemlerle olan rekabet gücü değerlendirilecek ve teknolojinin gelecekteki potansiyeline dair önemli çıkarımlar elde edilecektir.

2. EKLEMELİ İMALAT TEKNOLOJİLERİNİN TOLERANS VE HASSASİYET AÇISINDAN İNCELENMESİ

Eklemeli imalat (additive manufacturing, AM), modern üretim teknolojileri arasında öne çıkan bir yöntem olup, malzemelerin katmanlar halinde biriktirilmesi suretiyle fiziksel ürünlerin üretimini mümkün kılmaktadır. Bu yöntem, tasarımdan nihai ürüne kadar olan süreci basitleştirerek geleneksel talaşlı imalat yöntemlerine alternatif bir çözüm sunmaktadır. Özellikle karmaşık geometrilere sahip ürünlerin üretiminde sunduğu esneklik ve özgün tasarımları hızlı bir şekilde gerçekleştirme yeteneği, bu teknolojiyi çeşitli endüstriyel uygulamalar için çekici hale getirmektedir.

Eklemeli imalat yöntemleri arasında FDM (Fused Deposition Modeling), SLS (Selective Laser Sintering), SLA (Stereolithography), DLP (Digital Light Processing) ve SLM (Selective Laser Melting) gibi farklı teknikler bulunmaktadır. Bu yöntemlerin her biri, üretim sürecinde farklı avantajlar ve dezavantajlar sunmaktadır. Örneğin, FDM yöntemi genellikle düşük maliyetli prototip üretimi için tercih edilirken, SLM ve SLS gibi yüksek hassasiyet gerektiren uygulamalarda öne çıkmaktadır. SLA ve DLP yöntemleri ise genellikle polimer bazlı malzemelerle çalışılması gereken ince detaylı üretimler için tercih edilmektedir (Vafadar, Guzzomi, Rassau, & Hayward, 2021).

Eklemeli imalatın tolerans uygunluğu, yalnızca kullanılan yöntemle değil, aynı zamanda malzeme tipi, katman kalınlığı, üretim sırasındaki sıcaklık kontrolü ve son işleme teknikleri gibi faktörlerle de çok yakından ilişkili bir konudur. Örneğin, metal bazlı malzemeler için SLM kullanılırken, baskı parametrelerinin optimize edilmesi, üretim sonucunda elde edilen parçaların tolerans aralıklarında kısıtlamaları minimize edebilir. Benzer şekilde, polimer bazlı malzemelerle yapılan üretimlerde katman kalınlığının optimize edilmesi, elde edilen yüzey kalitesini ve ölçüm hassasiyetini iyileştirebilir (Armstrong, Mehrabi, & Naveed, 2022).

Sonuç olarak, eklemeli imalat teknolojileri, üretim dünyasına sunduğu yenilikler ve esneklikle dikkat çekmektedir. Ancak bu teknolojilerin endüstriyel uygulamalarda daha yaygın olarak benimsenmesi için hassasiyet ve tolerans uygunluğu konularında kaydedilecek ilerlemeler kritik bir öneme sahiptir. Bu alandaki çalışmalar, eklemeli imalatın potansiyelini daha da genişletecek ve önümüzdeki yıllarda bu teknolojinin çeşitli endüstrilerdeki rolünü arttıracaktır.

2.1. Fused Deposition Modeling (FDM)

FDM (Fused Deposition Modeling) yöntemi, termoplastik filamentlerin kontrollü bir şekilde eritilerek katmanlar halinde üst üste biriktirilmesiyle üç boyutlu nesnelere üretilmesini sağlar. Bu üretim tekniğinde, boyutsal hassasiyet genellikle ± 0.1 mm ile ± 0.3 mm arasında bir tolerans aralığında değişiklik gösterebilmektedir. Ancak, FDM teknolojisi ile üretilen parçalar, katmanlı üretim sürecinden kaynaklanan yüzey pürüzlülüğü ve katman izleri nedeniyle yüksek hassasiyet gerektiren uygulamalar için sınırlamalar taşır. Bu durum, özellikle estetik görünüm veya yüksek yüzey kalitesi gerektiren projelerde FDM yönteminin kullanımını kısıtlayabilir (Acierno & Patti, 2023).

FDM yöntemi, filament adı verilen termoplastik malzemenin bir ekstrüder (eritici kafa) tarafından ısıtılarak yarı eriyik hale getirilmesi ve belirlenen bir desen doğrultusunda katman katman serilmesi esasına dayanır. Katmanların birbirine yapışması, malzemenin soğumasıyla sağlanır. Bu süreç, CAD (Computer-Aided Design) yazılımlarında hazırlanan 3D modellerin dilimlenmesi (slicing) ve ardından üretim cihazına aktarılmasıyla otomatik olarak gerçekleştirilir (Sapkota, Ghimire, & Adanur, 2024).

FDM, düşük maliyet, kullanım kolaylığı ve malzeme çeşitliliği gibi avantajlarıyla geniş bir uygulama yelpazesi sunan etkili bir katmanlı üretim teknolojisidir. Ancak, yüzey kalitesi, hassasiyet ve mekanik dayanıklılık gibi dezavantajları, özellikle yüksek hassasiyet ve kalite gerektiren projelerde sınırlayıcı bir faktör olabilir. Bu nedenle, FDM yöntemi kullanılırken üretim ihtiyaçları, tasarım gereksinimleri ve nihai uygulama alanı dikkatlice değerlendirilmelidir.

2.2. Stereolithography (SLA)

Stereolitografi (SLA), fotopolimerizasyon prensibine dayalı bir katkı üretim teknolojisidir ve yüksek hassasiyetli parçalar üretmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde sıvı haldeki fotoreaktif bir reçine, seçici lazer ışınlarıyla katılaştırılarak katman katman işlenir. Katmanlı üretim sürecinde, her bir katman reçine yüzeyinde lazer ışınıyla belirlenen geometriye göre polimerize edilir ve sertleşir. SLA ile üretilen parçalar, ± 0.05 mm ile ± 0.15 mm arasında değişen tolerans aralıkları ile dikkat çeker. Bu tolerans değerleri, özellikle detaylı geometriye sahip ve karmaşık tasarımlar için yüksek doğruluk sağlar. Stereolitografi, ince duvarlı yapılar, mikro detaylara sahip modeller ve karmaşık yüzey topolojileri üretmek için idealdir. Bunun yanı sıra, SLA teknolojisi ile elde edilen parçalar, yüzey kalitesi açısından da üstün özelliklere

sahiptir. Pürüzsüz yüzey dokusu, çoğunlukla son işleme ihtiyaç duymadan, doğrudan kullanıma uygun prototiplerin veya son kullanıcı ürünlerinin üretimini mümkün kılar. Bu teknoloji, biyomedikal cihazlar, mühendislik prototipleri, dişçilik uygulamaları ve hassas mühendislik gerektiren birçok sektörde yaygın olarak kullanılmaktadır. Sonuç olarak, SLA teknolojisi, hem yüksek hassasiyetli üretim gereksinimlerini karşılaması hem de karmaşık geometrilerin başarılı bir şekilde üretilmesine olanak tanınmasıyla modern üretim süreçlerinde kritik bir rol oynamaktadır (Afridi, Al Rashid, & Koç, 2024).

2.3. Selective Laser Sintering (SLS)

Seçici Lazer Sinterleme (SLS), toz malzemelerin lazer ışını kullanılarak katı hâle dönüştürülmesi yoluyla üç boyutlu parçaların üretimini sağlayan bir katmanlı imalat yöntemidir. Bu yöntem, özellikle dayanıklılık gerektiren ve geometrik olarak karmaşık yapıdaki parçaların üretimi için oldukça uygun bir teknolojidir. SLS, polimer, metal, seramik gibi geniş bir malzeme yelpazesine uygulanabilir olması sayesinde farklı endüstrilerde yaygın bir kullanım alanı bulmaktadır (Ahlhelm, Richter, & Haderk, 2013).

Üretim sürecinde, lazer ışını toz yatağının yüzeyine seçici bir şekilde uygulanır ve toz partikülleri kontrollü bir şekilde sinterlenerek katı bir yapıya dönüştürülür. Her bir katmanın tamamlanmasının ardından toz yatağı bir sonraki katman için aşağı indirilir ve yeni bir toz tabakası serilir. Bu işlem, modelin tamamlanmasına kadar tekrarlanır. SLS yöntemiyle üretilen parçalar, yüksek yüzey kalitesi ve detay hassasiyeti ile dikkat çeker. Tipik olarak, bu yöntemle üretilen parçaların boyutsal toleransları ± 0.1 mm ile ± 0.2 mm arasında değişmektedir. Bu tolerans aralığı, endüstriyel uygulamalarda oldukça tatmin edici bir doğruluk seviyesidir. Ayrıca, destek yapılarının genellikle gereksiz olması, karmaşık geometrilere sahip parçaların üretimini kolaylaştırmaktadır. SLS'nin sunduğu esneklik, mühendislik tasarımlarını optimize etme ve geleneksel üretim yöntemleriyle mümkün olmayan yenilikçi çözümler geliştirme açısından büyük bir avantaj sağlamaktadır (Yehia, Hamada, Sebaey, & Abd-Elaziem, 2024).

2.4. Direct Metal Laser Sintering (DMLS) ve Selective Laser Melting (SLM)

Doğrudan Metal Lazer Sinterleme (DMLS) ve Seçici Lazer Ergitme (SLM) yöntemleri, metal tozlarının lazer ışını kullanılarak kontrollü bir şekilde katmanlar halinde eritilmesi ve bu katmanların üst üste birleştirilmesi prensibine dayanmaktadır. Bu ileri imalat teknolojileri, karmaşık geometrilere sahip, yüksek mekanik dayanımlı ve hassas metal bileşenlerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (Korium, Roozbahani, Alizadeh, Perepelkina, & Handroos, 2021).

DMLS ve SLM ile üretilen parçaların geometrik hassasiyeti, kullanılan malzeme, lazer parametreleri ve süreç kontrolüne bağlı olarak ± 0.02 mm ile ± 0.1 mm arasında bir tolerans aralığı göstermektedir. Bu yöntemler, geleneksel üretim yöntemlerine kıyasla hem daha düşük işleme sonrası ihtiyaç duyan hem de tasarım özgürlüğü sunan bir üretim yaklaşımı sağlamaktadır. Söz konusu teknolojiler, havacılık, otomotiv, medikal cihaz üretimi gibi yüksek hassasiyet ve performans gereksinimlerinin ön planda olduğu sektörlerde etkin bir şekilde kullanılmaktadır (Szabó & Weltsch, 2025).

3. EKLEMELİ İMALATIN HASSAS İMALATTAKİ TOLERANS UYGUNLUĞU

Hassas imalat, son ürünün fonksiyonel ve estetik gerekliliklerini karşılayabilmesi için oldukça düşük tolerans aralıklarında üretim yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, eklemeli imalat yöntemlerinin geometrik doğruluk ve boyutsal hassasiyet açısından sunduğu tolerans aralıklarının, hassas imalat standartlarıyla karşılaştırılması büyük önem taşımaktadır.

Eklemeli imalat teknolojileri, özellikle karmaşık geometrilere sahip parçaların üretilmesinde avantajlar sunmakla birlikte, üretilen bileşenlerin yüzey kalitesi, boyutsal hassasiyet ve tolerans kontrolü, kullanılan yöntem, malzeme özelliklerine ve süreç parametrelerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle, eklemeli imalat yöntemlerinin, geleneksel hassas imalat teknikleriyle karşılaştırmalı analizleri, bu teknolojilerin belirli uygulama alanlarındaki uygunluğunun değerlendirilmesi açısından kritik bir gerekliliktir (Gruber et al., 2020).

Tablo 1. Tolerans dereceleri ve ISO temel boyutu için izin verilen maksimum sapma (mm) (Minetola, Calignano, & Galati, 2020)

Aralıklar		Standart Tolerans Dereceleri					
Aşağı	Yukarı	IT 10	IT 11	IT 12	IT 13	IT 14	IT 15
1 mm	3 mm	0.035	0.054	0.087	0.136	0.217	0.347
3 mm	6 mm	0.047	0.073	0.117	0.183	0.293	0.469
6 mm	10 mm	0.057	0.090	0.144	0.225	0.359	0.575
10 mm	18 mm	0.069	0.108	0.173	0.271	0.433	0.693
18 mm	30 mm	0.084	0.131	0.209	0.327	0.523	0.836
30 mm	50 mm	0.100	0.156	0.250	0.390	0.624	0.999
50 mm	80 mm	0.119	0.186	0.297	0.464	0.742	1.188

80 mm	120 mm	0.139	0.217	0.348	0.543	0.869	1.391
-------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Söz konusu analizler, tolerans aralıklarının yanı sıra mikro yapısal bütünlük, mekanik performans ve işleme sonrası ihtiyaçlar gibi faktörlerin de dikkate alınmasını gerektirir. Böylece, eklemeli imalat yöntemlerinin hassas imalat standartlarını ne ölçüde karşılayabildiği ve bu standartlara uyum sağlamak için hangi iyileştirmelerin yapılması gerektiği daha net bir şekilde ortaya konulabilir.

3.1. Geleneksel Talaşlı İmalat ve Eklemeli İmalat Karşılaştırması

Geleneksel talaşlı imalat yöntemleri, özellikle yüksek hassasiyet gerektiren parçalarda, üstün boyutsal doğruluk ve düşük tolerans aralıkları sunmalarıyla öne çıkmaktadır. Bu yöntemlerde genellikle ± 0.01 mm gibi son derece düşük tolerans değerlerine ulaşılabilen, bu da söz konusu teknikleri hassas imalatın öncelikli tercihi haline getirmektedir. Hassasiyet düzeyinin bu denli yüksek olması, geleneksel talaşlı imalat yöntemlerini havacılık, medikal cihazlar ve mikromekanik bileşenler gibi kritik sektörlerde vazgeçilmez kılmaktadır (Alsoufi et al., 2025).

Buna karşılık, eklemeli imalat yöntemlerinde elde edilen tolerans aralıkları, kullanılan teknoloji, süreç parametreleri ve malzeme özelliklerine bağlı olarak geniş bir aralıkta değişkenlik göstermektedir. Doğrudan Metal Lazer Sinterleme (DMLS) ve Seçici Lazer Ergitme (SLM) gibi lazer tabanlı eklemeli imalat teknolojilerinde tolerans aralığı ± 0.02 mm ile ± 0.1 mm arasında değişirken, diğer yöntemlerde bu aralık ± 0.3 mm'ye kadar çıkabilmektedir. Eklemeli imalat yöntemlerinin geometrik hassasiyeti, genellikle yüzey pürüzlülüğü, katman kalınlığı, ısıl deformasyon ve toz partikül boyutu gibi faktörlerden etkilenmektedir (Altıparmak, Yardley, Shi, & Lin, 2021).

Bu bağlamda, geleneksel talaşlı imalat ve eklemeli imalat teknolojilerinin tolerans aralıklarının karşılaştırılması, her iki yöntemin hangi uygulama alanlarına uygun olduğunu belirlemek açısından kritik bir öneme sahiptir. Özellikle hassas imalat gereksinimlerini karşılayacak düzeyde boyutsal doğruluk sağlamak için eklemeli imalat yöntemlerinde işleme sonrası düzeltme ve yüzey iyileştirme gibi ek süreçlere duyulan ihtiyaç, teknolojilerin etkinliği ve uygulanabilirliği üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir.

4. TOLERANS ARALIĞINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Eklemeli imalat yöntemlerinde tolerans aralığını belirleyen ve dolayısıyla üretim kalitesi ile üretilen parçaların boyutsal doğruluğunu doğrudan etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu

faktörler, kullanılan teknolojiden malzeme özelliklerine, işlem parametrelerinden çevresel koşullara kadar geniş bir yelpazede incelenebilir.

Bu bağlamda, tolerans aralığını etkileyen faktörlerin sistematik bir şekilde analiz edilmesi ve süreç parametrelerinin bu faktörlere göre optimize edilmesi, eklemeli imalat teknolojilerinin hassas üretim standartlarına uyum sağlaması açısından temel bir gerekliliktir.

4.1. Malzeme Türü

Eklemeli imalat süreçlerinde kullanılan malzeme türü, üretilen parçaların boyutsal doğruluğunu, yüzey kalitesini ve genel üretim performansını doğrudan etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Metal tozları ve plastik filamentler gibi farklı malzemeler, fiziksel ve kimyasal özellikleri itibarıyla farklı üretim hassasiyetleri ve tolerans aralıkları sunar.

Metal tozlarıyla gerçekleştirilen eklemeli imalat yöntemleri, özellikle Doğrudan Metal Lazer Sinterleme (DMLS) ve Seçici Lazer Ergitme (SLM) gibi lazer tabanlı teknolojilerde, yüksek yoğunluklu ve mekanik olarak dayanıklı parçalar üretme imkânı sağlar. Metal tozlarının homojen dağılımı, küçük partikül boyutları ve yüksek enerji yoğunluğu altında erime yetenekleri, bu yöntemlerle üretilen parçaların boyutsal doğruluğunun artırılmasına katkıda bulunur. Metal esaslı üretimlerde tipik tolerans aralıkları değişkenlik göstermekte olup, yüzey kalitesi genellikle işleme sonrası işlemlerle daha da iyileştirilebilir. Bu özellikler, metal tozlarıyla yapılan üretimleri, havacılık, otomotiv ve medikal cihazlar gibi yüksek hassasiyet gerektiren uygulamalarda ideal bir tercih haline getirmektedir (Altıparmak et al., 2021).

Tablo 2. Eklemeli İmalat Yöntemlerinin Malzeme türü ve Tolerans Performans Karşılaştırması

Yöntem	Malzeme Türü	Boyutsal Doğruluk (\pm mm)	Yüzey Pürüzlülüğü (Ra, μ m)	Avantajlar	Sınırlılıklar
SLM (Selective Laser Melting)	Ti6Al4V, Inconel 718	\pm 0.05 – 0.10	6 – 15	Yüksek yoğunluk, ince detay üretimi	Termal deformasyon, destek ihtiyacı
EBM (Electron Beam Melting)	Ti6Al4V, CoCr	\pm 0.10 – 0.15	10 – 20	Vakum ortamı, düşük oksidasyon	Yüksek donanım maliyeti
DED (Directed Energy Deposition)	Ni, Fe, Ti alaşımları	\pm 0.15 – 0.30	12 – 25	Tamir ve yüzey kaplama imkânı	Düşük hassasiyet, yüksek ısı girdisi
FDM (Fused Deposition Modeling)	ABS, PLA, kompozit	\pm 0.20 – 0.50	15 – 30	Düşük maliyet, kolay kullanım	Düşük mekanik dayanım, katman izi
Binder Jetting	Çelik, seramik	\pm 0.10 – 0.25	8 – 20	Desteksiz üretim, hızlı işlem	Gözeneklilik, sinterleme sonrası büzülme

Malzeme türünün üretim doğruluğu üzerindeki etkisi yalnızca tolerans aralıklarıyla sınırlı kalmaz; aynı zamanda malzemenin mekanik özellikleri, termal kararlılığı ve yüzey işlenebilirliği de genel üretim performansını etkiler. Metal tozları, yüksek erime noktaları ve mukavemetleri sayesinde daha kararlı sonuçlar sunarken, plastik filamentler düşük yoğunlukları ve esneklikleri ile farklı uygulama alanlarına yönelik avantajlar sağlar. Bu bağlamda, kullanılacak malzeme türünün seçiminde, üretim gereksinimlerinin yanı sıra nihai ürünün performans beklentilerinin de dikkate alınması gerekmektedir.

4.2. Katman Kalınlığı

Katman kalınlığı, eklemeli imalat süreçlerinde parçanın boyutsal doğruluğu, yüzey kalitesi ve genel üretim hassasiyeti üzerinde doğrudan etkili olan kritik bir süreç parametresidir. Katman kalınlığı, her bir üretim katmanının fiziksel yüksekliğini belirler ve üretim sürecinin çözünürlük seviyesini tanımlayan temel faktörlerden biri olarak kabul edilir.

Daha ince katmanların kullanılması, her bir katmanın bir önceki katmanla daha iyi bütünleşmesini sağlayarak parçanın yüzey pürüzlülüğünü azaltır ve detay çözünürlüğünü artırır. Bu, özellikle karmaşık geometrilere ve ince detaylara sahip parçaların üretiminde yüksek hassasiyet elde edilmesine olanak tanır. İnce katmanlarla yapılan üretim, genellikle ± 0.02 mm gibi düşük tolerans aralıklarına ulaşabilmeyi mümkün kılar. Ayrıca, ince katmanlar, parçanın katmanlar arası mekanik bütünlüğünü ve homojenliğini artırarak daha dayanıklı bir yapı elde edilmesine katkıda bulunur. Bu nedenle, yüksek hassasiyet gerektiren uygulamalarda ince katman kalınlığı tercih edilmektedir (Parenti, Sunar, & Colosimo, 2025).

Tablo 3. Eklemeli İmalat Yöntemleri Kalınlık ve yüzey pürüzlülüğü karşılaştırması (Batu, Lemu, & Shimels, 2023)

Additive Manufacturing Technique	Layer Thickness (mm)	Surface Roughness ($\mu\text{m Ra}$)
Stereolithography (SLA)	0.10	2–10
Selective Laser Sintering (SLS)	0.02	5–25
Fused Deposition Modeling (FDM)	0.05	0.5–20
Laminated Object Manufacturing (LOM)	0.10	0.8–2.5
Electron Beam Melting (EBM)	0.05	1–20
Direct Metal Laser Sintering (DMLS)	0.02	3–12
Binder Jetting	0.035	3–13
Direct Energy Deposition (DED)	0.25	5.08–227
Laser Powder Bed Fusion (L-PBF)	0.02	3.5–13.45
Selective Laser Melting (SLM)	0.02	30–60

Daha kalın katmanlar ise üretim süresini önemli ölçüde kısaltmakla birlikte, yüzey kalitesinde bozulmalara ve geometrik doğruluğun azalmasına neden olabilir. Bu tür üretimlerde, katmanlar arası bağlanma kalitesi ve yüzey pürüzlülüğü, genellikle işleme sonrası aşamalarda iyileştirilmesi gereken unsurlar arasında yer alır.

Sonuç olarak, katman kalınlığının seçimi, üretim sürecinin hız, maliyet ve hassasiyet arasındaki dengesi göz önünde bulundurularak optimize edilmelidir. Üretim gereksinimlerine bağlı olarak, katman kalınlığının hassasiyet üzerindeki etkisinin diğer süreç parametreleriyle birlikte değerlendirilmesi, eklemeli imalatın performansını ve etkinliğini artırmak için kritik bir gerekliliktir (Shi, Yan, Feng, Zhang, & Leng, 2020).

4.3. Kalibrasyon ve İşlem Parametreleri

Eklemeli imalat makinelerinin doğru ve düzenli bir şekilde kalibre edilmesi, üretilen parçaların boyutsal doğruluğunun ve genel üretim kalitesinin sağlanmasında hayati bir öneme sahiptir. Kalibrasyon, makinenin tüm mekanik, optik ve termal bileşenlerinin optimize edilmesini ve üretim sırasında meydana gelebilecek boyutsal sapmaların en aza indirilmesini hedefler. Doğru kalibrasyon yapılmaması durumunda, katman hizalama hataları, lazer ışınının odaklama sapmaları ve yanlış hareket koordinatları gibi sorunlar ortaya çıkabilir ve bu durum üretilen parçaların tolerans aralıkları dışında kalmasına yol açabilir (Chia, Wu, Wang, & Yan, 2022).

Tablo 4. Ölçüm ve Tolerans Doğrulama Yöntemleri

Ölçüm Yöntemi	Hassasiyet (μm)	Avantajlar	Sınırlılıklar	Uygulama Alanı
CMM (Koordinat Ölçüm Makinesi)	2–5	En yüksek hassasiyet, ISO referans ölçümü	Pürüzlü yüzeylerde hatalı okuma	Metal AM parçaları
Lazer Tarama	10–50	Temassız, hızlı veri toplama	Parlak yüzeylerde yansıma hatası	Karmaşık geometriler
Optik Profilometre	<1	Yüksek çözünürlüklü yüzey ölçümü	Sınırlı alan	Yüzey topografyası
X-ray Mikro-BT	5–10	İç tolerans analizi, gözenek tespiti	Maliyetli, veri işleme zor	Tahribatsız analiz
Dijital İkiz Analizi	Değişken	Gerçek zamanlı hata tahmini	Model kalibrasyonu gerekli	Endüstri 4.0 üretim hatları

Kalibrasyonun yanı sıra, üretim sırasında kullanılan lazer gücü, baskı hızı ve işlem sıcaklığı gibi süreç parametrelerinin optimize edilmesi, hem parçaların boyutsal hassasiyetini hem de mekanik dayanıklılığını doğrudan etkiler. **Lazer gücü**, metal tozlarının veya filament malzemelerin düzgün bir şekilde ergitilmesi ve katmanlar arasında yeterli bağlanmanın sağlanması açısından kritik bir rol oynar. Yetersiz lazer gücü, malzemenin tam olarak ergitilmemesine ve boşlukların oluşmasına neden olurken, aşırı lazer gücü malzemenin

istenmeyen şekillerde deformasyonuna yol açabilir. Bu nedenle, lazer gücünün malzeme türüne ve katman kalınlığına uygun olarak hassas bir şekilde ayarlanması gerekmektedir.

Baskı hızı, üretim sürecinin dinamiklerini belirleyen bir diğer önemli parametredir. Yüksek baskı hızı, üretim süresini kısaltırken, lazerle ergitilen malzemenin soğuma sürecini etkileyerek termal gerilmelerin artmasına ve boyutsal doğruluğun azalmasına neden olabilir. Düşük baskı hızları ise yüzey kalitesini artırabilir, ancak üretim süresini uzatarak maliyetlerin yükselmesine yol açabilir. Bu nedenle, baskı hızının, üretim gereklilikleri ve kullanılacak malzeme özelliklerine uygun bir denge içerisinde optimize edilmesi önemlidir.

Sıcaklık kontrolü, özellikle termal genleşme ve büzülme davranışlarının üretim doğruluğu üzerindeki etkilerini minimize etmek için kritik bir süreç parametresidir. Üretim sırasında, platform sıcaklığının ve çevresel koşulların stabilize edilmesi, katmanlar arası bağlanmayı iyileştirir ve parçanın iç gerilmelerini azaltır. Platform sıcaklığının optimal seviyede tutulmaması durumunda, malzeme çatlama, delaminasyon ve boyutsal sapmalar gibi istenmeyen sonuçlar ortaya çıkabilir.

Eklemeli imalat makinelerinin kalibrasyonunun doğru bir şekilde yapılması ve lazer gücü, baskı hızı, sıcaklık gibi parametrelerin sistematik bir şekilde optimize edilmesi, yüksek hassasiyetli ve kaliteli parçaların üretilmesi için kritik bir gerekliliktir. Bu parametrelerin birbirleriyle olan etkileşimlerinin detaylı bir şekilde incelenmesi ve uygulamaya özel optimize edilmesi, eklemeli imalat teknolojilerinin verimliliğini ve etkinliğini artırmak açısından temel bir öneme sahiptir.

5. GENEL DEĞERLENDİRME

Gelecekte eklemeli imalat sistemlerinin daha yüksek hassasiyet ve dar tolerans aralıkları sunmasını sağlamak için çeşitli teknolojik gelişmelerin gerçekleştirilmesi beklenmektedir. Özellikle lazer odaklama sistemlerinin iyileştirilmesi, daha homojen enerji dağılımı sağlayan yeni optik teknolojilerin geliştirilmesi ve daha küçük boyutlu metal tozlarının kullanımı, üretim süreçlerindeki doğruluğun artırılmasında önemli rol oynayacaktır. Ayrıca, gerçek zamanlı süreç izleme ve kontrol sistemlerinin entegrasyonu, ısıl gerilmelerin ve deformasyonların azaltılmasına yardımcı olacak, böylece parçaların boyutsal kararlılığı ve yüzey kalitesi iyileştirilecektir.

Yapay zekâ ve makine öğrenimi gibi teknolojilerin üretim süreçlerine entegre edilmesi de, süreç parametrelerinin optimize edilmesine olanak tanıyarak üretim hassasiyetinin artırılmasına katkı

sağlayabilir. Bunun yanı sıra, yeni nesil malzemelerin geliştirilmesi ve 3D baskı sistemlerinde kullanılan yazılımların daha hassas simülasyon ve tasarım özellikleri sunması, eklemeli imalat teknolojilerinin daha geniş bir uygulama yelpazesinde kullanılabilirliğini artıracaktır.

Özetlemek gerekirse, eklemeli imalat teknolojilerinde beklenen bu yenilikler, teknolojinin geleneksel talaşlı imalat yöntemleriyle rekabet edebilecek seviyelere ulaşmasını sağlayacaktır. Daha dar tolerans aralıklarının ve yüksek hassasiyetin mümkün hale gelmesi, eklemeli imalat teknolojilerinin hassas imalat gereksinimlerine sahip uygulamalarda yaygın olarak benimsenmesini teşvik edecek ve imalat sektöründe daha geniş bir dönüşüm yaratacaktır.

Referanslar

- Acierno, D., & Patti, A. (2023). Fused Deposition Modelling (FDM) of Thermoplastic-Based Filaments: Process and Rheological Properties—An Overview. *Materials*, 16(24). doi:10.3390/ma16247664
- Afridi, A., Al Rashid, A., & Koç, M. (2024). Recent advances in the development of stereolithography-based additive manufacturing processes: A review of applications and challenges. *Bioprinting*, 43(September), e00360. doi:10.1016/j.bprint.2024.e00360
- Ahlhelm, M., Richter, H. J., & Haderk, K. (2013). Selective laser sintering as an additive manufacturing method for manufacturing ceramic components. *Journal of Ceramic Science and Technology*, 4(1), 33–40. doi:10.4416/JCST2012-00024
- Alsoufi, M. S., Bawazeer, S. A., Alhazmi, M. W., Hijji, H. H., Alhazmi, H., & Alqurashi, H. F. (2025). Dimensional Accuracy and Measurement Variability in CNC-Turned Parts Using Digital Vernier Calipers and Coordinate Measuring Machines Across Five Materials. *Materials*, 18(12), 1–26. doi:10.3390/ma18122728
- Altıparmak, S. C., Yardley, V. A., Shi, Z., & Lin, J. (2021). Challenges in additive manufacturing of high-strength aluminium alloys and current developments in hybrid additive manufacturing. *International Journal of Lightweight Materials and Manufacture*, 4(2), 246–261. doi:10.1016/j.ijlmm.2020.12.004
- Armstrong, M., Mehrabi, H., & Naveed, N. (2022). An overview of modern metal additive manufacturing technology. *Journal of Manufacturing Processes*, 84(November), 1001–1029. doi:10.1016/j.jmapro.2022.10.060
- Batu, T., Lemu, H. G., & Shimels, H. (2023). Application of Artificial Intelligence for Surface Roughness Prediction of Additively Manufactured Components. *Materials*, 16(18). doi:10.3390/ma16186266
- Chia, H. Y., Wu, J., Wang, X., & Yan, W. (2022). Process parameter optimization of metal additive manufacturing: a review and outlook. *Journal of Materials Informatics*, 2(3), 16. doi:10.20517/jmi.2022.18
- Diniță, A., Neacșa, A., Portoacă, A. I., Tănase, M., Ilinca, C. N., & Ramadan, I. N. (2023). Additive Manufacturing Post-Processing Treatments, a Review with Emphasis on Mechanical Characteristics. *Materials*, 16(13). doi:10.3390/ma16134610
- Gruber, S., Grunert, C., Riede, M., López, E., Marquardt, A., Brueckner, F., & Leyens, C. (2020). Comparison of dimensional accuracy and tolerances of powder bed based and nozzle based additive manufacturing processes. *Journal of Laser Applications*, 32(3). doi:10.2351/7.0000115
- Korium, M. S., Roozbahani, H., Alizadeh, M., Perepelkina, S., & Handroos, H. (2021). Direct Metal Laser Sintering of Precious Metals for Jewelry Applications: Process Parameter Selection and

- Microstructure Analysis. *IEEE Access*, 9, 126530–126540. doi:10.1109/ACCESS.2021.3112479
- Kumar, R., Mehdi, H., Bhati, S. S., Arunkumar, M., Mishra, S., & Lohumi, M. K. (2025). A comprehensive review of advancements in additive manufacturing for 3D printed medical components using diverse materials. *Discover Materials*, 5(1). doi:10.1007/s43939-025-00349-w
- Minetola, P., Calignano, F., & Galati, M. (2020). Comparing geometric tolerance capabilities of additive manufacturing systems for polymers. *Additive Manufacturing*, 32(January), 101103. doi:10.1016/j.addma.2020.101103
- Parenti, P., Sunar, T., & Colosimo, B. M. (2025). Toward high quality and stable production in metal binder jetting: Process mapping for 17-4PH steel☆. *Manufacturing Letters*, 44, 1096–1106. doi:10.1016/j.mfglet.2025.06.129
- Sapkota, A., Ghimire, S. K., & Adanur, S. (2024). A review on fused deposition modeling (FDM)-based additive manufacturing (AM) methods, materials and applications for flexible fabric structures. *Journal of Industrial Textiles*, 54, 1–51. doi:10.1177/15280837241282110
- Shi, X., Yan, C., Feng, W., Zhang, Y., & Leng, Z. (2020). Effect of high layer thickness on surface quality and defect behavior of Ti-6Al-4V fabricated by selective laser melting. *Optics and Laser Technology*, 132(June), 106471. doi:10.1016/j.optlastec.2020.106471
- Szabó, V., & Weltsch, Z. (2025). Full-surface geometric analysis of DMLS-manufactured stainless steel parts after post-processing treatments. *Results in Engineering*, 27(July). doi:10.1016/j.rineng.2025.106084
- Vafadar, A., Guzzomi, F., Rassau, A., & Hayward, K. (2021). Advances in metal additive manufacturing: A review of common processes, industrial applications, and current challenges. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(3), 1–33. doi:10.3390/app11031213
- Yehia, H. M., Hamada, A., Sebaey, T. A., & Abd-Elaziem, W. (2024). Selective Laser Sintering of Polymers: Process Parameters, Machine Learning Approaches, and Future Directions. *Journal of Manufacturing and Materials Processing*, 8(5). doi:10.3390/jmmp8050197
- Zhou, L., Miller, J., Vezza, J., Mayster, M., Raffay, M., Justice, Q., ... Bernat, J. (2024). Additive Manufacturing: A Comprehensive Review. *Sensors*, 24(9). doi:10.3390/s24092668

FOTOVOLTAİK MALZEMELER: TEKNOLOJİK GELİŞMELER VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Dr. Melike AVER GÜRBÜZ

Fırat Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü

maver@firat.edu.tr - 0000-0002-3852-5713

Özet

Fotovoltaik (PV) malzemeler, yenilenebilir enerji üretiminde kritik bir bileşen olarak sürdürülebilir enerji dönüşümüne önemli katkılar sunmaktadır. Son yıllarda, silikon bazlı hücrelerden perovskit tabanlı yapılara ve çok eklemli (multi-junction) hücre teknolojilerine kadar uzanan geniş bir alanda dikkate değer ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu gelişmeler, yalnızca verimlilik artışıyla sınırlı kalmayıp aynı zamanda üretim maliyetlerinin azaltılması ve çevresel sürdürülebilirliğin güçlendirilmesi gibi alanlarda da dönüşüm yaratmıştır. Özellikle yeni nesil PV malzemelerinin geliştirilmesi, enerji sektöründe paradigma değişikliğine yol açabilecek potansiyele sahiptir. Bu bağlamda, araştırmacılar bir yandan mevcut teknolojilerin performans sınırlarını zorlamakta, diğer yandan yenilikçi malzeme tasarımları ve üretim teknikleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu çalışmada, güncel fotovoltaik teknolojiler ele alınarak yeni malzeme yaklaşımları, üretim süreçlerindeki yenilikler ve sektördeki uygulama eğilimleri değerlendirilmektedir. Ayrıca, geleceğe yönelik olası araştırma yönelimleri ve pratik uygulama alanlarına dair öngörüler sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik (PV) malzemeler, Güneş enerjisi, Yenilenebilir

1. GİRİŞ

Dünyadaki küresel enerji talebindeki hızlı artış ve fosil yakıtların çevre üzerinde yarattığı olumsuz etkiler, sürdürülebilir ve temiz enerji kaynaklarına olan ilgiyi kayda değer biçimde artırmıştır. Bu bağlamda güneş enerjisi, yenilenebilir enerji kaynakları arasında en bol ve sürekli erişilebilir olanlardan biri olarak dikkat çekmektedir. Güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine dönüştüren fotovoltaik (FV) sistemler, düşük karbon salınımı, enerji güvenliğinin sağlanması ve çevre dostu özellikleri sayesinde enerji dönüşüm teknolojileri içinde yüksek bir potansiyel taşımaktadır (Izam, Itam, Sing, & Syamsir, 2022). Fotovoltaik teknolojilerin performansı ise büyük ölçüde kullanılan malzemelerin özellikleri ve sağlanan verimlilikle ilişkilidir. Dolayısıyla, FV malzemelerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar, enerji dönüşüm verimliliğini artırma ve maliyetleri düşürme hedefleri doğrultusunda, yenilenebilir enerji alanında öncelikli bir araştırma konusu olarak öne çıkmaktadır (Machín & Márquez, 2024).

Fotovoltaik malzemeler, geleneksel silisyum tabanlı teknolojilerden yeni nesil perovskit ve organik maddelere kadar geniş bir çeşitlilik sunmaktadır. Bu malzeme türleri, sahip oldukları farklı avantajlar ve dezavantajlar bağlamında çeşitli uygulama alanlarına ve pazar dinamiklerine yön vermektedir (Machín & Márquez, 2024). Monokristal silisyum malzemeler üstün verimlilik ve uzun ömürlü dayanıklılıklarıyla öne çıkarken, ince film teknolojileri daha düşük maliyetli ve esnek çözümler sunarak farklı ihtiyaçlara yanıt vermektedir. Bunun yanı sıra, özellikle son dönemde perovskit güneş hücreleri gibi yeni nesil malzemeler, sundukları yüksek enerji dönüşüm potansiyeli ve düşük üretim maliyetleri ile fotovoltaik teknolojilerde çığır açıcı gelişmelere zemin hazırlamaktadır (Dallaev, Pisarenko, & Papež, 2023).

Bu bildiride, fotovoltaik malzeme türleri, çalışma prensipleri ve bu alandaki teknolojik ilerlemeler üzerine çalışmalar derlenmiştir. Bunun yanı sıra, gelecekteki araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin öncelikli odak alanları ile fotovoltaik malzemelerin sürdürülebilir enerji sistemlerindeki önemi de ele alınacaktır. Fotovoltaik teknolojilerin yaygınlaşması, enerji dönüşüm süreçlerini daha verimli hale getirmenin ötesinde, fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılmasına ve iklim değişikliğiyle mücadeleye yönelik önemli bir çözüm sunmaktadır. Bu doğrultuda, çalışmada fotovoltaik malzemelerin enerji sektörüne sağladığı katkılar, yenilikçi süreçler ve gelecekteki potansiyel uygulamaları da değerlendirilecektir.

2. FOTOVOLTAİK MALZEMELERİN SINIFLANDIRILMASI

Fotovoltaik malzemeler, enerji dönüşüm verimliliği, üretim maliyeti, çevresel etkiler ve kullanım alanlarına göre farklı kategorilere ayrılır. Genel olarak bu malzemeler üç ana sınıfta incelenir: silisyum bazlı malzemeler, ince film malzemeler ve yeni nesil malzemeler. Her sınıf, kendine özgü teknolojik avantajlar ve zorluklar barındırarak fotovoltaik sektöründeki gelişmelere yön veren temel unsurlar arasında kabul edilir (Al-ezzi, 2022).

2.1. Birinci Nesil (Silisyum Bazlı) Malzemeler

Silisyum tabanlı malzemeler, fotovoltaik endüstride en yaygın kullanılan bileşenler arasında yer almakta olup, dünya çapında güneş panellerinin önemli bir bölümünü meydana getirmektedir. Silisyumun yarı iletken özellikleri, fotonların soğurulması ve elektrik akımının üretimi süreçlerinde temel bir işlev üstlenmektedir (Cells & Bošnjakovi, 2024).

- **Monokristal Silisyum (c-Si):** T Monokristal silisyum, düzenli bir kristal yapısına sahip olması sayesinde en yüksek verimlilik oranlarını sunan fotovoltaik malzemelerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu materyal, sahip olduğu düzgün kristal yapısı ile enerji kayıplarını en aza indirerek etkin bir performans sergiler. Ancak, üretim süreçlerinin karmaşıklığı ve yüksek maliyetleri sebebiyle genellikle yalnızca yüksek verimlilik gereksinimi olan uygulamalarda kullanım alanı bulmaktadır.

- **Polikristal Silisyum (poly-Si):** Polikristal silisyum, birçok küçük kristal yapının birleşmesiyle meydana gelir. Üretim süreci daha basit olduğundan maliyeti de daha düşüktür. Ancak kristal yapılar arasındaki sınır bölgeleri, enerji kayıplarına neden olur ve bu da verimliliğini monokristal silisyuma kıyasla bir miktar düşürür. Yine de maliyet avantajı sayesinde geniş bir kullanım alanı bulmaktadır.
- **Amorf Silisyum (a-Si):** Amorf silisyum, düzenli bir kristal yapıya sahip olmadığından, daha düşük maliyetli üretim yöntemleriyle elde edilebilir. Bu özellikleri sayesinde özellikle esnek ve hafif uygulamalarda sıkça kullanılmaktadır. Bununla birlikte, enerji dönüşüm verimliliği genellikle diğer silisyum bazlı malzemelere kıyasla daha düşüktür.

2.2. İkinci Nesil (İnce Film) Malzemeler

İnce film teknolojileri, geleneksel silisyum tabanlı panellere alternatif olarak daha hafif, esnek ve ekonomik çözümler sunar. Bu malzemeler genellikle cam, plastik veya metal yüzeylere kaplanarak kullanım alanlarını önemli ölçüde genişletir (Subudhi & Punetha, 2023).

- **Kadmiyum Tellür (CdTe):** Kadmiyum tellür, fotovoltaik endüstrisinde sıklıkla tercih edilen en yaygın ince film malzemelerinden biridir. CdTe güneş hücreleri, görece uygun maliyetli üretim teknikleriyle öne çıkmakta ve yüksek sıcaklık ile düşük ışık koşullarında dahi etkili bir performans sergileyebilmektedir. Bununla birlikte, kadmiyumun toksik özellikleri ve çevresel etkilerle ilgili endişeler, bu malzemenin kullanımında titizlikle ele alınması gereken önemli konuları oluşturmaktadır.
- **Bakır İndiyum Galyum Selenid (CIGS):** CIGS ince film malzemeleri, sundukları yüksek verimlilik ve esnek özellikler sayesinde farklı yüzeylere uygulanabilme avantajı taşımaktadır. Bu hücreler, geniş bir ışık spektrumunu absorbe etme yeteneğine sahip olup, bu özellikleri enerji dönüşüm verimliliğini önemli ölçüde artırmaktadır. Bununla birlikte, CIGS hücrelerinin üretim süreci hem karmaşık hem de maliyet açısından yüksektir.

2.3. Üçüncü Nesil Malzemeler

Yeni nesil fotovoltaik malzemeler, geleneksel teknolojilerin sınırlarını aşarak daha yenilikçi ve etkili çözümler sunmaktadır. Yüksek enerji dönüşüm verimliliği ve düşük maliyet avantajı sayesinde büyük ilgi görmektedir (Kant & Singh, 2022).

- **Perovskit Güneş Hücreleri:** Perovskit malzemeler, son yıllarda fotovoltaik araştırmaların odak noktasında yer alarak büyük ilgi çekmiştir. Bu malzemeler, yüksek verimlilik, düşük üretim maliyeti ve esneklik gibi avantajlar sağlamaktadır. Bununla birlikte, perovskit hücrelerin uzun vadeli kararlılığı ve çevresel dayanıklılığı konusunda çalışmalar sürmekte ve gelişim aşaması devam etmektedir.

- **Organik Fotovoltaik (OPV):** Organik güneş hücreleri, hafiflik, esneklik ve şeffaflık gibi özellikleri sayesinde özellikle bina entegre sistemlerinde önemli bir potansiyel taşır. OPV hücreleri, organik polimerler kullanılarak üretilir ve bu durum, maliyet açısından avantaj sağlayan üretim süreçlerini mümkün kılar. Bununla birlikte, enerji dönüşüm verimlilikleri diğer teknoloji türlerine kıyasla daha düşüktür.
- **Kuantum Nokta Güneş Hücreleri:** Kuantum nokta malzemeleri, nanometre ölçeğinde yarı iletken parçacıklar olup, geniş bir ışık spektrumunu absorbe edebilme yeteneğine sahiptir. Bu malzemeler, sağladıkları yüksek verimlilik ve uyarlanabilirlik sayesinde fotovoltaik endüstride gelecekte devrim niteliğinde gelişmelerin önünü açma potansiyeline sahiptir.

Tablo 1. Fotovoltaik Malzeme Verimliliklerinin Yıllara Göre Gelişimi(NREL Verileri)

Yıl	Silisyum (%)	CIGS (%)	CdTe (%)	Perovskit (%)	Organik (%)
2000	14	10	9	—	3
2010	18	18	15	4	6
2015	22	20	18	18	10
2020	25	22	20	24	12
2024	26	23	22	26	15

3. TEKNOLOJİK GELİŞMELER

Son yıllarda fotovoltaik malzeme teknolojilerinde önemli ilerlemeler kaydedilmiş olup, bu gelişmeler güneş enerjisi sistemlerinin verimliliğini ve uygulanabilirliğini artırmayı hedeflemektedir. Bu yenilikler, çok katmanlı hücre tasarımlarından esnek ve şeffaf panellere kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır.

3.1. Çok Katmanlı (Tandem) Hücreler

Çok katmanlı veya tandem güneş hücreleri, farklı yarı iletken malzemelerin bir araya getirilmesiyle oluşturulan yapılar olup, her bir katmanın farklı dalga boyundaki ışığı absorbe etme kapasitesine sahiptir. Tek katmanlı geleneksel güneş hücreleri, belirli bir bant aralığına sahip oldukları için sadece belirli bir enerji seviyesindeki fotonları absorbe edebilirken, çok katmanlı hücreler geniş bir spektrumdaki ışığı emerek daha yüksek enerji dönüşüm verimliliği sağlar (He et al., 2025).

Bu teknoloji, özellikle perovskit ve silisyum kombinasyonlarının kullanıldığı tandem hücrelerde büyük ilerleme kaydetmiştir. Perovskit hücrelerin geniş bant aralığı özelliği, silisyumun kararlılığı ile birleştirilerek ticari uygulanabilirliği artırılmıştır. Günümüzde çok katmanlı hücrelerin laboratuvar

ortamında %40'ın üzerinde verimliliklere ulaştığı rapor edilmektedir. Bu tür hücrelerin ticari kullanımı, fotovoltaik endüstrisinde büyük bir dönüşüm potansiyeli taşımaktadır (Saeed, Wang, & Miao, 2024).

3.2. Bifacial (Çift Yüzeyle) Güneş Panelleri

Bifacial güneş panelleri, hem ön hem de arka yüzeylerinden güneş ışığını absorbe edebilen gelişmiş bir panel türüdür. Geleneksel tek yüzeyle paneller yalnızca doğrudan gelen güneş ışığını kullanabilirken, bifacial paneller yansıyan ve difüz ışığı da elektrik enerjisine dönüştürebilir. Bu paneller, özellikle kar, kum veya beton gibi yüksek yansıtıcılığa sahip yüzeyler üzerinde kurulduğunda, enerji üretiminde %10 ila %30 arasında bir artış sağlayabilir (Garrod & Ghosh, 2023).

Bifacial panellerin enerji üretimindeki artış, panelin arka yüzeyinin maruz kaldığı çevresel faktörlere bağlı olmaktadır. Özellikle açık alanlarda ve albedo (yansıtıcılık) değeri yüksek yüzeylerde kurulduğunda bu panellerin performansı artmaktadır. Ayrıca, çift yüzeyle panellerin tasarımı, daha dayanıklı çerçeve ve cam kaplamalar gerektirdiğinden, uzun ömürlü ve düşük bakım maliyeti gerektirir. Bu panellerin, ticari ve endüstriyel ölçekli uygulamalarda giderek daha yaygın hale gelmesi beklenmektedir (Sepúlveda-Oviedo, 2025).

3.3. Esnek ve Şeffaf Güneş Panelleri

Fotovoltaik malzeme teknolojilerindeki bir diğer yenilik ise esnek ve şeffaf güneş panelleridir. Bu paneller, geleneksel sert ve ağır güneş panellerine kıyasla daha hafif, ince ve farklı yüzeylere kolayca entegre edilebilen yapılar sunar. Esnek paneller, polimer tabanlı yarı iletken malzemeler veya ince film teknolojileri kullanılarak üretilir. Özellikle tekstil ürünleri, araç yüzeyleri ve taşınabilir cihazlarda kullanım için ideal çözümler sunmaktadır.

Şeffaf güneş panelleri ise binaların cam yüzeylerine, pencere sistemlerine ve seralara entegre edilebilecek panellerdir. Bu paneller, görünür ışığın büyük bir kısmını geçirebilecek kadar şeffaf olurken, aynı zamanda elektrik üretimi sağlayabilmektedir. Özellikle şehir içi alanlarda bina entegre fotovoltaik (BIPV) çözümleri için büyük bir potansiyel sunan şeffaf paneller, mimari estetiği bozmadan enerji verimliliğini artırabilmektedirler (Mutagekar et al., 2023).

Fotovoltaik malzeme teknolojilerindeki bu yenilikler, güneş enerjisi sistemlerinin verimliliğini artırmak ve kullanım alanlarını genişletmek için büyük bir potansiyel sunmaktadır. Çok katmanlı hücrelerin yüksek verimlilikleri, bifacial panellerin çift yüzeyden enerji üretimi ve esnek-şeffaf panellerin farklı yüzeylere entegrasyonu gibi gelişmeler, güneş enerjisinin daha yaygın ve etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır. Bu ilerlemeler, fotovoltaik teknolojilerin gelecekteki enerji ihtiyaçlarını karşılamada kilit bir rol oynayacağını göstermektedir (Sayem et al., 2022).

3.4. Fotovoltaik Malzemelerin Geleceği

Fotovoltaik malzeme teknolojilerinde gelecekteki araştırma ve geliştirme çalışmaları, enerji dönüşüm verimliliğini artırmak, üretim maliyetlerini düşürmek ve çevresel sürdürülebilirliği sağlamak üzerine

yoğunlaşmaktadır. Bu çerçevede, yenilikçi malzeme türleri ve ileri üretim teknikleri üzerinde yoğunlaşan çalışmalar, fotovoltaik teknolojilerin daha geniş bir uygulama alanı bulmasını hedeflemektedir. Gelecekteki çalışmalarda özellikle perovskit malzemeler, kuantum noktalar ve organik güneş hücreleri gibi yeni nesil malzemelerin geliştirilmesi kritik bir rol oynamaktadır.

Tablo 2. Gelecek Perspektifleri ve Araştırma Eğilimleri

Araştırma Alanı	Teknolojik Hedef	Beklenen Kazanım	Karşılaşılan Zorluklar
Tandem Hücreler (Perovskit-Si)	%40+ verimlilik	Spektrumun tam kullanımını sağlar	Termal genleşme farkı, malzeme uyumu
Şeffaf PV'ler	Cam entegreli sistemler	Mimari entegrasyon	Optik geçirgenlik – verim dengesi
Esnek PV Modüller	Polimer/metal folyo taban	Giyilebilir enerji sistemleri	Mekanik dayanım, uzun ömür
Yapay Zekâ Destekli Malzeme Keşfi	Verim optimizasyonu	Hızlı malzeme kombinasyonu analizi	Veri güvenilirliği
Geri Dönüştürülebilir Hücreler	Döngüsel ekonomi	Atık azaltımı, sürdürülebilirlik	Modül ayrıştırma zorluğu

3.4.1. Perovskit Malzemeler

Perovskit malzemeler, gelecekteki fotovoltaik araştırmalarının en dikkat çekici bileşenlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. Perovskit güneş hücreleri, yüksek ışık emilimi, geniş bant aralığı ve düşük üretim maliyetleri gibi avantajlar sunmaktadır. Bu malzemeler, kristal yapılarındaki esneklik sayesinde çeşitli dalga boylarındaki ışığı etkili bir şekilde absorbe edebilmekte ve enerji dönüşüm verimliliğini artırmaktadır (Afroz, Ratnesh, Srivastava, & Singh, 2025).

Perovskit malzemelerin ticari kullanıma sunulabilmesi için kararlılık ve dayanıklılık gibi temel sorunların çözülmesi gerekmektedir. Özellikle çevresel etkenlere karşı duyarlılık, perovskit güneş hücrelerinin uzun vadeli performansını olumsuz etkileyebilmektedir. Gelecekteki araştırmalar, bu hücrelerin stabilitesini artırmak, toksik malzemelerin kullanımını minimize etmek ve büyük ölçekli üretim tekniklerini optimize etmek üzerine yoğunlaşmaktadır. Son yıllarda laboratuvar ortamında %25'in üzerinde verimliliğe ulaşan perovskit hücrelerin, silisyum tabanlı hücrelerle hibrit olarak kullanılması da araştırılmaktadır. Bu hibrit yapıların, mevcut fotovoltaik teknolojilere kıyasla daha yüksek verimlilik sağlaması beklenmektedir (Afre & Pugliese, 2024).

3.4.2. Kuantum Nokta Güneş Hücreleri

Kuantum nokta (quantum dot) teknolojisi, boyutlarına bağlı olarak farklı bant aralıkları sunan yarı iletken nanokristallerin kullanıldığı bir fotovoltaik malzeme türüdür. Kuantum noktalar, ışık absorpsiyon spektrumunu genişletebilme ve farklı dalga boylarındaki ışığı emerek enerjiye dönüştürebilme kapasiteleri ile dikkat çekmektedir. Geleneksel yarı iletken malzemelerin aksine, kuantum noktalar yüzeydeki atomik yapıların kontrol edilmesiyle optimize edilebilmekte ve malzemenin optoelektronik özellikleri ayarlanabilmektedir (Zhang et al., 2020).

Kuantum nokta güneş hücreleri, özellikle düşük maliyetli üretim süreçleri ve esnek cihaz uygulamaları açısından umut vaat etmektedir. Bu malzemelerin, görünür ve kızılötesi ışık spektrumlarının tamamını absorbe edebilme potansiyeli, mevcut fotovoltaik teknolojilere kıyasla daha yüksek verimlilik sağlama imkânını artırmaktadır. Ayrıca, bu malzemelerin ince film teknolojileri ile birleştirilerek hafif ve esnek güneş panelleri üretimine katkı sunması beklenmektedir. Gelecekteki araştırmalar, kuantum nokta güneş hücrelerinin toksisite, stabilite ve ölçeklenebilirlik sorunlarını çözmeye odaklanacaktır (Selopal, Zhao, Wang, & Rosei, 2020).

3.4.3. Organik Güneş Hücreleri

Organik güneş hücreleri, karbon bazlı polimerler ve küçük moleküller kullanılarak üretilen fotovoltaik cihazlardır. Bu hücreler, esneklik, hafiflik ve düşük maliyetli üretim süreçleri gibi avantajlara sahiptir. Organik malzemeler, farklı kimyasal formülasyonlar kullanılarak çeşitli bant aralıklarına ve optik özelliklere sahip olacak şekilde tasarlanabilmektedir (Mabindisa, Tambwe, McIteka, & Ross, 2021).

Organik güneş hücreleri, düşük üretim maliyetleri ve esnek uygulama alanları sayesinde bina entegre fotovoltaik (BIPV) çözümleri, taşınabilir cihazlar ve giyilebilir teknolojiler gibi alanlarda önemli bir potansiyele sahiptir. Bununla birlikte, bu hücrelerin enerji dönüşüm verimliliği ve uzun vadeli stabilitesi, geleneksel yarı iletken tabanlı hücrelere kıyasla daha düşük seviyelerdedir. Gelecekteki çalışmalar, bu malzemelerin verimliliğini artırmak ve çevresel etkenlere karşı dayanıklılığını geliştirmek üzerine yoğunlaşacaktır (Solak & Irmak, 2023).

4. GENEL DEĞERLENDİRME

Fotovoltaik malzemeler üzerine yapılan araştırma ve geliştirme çalışmaları, güneş enerjisinin daha verimli ve sürdürülebilir bir şekilde kullanılmasını mümkün kılacak çözümler sunmaktadır. Yeni nesil malzemelerin ve üretim tekniklerinin benimsenmesiyle, fotovoltaik teknolojilerin enerji dönüşüm verimliliği artırılacak, maliyetler düşürülecek ve çevresel etkiler en aza indirilecektir. Bu gelişmeler, gelecekte güneş enerjisinin küresel enerji ihtiyacının karşılanmasında daha merkezi bir rol üstlenmesini sağlayacak ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı önemli ölçüde azalacağı düşünülmektedir.

Fotovoltaik malzemelerdeki araştırma ve geliştirme faaliyetleri, yalnızca enerji dönüşüm verimliliğini artırmakla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği de hedeflemektedir. Geri dönüştürülebilir malzemelerin kullanımı, toksik bileşenlerin minimize edilmesi ve düşük karbon ayak izi bırakan üretim süreçleri, gelecekteki araştırmaların temel odak noktaları arasında yer almaktadır. Ayrıca, fotovoltaik cihazların enerji depolama sistemleriyle entegre edilmesi ve akıllı enerji yönetim çözümlerinin geliştirilmesi de önemli bir araştırma alanıdır.

Gelecekteki çalışmalarda, yapay zekâ ve makine öğrenmesinin fotovoltaik malzeme tasarımında kullanılması, yeni malzemelerin keşfedilmesini hızlandırabilir ve cihaz performansını optimize edilebilir. Bu doğrultuda, veri odaklı yaklaşımlar, yeni nesil güneş hücrelerinin geliştirilmesinde önemli

bir rol alacağı ön görülmektedir. Özetleyecek olursak, perovskit malzemeler, kuantum noktalar ve organik güneş hücreleri gibi yenilikçi teknolojiler, gelecekte fotovoltaik endüstrisinin büyümesinde ve güneş enerjisinin daha yaygın, ekonomik ve sürdürülebilir bir enerji kaynağı haline gelmesinde katkısı olacaktır.

Refreanslar

- Afre, R. A., & Pugliese, D. (2024). Perovskite Solar Cells: A Review of the Latest Advances in Materials, Fabrication Techniques, and Stability Enhancement Strategies. *Micromachines*, 15(2). doi:10.3390/mi15020192
- Afroz, M., Ratnesh, R. K., Srivastava, S., & Singh, J. (2025). Perovskite solar cells: Progress, challenges, and future avenues to clean energy. *Solar Energy*, 287(September 2024), 113205. doi:10.1016/j.solener.2024.113205
- Al-ezzi, A. S. (2022). Photovoltaic Solar Cells : A Review, 1–17.
- Cells, S. P., & Bošnjakovi, M. (2024). Advance of Sustainable Energy Materials : Technology Trends for, 1–31.
- Dallaev, R., Pisarenko, T., & Papež, N. (2023). Overview of the Current State of Flexible Solar Panels and Photovoltaic Materials.
- Garrod, A., & Ghosh, A. (2023). A review of bifacial solar photovoltaic applications. *Frontiers in Energy*, 17(6), 704–726. doi:10.1007/s11708-023-0903-7
- He, M., Zhang, M., Li, Z., Liu, X., Sun, K., Liu, Z., & Hao, X. (2025). Top Cells for Silicon-Based Tandem Photovoltaics. *Advanced Materials*, 2411858, 1–25. doi:10.1002/adma.202411858
- Izam, N. S. M. N., Itam, Z., Sing, W. L., & Syamsir, A. (2022). Sustainable development perspectives of solar energy technologies with focus on solar Photovoltaic—A review. *Energies*, 15(8), 2790.
- Kant, N., & Singh, P. (2022). Review of next generation photovoltaic solar cell technology and comparative materialistic development. *Materials Today: Proceedings*, 56, 3460–3470. doi:10.1016/j.matpr.2021.11.116
- Mabindisa, R., Tambwe, K., McIteka, L., & Ross, N. (2021). Organic nanostructured materials for sustainable application in next generation solar cells. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(23). doi:10.3390/app112311324
- Machín, A., & Márquez, F. (2024). Advancements in Photovoltaic Cell Materials: Silicon, Organic, and Perovskite Solar Cells. *Materials*, 17(5). doi:10.3390/ma17051165
- Mutagekar, R., Kachare, S., Babre, P., Bhirud, G., Pendor, H., & Shinde, A. (2023). A Review on

Transparent Solar Panels. *Preprints*, 1–10. doi:10.20944/preprints202310.1865.v1

- Saeed, A., Wang, L., & Miao, Q. (2024). High-Performance Perovskite-Based Tandem Solar Cells: Recent Advancement, Challenges, and Steps toward Industrialization. *Solar RRL*, 8(17), 1–37. doi:10.1002/solr.202400172
- Sayem, A. S. M., Lalbakhsh, A., Esselle, K. P., Buckley, J. L., O’Flynn, B., & Simorangkir, R. B. V. B. (2022). Flexible Transparent Antennas: Advancements, Challenges, and Prospects. *IEEE Open Journal of Antennas and Propagation*, 3(August), 1109–1133. doi:10.1109/OJAP.2022.3206909
- Selopal, G. S., Zhao, H., Wang, Z. M., & Rosei, F. (2020). Core/Shell Quantum Dots Solar Cells. *Advanced Functional Materials*, 30(13), 1–21. doi:10.1002/adfm.201908762
- Sepúlveda-Oviedo, E. H. (2025). Impact of environmental factors on photovoltaic system performance degradation. *Energy Strategy Reviews*, 59(October 2024), 101682. doi:10.1016/j.esr.2025.101682
- Solak, E. K., & Irmak, E. (2023). Advances in organic photovoltaic cells: a comprehensive review of materials, technologies, and performance. *RSC Advances*, 13(18), 12244–12269. doi:10.1039/d3ra01454a
- Subudhi, P., & Punetha, D. (2023). Progress, challenges, and perspectives on polymer substrates for emerging flexible solar cells: A holistic panoramic review. *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 31(8), 753–789. doi:10.1002/pip.3703
- Zhang, Y., Wu, G., Liu, F., Ding, C., Zou, Z., & Shen, Q. (2020). Photoexcited carrier dynamics in colloidal quantum dot solar cells: Insights into individual quantum dots, quantum dot solid films and devices. *Chemical Society Reviews*, 49(1), 49–84. doi:10.1039/c9cs00560a

KALICI ZEMİN DEFORMASYONLARI ALTINDA GÖMÜLÜ BORU HATLARININ BASİTLEŞTİRİLMİŞ ANALİZİ

Yüksek Lisans Öğrencisi Elif Seray SAYGIN¹,

¹ Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, elifserayx@gmail.com -
0000-0002-0961-5197

Prof. Muhittin Eren UÇKAN²

²Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Rafet Kayış Mühendislik Fakültesi, İnşaat
Mühendisliği Bölümü, eren.uckan@alanya.edu.tr - 0000-0002-4255-6272

ÖZET

Gömülü boru hatları, modern altyapı sistemlerinin en kritik bileşenlerinden biri olarak su, doğalgaz ve petrol gibi yaşamsal öneme sahip kaynakların kesintisiz taşınmasını sağlar; bu nedenle hem ekonomik sürdürülebilirlik hem de toplumsal güvenlik açısından büyük bir stratejik öneme sahiptir. Ancak yeraltına gömülü olmaları, bu sistemleri deprem gibi doğal afetler karşısında ciddi risklerle karşı karşıya bırakmaktadır. Özellikle doğrultu atımlı fay kırıkları, sıvılaşmaya bağlı yanal yayılmalar ve heyelanlar sonucu meydana gelen kalıcı zemin deformasyonları, gömülü boru hatlarında yüksek gerilme birikimlerine, yer değiştirmelere ve plastik şekil değiştirmelere neden olmaktadır. Bu etkiler yalnızca yapısal hasar ve servis kayıplarına değil, aynı zamanda çevresel ve ekonomik zararlara da yol açmaktadır. Bu bağlamda, gömülü boru hatlarının deprem etkileri altındaki davranışlarının doğrusal olmayan analizler ile değerlendirilmesi, mühendislik tasarımlarında güvenliğin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, kalıcı yüzey deformasyonlarına maruz kalan gömülü sürekli çelik boru hatlarının sismik performansı SAP2000 sonlu elemanlar yazılımı kullanılarak doğrusal olmayan analiz yöntemiyle incelenmiştir. Modellemede API X60 çeliğine ait elastik-plastik davranış çift doğrusal gerilme-gerinim ilişkisiyle tanımlanmış, zemin tepkileri ise yatay, düşey ve eksenel doğrultularda doğrusal olmayan kuvvet-deformasyon eğrileriyle temsil edilmiştir. Analiz sonuçları, doğrusal olmayan modellemenin zemin-boru etkileşiminin karmaşık doğasını doğrusal modellere kıyasla çok daha gerçekçi biçimde yansıttığını, fay kesişim bölgelerinde gerinim birikimlerinin ve plastik şekil değiştirmelerin belirgin biçimde arttığını göstermiştir. Sonuç olarak, gömülü boru hatlarının kalıcı zemin deformasyonları altındaki davranışlarının güvenilir biçimde değerlendirilebilmesi için doğrusal olmayan analizlerin vazgeçilmez olduğu ve bu yaklaşımın mühendislik tasarımlarında risk azaltma ve dayanıklılık stratejilerinin geliştirilmesine önemli katkılar sunabileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler : Deprem, Gömülü Boru Hatları, Doğrusal Olmayan Analiz

THE EFFECT OF SEISMIC ISOLATION SYSTEMS ON STRUCTURAL BEHAVIOR: A LITERATURE REVIEW

Graduate Student, DEMET OKUROĞLU ¹,

¹ Istanbul Technical University, Department of Civil Engineering, okuroglu16@itu.edu.tr-
0009-0009-5640-7874

Assoc. Prof., ARCAN YANIK ²

² Istanbul Technical University, Department of Civil Engineering, yanikar@itu.edu.tr-
0000-0002-2527-4812

ABSTRACT

The seismic performance of fixed-base structures may be insufficient to ensure the safety and functionality of buildings during ground motions. Seismic isolation systems play a crucial role in protecting structures from earthquake-induced ground motions, significantly enhancing structural integrity and reducing potential damage. In both academia and industry, the application of advanced evaluation and analysis methods has garnered significant attention as the need for reliable and high-performance seismic isolation systems becomes more critical. Although there is an expanding body of research on seismic isolation, a thorough systematic review focusing specifically on isolator types and their reported performance contributions is still scarce. This study presents a systematic literature review examining how different seismic isolator types have been evaluated in terms of seismic performance. The review covers peer-reviewed articles published between 2014 and 2025, sourced from recognized databases including Scopus, Web of Science, and Google Scholar. A total of 45 relevant studies were selected through a screening process for inclusion. According to the findings, the results demonstrate that among the most important contributions of seismic isolators is the effective control of structural system responses such as acceleration, displacement, drift, and shear forces. The review also emphasizes aspects in the literature that require further research, particularly regarding the nonlinear behavior of isolators, their durability under extreme loading conditions, and practical implementation challenges. This study contributes to the existing body of knowledge by providing a comprehensive framework for understanding and applying the performance characteristics of seismic isolator types, offering valuable insights for both researchers and practitioners.

Keywords : Seismic isolation; seismic performance; structural resilience; systematic review.

1. INTRODUCTION

Conventional structures are designed to provide adequate damping, stiffness, and durability against earthquake effects, while traditional seismic design approaches use predictive models to minimize damage (Çerçevik and Çerçevik, 2025). However, the uncertain timing and

magnitude of earthquakes make damage estimation difficult, as severe events can cause collapse and trigger secondary disasters such as landslides and tsunamis (Zhong et al., 2024). The February 6, 2023 Kahramanmaraş earthquakes in Türkiye (Mw 7.7 and 7.6), along with the 2008 Wenchuan (Mw 7.9) and 2010 Haiti (Mw 7.0) events, caused major casualties and destruction due to their high magnitudes and vulnerable building stocks (Kandemir and Mortazavi, 2024; Salaas et al., 2023). This highlights the need for seismic protection. Therefore, seismic isolation is used to protect buildings and maintain functionality during earthquakes. Base isolation systems, including elastomeric, lead-rubber, sliding, and roller bearings, have proven reliable and cost-effective, with passive devices being the most common due to their low cost and no power requirement (Chen et al., 2016; Castillo et al., 2024). Passive isolation extends vibration periods, reducing seismic forces and spectral acceleration while increasing displacement, which is controlled by damping (Islam et al., 2011; Whittaker et al., 2018). These systems can also be combined with active or semi-active controls such as hydraulic actuators or magneto-rheological dampers to improve adaptability and reduce base drift (Chang et al., 2018; Mohebbi and Dadkhah, 2017, 2019). This study shows that base isolation systems significantly enhance seismic performance, particularly by reducing drift, acceleration, and shear; however, their effects on torsional behavior and long-term durability remain insufficiently examined and require further research for comprehensive assessment.

2. RESEARCH METHOD

This study adopts a systematic research methodology to conduct a comprehensive literature review on seismic isolation and performance analysis. Data were collected from peer-reviewed articles published between 2014 and 2025, primarily sourced from Scopus, Web of Science, and Google Scholar. Selection was based on keywords such as “seismic isolation,” “structural resilience,” “seismic performance,” and “isolation systems.” Only English-language, peer-reviewed journal articles with full-text access were included to ensure reliability and validity. In total, 45 studies on seismic isolation and structural behavior were analyzed. Descriptive statistics and meta-analysis were applied to identify research trends and patterns. As illustrated in Table 1, which presents the number of studies by year, the results show a steady increase in related publications over the examined period.

Table 1. Number Of Studies by Year

Year	2014	2015	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Number	2	1	2	2	3	4	7	4	4	9	7

In the initial phase, relevant studies were identified through a preliminary screening of titles and abstracts. The most relevant articles were selected for detailed review, and only those meeting the research objectives and criteria were included in the final analysis. The selection focused on studies addressing key topics such as the effectiveness of seismic isolation systems and methods to enhance structural integrity in earthquake-resistant designs. The analysis also examined the distribution of studies by journal. Table 2. shows the number of studies based on journal titles. This chart highlights the major publication sources, with Structures journal having the highest number of publications, followed by Soil Dynamics and Earthquake Engineering, Engineering Structures, Applied Sciences, Sustainability, Practice Periodical on Structural

Design and Construction, Journal of Building Engineering and Asian Journal of Civil Engineering.

Table 2. Number Of Studies By Journal

Journals	Number of Studies
Buildings	1
Bulletin of Earthquake Engineering	1
Civil and Environmental Engineering Reports	1
Civil Engineering Journal	1
Computers and Concrete	1
Earthquake Spectra	1
Earthquakes and Structures	1
Innovative Infrastructure Solutions	1
International Journal of Civil Engineering and Technology	1
International Journal of Engineering Development and Research	1
International Journal of Steel Structures	1
International Research Journal of Engineering and Technology	1
Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering	1
Journal of Polymer & Composites	1
Journal of Structural Integrity and Maintenance	1
Journal of Vibration Engineering & Technologies	1
Magazine of Civil Engineering	1
Open Engineering	1
Pamukkale University Journal of Engineering Sciences	1
Procedia Structural Integrity	1
Research on Engineering Structures and Materials	1
Soil Mechanics and Foundation Engineering	1
Structural Control and Health Monitoring	1
Structural Monitoring and Maintenance	1
Structure and Infrastructure Engineering	1
Turkish Journal of Engineering	1
Applied Sciences	2
Asian Journal of Civil Engineering	2
Engineering Structures	2
Journal of Building Engineering	2
Practice Periodical on Structural Design and Construction	2
Soil Dynamics and Earthquake Engineering	2
Sustainability	2
Structures	5

3. RESULTS AND EVALUATION

This section evaluates the key findings derived from the reviewed literature regarding isolator types and structural response parameters. Table 3. illustrates the structural dynamic response

parameters commonly investigated. Among the 45 articles examined, the majority of the literature focused on assessing the dynamic response of structures subjected to seismic loading through various key parameters. Acceleration and displacement were the most frequently addressed, each discussed in 23 articles. These were followed by shear force in 22, drift in 18, moment in 8, torsional effect in 6, and both rotations and frequency in 2. These results indicate that research has largely concentrated on parameters directly related to structural performance during seismic events, such as acceleration, displacement, and shear force. Conversely, aspects like torsional behavior, rotational movements, and natural frequency have received comparatively limited attention. In addition, lead rubber bearings (LRBs) appear as the most extensively studied, having been addressed in 20 publications. This reflects both their practical applicability and sustained research interest. In five studies, LRBs were considered in conjunction with friction pendulum systems (FPS)—either through comparative assessments or within broader frameworks involving multiple isolation strategies. FPS devices were investigated independently in three articles, whereas high damping rubber bearings (HDRBs) were addressed in two. These findings not only underscore the predominant role of LRBs in current research but also suggest an emerging inclination toward evaluating different isolation technologies in tandem, whether for comparative purposes or integrated performance analysis. Future research should aim to provide a more holistic assessment of structural behavior by incorporating both a wider range of isolator types and the dynamic parameters that have received limited attention to date.

Table 3. Dynamic Response Parameters of Structures

Dynamic Response Parameters of Structures	Total Number of Studies
Acceleration	23
Displacement	23
Shear Force	22
Drift	18
Moment	8
Torsional Effect	6
Rotations	2
Frequency	2

The findings obtained from the 45 articles evaluated within the scope of the research summarized in Table 3 are discussed. Castillo et al. (2024) conducted a performance evaluation of low-rise reinforced concrete shear wall buildings using unconnected fiber-reinforced elastomeric isolators (U-FREI), aiming to reduce structural fragility. Similarly, Chen et al., in their study comparing leaded rubber bearings (LRB) and high damping rubber bearings (HDRB) in terms of their performance, showed the superiority of HDRBs over LRBs. Additionally, Kiran and Farsangi (2020) analyzed low-rise, long-span structures using LRBs against blast loads and showed that LRBs are effective in improving performance under blast loads. On the other hand, İbrahim (2025) evaluated the seismic vulnerability of a theoretical hospital building by taking into account the structure-soil interaction and observed performance improvement as a result.

In this context, Abrar and Tuhta (2022) investigated the performance of elastomeric isolators in mid-rise buildings under long-period earthquakes and compared isolators with different natural periods. Similarly, Deringöl and Güneyisi (2023) showed that adjusting the period of LRB isolators can lead to better performance. Both studies confirmed that LRB-based systems effectively improve dynamic response by reducing drift, acceleration, and shear forces.

Md et al. (2024) used unreinforced rubber as a seismic isolator in their study. Manchalwar and Bakre (2020) compared the performance of LRBs with U-shaped steel dampers. Liu et al. (2024) proposed a three-dimensional isolation system for a nuclear structure. Kaatsız et al. (2024) evaluated the base isolation performance of five hospitals affected by the February 6, 2023 earthquake. Similarly, Baidya and Roy (2024) used a SMARB device to minimize upper-story acceleration for different soil conditions. Finally, Usta (2021) analyzed the effects of base isolation on a historical masonry using the finite element method. Although these studies focused on different topics, all reported improvements in displacement and acceleration performance.

Similarly, Jasim et al. (2024) compared isolators with tuned mass dampers (TMDs). Likewise, Thakur and Tiwary (2023) found that using both viscous dampers and base isolation in hybrid structures strengthens building resilience. Hu (2014) investigated steel-framed buildings with LRBs under near-fault ground motions and observed reductions in base shear and drift. Similarly, Madhukumar et al. (2022) examined RC frame buildings of varying heights. In summary, these studies indicate that base isolation is highly effective in reducing drift and shear demands.

Additionally, Siringoringo and Fujino (2014) studied a base-isolated building during the 2011 Great East Japan Earthquake. Ziraoui et al. (2024) evaluated multi-story reinforced concrete buildings with LRB isolators. Ye and Nyangi (2021) improved double-isolated structures by adding inerts to control displacements. Similarly, Kumar and Saha (2021) studied the seismic behavior of elevated liquid storage tanks. Manna et al. (2024) analyzed buildings with secondary structures. Furthermore, Nasery et al. (2015) investigated the effects of base isolation on hospital-type buildings with high ductility. Sugihardjo and Lesmana (2019) evaluated the performance of residential buildings using perforated reinforced elastomeric isolators. As a whole, these studies show that base isolation systems support structural performance in terms of various parameters such as moment, displacement, drift, shear, and acceleration.

Additionally, Ozer and Inel (2025) compared fluid-viscous dampers, LRBs, and friction pendulum systems in a mid-rise reinforced concrete building with torsional irregularities. De Domenico et al. (2020) proposed a hybrid isolation system combining friction pendulum bearings with a tuned fluid inertial element (TFI). Similarly, Shang et al. (2021) developed a variable friction pendulum bearing (VFPB) and compared it with conventional systems. Deringöl and Güneyisi (2021) applied HDRBs to steel structures and designed a compact smart isolation system. All these studies demonstrate consistent improvements in displacement and acceleration control.

Yuan et al. (2025) optimized a rubber bearing isolation system for the Dong Wind and Rain Bridge for heritage protection. Sulthan and Seki (2023) conducted fragility analyses of base-isolated buildings in Indonesia. Domadzra et al. (2024) investigated the effects of LRB and FPS bearings on isolation efficiency. Similarly, Baidya and Roy (2023) compared the performance

of SMA-based isolators. Lo Frano (2018) evaluated the advantages of seismic isolation in nuclear structures, particularly for small modular reactors (SMRs). Furthermore, Falborski and Jankowski (2017) experimentally tested a polymeric bearing prototype for vibration reduction. When these studies are evaluated together, it becomes clear that base isolation consistently improves acceleration performance in different building types.

Additionally, Lai et al. (2025) developed double-sided sliding horizontal-vertical decoupling bearings (DS-HVDB). Babu and Zubedi (2019) emphasized the importance of base isolation and soil-structure interaction for seismic resistance. Saritaş et al. (2022) investigated the performance of LRBs in high-rise buildings with torsional irregularities. Özer and İnel (2021) evaluated different LRB and FPS configurations in reinforced concrete residential buildings. It is evident from these studies that base isolation helps manage torsional irregularities and strengthens overall structural stability.

Finally, Ganji and Kazem (2017) investigated the seismic performance of steel structures equipped with viscous dampers or LRBs under near-field earthquakes and demonstrated how different system strategies shape the structural response under intense seismic conditions. Chanda and Debbarma (2020) performed fragility analyses for a six-story reinforced concrete building using LRB isolators. Furthermore, Agrawal et al. (2025) compared the performance of LRB and FPB systems in eight-story buildings. Islam and Al Kutti (2018) studied the effects of LRB isolation on multi-story structures. Ashokkumar et al. (2025) put forward recommendations on the optimal positioning of dampers in mid- and highrise buildings using different types of isolation. Habib et al. (2021) analyzed irregular reinforced concrete buildings with base isolation under near-fault earthquakes. The effectiveness of base isolation in reducing shear forces and overall seismic demand is clearly demonstrated when these studies are evaluated together.

Consequently, Özer, İnel, and Çaycı (2022) compared fixed-base and base-isolated reinforced concrete buildings (LRB, FPS, and FS systems). Their findings indicated that although total displacements increased in base-isolated systems, displacement demands were significantly reduced at the isolator level, effectively protecting the superstructure from severe seismic effects.

4. GENERAL EVALUATION AND CONCLUSIONS

This study aims to contribute to the literature by examining how seismic isolation systems affect structural behavior. Initially, the fundamental purpose and importance of seismic isolation are summarized, and examples from past major earthquakes are used to highlight the critical role of structural safety. These examples clearly demonstrate how the critical role isolation plays in earthquake engineering today. The study demonstrated that isolation helps minimize the effects of earthquakes by explaining the connection between traditional building design and seismic isolation systems.

The research methodology is then explained, providing an overview of the systematic organization of the study. During the literature review, each step of the process is explained, and a review process is presented, defining data sources, selection criteria, and scope. The findings indicate that most studies primarily focus on reinforced concrete structures, with LRB-

type isolators being the most commonly used. These results demonstrate that LRB systems play a significant role in improving seismic performance.

In general, while many studies examine dynamic responses such as acceleration, displacement, shear, and drift, relatively few studies consider torsional behavior and rotational motions. It is clear that future research should focus on these areas and evaluate a wider range of isolator types to achieve more comprehensive conclusions about structural behavior.

To conclude, this study shows that seismic isolation systems play a crucial role in improving how structures perform during earthquakes. Future studies should examine the different dynamic responses and the combined use of various isolator types. These findings provide useful guidance for researchers and practitioners who aim to develop more effective and durable seismic isolation solutions.

REFERENCES

- Çerçevik, A. E., & Çerçevik, N. K. (2025). Energy-Based Optimization of Seismic Isolation Parameters in RC Buildings Under Earthquake Action Using GWO. *Applied Sciences*, 15(5), 2870. <https://doi.org/10.3390/app15052870>
- Zhong, W., Li, B., Liu, Y., Tan, P., & Zhou, F. (2024). The effect of an improved passive bumper on the seismic response of the base-isolated structure: Numerical simulations and optimization design. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 176, 108335. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2023.108335>
- Mortazavi, A., & Kandemir, E. Ç. (2024). Simultaneous optimization of capacity and topology of seismic isolation systems in multi-story buildings using a fuzzy reinforced differential evolution method. *Advances in Engineering Software*, 198, 103781. <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2024.103781>
- Salaas, B., Bekdaş, G., Ibrahim, Y. E., Nigdeli, S. M., Ezzat, M., Nawar, M., & Kayabekir, A. E. (2023). Design Optimization of a Hybrid Vibration Control System for Buildings. *Buildings*, 13(4), 934. <https://doi.org/10.3390/buildings13040934>
- Sheng, Y., Yang, Z., Meng, Y., & Jia, B. (2024). A Study on the Design of a New Three-Dimensional Seismic Isolation Bearing Based on an Improved Genetic Algorithm for Bridge Engineering. *Applied Sciences*, 14(20), 9453. <https://doi.org/10.3390/app14209453>
- Islam, A. B. M. S., Jameel, M., Jumaat, M.Z. (2011). Seismic isolation in buildings to be a practical reality: behavior of structure and installation technique. *Journal of Engineering and Technology Research*, 3(4), 99-117.
- Whittaker, A. S., Sollogoub, P., & Kim, M. K. (2018). Seismic isolation of nuclear power plants: Past, present and future. *Nuclear Engineering and Design*, 338, 290–299. <https://doi.org/10.1016/j.nucengdes.2018.07.025>
- D. Losanno, I.E. Madera Sierra, M. Spizzuoco, J. Marulanda, P. Thomson, Experimental performance of unbonded polyester and carbon fiber reinforced elastomeric isolators under bidirectional seismic excitation, *Eng. Struct.* 209 (November 2019) (2020) 110003, <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.110003>.

- Chen, X., Yang, H. T. Y., Shan, J., Hansma, P. K., & Shi, W. (2016). Bio-Inspired Passive Optimized Base-Isolation System for Seismic Mitigation of Building Structures. *Journal of Engineering Mechanics*, 142(1), 04015061. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EM.1943-7889.0000971](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EM.1943-7889.0000971)
- Mohebbi, M., & Dadkhah, H. (2017). Multi-Objective Semi-Active Base Isolation System. *International Journal of Optimization In Civil Engineering*, 7(3), 319-338.
- Chang, C.-M., Shia, S., & Yang, C.-Y. (2018). Use of active control algorithm for optimal design of base-isolated buildings against earthquakes. *Structural and Multidisciplinary Optimization*, 58(2), 613–626. <https://doi.org/10.1007/s00158-018-1913-7>
- Mohebbi, M., & Dadkhah, H. (2019). Optimal Smart Base Isolation System for Multiple Earthquakes. *International Journal of Optimization In Civil Engineering*, 9(1), 19-37.
- Castillo, B., Vides, S. M., Marulanda, J., Ortiz, A. R., & Thomson, P. (2024). Seismic performance assessment of a low-rise Thin Reinforced Concrete Wall building with Unconnected Fiber Reinforced Elastomeric Isolators using Real-Time Hybrid Simulations. *Journal of Building Engineering*, 109303. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.109303>
- Ozer, E., & Inel, M. (2025). The effect of single and combined use of base isolator and fluid viscous damper on seismic performance in a conventional RC building with torsional irregularity. *Journal of Building Engineering*, 101, 111898. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2025.111898>
- Siringoringo, D. M., & Fujino, Y. (2014). Seismic response analyses of an asymmetric base-isolated building during the 2011 Great East Japan (Tohoku) Earthquake. *Structural Control and Health Monitoring*, 22(1), 71–90. <https://doi.org/10.1002/stc.1661>
- Yuan, W., Xie, B., Zhou, W., Yin, Z., Wang, Z., & Ding, T. (2025). Seismic performance analysis of wind and rain bridge structures and design of a seismic vibration damping program using rubber isolators. *Structures*, 79, 109474. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2025.109474>
- Md, Z. N., S.C., M., & Jyosyula, S. K. R. (2024). Performance of low-cost unreinforced elastomeric isolator for masonry building: Experimental investigations and numerical analysis. *Structures*, 63, 106365. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2024.106365>
- Lai, Z., Luo, B., Shuang, C., Cao, W., Tan, P., Shu, W., & Zhu, Z. (2025). Seismic performance of isolation structure with double-sided sliding horizontal-vertical decoupling bearing. *Structures*, 79, 109579. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2025.109579>
- Chen, P., Lu, Y., Wang, B., Zhuang, P., & Dai, K. (2025). Enhancing seismic resilience in base-isolated structures: A performance-based comparison of HDRB and LRB isolation systems. *Engineering Structures*, 342, 120945. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2025.120945>
- Jasim, F. A., Jasim, N. A., & Al-Hussein, A. A. (2024). Advancing seismic performance: Isolators, TMDs, and multi-level strategies in reinforced concrete buildings. *Open Engineering*, 14(1). <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0589>

- De Domenico, D., Ricciardi, G., & Zhang, R. (2020). Optimal design and seismic performance of tuned fluid inerter applied to structures with friction pendulum isolators. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 132, 106099. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2020.106099>
- Manchalwar, A., & Bakre, S. V. (2020). Seismic Performance of Structure with Isolated Foundation Using U-Shape Steel Damper as an Isolator. *Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 57(2), 170–177. <https://doi.org/10.1007/s11204-020-09653-4>
- Kiran, K. K. G., & Farsangi, E. (2020). Performance Evaluation of the Base Isolation Technique on the Blast Mitigation of Spatial Structures. *Civil and Environmental Engineering Reports*, 30(3), 134–160. <https://doi.org/10.2478/ceer-2020-0037>
- Ganji, M., & Kazem, H. (2017). Comparing Seismic Performance of Steel Structures Equipped with Viscous Dampers and Lead Rubber Bearing Base Isolation under Near-Field Earthquake. *Civil Engineering Journal*, 3(2), 124–136. <https://doi.org/10.28991/cej-2017-00000079>
- Sulthan, F., & Seki, M. (2023). Seismic fragility analysis of base isolation reinforced concrete structure building considering performance – a case study for Indonesia. *Structural Monitoring and Maintenance*, 10(3), 243–260. <https://doi.org/10.12989/smm.2023.10.3.243>
- Thakur, R., & Tiwary, A. K. (2023). Comparative study on the effectiveness of fluid viscous dampers and base isolation: an approach toward enhancing seismic performance of composite structures. *Innovative Infrastructure Solutions*, 8(10). <https://doi.org/10.1007/s41062-023-01229-z>
- Narhare, M., & Kasnale, A. (2019). A review of behaviour of building under earthquake with or without base isolation. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 6(7).
- Babu, S. A., & Zubedi, A. (2019). Study on soil structure interaction and base isolated system for seismic performance of structures resting on different types of soils. *International Journal of Engineering Development and Research (IJEDR)*, 7(4). <http://www.ijedr.org/ISSN2321-9939.html>
- Ziraoui, A., Kissi, B., Aaya, H., & Azdine, I. (2024). Seismic behavior of base-isolated building structures with lead rubber bearings (LRBs). *Procedia Structural Integrity*, 61, 171–179. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2024.06.023>
- Ozer, E., Inel, M., & Cayci, B. T. (2022). Seismic Performance Comparison of Fixed and Base-Isolated Models. *Iranian Journal of Science and Technology, Transactions of Civil Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s40996-022-00936-4>
- Liu, Y., Li, J., & Lin, G. (2024). Seismic mitigation analysis of three-dimensional base-isolated nuclear structures with soil-dependent isolation system under extreme earthquakes. *Engineering Structures*, 311, 118187. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2024.118187>
- Saritaş, F., Bedirhanoglu, I., Konak, A., & Keskin, M. S. (2022). Effect of Seismic Isolation on the Performance of High-Rise Buildings with Torsional Instability. *Sustainability*, 15(1), 36. <https://doi.org/10.3390/su15010036>

- Chanda, A., & Debbarma, R. (2020). Probabilistic seismic analysis of base isolated buildings considering near and far field earthquake ground motions. *Structure and Infrastructure Engineering*, 1–12. <https://doi.org/10.1080/15732479.2020.1836000>
- Domadzra, Y., Bhandari, M., & Hasan, M. (2024). Seismic response of base-isolated buildings: exploring isolator properties. *Asian Journal of Civil Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s42107-024-01041-9>
- Kaatsız, K., Alıcı, F. S., Sucuoğlu, H., Tanışer, S., & Kale, Ö. (2024). Seismic performance assessment of base isolation systems in five hospitals during the Mw7.8 and Mw7.6 2023 earthquakes in Southeast Turkey. *Earthquake Spectra*. <https://doi.org/10.1177/87552930241284613>
- Ye, K., & Nyangi, P. (2021). Enhancing the seismic performance of dual-isolated structure with optimal supplemental inerters. *Bulletin of Earthquake Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s10518-021-01279-7>
- Ibrahim, O. (2025). Resilience of hospital structures under seismic loads: A case study informed by the 2023 Maraş earthquake. *Structures*, 74, 108642. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2025.108642>
- Shang, J., Tan, P., Zhang, Y., Han, J., & Mi, P. (2021). Seismic isolation design of structure using variable friction pendulum bearings. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 148, 106855. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2021.106855>
- Ozer, E., & Inel, M. (2021). The effect of seismic isolation on performance of a residence building. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 27(3), 304–312. <https://doi.org/10.5505/pajes.2020.36825>
- Ashokkumar, P. M., Gupta, S., & Gupta, P. K. (2025). Seismic performance of inter storey isolated and base isolated building. *Asian Journal of Civil Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s42107-025-01514-5>
- Kumar, H., & Saha, S. K. (2021). Seismic Performance of Base-Isolated Elevated Liquid Storage Tanks Considering Soil–Structure Interaction. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 26(1), 04020062. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)sc.1943-5576.0000545](https://doi.org/10.1061/(asce)sc.1943-5576.0000545)
- Agrawal, A., Verma, M., & Kumar, A. (2025). Comparative analysis of using rubber isolator and friction isolator in G+8 building by SAP 2000. *Journal of Polymer & Composites (JoPC)*, 13(Special Issue 1), 479–487. <https://journals.stmjournals.com/jopc/article=2024/view=190065>
- Manna, R., Elias, S., & Matsagar, V. (2024). Response of Base-Isolated Building with Secondary System under Earthquakes and Pulse-Type Ground Motions. *Practice Periodical on Structural Design and Construction*, 29(4). <https://doi.org/10.1061/ppscfx.sceng-150>
- Abrar, O., & Tuhta, S. (2022). Performance of elastomeric seismic isolators under long-period earthquakes. *Magazine of Civil Engineering*, 110(2), Article 11014. <https://doi.org/10.34910/MCE.110.1>

- Islam, A. B. M. S., & Al-Kutti, W. A. (2018). Seismic response variation of multistory base-isolated buildings applying lead rubber bearings. *Computers and Concrete*, 21(5), 495–504. <https://doi.org/10.12989/cac.2018.21.5.495>
- Deringöl, A. H., & Güneyisi, E. M. (2023). Enhancing the seismic performance of high-rise buildings with lead rubber bearing isolators. *Turkish Journal of Engineering*, 7(2), 99–107. <https://doi.org/10.31127/tuje.1026994>
- Baidya, S., & Roy, B. K. (2023). Comparative seismic performance of building with Cu-Al-Be and Ni-Ti SMARB base isolation system using particle swarm optimization. *Journal of Structural Integrity and Maintenance*, 1–7. <https://doi.org/10.1080/24705314.2023.2170124>
- Deringöl, A. H., & Güneyisi, E. M. (2021). Effect of Using High Damping Rubber Bearings for Seismic Isolation of the Buildings. *International Journal of Steel Structures*. <https://doi.org/10.1007/s13296-021-00530-w>
- Baidya, S., & Roy, B. K. (2024). Response Mitigation of Building Isolated by Shape Memory Alloy Rubber Bearing Considering Soil Structure Interaction Effect. *Journal of Vibration Engineering & Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s42417-024-01476-z>
- Nasery, M. M., Ergun, M., Ates, S., & Husem, M. (2015). Comparing the dynamic behavior of a hospital-type structure with fixed and isolated base. *Earthquakes and Structures*, 9(3), 657–671. <https://doi.org/10.12989/eas.2015.9.3.657>
- Hu, J. (2014). Response of Seismically Isolated Steel Frame Buildings with Sustainable Lead-Rubber Bearing (LRB) Isolator Devices Subjected to Near-Fault (NF) Ground Motions. *Sustainability*, 7(1), 111–137. <https://doi.org/10.3390/su7010111>
- Sugihardjo, H., & Lesmana, Y. (2019). The seismic performance of residential housing under strong earthquake shaking. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 10(1), 2195–2209. <https://www.iaeme.com/ijciyet/issues.asp?JType=IJCIET&VType=10&IType=1>
- Lo Frano, R. (2018). Benefits of Seismic Isolation for Nuclear Structures Subjected to Severe Earthquake. *Science and Technology of Nuclear Installations*, 2018, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2018/8017394>
- Falborski, T., & Jankowski, R. (2017). Experimental Study on Effectiveness of a Prototype Seismic Isolation System Made of Polymeric Bearings. *Applied Sciences*, 7(8), 808. <https://doi.org/10.3390/app7080808>
- Habib, A., AL Hour, A., & Yildirim, U. (2021). Comparative study of base-isolated irregular RC structures subjected to pulse-like ground motions with low and high PGA/PGV ratios. *Structures*, 31, 1053–1071. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2021.02.021>
- Usta, P. (2021). Investigation of a Base-Isolator System's Effects on the Seismic Behavior of a Historical Structure. *Buildings*, 11(5), 217. <https://doi.org/10.3390/buildings11050217>
- Madhukumar, M., Santhi M, H., & V, V. (2022). Performance analysis of lead rubber bearing isolation system for low, medium and high- rise RC buildings. *Research on Engineering Structures and Materials*. <https://doi.org/10.17515/resm2022.437ie0526>

KUŞBURNU SİNİPID GAL KOMÜNİTESİ ÜYELERİNDEN *EXERİSTES* *ROBORATOR* (HYMENOPTERA: ICHNEUMONİDAE) TÜRÜNÜN İLKİN TASLAK GENOMU

SELİN ASLANDAŞ¹,

¹ Sivas Cumhuriyet University, Graduate School of Natural and Applied Sciences,
selinaslandas@gmail.com – ORCID ID: 0009-0004-5387-3515

Prof. Dr. MAHİR BUDAK²,

² Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and
Genetics, mbudak@cumhuriyet.edu.tr – ORCID: 0000-0001-5610-486X

Asst. Prof. Dr. ÖZGÜL DOĞAN³,

³ Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and
Genetics, odogan@cumhuriyet.edu.tr – ORCID ID: 0000-0003-0182-8654

Prof. Dr. ERTAN MAHİR KORKMAZ⁴

⁴ Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and
Genetics, ekorkmaz@cumhuriyet.edu.tr – ORCID ID: 0000-0003-0699-1354

ÖZET

Bağımsız soyhatlarını (konak bitki, inkülinler, gal yapıcı ve parazitoid türler ve ortam mikrobiyomu) bünyesinde barındıran ve çok düzeyli trofik etkileşimlerin gerçekleştiği kuşburnu sinipid gal komünitesi birlikte evrimin genetik izlerini anlamak açısından önemli bir model sistemdir. Ancak, bu komünite üyelerinin genom bilgileri oldukça sınırlıdır. Bu çalışmada, parazitoid *Exeristes roborator* (Hymenoptera: Ichneumonidae) türüne ait ilk taslak genom, gallerden toplanan bireylerden elde edilen DNA ve RNA örneklerinin Illumina NovaSeq 6000 platformunda 150 bç eşli uç dizilenmesiyle oluşturulmuştur. İki ayrı genom kütüphanesinden toplamda yaklaşık 369 milyon kısa okuma üretilmiştir. Okuma kaliteleri FastQC ile değerlendirilmiş, fastp ile düşük kaliteli diziler filtrelenmiştir. Verilerin k-mer dağılımları Jellyfish ile hesaplanmış, GenomeScope analiziyle genom büyüklükleri tahmin edilmiştir. Filtrelenen veriler, SPAdes ve MaSuRCA programlarıyla *de novo* olarak birleştirilmiştir. Transkriptom verileri ise rnaSPAdes ve Trinity ile işlenmiştir. Genom ve transkriptom kaliteleri sırasıyla QUAST ve TransRate ile bütünlükleri ise BUSCO programıyla değerlendirilmiştir. TRF, RepeatModeler ve RepeatMasker kullanılarak tekrarlı ve hareketli genetik elemanlar belirlenmiştir. Yaklaşık 278 Mb büyüklüğündeki taslak genom, 198x kapsam derinliği ile dizilenmiştir. İlk kütüphanenin MaSuRCA çıktısı omurga olarak kullanılmış, ikinci kütüphane okumaları omurgaya entegre edilerek final genom birleşimi oluşturulmuştur. BUSCO sonucunda, %86,9 (5.206 tam gen) oranıyla gen kapsamı iyileştirilmiştir. Taslak genomun %29,23'ü tekrarlı diziler ve hareketli genetik elemanlardan oluşurken, maskelenmiş

bölgelerin %23,40'ı sınıflandırılmamıştır. Transkriptom verileri, Trinity ile 3.922, rnaSPAdes ile 3.786 tam BUSCO tespit edilmiştir. Bulgular, türün kompakt genomunun özgün tekrarlı elemanlarla şekillenmesiyle, ileride yapılacak fonksiyonel ve karşılaştırmalı genomik çalışmalar için değerli bir referans niteliği taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Exeristes roborator*, *de novo* birleştirme, genom ve transkriptom analizleri, sinipid gal komünitesi, Hymenoptera, biyoinformatik akış

Preliminary Draft Genome of the Species *Exeristes roborator* (Hymenoptera: Ichneumonidae) from Members of the Sinipid Gal Community

ABSTRACT

The rosehip gall community, which contains independent lineages (host plants, inulin producers, gall-forming and parasitoid species, and the environmental microbiome) and where multitrophic interactions occur, is an important model system for understanding the genetic traces of coevolution. However, genomic information on the members of this community is quite limited. In this study, the first draft genome of the parasitoid species *Exeristes roborator* (Hymenoptera: Ichneumonidae) was constructed by sequencing DNA and RNA samples collected from individuals in galls using the Illumina NovaSeq 6000 platform with 150 bp paired-end reads. A total of approximately 369 million short reads were generated from two separate genomic libraries. Read qualities were assessed using FastQC, and low-quality sequences were filtered using fastp. The k-mer distributions of the data were calculated using Jellyfish, and genome sizes were estimated using GenomeScope analysis. The filtered data were assembled *de novo* using SPAdes and MaSuRCA. Transcriptome data were processed using rnaSPAdes and Trinity. Genome and transcriptome quality were examined using QUAST and TransRate, respectively. The integrity was assessed using the BUSCO program. Repetitive and mobile genetic elements were identified using TRF, RepeatModeler, and RepeatMasker. The draft genome, approximately 278 Mb in size, provides 198x coverage. The MaSuRCA output of the first library was used as the backbone. The second library reads were integrated into the backbone to create the final genome assembly. As a result of BUSCO, gene coverage was improved to 86.9% (5,206 complete genes). While 29.23% of the draft genome consists of repetitive sequences and mobile genetic elements, 23.40% of the masked regions could not be classified. Transcriptome data identified 3,922 complete BUSCOs with Trinity and 3,786 with rnaSPAdes. The findings, shaped by the species' compact genome with unique

repetitive elements, provide a valuable reference for future functional and comparative genomic studies.

Keywords: *Exeristes roborator*, de novo assembly, genome and transcriptome analyses, sinipid gall community, hymenoptera, bioinformatics workflow

1. GİRİŞ

Evrimsel dönüşüm süreçlerine bakıldığında, doğa hiçbir türün tek başına evrimleşmediğini göstermektedir. Tüm yaşam formları, beslenme, barınma, savunma ve üreme gibi temel ihtiyaçlarını sürdürürebilmek için, diğer canlı türleriyle doğrudan ve/veya dolaylı biçimlerde sürekli etkileşim hâindedir. Bu etkileşimler yalnızca türlerin davranışlarını ve morfolojik özelliklerini şekillendirmekle kalmaz; aynı zamanda genom düzeyinde de kalıcı etkiler bırakabilir (Medeiros vd., 2018). Nitekim av-avcı ilişkileri, konak-parazit etkileşimleri, mutualistik birliktelikler ya da rekabetçi ilişkileri barındıran etkileşim biçimleri, türlerin doğada sürekli bir seçim baskısı yaratarak evrimsel süreçlerin en önemli itici gücünü oluşturmaktadır (Val Valen 1973). Bu seçim baskılarının zaman içindeki birikimli etkileri, populasyonların genetik çeşitliliğini değiştirebilir, adaptasyon hızını etkileyebilir ve türlerin ekolojik ilişkilerini yeniden şekillendirebilir. Bu bağlamda, türler arası etkileşimlerin gözlemlenebildiği model sistemler büyük önem taşımaktadır. Özellikle ikili ve/veya çoklu trofik etkileşimleri anlamak amacıyla tanımlanan birlikte evrim kavramı (Ehrlich 1964), kuşburnu sinipid gal komünitesinin barındırdığı bağımsız soyhatlarının (konak bitki, inkülinler, gal yapıcı ve parazitoid türler ile ortam mikrobiyomu) birbirleriyle kurduğu ilişkilerin altındaki evrimsel süreçlerin genetik düzeyde nasıl şekillendiğini ve türler arası adaptif değişimleri nasıl yönlendirdiğini ortaya koyan ideal bir model sunmaktadır.

Gal yapıcı türler, konak bitki üzerinde özelleşmiş yapılar (galler) oluşturarak hem kendi gelişimlerini hem de parazitoidlerin yaşam döngüsünü etkilemektedir (Kirsch vd., 2012; Desnitskiy vd., 2023). Bu sürecin her adımını, farklı soyhatlarının, birbirlerinin varlığına ve davranışlarına verdiği genetik ve ekolojik yanıtlar şekillendirmektedir (Betancourt vd., 2020). Bu doğrultuda, konak bitki dokularında meydana gelen morfolojik değişimlerle beraber konağın bağışıklık yanıtları, hormonal sinyalleşme ağları ve gelişimsel yolları yeniden düzenlenmektedir (Rohfritsch ve Shorthouse 1982). Buna karşılık, parazitoid türler, konak bitkinin fizyolojik ve moleküler savunma mekanizmalarını aşabilmek için sürekli olarak yeni

stratejiler geliştirmektedir. Konak bitki bu baskıya, bağışıklık yanıtını güçlendiren ve doku gelişiminin seyrini değiştiren adaptif tepkiler ortaya koymaktadır (Stone ve Schönrogge 2003). Dolayısıyla evrimsel açıdan her iki taraf üzerinde güçlü bir seçim baskısı oluşur ve bağışıklık sistemi, sinyal iletimi, gelişim süreçleri ve gal oluşumu ile ilişkili genlerde pozitif veya dengeleyici seçim izlerinin görülmesi muhtemeldir. Böylelikle, karşılıklı evrimsel süreçler, gal yapıcı türler ve onlarla ilişkili parazitoid türleri arasında çeşitliliğin artmasını sağlamaktadır. Ayrıca, diğer soyhatları arasında da farklı etkileşim örüntülerinin temelini oluşturmaktadır. Gal yapıcı türlerle ilişkili parazitoid toplulukları, genellikle Cynipidae, Eurytomidae, Ichneumonidae, Torymidae, Chalcidoidae ve Pteromalidae familyalarına aittir (Özbek vd., 1999; Daneshvar vd., 2009). Bu türler, galler içinde farklı roller üstlenerek gal yapıcıları ve inkuilinleri parazitlemekte veya gal dokularından beslenmektedir (Stone vd., 2002; László vd., 2014). Bazı türler belirli konaklara özelleşmişken, bazıları daha geniş bir konak yelpazesine sahiptir. Bu durum, sinipid gal komünitesinde türler arası karmaşık etkileşim ağlarını ve sürekli evrimsel baskıyı açıkça ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, *Exeristes roborator* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Ichneumonidae) gibi geniş konak yelpazesine sahip parazitoidlerin (László vd., 2016) genomlarının ortaya çıkarılması, yalnızca türlerin biyolojik temellerini anlamakla kalmaz; aynı zamanda konak bitki-gal-parazitoid ilişkilerinin moleküler düzeyde çözülmesine, adaptasyon stratejilerinin araştırılmasına ve evrimsel baskıların izlenmesine olanak sağlayabilir. Son yıllarda hızla gelişen biyoinformatik yaklaşımlar ve yeni nesil dizileme teknolojileri sayesinde gal komünitelerinde yer alan türlerin genom ve transkriptom düzeyinde incelenmesi mümkün hâle gelmiştir.

Bu gelişmeler doğrultusunda, bu çalışma *E. roborator*'a ait ilk taslak genomu sunarak, hem bu türün kompakt genom yapısı ve özgün tekrarlı elemanları üzerinden birlikte evrimin izlerini araştırmak için yeni fırsatlar sunmakta hem de ileride fonksiyonel ve karşılaştırmalı evrimsel analizler içinde önemli bir kaynak oluşturmaktadır.

2. DENEYSEL ÇALIşMALAR (veya UYGULAMALAR)

2.1. YÖNTEM

2.1.1. Örneklem

Örneklem materyalini, kuşburnu gal komünitesinin bir üyesi olan *Exeristes roborator* türü oluşturmaktadır. Bu türe ait bireyler TÜBİTAK 1001 (123Z065) no.lu projeden elde edilmiştir. Gallerden toplanan bu türün bireylerinden genomik DNA ve total RNA izole edilmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak genom ve transkriptom birleşimleri gerçekleştirilmiş, ardından kapsamlı genom anotasyonu analizleri yapılmıştır.

2.1.2. Genomik DNA İzolasyonu

Örneklem olarak toplanan *E. roborator* türüne ait erkek bireylerden yüksek kaliteli DNA elde etmek amacıyla salting-out tabanlı bir protokol uygulanmıştır. Teşhisi tamamlanmış ve sıvı nitrojen içinde saklanmış örnekler öğütülerek 300 µL TNES tamponu (50 mM Tris, %0,5 SDS, pH 7,5, 400 mM NaCl, 20 mM EDTA) ve 15 µL proteinaz K (10 mg/mL) eklenmiş, 55 °C’de inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyonun ardından, örnekler 3 M sodyum asetat çözeltisinden 1/10 hacim oranında eklenmiş ve 14.000 rpm’de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen üst faz yeni bir tüpe alınmış, üzerine soğuk %100 etanol eklenip 12.000 rpm’de 10 dakika santrifüj edilmiştir. DNA peleti etanol uzaklaştırıldıktan sonra %70’lik etanol ile yıkanmış ve 50 µL 1×TE tamponunda çözülerek kullanılabilir hâle getirilmiştir.

2.1.3. Total RNA izolasyonu

Transkriptom analizleri için yüksek kaliteli RNA elde edilmesi amacıyla manuel ve kit tabanlı yöntemler birlikte uygulanmıştır. Örnekler RNA stabilizasyonu için RNAlater solüsyonunda -20 °C’de saklanmış, izolasyona başlamadan önce DEPC içeren su ile iki kez yıkanmıştır. Örnekler TRIzol reaktifi içinde homojenize edilip oda sıcaklığında 30 dakika bekletilmiştir. Ardından 200 µL kloroform-alkol (49:1) eklenmiş ve 12.000 × g’de 15 dakika santrifüj edilerek sıvı fazlar ayrılmıştır. Üstteki süpernatant yeni bir tüpe alınmış, eşit hacimde %70’lik etanol ile karıştırıldıktan sonra RNA spin kolonuna aktarılmıştır. Kolon 12.000 × g’de 15 saniye santrifüj edilerek RNA kolon üzerine bağlanmıştır. Daha sonra kolon ardışık yıkama tamponları ile yıkanmış ve oda sıcaklığında kurumaya bırakılmıştır. Kuruyan kolona DEPC’li su eklenip 1 dakika inkübe edildikten sonra 12.000 × g’de 2 dakika santrifüj edilerek saf RNA elde edilmiştir. Elde edilen RNA örnekleri DNaz I ile muamele edilip olası DNA kontaminasyonundan arındırılmış ve -80 °C’de dizileme ve transkriptom analizleri yapılabilmek için saklanmıştır.

2.1.4. Yeni Nesil Dizileme

Örneklemeden elde edilen genomik DNA, Illumina NovaSeq 6000 platformu kullanılarak 150 bp eşli uç dizileme yöntemi ile iki kütüphane olarak dizilenmiştir. Total RNA örneklerinin dizilemesi ise hizmet alımı kapsamında Illumina NovaSeq platformu kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.1.5. Genom İnşası ve Anotasyonu

Dizileme sonucunda kısa okuma verileri elde edilmiş ve ham okuma kaliteleri FastQC (Andrews, 2010) aracı ile değerlendirilerek düşük kaliteli bölgeler ve adaptör dizileri belirlenmiştir. Değerlendirme sonrası, düşük kaliteli okumalar fastp (Chen vd., 2018)

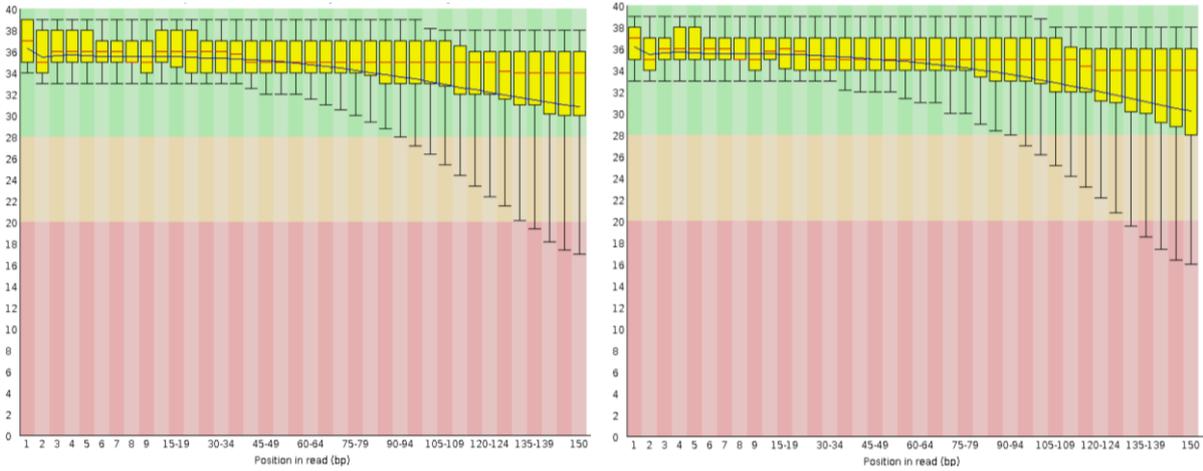
kullanılarak filtrelenmiştir. Jellyfish (Marçais & Kingsford, 2011) aracı kullanılarak filtrelenmiş verilerdeki k-mer frekans dağılımları hesaplanmıştır. Elde edilen histogramlar, GenomeScope (Vurture vd., 2017) programında analiz edilerek genom büyüklüğü, heterozigotluk oranı, hata düzeyi ve tekrarlanan DNA dizilerinin oranı tahmin edilmiştir. Fastp ile filtrelenen genom verileri *de novo* birleşim aşaması için SPAdes (Bankevich vd., 2012) ve MaSuRCA (Zimin vd., 2013) programları kullanılarak her iki kütüphane için ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen birleşimlerin karşılaştırılması sonucunda, birinci kütüphaneden elde edilen MaSuRCA çıktısı güvenilir bir omurga olarak kullanılmıştır. İkinci kütüphanenin okumaları bu yapıya entegre edilerek final genom birleşimi oluşturulmuştur. Böylece daha bütünlüklü ve doğru bir genom taslağı elde edilmiştir. Final genom birleşiminin kalitesi QUAST (Gurevich vd., 2013) aracıyla değerlendirilmiş, genom bütünlüğü ise tek kopyalı ortolog genlerin karşılaştırılmasına dayanan BUSCO (Simão vd., 2015) analizi ile incelenmiştir. Genomdaki tür-spesifik ve bilinen tekrarlı genetik elemanların tanımlanması için önce TRF (Tandem Repeat Finder) (G Benson 1999) ile tandem tekrarlar belirlenmiş, ardından RepeatModeler (<https://github.com/Dfam-consortium/RepeatModeler>) kullanılarak *de novo* bir tekrar kütüphanesi oluşturulmuştur. Bu kütüphane, RepeatMasker (Tempel, 2012) ile genom üzerinde tekrarlı dizilerin ve hareketli elemanların kapsamlı bir şekilde karakterize edilmesini sağlamıştır. Transkriptom verileri ise RNA-Seq birleşimi için Trinity (Grabherr vd., 2011) ve rnaSPAdes (Bushmanova vd., 2019) programları ile işlenmiştir. Birleşimlerin doğruluğu ve güvenilirliği TransRate (Smith-Unna vd., 2016) ile değerlendirilmiştir. Devamında BUSCO ile gen kapsamı incelenmiştir.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

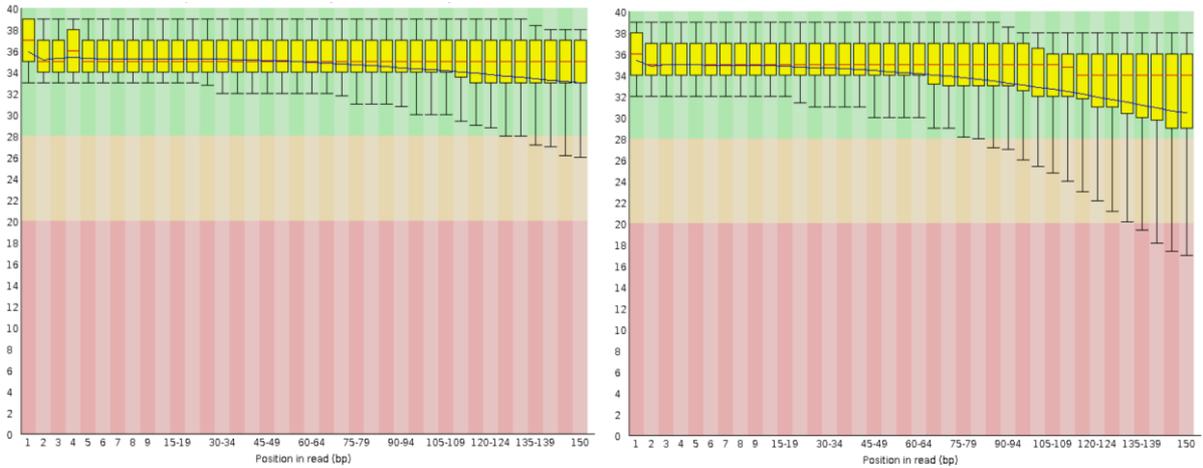
E. roborator parazitoid türüne ait iki ayrı genom kütüphanesinin ham okuma verileri, kalite kontrol ve filtreleme süreçleri değerlendirilmiştir. Kütüphanelere ait filtreleme öncesi ve filtreleme sonrası okuma sayılarıyla beraber; ilk kütüphaneye ait toplam baz sayısı 30.862.431.600 olup phred kalite skorları Q20 %95,94 ve Q30 %89,07 bulunmuştur. GC içeriği %38,66 olarak belirlenmiştir. İkinci kütüphanede ise toplam baz sayısı 24.273.120.000 olup Q20 %96,52 ve Q30 %89,67 belirlenmiştir. GC içeriği %38,96 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Kütüphanelere ait okuma verilerinin filtreleme öncesi ve sonrası istatistikleri

Kütüphane	Okuma Sayısı (Filtre Öncesi)	Okuma Sayısı (Filtre Sonrası)	Toplam Baz Sayısı	Q20 (%)	Q30(%)	GC (%)
İlk Kütüphane	206.526.008	205.749.544	30.862.431.600	95,94	89,07	38,66
İkinci Kütüphane	162.198.056	161.820.800	24.273.120.000	96,52	89,67	38,96



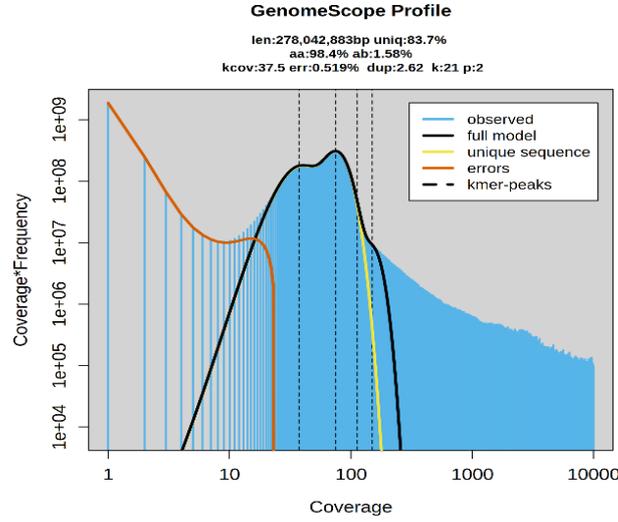
Görsel 1. *Exeristes roborator* türünün FastQC ile elde edilen ilk kütüphaneye ait ham verilerin kalite dağılım grafikleri



Görsel 2. *Exeristes roborator* türünün FastQC ile elde edilen ikinci kütüphaneye ait ham verilerin kalite dağılım grafiği

Ham okuma verilerinin kalite değerlendirilmesi sonrasında yapılan GenomeScope analizi ile *E. roborator* türünün ilk kütüphanesine ait genomun homozigot haploid genom uzunluğu 278.042.883 Mbç, toplam tekrarlı bölge uzunluğu 45.415.263 Mbç ve özgün bölge uzunluğu 232.627.620 Mbç olarak belirlenmiş, okuma hata oranı %0,52 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 2). İkinci kütüphanede ise homozigot haploid genom uzunluğu 277.144.616 Mbç, toplam

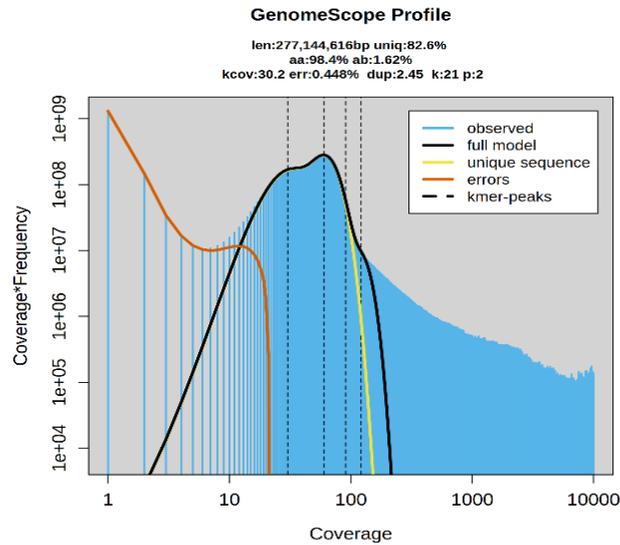
tekrarlı bölge uzunluğu 48.139.283 Mbç ve özgün bölge uzunluğu 229.005.333 Mbç olup, okuma hata oranı yine %0,52 olarak saptanmıştır (Çizelge 3).



Görsel 3. *Exeristes roborator* ilk kütüphanesine ait GenomeScope grafiği; k-mer dağılımını, tahmini genom boyutunu ve heterozigotluk oranını göstermektedir.

Çizelge 2. *Exeristes roborator* türünün ilk kütüphanesine ait GenomeScope istatistikleri

	Minimum Değer	Maksimum Değer
Homozigot (aa)	%98,42	%98,43
Heterozigot (ab)	%1,57	%1,58
Genom haploid uzunluğu	277.662.952 bç	278.042.883 bç
Tekrarlı bölge uzunluğu	45.353.206 bç	45.415.263 bç
Özgün bölge uzunluğu	232.309.747 bç	232.627.620 bç
Okuma hata oranı	%0,52	%0,52



Görsel 4. *Exeristes roborator* ikinci kütüphanesine ait GenomeScope grafiği; k-mer dağılımını, tahmini genom boyutunu ve heterozigotluk oranını göstermektedir.

Çizelge 3. *Exeristes roborator* türünün ikinci kütüphanesine ait GenomeScope istatistikleri.

	Minimum Değer	Maksimum Değer
Homozigot oranı (aa)	%98,38	%98,39
Heterozigot oranı (ab)	%1,61	%1,62
Genom haploid uzunluğu	276,726,052 bç	277,144,616 bç
Tekrarlı bölge uzunluğu	48,066,580 bç	48,139,283 bç
Özgün bölge uzunluğu	228,659,472 bç	229,005,333 bç
Okuma hata oranı	%0,45	%0,45

İlk kütüphanenin MaSuRCA ile yapılan genom birleşimi ile ikinci kütüphanenin ham okuma verilerinin bu birleşime entegre edilmesi sonrasında, QUASt programı kullanılarak elde edilen birleşimlerin kalite istatistikleri karşılaştırılmıştır. İlk kütüphanenin MaSuRCA çıktısında toplam genom uzunluğu 333.021.664 bç olup, GC içeriği %37,63, N50 değeri 18.378 bç, L50 değeri 4.439, en uzun contig uzunluğu ise 376.231 bç olarak belirlenmiştir.

İkinci kütüphaneye ait ham okuma verilerinin entegrasyonu sonrasında elde edilen final birleşimde ise toplam uzunluk 314.960.518 bç, GC içeriği %37,38, N50 değeri 24.246 bç, L50 değeri 2.948, en uzun kontig uzunluğu ise 470.858 bç olarak hesaplanmıştır. (Çizelge 4.)

Çizelge 4. *Exeristes roborator* türünün genom birleşiminin ilk kütüphane ve final birleşiminde QUASt ile kalite istatistiklerinin karşılaştırılması.

	İlk Kütüphane (MaSuRCA)	Final Birleşimi (İkinci kütüphanenin entegre edilmesi)	Değişim
Toplam uzunluk (bç)	333.021.664	314.960.518	▼ -18.061.146
GC içeriği (%)	37,63	37,38	≈
N50 (bç)	18.378	24.246	▲ +5.868
L50	4.439	2.948	▼ -1.491
En uzun contig (bç)	376.231	470.858	▲ +94.627

Birleşimlerin içerdiği gen kapsamı ve bütünlüğünün değerlendirilmesi için gerçekleştirilen BUSCO analizi sonucunda; ilk kütüphanenin MaSuRCA birleşiminde tamamlanmış BUSCO sayısı 5.138 (%85,8) olarak belirlenmiştir. İkinci kütüphane verilerinin entegrasyonu ile elde edilen final birleşimde tamamlanmış BUSCO sayısı 5.206 (%86,9) olarak hesaplanmıştır. Tek kopya BUSCO sayısı sırasıyla 4.789 (%79,9) ve 4.926 (%82,2), çoğaltılmış BUSCO sayısı 349

(%5,8) ve 280 (%4,7), parçalı BUSCO sayısı 492 ve 462, eksik BUSCO sayısı ise 361 ve 323 olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 5. *Exeristes roborator* türünün genom birleşiminin ilk kütüphane ve final birleşiminde BUSCO karşılaştırması.

	<i>İlk kütüphane (MaSuRCA)</i>	<i>Final Birleşim</i>	<i>Değişim</i>
Tamamlanmış BUSCO (C)	5138 (%85,8)	5206 (%86,9)	▲ +68
Tek kopya (S)	4789 (%79,9)	4926 (%82,2)	▲ +137
Çoğaltılmış (D)	349 (%5,8)	280 (%4,7)	▼ -69
Parçalı (F)	492 (%8,2)	462 (%7,7)	▼ -30
Eksik (M)	361 (%6,0)	323 (%5,4)	▼ -38
Toplam BUSCO sayısı (n)	5991	5991	—

RepeatMasker analizi sonucunda *Exeristes roborator* genomunun yaklaşık %27,56'sının tekrarlayan dizilerden oluştuğu belirlenmiştir. Sınıflandırılmamış elementler, genomun %23,40'ını kaplamaktadır; bu bölgeler mevcut biyoinformatik yaklaşımlarla henüz sınıflandırılmamıştır. Retroelementler ve DNA transpozonları sırasıyla %2,06 ve %2,11 ile önemli ancak sınırlı bir paya sahiptir. Diğer kategoriler (Rolling-circle, sRNA, satellitler, basit tekrarlar ve düşük karmaşıklık içeren bölgeler) genomun küçük bir kısmını oluşturmaktadır.

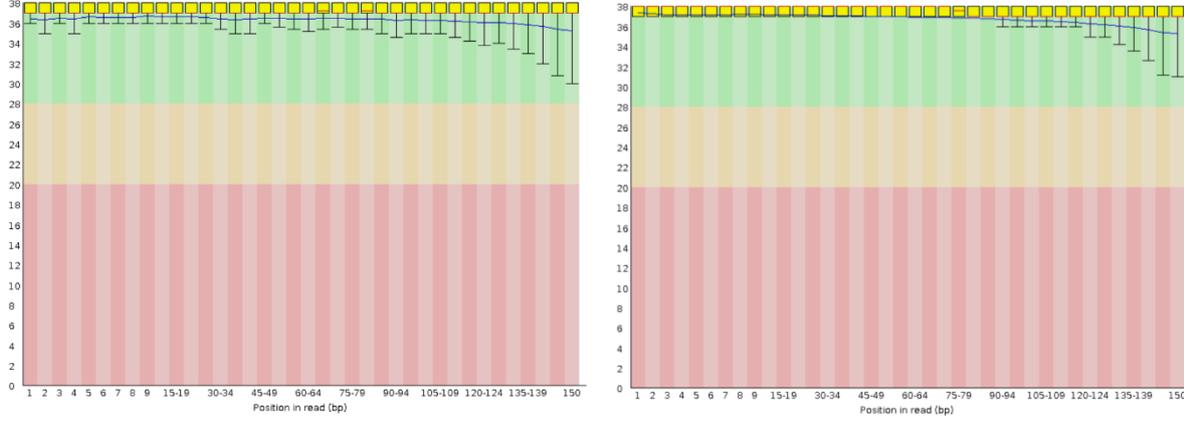
Çizelge 6. *Exeristes roborator* türünün genomundaki tekrarlı dizilerin RepeatMasker ile sınıflandırılması.

Tekrarlayan Eleman Türü	Elementlerin Sayısı	Uzunluk (bç)	Genomun Yüzdesi (%)
Retroelementler	21 114	8 220 710	2,06
DNA transpozonları	54 574	8 409 190	2,11
Rolling-circle	2 006	442 210	0,11
Sınıflandırılmamış	775 294	93 438 560	23,40
Küçük RNA'lar (sRNA)	907	113 009	0,03
Satellitler	280	81 195	0,02
Basit tekrarlar	137 682	4 962 700	1,24
Düşük karmaşıklık bölgeler	22 875	1 045 903	0,26
Toplam tekrarlayan bölgeler	≈1 016 706	110 068 460	27,56

E. roborator türüne ait transkriptom verileri kalite kontrol ve filtreleme süreçlerinden geçirilmiştir. Filtreleme sonrası toplam okuma sayısı 64,449 milyon olarak belirlenmiş olup, toplam baz sayısı 8,9599 Gbç'dir. Phred kalite skorlarına göre; okumaların %98,39'unun Q20'in, %95,81'inin ise Q30'un üzerinde olduğu görülmüştür. Ayrıca GC içeriği %37,97 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 7.).

Çizelge 7. *Exeristes roborator* türüne ait transkriptom ham okuma verilerinin fastp sonrası kalite istatistikleri

Toplam Okuma Sayısı (M)	Toplam Baz (G)	Q20(%)	Q30 (%)	GC İçeriği (%)
64.449	8.9599	98.39	95.81	37.97



Görsel 5. *Exeristes roborator* türünün filtrelenmiş transkriptom verilerinin FastQC ile elde edilen kalite dağılım grafikleri

Transkriptom verileri Trinity ve rnaSPAdes kullanılarak birleştirilmiştir. Trinity birleşiminde 85.302, rnaSPAdes birleşiminde ise 50.959 transkript elde edilmiştir. GC içerikleri sırasıyla %40,58 ve %40,88 olup, iki birleşimde de benzer kompozisyon gözlenmiştir. Toplam fragment sayısı Trinity’de 44.197, rnaSPAdes’de ise 32.224.576 olarak belirlenmiştir (Çizelge 8).

Çizelge 8. *Exeristes roborator* türüne ait Trinity ve rnaSPAdes ile transkriptom birleşimlerinin TransRate ile değerlendirilmesi.

	Trinity	RNAspades
Toplam transkript sayısı	85.302	50.959
N50 (bç)	1.786	1.912
N90 (bç)	343	319
GC içeriği (%)	40,58	40,88
Toplam fragment sayısı	44.197	32.224.576
Haritalanmış fragment oranı (%)	56,79	35,20
Ağırlıklı TransRate değeri	0,0731	0,0559

Türün transkriptom birleşimleri sonrası BUSCO analizi yapılmıştır. Trinity ile elde edilen birleşimde 5.991 BUSCO grubundan 3.922’si tam olarak bulunmuş, bunun 1.612’si tek kopya ve 2.310’u duplike BUSCO’dur. Parçalı ve eksik BUSCO sayıları ise sırasıyla 529 ve 1.540’dır. rnaSPAdes birleşiminde ise tam BUSCO sayısı 3.786 olarak tespit edilmiş, bunların 2.780’i tek kopya ve 1.006’sı dupliktedir; parçalı ve eksik BUSCO sayıları ise 555 ve 1.650 olarak saptanmıştır (Çizelge 9.).

Çizelge 9. *Exeristes roborator* türüne ait Trinity ve rnaSPAdes ile transkriptom birleşimlerinin BUSCO analizi sonuçları.

	Tam BUSCO (C, %)	Tek kopya BUSCO (S, %)	Duplike BUSCO (D, %)	Parçalı BUSCO (F, %)	Eksik BUSCO (M, %)	Toplam BUSCO grubu (n)
Trinity	3.922 (65,5)	1.612 (26,9)	2.310 (38,6)	529 (8,8)	1.540 (25,7)	5.991
rnaSPAdes	3.786 (63,2)	2.780 (46,4)	1.006 (16,8)	555 (9,3)	1.650 (27,5)	5.991

4. GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Evrimsel süreçler, canlıların birbirinden bağımsız değil, sürekli etkileşim içinde değişmesiyle biçimlenmektedir. Türler beslenme, savunma, üreme ve barınma gibi yaşam döngülerinin temel aşamalarında diğer organizmalarla doğrudan ya da dolaylı ilişkiler kurmaktadır. Bu biyotik etkileşimler, ekolojik sınırların ötesine geçerek genom düzeyine kadar uzanır. Zamanla biriken moleküler izler, türlerin genetik evrimini yönlendiren uzun süreli bir dönüşümün parçası hâline gelmektedir (Medeiros vd., 2018). Av-avcı, konak-parazit ve mutualistik birliktelikler gibi trofik ilişkiler, türlerin genetik çeşitliliğini, uyum yeteneğini ve evrimsel yönelimini şekillendiren temel mekanizmaları temsil etmektedir (Van Valen, 1977). Bu mekanizmaların açıklanmasında, birlikte evrim kavramı (Ehrlich ve Raven, 1964) kuşburnu sinipid gal komünitesi ve onu oluşturan bağımsız soyhatların karşılıklı evrimsel ilişkilerini anlamak için güçlü bir model sunmaktadır. Komünite üyeleri, her biri kendi evrimsel hattına sahip bağımsız soyhatları olarak ele alınsa da, gal mikrobiyomunda kurdukları karmaşık etkileşimler, birbirini etkileyen birlikte evrim süreçlerinin ortaya çıkmasına olanak tanımaktadır. Konak bitkiler, gal oluşumunda rol alan böceklerin gelişimi için hem besin hem de barınma sağlarken; gal mikrobiyomu, parazitoidler ve diğer soyhatlar için kaynak ve hedef alan işlevi görmektedir (Desnitskiy vd., 2023). Bu çoklu etkileşim, türler arası seçim baskılarının birbirini karşılıklı olarak etkilemesini sağlayarak hem fenotipik hem de genetik çeşitlilik üzerinde belirleyici roller oynamaktadır. İkili trofik düzeyde, gal yapıcı böcekler ile parazitoidler arasındaki seçim baskısı, gal morfolojisi, larva hayatta kalma oranı ve dispersiyon stratejilerini şekillendirirken (Price ve Clancy, 1986; Start ve Gilbert, 2016); çoklu trofik düzeyde konak bitki, gal ve parazitoid türleri arasındaki karşılıklı adaptasyonlar, evrimsel değişimlerin yönünü belirlemektedir (Ronquist ve Liljeblad, 2001; Hayward ve Stone, 2005). Böylece, birlikte evrimin, çoklu trofik etkileşimi kapsayan sistemler arasında seçim baskılarının nasıl organize olduğunu ve türler arası adaptif değişimlerin genetik düzeyde nasıl şekillendiğini ortaya koyan güçlü bir çerçeve sunmaktadır. Son yıllarda gelişen yeni nesil dizileme teknolojileri ve biyoinformatik yaklaşımlar, gal komünitelerindeki etkileşimlerin moleküler düzeyde incelenmesini mümkün kılmaktadır (Takeda vd., 2021). Bununla birlikte, özellikle çoklu trofik düzeyde etkileşim gösteren gal komünitesi üyelerinin genomik ve transkriptomik ilişkilerine

dair araştırmalar sınırlıdır. Bu bağlamda, gal yapıcı türlerle ilişkili parazitoid topluluklarının genetik ve evrimsel özelliklerinin aydınlatılması, birlikte evrim süreçlerini anlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, kuşburnu sinipid gal komünite üyesi *Exeristes roborator* parazitoid türüne ait ilk taslak genom ve transkriptom verisi sunulmuştur. Elde edilen sonuçlar, hem bu türün moleküler ve genetik temellerini anlamak hem de konak-parazitoid etkileşimlerini çok yönlü olarak inceleyebilmek adına değerli bir kaynak oluşturmaktadır.

Ham okuma verilerinin kalite değerlendirmesi sonrasında yapılan GenomeScope analizi, *E. roborator* genomunun yüksek oranda homozigot (%98,43), düşük heterozigotluk oranı (%1,58) ve yaklaşık 278 Mbç'lik haploid genom uzunluğu ile kompakt, özgün bir yapıya sahip olduğunu ortaya koymuştur. *E. roborator* türüne ait iki genom kütüphanesi, MaSuRCA ve SPAdes programlarıyla ayrı ayrı birleştirilmiş, karşılaştırılarak değerlendirilmiştir. İlk kütüphanenin MaSuRCA çıktısı yüksek doğruluk oranı ile daha bütünlüklü kontig yapısı sayesinde omurga (referans) birleşimi olarak seçilmiştir. İkinci kütüphaneye ait ham okuma verileri, bu omurgaya entegre edilerek final birleşim elde edilmiştir. BUSCO analizi, gen kapsamının belirgin biçimde iyileştiğini göstermiş; tam BUSCO oranı %85,8'den %86,9'a yükselmiş, eksik ve parçalı BUSCO oranlarında azalma gözlenmiştir. Ayrıca tek kopya gen oranındaki artış, genom bütünlüğünün ve doğru birleşimin güçlendiğini ortaya koymuştur. Bu iyileşme, biyoinformatik analizlerde ham verinin çoklu kütüphane yaklaşımlarıyla zenginleştirilmesinin önemini açıkça göstermektedir. RepeatMasker analizi, türün genomunda tekrarlayan elementlerin yaklaşık 27,56% oranında olduğunu ve bunların büyük kısmının sınıflandırılmamış tekrarlar (%23,4) olduğunu ortaya koymuştur. Retroelementler (%2,06), DNA transpozonları (%2,11) ve diğer küçük RNA, basit tekrar veya düşük karmaşıklıkli bölgeler toplamda daha küçük oranlarda yer almaktadır. Bu durum, mevcut biyoinformatik yaklaşımlarla bazı tekrarların henüz sınıflandırılmadığını, ancak genomun büyük kısmının özgün ve kompakt yapıda olduğunu desteklemektedir.

Transkriptom düzeyinde ise toplam okuma sayısı 64,449 milyon olarak belirlenmiştir. Gen ifadesi profili için Trinity ve rnaSPAdes kullanılarak ayrı ayrı birleştirilmiş ve kalite kontrolü TransRate ile yapılmıştır. Her iki birleşim de benzer GC içeriklerine (%40 civarında) sahip olmakla birlikte, Trinity birleşimi daha yüksek haritalanma oranı (%56,79) ve daha iyi bir TransRate skoru (0,0731) ile öne çıkmıştır. BUSCO analizi sonuçları da bu durumu desteklemiş; Trinity birleşiminde tamamlanmış gen oranı %65,5 iken rnaSPAdes birleşiminde %63,2 olarak hesaplanmıştır. Bu veriler, Trinity'nin *E. roborator* transkriptomunun temsil gücü açısından daha uygun bir seçenek olduğunu göstermektedir.

Genel olarak, bu çalışma *E. roborator* genomunun yüksek kaliteli, bütünlüklü ve büyük oranda özgün bir yapıya sahip olduğunu, iki kütüphane entegrasyonunun gen kapsamını iyileştirdiğini ve Trinity tabanlı transkriptom birleşiminin biyolojik olarak daha temsil gücü yüksek sonuçlar sağladığını ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, bu çalışma *Exeristes roborator*'a ait ilk genom ve transkriptom verilerini üreterek, gal komünite üyeleri arasındaki çok düzeyli etkileşimlerin moleküler temelini anlamak için yüksek kaliteli bir referans kaynak sunmaktadır. Elde edilen veriler, ilerleyen süreçlerde karşılaştırmalı genomik, fonksiyonel anotasyon, adaptasyon analizi ve birlikte evrim çalışmalarına önemli katkılar sağlamasıyla; hem parazitoidlerin evrimsel stratejilerini hem de gal ekosistemlerindeki trofik ilişkilerin genetik altyapısını çözümlmek için güçlü bir referans kaynağı sunmaktadır.

Teşekkür: Bu çalışma, TÜBİTAK 123Z065 nolu “Komünal evrimin genomik yansımaları: çoklu düzeyde trofik etkileşimli kuşburnu sinipid gal komünitesi örneği” ve CÜBAP F-2025-747 nolu “*Exeristes roborator* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Ichneumonoidea: Ichneumonidae) türü genom anotasyonu ve PCWDE gen ailesi üyelerinin karşılaştırmalı evrimsel analizleri” adlı projeler kapsamında desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Andrews, S. FastQC: A quality control tool for high throughput sequence data, 2010.
- [2] Bankevich, A., Nurk, S., Antipov, D., Gurevich, A.A., Dvorkin, M., Kulikov, A.S., Pevzner, P.A. SPAdes: A new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing. *Journal of Computational Biology*, 19(5), 455–477, 2012.
- [3] Benson, G. Tandem repeats finder: A program to analyze DNA sequences. *Nucleic Acids Research*, 27(2), 573–580, 1999.
- [4] Betancourt, E.K., Soto, P.H., Cortés, N.C., Anaya, M.R., Estrella, A.H., Oyama, K. Ecological genomics of plant-insect interactions: The case of wasp-induced galls. In *Evolutionary Ecology of Plant-Herbivore Interaction* (pp. 315–341). Springer International Publishing, Cham, 2020.
- [5] Bushmanova, E., Antipov, D., Lapidus, A., Prjibelski, A.D. rnaSPAdes: A de novo transcriptome assembler and its application to RNA-Seq data. *GigaScience*, 8(9), giz100, 2019.
- [6] Chen, S., Zhou, Y., Chen, Y., Gu, J. fastp: An ultra-fast all-in-one FASTQ preprocessor. *Bioinformatics*, 34(17), i884–i890, 2018.

- [7] Daneshvar, S., Talebi, A.A., Fathipour, Y. The wasps associated with seeds and galls of *Rosa canina* in Iran. *Advances in Environmental Biology*, 3(1), 61–68, 2009.
- [8] Desnitskiy, A.G., Chetverikov, P.E., Ivanova, L.A., Kuzmin, I.V., Ozman-Sullivan, S.K., Sukhareva, S.I. Molecular aspects of gall formation induced by mites and insects. *Life*, 13(6), 1347, 2023.
- [9] Dfam Consortium. RepeatModeler [Computer software]. GitHub repository, <https://github.com/Dfam-consortium/RepeatModeler>, 2024.
- [10] Ehrlich, P.R., Raven, P.H. Butterflies and plants: A study in coevolution. *Evolution*, 18, 586–608, 1964.
- [11] Grabherr, M.G., Haas, B.J., Yassour, M., Levin, J.Z., Thompson, D.A., Amit, I., Regev, A. Full-length transcriptome assembly from RNA-Seq data without a reference genome. *Nature Biotechnology*, 29(7), 644–652, 2011.
- [12] Gurevich, A., Saveliev, V., Vyahhi, N., Tesler, G. QUAST: Quality assessment tool for genome assemblies. *Bioinformatics*, 29(8), 1072–1075, 2013.
- [13] Hayward, A., Stone, G.N. Oak gall wasp communities: Evolution and ecology. *Basic and Applied Ecology*, 6(5), 435–443, 2005.
- [14] Kirsch, R., Wielsch, N., Vogel, H., Svatoš, A., Heckel, D.G., Pauchet, Y. Combining proteomics and transcriptome sequencing to identify active plant-cell-wall-degrading enzymes in a leaf beetle. *BMC Genomics*, 13, 1–15, 2012.
- [15] László, Z., Prázsmári, H., Kelemen, T.I. *Exeristes roborator* (Fabricius, 1793) (Hymenoptera: Ichneumonidae) in the parasitoid community of *Diplolepis* galls in the Carpathian Basin. *Folia Entomologica Hungarica*, 77, 79–85, 2016.
- [16] Laszlo, Z., Solyom, K., Prazsmari, H., Barta, Z., Tothmeresz, B. Predation on rose galls: Parasitoids and predators determine gall size through directional selection. *PLoS One*, 9(6), e99806, 2014.
- [17] Marçais, G., Kingsford, C. A fast, lock-free approach for efficient parallel counting of occurrences of k-mers. *Bioinformatics*, 27(6), 764–770, 2011.
- [18] Medeiros, L.P., Garcia, G., Thompson, J.N., Guimaraes Jr, P.R. The geographic mosaic of coevolution in mutualistic networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(47), 12017–12022, 2018.
- [19] Özbek, H., Güçlü, Ş., Tozlu, G. Biology and natural enemies of *Diplolepis mayri* Schld. (Hymenoptera: Cynipidae), a pest of *Rosa canina* L. in Erzurum province. *Turkish Journal of Entomology*, 23(1), 1999.

- [20] Price, P.W., Clancy, K.M. Interactions among three trophic levels: Gall size and parasitoid attack. *Ecology*, 67(6), 1593–1600, 1986.
- [21] Rohfritsch, O., Shorthouse, J.D. Insect galls. In *Molecular Biology of Plant Tumors* (pp. 131–152). Academic Press, 1982.
- [22] Ronquist, F., Liljeblad, J. Evolution of the gall wasp–host plant association. *Evolution*, 55(12), 2503–2522, 2001.
- [23] Simão, F.A., Waterhouse, R.M., Ioannidis, P., Kriventseva, E.V., Zdobnov, E.M. BUSCO: Assessing genome assembly and annotation completeness with single-copy orthologs. *Bioinformatics*, 31(19), 3210–3212, 2015.
- [24] Smith-Unna, R., Boursnell, C., Patro, R., Hibberd, J.M., Kelly, S. TransRate: Reference-free quality assessment of de novo transcriptome assemblies. *Genome Research*, 26(8), 1134–1144, 2016.
- [25] Start, D., Gilbert, B. Host–parasitoid evolution in a metacommunity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1831), 20160477, 2016.
- [26] Stone, G.N., Schönrogge, K. The adaptive significance of insect gall morphology. *Trends in Ecology & Evolution*, 18(10), 512–522, 2003.
- [27] Stone, G.N., Schönrogge, K., Atkinson, R.J., Bellido, D., Pujade-Villar, J. The population biology of oak gall wasps (Hymenoptera: Cynipidae). *Annual Review of Entomology*, 47(1), 633–668, 2002.
- [28] Takeda, S., Hirano, T., Ohshima, I., Sato, M.H. Recent progress regarding the molecular aspects of insect gall formation. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(17), 9424, 2021.
- [29] Tempel, S. Using and understanding RepeatMasker. In *Mobile Genetic Elements: Protocols and Genomic Applications*, 29–51. Totowa, NJ: Humana Press, 2012.
- [30] Van Valen, L. The red queen. *The American Naturalist*, 111(980), 809–810, 1977.
- [31] Vurture, G.W., Sedlazeck, F.J., Nattestad, M., Underwood, C.J., Fang, H., Gurtowski, J., Schatz, M.C. GenomeScope: Fast reference-free genome profiling from short reads. *Bioinformatics*, 33(14), 2202–2204, 2017.
- [32] Zimin, A.V., Marçais, G., Puiu, D., Roberts, M., Salzberg, S.L., Yorke, J.A. The MaSuRCA genome assembler. *Bioinformatics*, 29(21), 2669–2677, 2013.

MİKROEKSTRAKSİYON TEKNİKLERİNİN GIDA BOYALARININ ANALİTİK TAYİNİNDE KULLANIMI VE ÖNEMİ

THE USE AND IMPORTANCE OF MICROEXTRACTION TECHNIQUES IN THE ANALYTICAL DETERMINATION OF FOOD DYES

Prof. Dr. Nail ALTUNAY¹,

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Fakültesi, naltunay@cumhuriyet.edu.tr

ORCID ID: 0000-0001-9053-7570

Arş. Gör. Seçkin FESLİYAN²

²Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Fakültesi, seckinf@cumhuriyet.edu.tr

ORCID ID: 0009-0003-3584-3868

ÖZET

Gıda boyları, gıda endüstrisinde çeşitli amaçlarla yaygın olarak kullanılmaktadır. Gıda maddelerinin renk tonunun iyi olması tüketiciler tarafından ürünün kalitesiyle ilişkilendirildiği için, gıda boylarının kullanılma amaçlarından biri de ürünün görünümünü iyileştirmektir. Renk standardizasyonu sağlamada gıda boyları endüstride önemli bir yer tutmaktadır. Bu fonksiyonlarına rağmen, gıda endüstrisinde kullanılan bazı sentetik boyar maddeler birçok sağlık sorununa yol açmaktadır. Bu sağlık sorunlarının başlıcaları alerjik reaksiyonlar, çocuklarda davranış bozuklukları olup karsinogenik etkileri de bilinmektedir. Sağlık problemleri sebebiyle düzenleyici kuruluşlar (EFSA, JECFA ve FDA gibi) gıda boylarının kullanımına düzenlemeler getirmiştir. Tüketilen gıda ürünlerinin sağlık sorunlarına sebebiyet vermesi bu sınır düzeylerinin aşımının kontrolüyle belirlenmektedir. Sınır değerlerinin kontrol edilmesi ise ilgili örneklerin gıda boyası miktarlarının analitik tayini ile olmaktadır. Gıda boylarının analitik tayini için farklı teknikler kullanılabilir. Günümüzde analitik yöntem geliştirmede hedeflenen temel gaye çevre ve sağlık etkilerinin minimize edilmesidir. Analitik sürecin en önemli aşamalarından biri de analiz öncesi ayırma ve zenginleştirme tekniklerinin uygulanması aşaması olup genellikle bu amaçla ekstraksiyon teknikleri kullanılmaktadır. Klasik ekstraksiyon tekniklerinin yüksek miktarda çözücü tüketimine sebebiyet vermesi ve çok zaman alması sebebiyle mikroekstraksiyon teknikleri daha cazip olmaktadır. Birçok analitin tayininde olduğu gibi gıda boylarının tayininde de mikroekstraksiyon teknikleri kullanılmaktadır. Klasik tekniklerin aksine oldukça çevreci doğaya sahip olan bu mikroekstraksiyon teknikleri birkaç başlıkta ele alınmaktadır. Bu tekniklere, sıvı-sıvı mikroekstraksiyonu (LLME), dağıtıcı sıvı-sıvı mikroekstraksiyonu (DLLME), katı faz mikroekstraksiyonu (SPME), oyuk fiber sıvı faz mikroekstraksiyonu (HF-LPME) ve tepe boşluklu-SPME (HS-SPME) örnek verilebilir. Bu çalışmada gıda boylarının tayininde mikroekstraksiyon tekniklerinin rolü ve önemi, bu tekniklerin temel prensipleri ve metin sonunda bazı literatür örneklerinin aktarılması amaçlanmıştır. Ayrıca, gıda boylarının toksik yönleri ele alınmıştır. Dolayısıyla, gıda boylarının tayininde çevresel ve analitik sürdürülebilirlik konusuna katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Gıda boyaları, gıda analizi, mikroekstraksiyon teknikleri, yeşil analitik kimya

ABSTRACT

Food dyes are widely used in the food industry for various purposes. Since consumers associate an effective color tone with the quality of food products, one of the purposes of using food dyes is to improve the product's appearance. Food dyes play an important role in the industry in ensuring color standardization. Despite these functions, some synthetic dyes used in the food industry cause many health problems. The main health problems are allergic reactions and behavioral disorders in children, and they are also known to have carcinogenic effects. Due to health concerns, regulatory bodies (such as EFSA, JECFA, and FDA) have imposed regulations on the use of food dyes. Whether consumed food products cause health problems is determined by checking whether they exceed these limits. Controlling the limit values is done by analytically determining the amount of food dye in the relevant samples. Different techniques can be used for the analytical determination of food dyes. Today, the primary goal in developing analytical methods is to minimize environmental and health impacts. One of the most important stages of the analytical process is the application of pre-analysis separation and enrichment techniques, for which extraction techniques are generally used. Due to the high solvent consumption and time-consuming nature of classical extraction techniques, microextraction techniques are becoming more attractive. As with the determination of many analytes, microextraction techniques are also used in the determination of food dyes. Unlike classical techniques, these microextraction techniques, which are quite environmentally friendly, are discussed under several headings. Examples of these techniques include liquid-liquid microextraction (LLME), dispersive liquid-liquid microextraction (DLLME), solid-phase microextraction (SPME), hollow fiber liquid-phase microextraction (HF-LPME), and headspace-SPME (HSSPME). This study aims to highlight the role and importance of microextraction techniques in the determination of food dyes, explain the basic principles of these techniques, and provide some literature examples at the end of the manuscript. In addition, the toxic aspects of food dyes are discussed. Therefore, the study aims to contribute to the issue of environmental and analytical sustainability in the determination of food dyes.

Keywords: Food dyes, food analysis, microextraction techniques, green analytical chemistry

1. GİRİŞ

Gıda ürünlerinin görünümü, tüketici tercihleri üzerinde belirleyici olan en önemli parametrelerin başında gelmektedir. Tüketiciler göze iyi hitap eden ürün rengini kalite ile ilişkilendirmektedir. Üreticiler, bu durumların sağlanması için gıda boyaalarını sıklıkla kullanmaktadır (Downham & Collins, 2000). Kullanılan bu gıda boyaaları ise kökenine göre doğal veya sentetik gıda boyaaları olarak sınıflandırılmaktadır. Doğal gıda boyaaları hayvansal, bitkisel veya mineral kaynaklardan elde edilebilmektedir. Sentetik boyaalar ise belirli reaktifler kullanılarak laboratuvarında sentezlenmektedir. Sentetik gıda boyaaları, doğal olanlara kıyasla daha yüksek stabilite, daha yüksek renk yoğunluğu ve düşük maliyet gibi avantajlara sahip olduğu gibi; daha yüksek toksisite gibi önemli bir dezavantaja da sahiptir (Scotter, 2011).

Farklı fonksiyonel gruplara sahip sentetik gıda boyaalarının metabolitlerinin mutajenik veya karsinojenik etki göstermesi ciddi endişeler doğurmaktadır. Örnek olarak, Tartrazin (E102), Sunset Yellow FCF (E110) ve Allura Red AC (E129) gibi azo boyaalarının çocuklarda hiperaktivite ve davranış bozukluklarına sebep olduğu bildirilmiştir (McCann vd., 2007). Benzer şekilde, diğer sentetik boya sınıflarının da toksik özellikleri mevcuttur. Gıda boyaalarının sağlık üzerindeki bu olumsuz etkilerden dolayı, Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA), Birleşmiş Milletler Gıda Katkı Maddeleri Uzmanlar Komitesi (JECFA) ve ABD Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) gibi kuruluşlar, bu boyaaların alımına ilişkin sınırlayıcı değerler (günlük tolere edilebilir alım, ADI) belirlemiştir. Dolayısıyla, sağlık etkileriyle öne çıkan bu gıda boyaalarının doğru ve güvenilir analitik tayini, sınır değerlerin kontrolü ve buna paralel olarak halk sağlığının korunması için oldukça önemlidir.

Gıda boyaalarının analitik tayini için farklı analitik enstrüman kullanılabilir. Gıda örnekleri, doğal bileşenler, koruyucular ve diğer kimyasal türleri içermesinden dolayı karmaşık matris yapısına sahiptir. Ayrıca, gıda boyaaları çok düşük derişimde bulunduğu için direkt analitik tayin zordur. Bunu aşmak için ön zenginleştirme yöntemleri kullanılmaktadır. Klasik ekstraksiyon teknikleri aşırı miktarda organik çözücü kullanmakta ve buna bağlı olarak uygulama süresi ve yöntem maliyeti artmaktadır. Ayrıca, en önemlisi de, bu yolla sağlık ve çevre açısından olumsuz etkiler meydana gelmektedir (Camel, 2003). Mikroekstraksiyon teknikleri ise bu sorunları ortadan kaldıran yenilikçi ve çevreci alternatiflerdir.

Katı faz mikroekstraksiyonu (SPME) ve sıvı faz mikroekstraksiyonu (LPME) başlıkları altında toplanan mikroekstraksiyon teknikleri, mikro-seviyelerde (mikrolitre) çözücü hacmi kullanımıyla ekstraksiyon sağladığı gibi, düşük enerji kullanımı, düşük maliyet ve yüksek zenginleştirme verimleriyle de öne çıkmaktadır. Dolayısıyla, bu teknikler analitik açıdan avantaj sağladığı gibi, ayrıca Yeşil Analitik Kimya'nın ilkeleriyle de uyumludur (Pena-Pereira & Tobiszewski, 2017).

Genel kapsamda, gıda boyaalarının doğru ve güvenilir analitik tayini, halk sağlığının ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması açısından oldukça önemlidir. Mikroekstraksiyon teknikleri, hem yüksek analitik performans hem de pozitif çevresel etki sunduğu için öncelikli hale gelmiştir. Bu çalışmada, bahsi geçen mikroekstraksiyon tekniklerinin prensipleri, uygulamaları ve gıda boyaalarının belirlenmesindeki etkinlikleri ele alınacaktır.

2. SENTETİK GIDA BOYALARI VE SAĞLIK ETKİLERİ

Gıda boyalarının sağladığı birçok avantaj bu boyaların güvenli kullanımının önüne geçmemelidir. Toksik etkileri bilinen bu gıda boyaları sağlık etkileri sebebiyle uzun süredir tartışılmaktadır. Toksik etkiler çoğunlukla gıda boyasının metabolitleriyle ilgilidir. Örnek olarak, azo boyalar metabolizasyonları sırasında indirgenerek aril amin türevlerine dönüşmektedir. Bunlar ise mutajenik veya karsinojenik özellik gösterebilir (Chung, 2016). Bu etkilerin yanı sıra çocuklarda hiperaktivite ve bazı davranışsal sorunlar ortaya çıkabilmektedir (McCann vd., 2007). Çizelge 1, bazı sentetik gıda boyalarının sağlık etkilerini ve bu boyaların düzenleyici kuruluşlar tarafından belirlenen alım değerlerini özetlemektedir.

Çizelge 1. Bazı sentetik gıda boyalarının sağlık etkilerine ilişkin veriler

Boya Adı	E Kodu	Başlıca Kullanım Alanı	ADI (mg/kg vücut/gün)	Düzenleyici Kuruluş	Sağlık Etkileri
Tartrazin	E102	İçecekler, şekerlemeler	0-10	JECFA, 2016	Alerjik reaksiyonlar, hiperaktivite, astım
Sunset Yellow FCF	E110	Tatlılar, içecekler	0-4	JECFA, 2011	Potansiyel DNA hasarı, çocuklarda davranış bozuklukları
Allura Red AC	E129	Şekerleme, içecek	0-7	JECFA, 2016	karsinojenik ara ürünler, hiperaktivite
Brilliant Blue FCF	E133	Dondurma, ilaç kaplamaları	0-6	JECFA, 2017	alerjik reaksiyonlar
Ponceau 4R	E124	İçecekler, hamur işleri	0-4	JECFA, 2011	Azo indirgenme ürünlerinin toksisitesi
Carmoisine	E122	Şekerleme, içecek	0-4	JECFA, 1983	toksisite, davranışsal bozukluk

Boya Adı	E Kodu	Başlıca Kullanım Alanı	ADI (mg/kg vücut/gün)	Düzenleyici Kuruluş	Sağlık Etkileri
Amaranth	E123	Şekerleme, içecek	0-0.5	JECFA, 1984	genotoksisite, bazı ülkelerde yasaktır.

3. MİKROEKSTRAKSİYON TEKNİKLERİ

Gıda boyalarının analitik tayini, gıda matrisinin karmaşıklığı ve bu boyaların örnekteki düşük derişimleri sebebiyle uğraştırıcı bir süreçtir. Bu sebeple çoğunlukla ayırma ve zenginleştirme tekniklerinin kullanımı gerekmektedir. Bu bağlamda, ayırma ve zenginleştirme tekniklerinin uygulanma adımı analitik sürecin kritik aşamasıdır. Bu tekniklerin etkili kullanımı yöntemin doğruluğu, duyarlılığı ve seçiciliği üzerinde belirleyici rol oynamaktadır (Rukosueva vd., 2020).

Geleneksel sıvı-sıvı ekstraksiyonu (LLE) ve katı faz ekstraksiyonu (SPE) yöntemleri uzun yıllar boyunca yaygın ayırma ve zenginleştirme yöntemleri olarak kullanılmıştır. Ancak, uzun işlem süresi, fazla çözücü tüketimi ve genellikle yüksek maliyeti sebebiyle kullanımı günümüzde oldukça azdır. Buna sebep olan temel faktör de, çevresel etki bağlamında, Yeşil Analitik Kimya'nın ilkelerine uyumun gerekliliğidir (Anastas & Eghbali, 2010).

Günümüzde, kullanımına 1990'lı yıllarda başlanan ve bahsi geçen dezavantajların kaldırılmasını sağlayan mikroekstraksiyon teknikleri sıklıkla kullanılmaktadır. Birkaç mitrolitre seviyesinde çözücü kullanımı ile çevresel etki minimuma indirildiği gibi, bu tekniklerle yüksek zenginleştirme verimleri elde edilmektedir (Pena-Pereira & Tobiszewski, 2017).

Mikroekstraksiyon teknikleri genel olarak sıvı faz mikroekstraksiyonu (LPME) ve katı faz mikroekstraksiyonu (SPME) olmak üzere iki ana başlık altında toplanmaktadır (Jayaraman et al., 2019). Bu tekniklerin kullanımıyla hızlı kütle transfer dengesi sağlanırken, zenginleştirilen hacim de çok küçük miktarlardadır. Bu, diğer klasik tekniklere kıyasla analit için tespit sınırlarını (LOD) ciddi seviyede düşürmektedir. Mikroekstraksiyon parametrelerinin etkin optimizasyonu ile iyi bir tekrarlanabilirlik de elde edilebilir (Rezaee vd., 2006). Analitik parametrelerin veriminin yanı sıra, mikroekstraksiyon teknikleri Yeşil Analitik Kimya ilkeleri (zararlı çözücülerin kullanımının azaltılması, atık minimizasyonu ve düşük enerji tüketimi gibi) ile de uyumlu olmalarıyla da öne çıkmaktadır.

3.1. Sıvı-Sıvı Mikroekstraksiyonu (LLME)

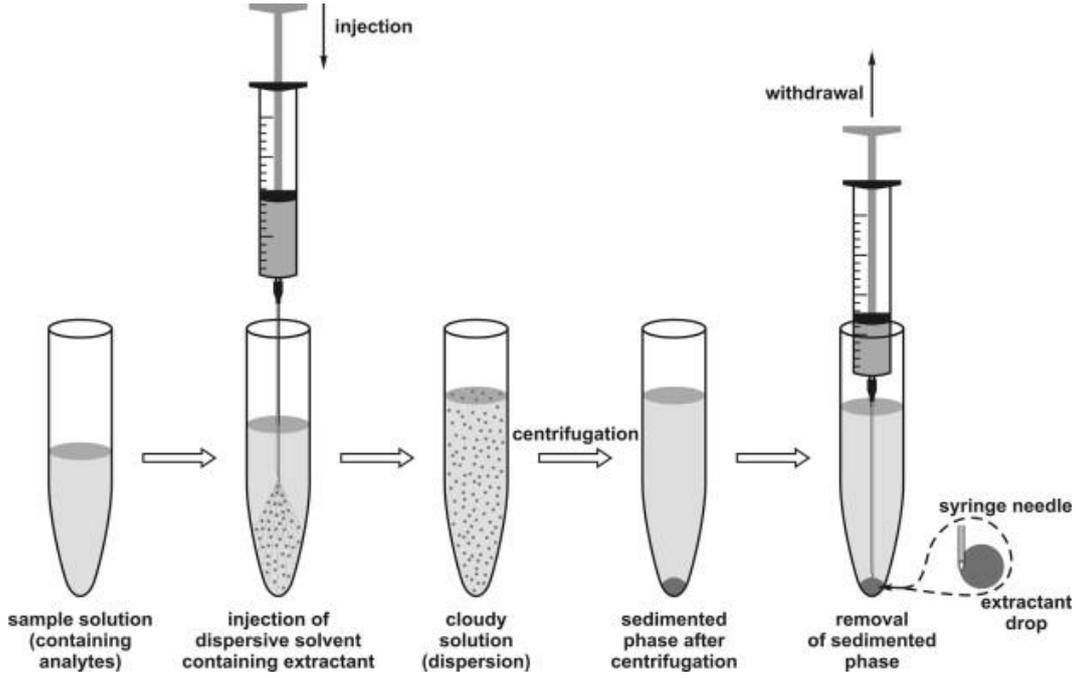
LLME, ilk kez Jeannot ve Cantwell tarafından 1996'da uygulanmıştır (Jeannot & Cantwell, 1996). Bu teknik klasik LLE tekniğinin mikroboyutta uyarlaması olarak düşünülebilir. Temel olarak, sulu fazda (örnek matrisi) bulunan hedef analitin, mikroseviyedeki mikroekstraksiyon

çözücüsü (genelde organik) fazına geçmesine dayanmaktadır. Bu sayede, çözücü tüketimi ve ekstraksiyon süresi kısalmaktadır. LLME’de ekstraksiyon, analitin iki faz arasındaki dengesine bağlıdır ve bu denge genellikle kısa sürede sağlanmaktadır. Ayrıca bu denge, polarite ve pH gibi parametreler tarafından belirlenmektedir. Analit çözücü etkileşiminin hızlanması, yani dengenin daha hızlı kurulması için genellikle ultrasonikasyon, vorteks ve farklı karıştırma uygulamaları kullanılmaktadır. LLME ek cihaz gerektirmez ve dolayısıyla düşük maliyetlidir. Düşük çözücü kullanımı, değişken polaritedeki analitleri ekstrakte edebilme ve yüksek ayırma verimiyle avantajlıdır. Farklı polaritedeki ve farklı fonksiyonel gruplar içeren gıda boyaları doğrudan veya kompleks türevleri oluşturularak ekstrakte edilebilmekte yüksek ekstraksiyon verimi elde edilmektedir (Smirnova vd., 2021; Wu vd., 2013).

3.2. Dağıtıcı Sıvı- Sıvı Mikroekstraksiyonu (DLLME)

DLLME, ilk kez Rezaee ve çalışma arkadaşları tarafından 2006 yılında kullanılan ve LLME’nin uygulamasını ileriye taşıyan etkili bir ayırma ve zenginleştirme yöntemidir (Rezaee vd., 2006). DLLME’de iki adet çözücü kullanılmaktadır. Bunlardan biri ekstraksiyon çözücüsü (klasik ekstraksiyon çözücüleri veya yeşil çözücüler) iken diğeri ekstraksiyon çözücüsünü örnek ortamında dağıtan dağıtıcı çözücüdür (etanol, aseton, asetonitril gibi). DLLME ile gıda boyalarının yanı sıra farklı organik (pestisitler, ilaç kalıntıları) ve ağır metaller gibi inorganik türlerin ayrılması ve zenginleştirilmesi de mümkündür. Günümüzde DLLME sıklıkla kullanılan mikroekstraksiyon tekniğidir.

DLLME uygulanması için, ekstraksiyon ve dağıtıcı çözücü belirli oranlarda karıştırılarak homojen bir karışım elde edilir ve bu karışım hızlı bir şekilde sulu numuneye enjekte edilir. Enjeksiyon sonrasında bulanık (turbid) bir emülsiyon oluşur. Bu emülsiyon, ekstraksiyon çözücüsünün mikrodamları halinde örnek ortamının her yerine dağıldığı sistemdir. Dolayısıyla, hedef analit çok kısa sürede bu mikrodamlara ekstrakte olur. Biraz beklendikten sonra, santrifüj uygulanır ve alt kısımda biriken ekstraksiyon fazı toplanır ve analit analiz edilir. DLLME, kullanılan çözücü hacminin çok düşük olması ve kısa sürede uygulanabiliyor olması ile çok avantajlıdır. Ayrıca, dağıtıcı sistemin kullanılması ile yüksek zenginleştirme faktörleri elde edilir. Yeşil çözücülerin kullanılması ile yeşil bir karakter sağlanabilmektedir (Viñas vd., 2014).



Şekil 1. DLLME yönteminin uygulanışı (Zgoła-Grzeškowiak & Grzeškowiak, 2011)

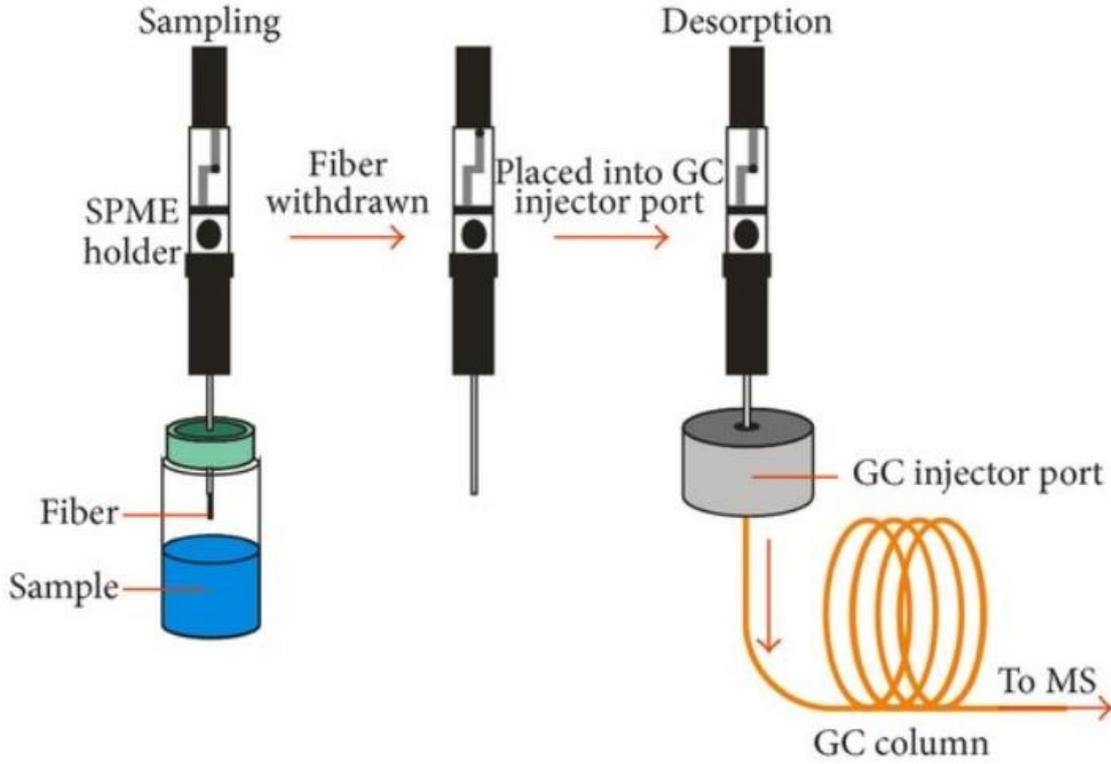
3.3. Katı Faz Mikroekstraksiyonu (SPME)

SPME, analitlerin numuneden çözücü kullanmadan ekstraksiyonunu sağlayan önemli bir tekniktir. Pawliszyn ve çalışma arkadaşları tarafından geliştirilen bu teknik, klasik sıvı-sıvı ekstraksiyonuna çevre dostu, hızlı ve yüksek tekrarlanabilirliğe sahip bir alternatiftir (Pawliszyn, 1997).

SPME’de bahsi geçen katı faz genellikle silika üzerine kaplanmış ince bir fiberdir. Bu fiber, polidimetilsiloksan (PDMS), karbovaks (CAR/PDMS), poliakrilat (PA) veya divinilbenzen (DVB) gibi polimerik fazlarla kaplanır. Fiber, analitlerin fiziksel-kimyasal özelliklerine göre seçilir; örneğin, uçucu ve hidrofobik bileşikler için PDMS, daha polar bileşikler için PA kaplamalar tercih edilir (Baltussen vd., 1999).

SPME’de analitler, sıvı veya gaz fazından fiberin yüzeyindeki sabit faza adsorpsiyon yoluyla geçmektedir. Numunedeki analit konsantrasyonu düşük olsa bile yeterli temas süresi sonunda fiber yüzeyinde iyi bir derişim elde edilir. Ekstraksiyonu takiben fiber, doğrudan gaz kromatografisi (GC) veya yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) enjeksiyon sistemine yerleştirilir ve hedef analit tayin edilir. GC’de termal desorpsiyon, HPLC’de ise uygun çözücü ile kimyasal desorpsiyon gerçekleştirilir (Lord & Pawliszyn, 2000).

SPME, uygulanışı sırasında hiçbir çözücü gereksinimine ihtiyaç olmadığı için Yeşil Analitik Kimya kriterleri ile uyumludur. Ayrıca, tek adımda örnek hazırlama ve analiz gerçekleştirilebilmesi de oldukça önemlidir. SPME’nin otomasyona uyumlu olma ve uygun fiber seçimiyle matris etkilerinin azaltılması gibi avantajları da vardır. Ancak yöntemin bazı sınırlamaları da bulunmaktadır. Fiberin yüzey alanı sınırlı olduğu için, yüksek analit konsantrasyonlarında doyma oluşabilir. Ayrıca yüksek sıcaklıklarda fiber kaplamasının termal kararlılığı azalabilir ve tekrar kullanılabilirlik sınırlı olabilir (Kataoka vd., 2000).



Şekil 2. SPME yönteminin uygulaması (Schmidt & Podmore, 2015).

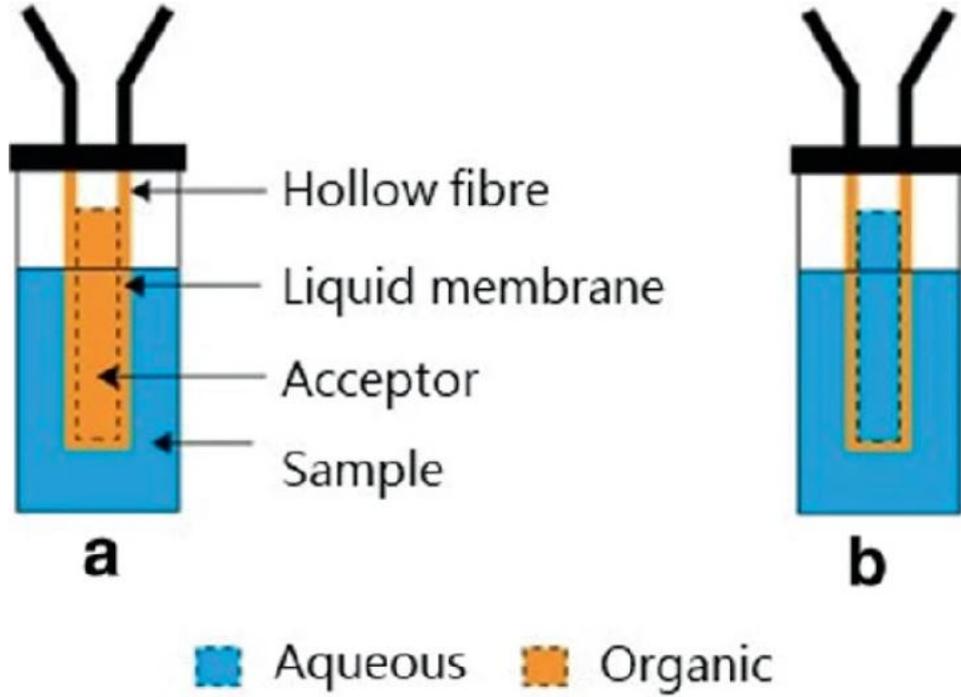
3.4. Oyuk Fiber Sıvı-Sıvı Mikroekstraksiyonu (HF-LPME)

HF-LPME 1999 yılında Pedersen-Bjergaard ve Rasmussen tarafından tanıtılmıştır. HF-LPME tekniği, adını yapısında kullandığı oyuk (hollow) yapıdaki fiberden alır. Bu fiber, gözenekli polipropilenden üretilmiş ve iç duvarlarına organik bir çözücü emdirilmiştir. Yöntem, bir mikroenjektörün ucuna takılı olan fiberin doğrudan numuneye daldırılmasıyla uygulanır. Bu yolla hedef analitler fiberin içindeki alıcı faza çekilir (Pedersen-Bjergaard & Rasmussen, 1999).

Sistem, kullanılan faza göre iki temel şekilde adlandırılır:

- İkili Faz Sistemi: Alıcı faz (fiberin içindeki çözücü) ile fiberin gözeneklerini dolduran organik çözücü aynı olduğunda kullanılır.
- Üçlü Faz Sistemi: Alıcı faz ile gözeneklerdeki organik çözücü birbirinden farklı olduğunda adlandırılır.

HF-LPME'nin ana avantajları, basit ve düşük maliyetli bir teknik olmasıdır. Aynı zamanda yüksek seçicilik ve yüksek zenginleştirme faktörleri sunar. Ekstraksiyon tamamlandıktan sonra, alıcı faza geçen analitler, gelişmiş kromatografik cihazlarla doğrudan analiz edilebilir. Ayrıca, fiberlerin tek kullanımlık olması kirlilik riskini ortadan kaldırır ve polipropilen malzemenin ucuzluğu maliyet etkinliğini artırır (Alver vd., 2012; Bello-López vd., 2012).



Şekil 3. HF-LPME tekniğinin uygulanışı (Hansen & Pedersen-Bjergaard 2024)

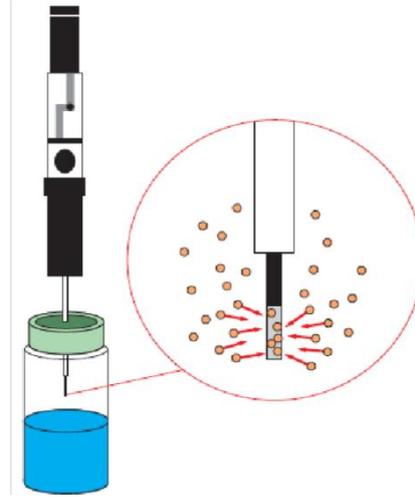
Tepe Boşluklu Katı Faz Mikroekstraksiyonu (HS-SPME)

Tepe boşluklu katı faz mikroekstraksiyonu (HS-SPME), standart SPME tekniğinin bir varyasyonudur. SPME'den farklı olarak, analitler doğrudan numune çözeltisi yerine gaz fazından adsorbe etme prensibine dayanır. HS-SPME, fiberin sıvı numuneyle fiziksel temasını gerektirmez. Bunun yerine, numune kabının içindeki sıvı ve üstündeki gaz (head space, tepe boşluğu) arasında bir dinamik denge kurulur. Daha sonra, gaz fazına geçen uçucu ve yarı uçucu bileşikler bulunan fibere adsorbe edilir. Adsorplanan bu bileşikler ısıtma yoluyla (termal desorpsiyon) kromatografi cihazına transfer edilir. Bu yaklaşımın temel avantajları, fiberin sıvı matrisin kararsızlaştırıcı etkisinden korunup uzun ömürlü olması ve numunedeki girişim yapan maddelerin etkilenmemektir (Zhang & Pawliszyn, 1993).

HS-SPME, özellikle uçucu organik bileşiklerin, aromatik bileşenlerinin ve boya bozunma ürünlerinin analizi için yüksek duyarlılık sağlamaktadır. Ayrıca çözücü kullanılmaması, yöntemin çevre dostu yönlerindedir. Uygulamada fiber kaplamasının tipi analitlerin uçuculuğu ve polaritesine göre seçilir. PDMS kaplamalar apolar, karboksen/polidimetilsiloksan (CAR/PDMS) ve divinilbenzen/polidimetilsiloksan (DVB/PDMS) kaplamalar ise daha polar ve yarı uçucu bileşenlerin adsorpsiyonu için uygundur.

HS-SPME'nin birçok avantajı vardır; yüksek seçicilik, çözücü gerekliliğinin olmaması; otomasyona uygunluğu ve matris etkilerinin düşük olması bunlardandır. Dezavantajları arasında ise, özellikle gıda boyalarının tayininde, düşük uçuculuğa sahip boyaların doğrudan analizinde sınırlı etkinlik göstermesi ve fiberin aşırı uçucu olmayan bileşenlerle kirlenmesi sayılabilir. Ancak, optimize edilmiş koşullarda HS-SPME hem gıda boyalarının hem de

bunların bozunma ürünlerinin eser miktarlarının tayininde etkili bir tekniktir (Lancioni vd., 2022).



Şekil 4. HS-SPME yönteminin uygulanışı (Schmidt & Podmore, 2015).

Çizelge 2. Literatürde gıda boyaları tayininde kullanılan mikroekstraksiyon teknikleri

Gıda Boyası	Örnek	Mikroekstraksiyon Tekniği	Tayin Tekniği	Kaynak
Rhodamine B	Şeker, içecek, puding, şurup	DLLME	UV-Vis spektrofotometri	Duman vd., 2020
Ponceau 4R, Carmoisine, Erythrosine	Şeker	LLME	HPLC	Salamat vd., 2018
Rhodamine B	Sabun, tekstil boyası, musluk suyu	DLLME	UV-Vis spektrofotometri	Taziki vd., 2012
Rhodamine B	İçecekler, acı biber yağı	SPME	HPLC	Xu vd., 2016
Malachite Green	çiftlik ve süs akvaryum balıkları su numunesi	LLME	UV-Vis spektrofotometri	Aydin vd., 2017
Amaranth, Ponceau 4R, Allura red, Azorubine, Erythrosine, Thymol	İçecekler, jöle, çikolata	DLLME	HPLC	Faraji, 2019

4. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Gıda boyaları, gıda endüstrisinin gıda estetiği amacıyla kullandığı ticari açıdan oldukça önemli bileşenlerinden biri olsa da, insan sağlığı üzerinde endişe verici etkilere sebep olmaktadır. Önceki satırlarda belirtildiği gibi, bu bileşikler bazı karsinojenik etkilerden çocuklarda davranış bozukluklara kadar çeşitli sağlık riskleriyle ilişkilendirilmektedir. Bu sebeple, uluslararası otoriteler tarafından tolere edilebilir günlük alım değerleri belirlenmiş ve gıda örneklerinde kullanımları düzenlenmiştir. Mikroekstraksiyon teknikleri, gıda boyaları ile ilgili olduğu gibi, gıda güvenliğinin sağlanması için önemlidir. Bu teknikler, düşük veya sıfır çözücü tüketimi, düşük maliyet, düşük toksisite gibi avantajlarla gıda boyalarının tayininde önemli bir yere sahip yeşil tekniklerdir. Sonuç olarak, mikroekstraksiyon temelli örnek hazırlama yöntemleri, gıda boyalarının eser düzeyde tayininde hem duyarlılığı hem de sürdürülebilirliği bir araya getiren güçlü analitik araçlardır. Geçmişten günümüze kadar uzanan gıda güvenliği ve çevresel problemler gelecekte de şüphesiz mevcut olacaktır. Bu bağlamda, özellikle toksisitesi olmayan doğal ve yeşil çözücülerin kullanımıyla bu teknikler gelecekte de önemli bir yere sahip olma potansiyelini taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Alver, E., Demirci, A., & Özcimder, M. (2012). Microextraction methods. *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, 30, 75-90.
- Anastas, P., & Eghbali, N. (2010). Green chemistry: principles and practice. *Chemical society reviews*, 39(1), 301-312.
- Aydin, F., Yilmaz, E., & Soylak, M. (2017). A simple and novel deep eutectic solvent based ultrasound-assisted emulsification liquid phase microextraction method for malachite green in farmed and ornamental aquarium fish water samples. *Microchemical Journal*, 132, 280-285.
- Baltussen, E., Sandra, P., David, F., & Cramers, C. (1999). Stir bar sorptive extraction (SBSE), a novel extraction technique for aqueous samples: theory and principles. *Journal of Microcolumn Separations*, 11(10), 737-747.
- Bello-López, M. Á., Ramos-Payán, M., Ocaña-González, J. A., Fernández-Torres, R., & Callejón-Mochón, M. (2012). Analytical applications of hollow fiber liquid phase microextraction (HF-LPME): a review. *Analytical Letters*, 45(8), 804-830.
- Camel, V. (2003). Solid phase extraction of trace elements. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 58(7), 1177-1233.
- Chung, K. T. (2016). Azo dyes and human health: A review. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*, 34(4), 233-261.
- Downham, A., & Collins, P. (2000). Colouring our foods in the last and next millennium. *International journal of food science & technology*, 35(1), 5-22.

Duman, S., Erbas, Z., & Soylak, M. (2020). Ultrasound-assisted magnetic solid phase microextraction of patent blue V on magnetic multiwalled carbon nanotubes prior to its spectrophotometric determination. *Microchemical Journal*, 159, 105468.

Faraji, M. (2019). Determination of some red dyes in food samples using a hydrophobic deep eutectic solvent-based vortex assisted dispersive liquid-liquid microextraction coupled with high performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1591, 15-23.

Hansen, F. A., & Pedersen-Bjergaard, S. (2024). Hollow-Fibre Liquid-Phase Microextraction. In *Microextraction Techniques: Fundamentals, Applications and Recent Developments* (pp. 243-274). Cham: Springer International Publishing.

Jeannot, M. A., & Cantwell, F. F. (1996). Solvent microextraction into a single drop. *Analytical chemistry*, 68(13), 2236-2240.

Kataoka, H., Lord, H. L., & Pawliszyn, J. (2000). Applications of solid-phase microextraction in food analysis. *Journal of chromatography A*, 880(1-2), 35-62.

Lancioni, C., Castells, C., Candal, R., & Tascon, M. (2022). Headspace solid-phase microextraction: Fundamentals and recent advances. *Advances in Sample Preparation*, 3, 100035.

Lord, H., & Pawliszyn, J. (2000). Evolution of solid-phase microextraction technology. *Journal of Chromatography A*, 885(1-2), 153-193.

McCann, D., Barrett, A., Cooper, A., Crumpler, D., Dalen, L., Grimshaw, K., ... & Stevenson, J. (2007). Food additives and hyperactive behaviour in 3-year-old and 8/9-year-old children in the community: a randomised, double-blinded, placebo-controlled trial. *The lancet*, 370(9598), 1560-1567.

Pawliszyn, J. (1997). *Solid phase microextraction: theory and practice*. John Wiley & Sons.

Pedersen-Bjergaard, S., & Rasmussen, K. E. (1999). Liquid-liquid-liquid microextraction for sample preparation of biological fluids prior to capillary electrophoresis. *Analytical chemistry*, 71(14), 2650-2656.

Pena-Pereira, F., & Tobiszewski, M. (Eds.). (2017). *The application of green solvents in separation processes*. Elsevier.

Rezaee, M., Assadi, Y., Hosseini, M. R. M., Aghaee, E., Ahmadi, F., & Berijani, S. (2006). Determination of organic compounds in water using dispersive liquid-liquid microextraction. *Journal of Chromatography a*, 1116(1-2), 1-9.

Rukosueva, E. A., Aliyarova, G. R., Tikhomirova, T. I., Apyari, V. V., & Nesterenko, P. N. (2020). Simultaneous determination of synthetic food dyes using a single cartridge for preconcentration and separation followed by photometric detection. *International Journal of Analytical Chemistry*, 2020(1), 2409075.

Salamat, Q., Yamini, Y., Moradi, M., Karimi, M., & Nazraz, M. (2018). Novel generation of nano-structured supramolecular solvents based on an ionic liquid as a green solvent for microextraction of some synthetic food dyes. *New Journal of Chemistry*, 42(23), 19252-19259.

Schmidt, K., & Podmore, I. (2015). Current challenges in volatile organic compounds analysis as potential biomarkers of cancer. *Journal of biomarkers*, 2015(1), 981458.

Scotter, M. J. (Ed.). (2015). *Colour additives for foods and beverages*. Elsevier.

Smirnova, S. V., Lyskovtseva, K. A., & Pletnev, I. V. (2021). Extraction and determination of synthetic food dyes using tetraalkylammonium based liquid-liquid extraction. *Microchemical Journal*, 162, 105833.

Taziki, M., Shemirani, F., & Majidi, B. (2012). Robust ionic liquid against high concentration of salt for preconcentration and determination of rhodamine B. Separation and purification technology, 97, 216-220.

Viñas, P., Campillo, N., López-García, I., & Hernández-Córdoba, M. (2014). Dispersive liquid-liquid microextraction in food analysis. A critical review. *Analytical and bioanalytical chemistry*, 406(8), 2067-2099.

World Health Organization. (2011). *Sunset Yellow FCF*. JECFA / FAO & WHO Food Additives and Contaminants Database. Retrieved from <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/2703> (apps.who.int)

World Health Organization. (2016). *Tartrazine*. JECFA / FAO & WHO Food Additives and Contaminants Database. Retrieved from <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/3885> (apps.who.int)

World Health Organization. (2017). *Brilliant Blue FCF*. JECFA / FAO & WHO Food Additives-Contaminants Database. <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/3309> (apps.who.int)

World Health Organization. (2021). *Allura Red AC*. JECFA / FAO & WHO Food Additives and Contaminants Database. <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/2361>

Wu, H., Guo, J. B., Du, L. M., Tian, H., Hao, C. X., Wang, Z. F., & Wang, J. Y. (2013). A rapid shaking-based ionic liquid dispersive liquid phase microextraction for the simultaneous determination of six synthetic food colourants in soft drinks, sugar-and gelatin-based confectionery by high-performance liquid chromatography. *Food chemistry*, 141(1), 182-186.

Xu, X., Zhang, M., Wang, L., Zhang, S., Liu, M., Long, N., ... & Zhang, L. (2016). Determination of rhodamine b in food using ionic liquid-coated multiwalled carbon nanotube-based ultrasound-assisted dispersive solid-phase microextraction followed by high-performance liquid chromatography. *Food Analytical Methods*, 9(6), 1696-1705.



Zgoła-Grześkowiak, A., & Grześkowiak, T. (2011). Dispersive liquid-liquid microextraction. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 30(9), 1382-1399.

Zhang, Z., & Pawliszyn, J. (1993). Headspace solid-phase microextraction. *Analytical chemistry*, 65(14), 1843-1852.

YEŞİL MİKROEKSTRAKSİYON ÇÖZÜCÜLERİNİN GIDA BOYALARININ ANALİTİK TAYİNİNDE KULLANIMI VE ÖNEMİ

THE USE AND IMPORTANCE OF GREEN MICROEXTRACTION SOLVENTS IN THE
ANALYTICAL DETERMINATION OF FOOD COLORANTS

Prof. Dr. Nail ALTUNAY¹,

¹Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Fakültesi, naltunay@cumhuriyet.edu.tr

ORCID ID: 0000-0001-9053-7570

Arş. Gör. Seçkin FESLİYAN²

²Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, seckinf@cumhuriyet.edu.tr

ORCID ID: 0009-0003-3584-3868

ÖZET

Gıda endüstrisinde ürünün albesini artırmak için sıklıkla kullanılan gıda boyalarının doğru ve güvenilir analitik tayini, tüketici sağlığı açısından oldukça önemlidir. Ayırma ve zenginleştirme teknikleri, gıda boyalarının tayininde daha doğru, tekrarlanabilir ve seçici analitik yöntem geliştirmek için sıklıkla analiz öncesinde örnekler uygulanmaktadır. Ancak, analitik özelliklerin iyileştirmesi kadar önemli diğer bir konu da analitik yöntemlerin çevreci yapısıdır. Ayırma ve zenginleştirme tekniklerinin çevresel etki bağlamında en önemli aşama olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu tekniklerin her bir bileşenin niteliği oldukça önemli hale gelmektedir. Mikroekstraksiyon teknikleri, klasik ekstraksiyon tekniklerinin aksine, mikro seviyelerde çözücü kullanımı, düşük maliyet ve düşük toksisite ile karakterize edilmektedir. Çözücü kullanılmayan tekniklerinde bulunmasıyla birlikte, çözücü kullanan mikroekstraksiyon yöntemlerinin en önemli özelliği kullanılan bu çözücülerin üstün doğası sebebiyledir. Mikroekstraksiyon tekniklerinde kullanılan çözücüler oldukça düşük seviyede toksisiteleri, yüksek çözme güçleri ve bazılarının doğal kökenli olması sebebiyle Yeşil Çözücüler olarak nitelendirilmektedir. Bu çözücüler, gıda boyaları gibi sağlık sorunu potansiyeli taşıyan analitik türlerin tayininde analitik sürece yeşil bir kimlik kazandırmaktadır. Bu çalışmada, mikroekstraksiyon tekniklerinde yaygın olarak kullanılan yeşil çözücüler (yüzey aktif çözücüler, iyonik sıvılar, supramoleküler çözücüler, derin ötektik çözücüler ve değiştirilebilir hidrofilik çözücüler) incelenmiştir. Ayrıca, yeşil çözücülerin gıda boyalarının tayininde sağladığı avantajlar değerlendirilmiş ve literatürdeki bazı çalışmalar eklenmiştir. Dolayısıyla, mevcut çalışma yeşil çözücülerin analitik tayindeki rolünü ve çevreci analitik prosedür geliştirmedeki önemini vurgulaması açısından önemlidir.

Anahtar kelimeler: Yeşil çözücüler, mikroekstraksiyon, gıda boyaları, yeşil analitik prosedür

ABSTRACT

The accurate and reliable analytical determination of food dyes, which are frequently used in the food industry to enhance product color, is crucial for consumer health. Separation and enrichment techniques are frequently applied to samples prior to analysis to develop more accurate, reproducible, and selective analytical methods for the determination of food colorants. However, another issue that is as important as improving analytical properties is the environmental friendliness of analytical methods. Considering that separation and enrichment techniques are the most important stage in terms of environmental impact, the nature of each component of these techniques becomes quite important. Microextraction techniques, unlike classical extraction techniques, are characterized by the use of solvents at the micro level, low cost, and low toxicity. Along with the presence of solvent-free techniques, the most important feature of solvent-based microextraction methods is the superior nature of the solvents used. Solvents used in microextraction techniques are classified as Green Solvents due to their very low toxicity, high solvency power, and the fact that some are naturally derived. These solvents give the analytical process a green identity in the determination of analytical types that carry health risks, such as food dyes. In this study, green solvents (surface-active solvents, ionic liquids, supramolecular solvents, deep eutectic solvents, and switchable hydrophilic solvents) commonly used in microextraction techniques were examined. Furthermore, the advantages provided by green solvents in the determination of food dyes have been evaluated, and some studies from the literature have been included. Therefore, the present study is important in that it highlights the role of green solvents in analytical determination and their importance in developing environmentally friendly analytical procedures.

Keywords: Green solvents, microextraction, food dyes, green analytical procedures

1. GİRİŞ

Gıda boyaları, ürünlere cazip bir görünüm kazandırmak ve tüketici için ürünün albenisini artırmak amacıyla gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan gıda katkı maddeleridir. Doğal veya sentetik kökenli olabilen bu katkı maddelerinin, özellikle sentetik azo ve triarymetan boyalarının, fazla tüketimi sağlık açısından risk oluşturabilmektedir. Bu nedenle, ulusal ve uluslararası otoriteler (JECFA, WHO, EFSA gibi) tarafından gıdalarda izin verilen boya miktarlarına belirli sınırlamalar getirilmiştir. Bu sınırların güvenilir biçimde denetlenebilmesi, analitik kimyada yüksek duyarlılık ve seçiciliğe sahip tayin yöntemlerinin geliştirilmesi ile olabilmektedir.

Gıda boyalarının tayininde sıklıkla UV-Vis spektrofotometri, yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ve kapiler elektroforez (CE) gibi teknikler kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemler gıda örnekleri gibi karmaşık matriste düşük derişimde yer alan gıda boyaların doğrudan tayininde belirli sınırlamalara sahiptir. Bu amaçla örnek hazırlama teknikleri kullanılmaktadır. Bu tekniklerin genel olarak zaman alıcı ve maliyetli olup aynı zamanda çevreye zararlı çözücülerin kullanımını gerektirmektedir. Geleneksel sıvı-sıvı ekstraksiyon veya katı faz ekstraksiyonu işlemleri, çoğunlukla kloroform, asetonitril, toluen gibi uçucu ve toksik organik çözücülere bağımlıdır. Bu durum, yeşil analitik kimya ilkeleri açısından dezavantajlı olup atık üretimini, enerji tüketimini ve maliyeti artırmaktadır.

Bu bağlamda, son yıllarda, numune hazırlama süreçlerinin çevre dostu hale getirilmesi amacıyla mikroekstraksiyon tekniklerinin kullanımı hız kazanmıştır. Mikroekstraksiyon teknikleri, klasik ekstraksiyon yöntemlerine göre çok daha az miktarda çözücü kullanılması, kısa uygulama süresi ve yüksek ön deriştirme faktörleri sağlamasıyla öne çıkmaktadır. Mikroekstraksiyonun analitik ve çevresel avantajları büyük ölçüde kullanılan çözücünün doğasına bağlıdır. Bu tekniklerin çevresel ve analitik karakterini daha da iyileştirmek için yeşil çözücüler sentezlenmekte uygulanmaktadır.

Yeşil mikroekstraksiyon çözücüleri, toksik olmayan, biyolojik olarak parçalanabilir, yeniden kullanılabilir ve düşük buhar basıncına sahip çözücülerdir. Bu çözücüler arasında yüzey aktif çözücüler, iyonik sıvılar (IL), supramoleküler çözücüler (SUPRAS), derin ötektik çözücüler (DES) ve değiştirilebilir hidrofilik çözücüler (SHS) yer almaktadır. Bu çözücü türleri, farklı kimyasal fonksiyonel grupları içerse de, büyük çoğunluğu çevre-dostu ve yüksek çözme gücüne sahip çözücülerdir.

Dolayısıyla, gıda boyalarının analitik tayininde yeşil çözücülerin kullanımının hem çevresel sürdürülebilirlik hem de analitik parametreler açısından önemli kazanımlar sağladığı rahatlıkla söylenebilir. Bu çalışmada ilgili yeşil çözücüler incelenerek mikroekstraksiyon süreçlerindeki rolleri, uygulama örnekleri ve yeşil analitik kimya açısından önemleri değerlendirilmiştir.

2. YEŞİL MİKROEKSTRAKSİYON ÇÖZÜCÜLERİ

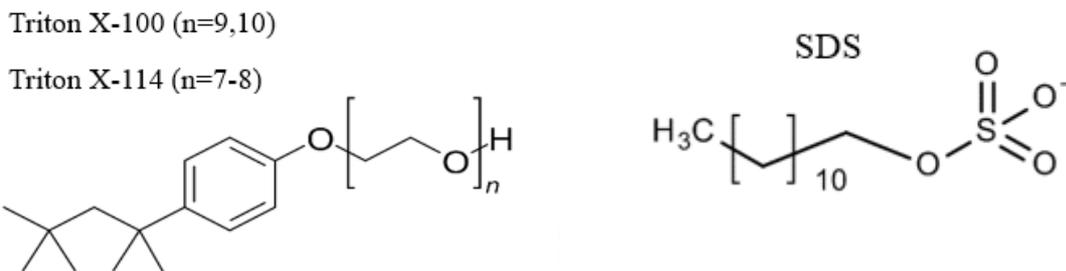
2.1. Yüzey Aktif Çözücüler

Yüzey aktif çözücüler (sümfaktanlar), molekül yapısında hem hidrofilik (polar) hem de hidrofobik (apolar) kısımlar içeren amfifilik bileşiklerden oluşmaktadır. Hidrofilik kısım molekülün baş kısmını, hidrofobik kısım ise kuyruk kısmını oluşturur. Bu ilginç yapı sayesinde sayesinde yüzey aktif maddeler, sulu ortamlarda belirli bir derişimin (kritik misel konsantrasyonu) üzerinde misel, ters misel, mikroemülsiyon veya vesikül gibi organize yapılar oluşturur (Şekil 1.). Bu yapılar ise mikroekstraksiyonda kütle transferinin verimine etki etmekte ve gıda boyaları gibi apolar veya polar özellikte geniş analit yelpazesine çözünürlük sunmayı sağlamaktadır. Tüm bu özellikleri, mikroekstraksiyon uygulamalarında onları klasik organik çözücülerin çevre dostu alternatifleri yapmaktadır (Maclay, 1956).



Şekil 1. Sümfaktanların misel (A) ve ters misel (B) yapıları

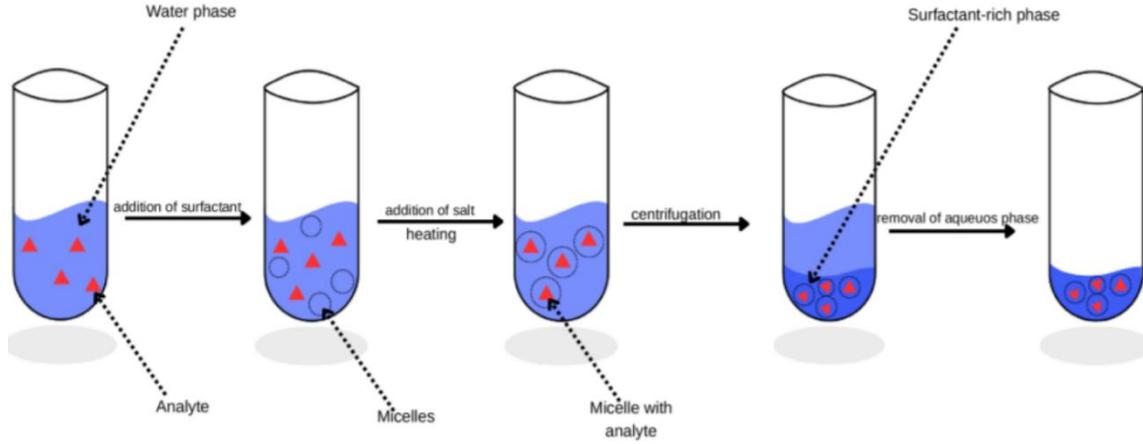
Yüzey aktif çözücüler, noniyonik yüzey aktif çözücüler ve iyonik yüzey aktif çözücüler olmak üzere ikiye ayrılır. Non-iyonik yüzey aktif çözücülere Triton X-100, Triton X-114 ve PONPE 7.5 (polietilenglikol mono-p-nonilfenileter) ve Tween 80 örnek olarak verilebilir. En çok kullanılan iyonik sümfaktanlar ise sodyum dodesil sülfat (SDS) ve setiltrimetilamonyum bromürdür (CTAB) (Moradi & Yamini, 2012).



Şekil 2. Bazı sümfaktan moleküllerine örnekler

Yüzey aktif çözücülerin mikroekstraksiyondaki kullanımını çoğunlukla bulutlu noktası ile ilişkilidir. Buna göre, noniyonik bir yüzey aktif çözücü sulu ortamda çözünür durumda bulunur

ve belirli bir sıcaklıkta (bulutlanma noktası) sistem iki faza ayrılır. Bu iki fazdan biri yüzey aktif maddece zengin faz; diğeri ise sulu fazdır. Bu ortamdaki hedef analit (anyonik azo boyalar (Sunset Yellow FCF, Tartrazine, Allura Red AC gibi) hidrofobik etkileşim, van der Waals kuvvetleri veya elektrostatik etkileşim yoluyla yüzey aktif çözücü fazına geçer. Böylece az miktarda çözücü kullanılarak yüksek zenginleştirme faktörü elde edilir.



Şekil 3. Bulutlanma noktası ekstraksiyounda surfaktanların kullanımı (Sznek vd., 2025)

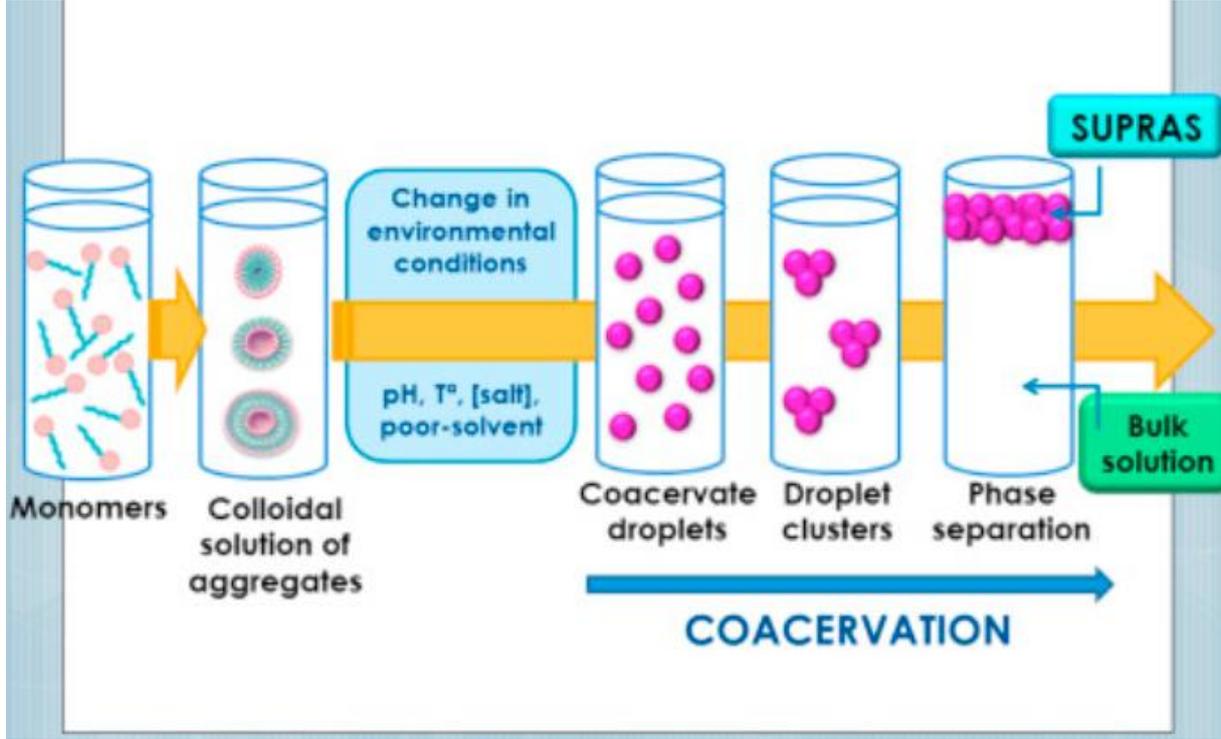
Yüzey aktif çözücülerin en önemli avantajı hem düşük uçuculuğa hem de düşük toksisiteye sahip olmalarıdır. Ayrıca, mikroekstraksiyonda çok düşük miktarda kullanıldıkları için çevre ve sağlık açısından pozitifler. Bununla birlikte, bazı ticari yüzey aktif maddelerin biyolojik olarak tam parçalanabilir olmayıp aynı zamanda yüksek viskoziteye sahip olabilir. Ancak, deneysel parametrelerin iyi bir optimizasyonu ile çoğu zaman yüksek avantaj vaat ederler (Melnik vd., 2015).

2.2. Supramoleküler Çözücü (SUPRAS)

Supramoleküler çözücü (SUPRAS), kendiliğinden organize olma yeteneğine sahip (self-assembly), nano veya mikrometre ölçeğinde tersine çevrilebilir supramoleküler yapılar oluşturan çözücü sistemlerine denmektedir. Bu sistemler genellikle amfifilik bileşiklerin (uzun zincirli karboksilik asitler, alkoller, aminler) su gibi uygun bir ortamda mikro ya da nano yapılar oluşturmasıyla meydana gelir. Bu yapılar hidrofobik iç faza ve hidrofilik dış yüzeye sahiptir ve dolayısıyla hem polar hem de apolar bileşikleri çözebilme kapasitesine sahiptirler. Tanımlanmaları açısından her ne kadar surfaktanlara benzer ifadeler kullanılsa da, surfaktanlar SUPRAS oluşumunda yer alan temel bileşenlerken, SUPRAS, surfaktanların kendiliğinden birleşmesi ve faz ayrımı ile oluşan çözücü sistemleridir. Düşük miktarlarıyla yüksek miktarda analit zenginleştirmeyi sağlayan SUPRAS, mikroekstraksiyon teknikleri için mükemmel çözücülerdir. Toksik olmayan doğaları sayesinde örnek hazırlama işlemlerine yeşil bir profil sağlarlar (Caballo vd., 2017; Jagirani & Soylak., 2021).

Bir SUPRAS oluşturmak için gereken bileşenler şunlardır: amfifilik molekül (1-dekanol, dodesilamin, oktanoik asit gibi), indükleyici (tuz, asit veya baz), ve ortam. Bu bileşenler karıştırıldığında amfifilik moleküller hidrofobik etkileşimler, van der Waals kuvvetleri ve

hidrojen bağları aracılığıyla organize olur. Elde edilen faz, analitleri ekstrakte eder. Ekstraksiyon hidrofobik etkileşimler, π - π etkileşimi, hidrojen bağları gibi etkileşimlerle olur.



Şekil 4. SUPRAS oluşum mekanizması (Caballo vd., 2017)

SUPRAS içeren mikroekstraksiyon uygulamalarında az bir SUPRAS fazı (genellikle 50-200 μ L) sulu örneğe eklenir. Karıştırma ile analitler SUPRAS fazına geçer ve faz ayrımı santrifüjle kolayca sağlanır. Üstte kalan SUPRAS fazı doğrudan HPLC, UV-Vis veya diğer tekniklerle analiz edilerek analitin miktarı belirlenebilir.

SUPRAS, uçucu organik bileşen içermez ve hem hidrofilik hem hidrofobik grupların varlığı sayesinde farklı polaritedeki analitlerin ekstraksiyonu için uygundur. Hazırlanmaları kolay olduğu gibi, yüksek ayırma verimleri sağlamaktadır (Rubio, 2020).

2.3. Hidrofilikliği Değiştirilebilir Çözücüler (SHS)

Hidrofilikliği değiştirilebilir çözücüler (SHS), sulu çözeltilerde CO₂ yokluğunda hidrofobik bir yapı sergilerken, CO₂ eklendiğinde hidrofilik bir yapıya kazanan çözücülerdir [38]. Bu çözücüler, 2005 yılında Jessop ve arkadaşları tarafından tanıtılmıştır (Jessop vd., 2005). Araştırmacılar, iyonik (polar) olmayan DBU (1,8-diazabisiklo-[5.4.0]-undes-7-en) ve 1-hekzanolün 1:1 oranındaki karışımına oda sıcaklığında ve 1 atmosfer basınçta CO₂ ilave ettiklerinde, sıvı karışımın polar (iyonik) özellikler kazandığını gözlemlemişlerdir. CO₂ ortamdan uzaklaştırıldığında ise sistemin orijinal (polar olmayan) haline geri döndüğünü belirlemişlerdir. CO₂ bu çözücülerde hidrofilik ve hidrofobik durumlar arasındaki değişimi

sağladığı için tetikleyici olarak tanımlanmaktadır. CO₂'nin tetikleyici olarak tercih edilmesinin nedeni, sistemden kolaylıkla ayrılabilmesi ve zararsız olmasıdır.

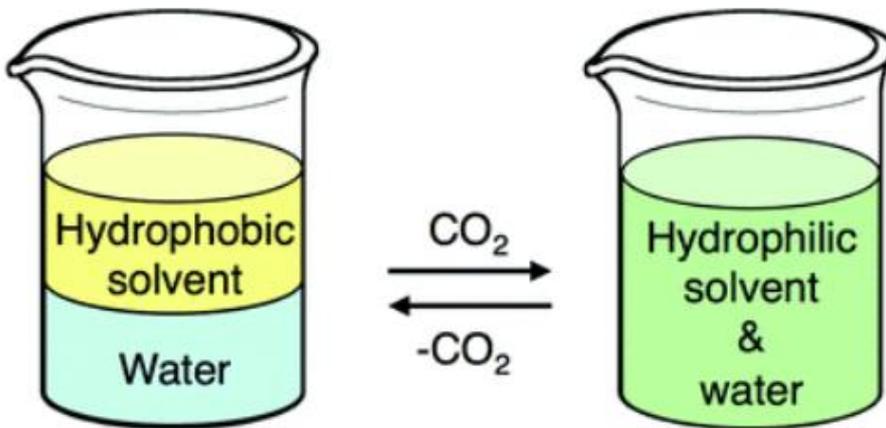
Bir çözücünün SHS olarak nitelendirilebilmesi için şu koşulun sağlanması gerekir: Çözücü CO₂ eklenmeden önce suyla tamamen karışarak tek bir faz oluşturuyorsa bu sistem tek fazlı kabul edilir ve böyle bir çözücü SHS özelliği göstermez. Eğer çözücü CO₂ eklenmeden önce de eklendikten sonra da suyla karışmayıp iki fazlı bir yapı oluşturuyorsa, bu durumda sistem iki fazlıdır. Ancak çözücü, CO₂ ilavesinden önce suyla karışmayarak iki ayrı faz oluşturuyor ve CO₂ eklendiğinde suyla karışarak tek bir sıvı faz meydana getiriyorsa, bu durumda sistem SHS davranışı göstermektedir. CO₂'nin ortamdan uzaklaştırılması için ultrasonikasyon, ısıtma, asit veya baz ilavesi gibi işlemler uygulanabilir. Tripropilamin, trietilamin, N,N-diizopropilaminometanol gibi bileşikler SHS'lere örnek verilebilir.

Aminlerin Hidrofilikliği Değiştirilebilir Çözücü (SHS) olarak işlev görmesi için gereken temel özellikler şunlardır:

1. logK_{ow} değeri 1,2 ile 2,5 arasında olmalıdır. Eğer bu değer alt sınır olan 1,2'nin altında olursa, amin nötr haldeyken bile su ile tamamen karışacak ve bu da iki fazlı sistem yerine tek fazlı bir karışım oluşturacaktır (SHS olamaz).

2. Seçilen aminin pKa değeri 9,5'in üzerinde olması gerekir. Bu şartı sağlamayan aminler yeterli bazlığa sahip olamayacağından, karbonatlı su ile etkileşime girdiğinde iki fazlı yapıdan tek fazlı yapıya geçiş (hidrofilikleşme) sürecini başarıyla tamamlayamayacaktır (Vanderveen vd., 2014).

Hidrofilikliği Değiştirilebilir Çözücülerin kullanımında gerçekleşen su ile birleşme aşaması farklı analit türleri için geniş bir yüzey alanı sağlar. Dolayısıyla etkin ve hızlı bir ekstraksiyon gerçekleşir. SHS kullanımının avantajlarından biri ürün ve çözücünün birbirinden ayrılması için damıtma gibi enerji gerektiren prosedürlere ihtiyaç duyulmamasıdır. Bu durum, zararlı organik çözücülerin kullanımını ve toksik buhar oluşumunu önlemesinin yanı sıra, önemli miktarda enerji tasarrufu da sağlar (Alshana vd., 2020).

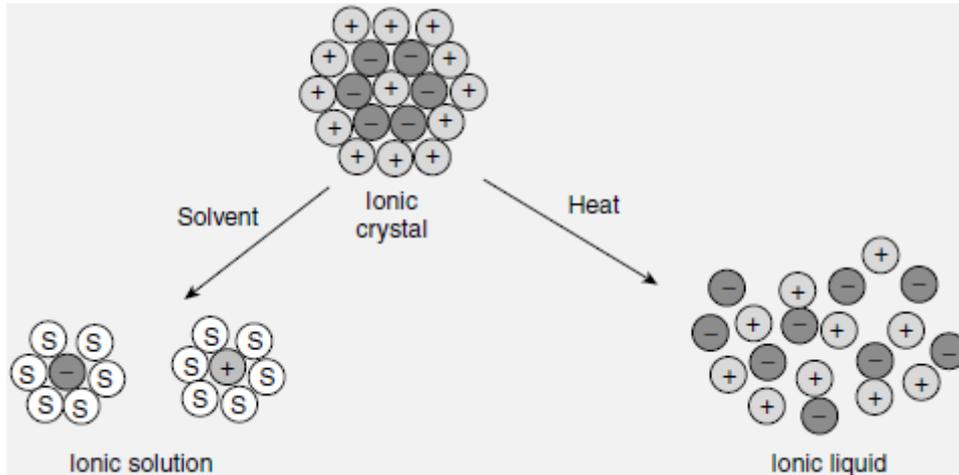


Şekil 5. SHS oluşumundaki tersinir süreç

2.4. İyonik Sıvılar (IL'ler)

İyonik sıvılar (IL'ler), genellikle organik katyon (örneğin imidazolium, piridinyum, amonyum, fosfonyum türevleri) ve organik ya da inorganik anyonlardan (örneğin $[BF_4]^-$, $[PF_6]^-$) oluşan, oda sıcaklığında sıvı halde bulunan tuzlardır (tuzlardan oluşan iyonik çözelti değil). Düşük uçuculukları, geniş sıvı faz aralıkları, termal kararlılıkları ve tasarlanabilir ayarlanabilir özellikleri nedeniyle, iyonik sıvılar geleneksel organik çözücülere çevre dostu bir alternatif olarak kabul edilir. IL'ler ayarlanabilir çözücüler olarak adlandırılır. Bunun sebebi iyon bileşenleri değiştirilerek polarite, hidrojen bağı kapasitesi ve çözünürlük özellikleri kontrol edilebilmektedir. İyonik sıvıların düşük erime noktasına sahip olmasının nedeni, genellikle büyük iyonlardan ve düşük simetriye sahip katyonlardan oluşan tuzlardan meydana gelmeleridir. İyonların bu yapısı, tuzun kristal kafes enerjisini azaltır ve bunun sonucunda erime noktasını düşürür. Sık kullanılan IL'lerin yoğunluğu suyunkinden yüksektir. Bu sayede ekstraksiyonda kolay faz ayrımı sağlanır (Stark & Seddon, 2000; Hajipour & Rafiee, 2009; Forsyth vd., 2004).

İyonik sıvılar paramanyetik bileşenlerle ($FeCl_4^-$, $CoCl_4^{2-}$, $GdCl_6^{3-}$ gibi) kombine edilip manyetik hale getirilebilir. Bu özel türler manyetik iyonik sıvı (MIL) olarak adlandırılmaktadır. MIL'ler manyetik alana karşı duyarlıdır. Bu sayede dış kaynaklı bir manyetik uygulanarak ekstraksiyon fazınının (analit içeren) ayrılmasını sağlar ve enerji tüketimi azalmaktadır (Han & Row, 2010).

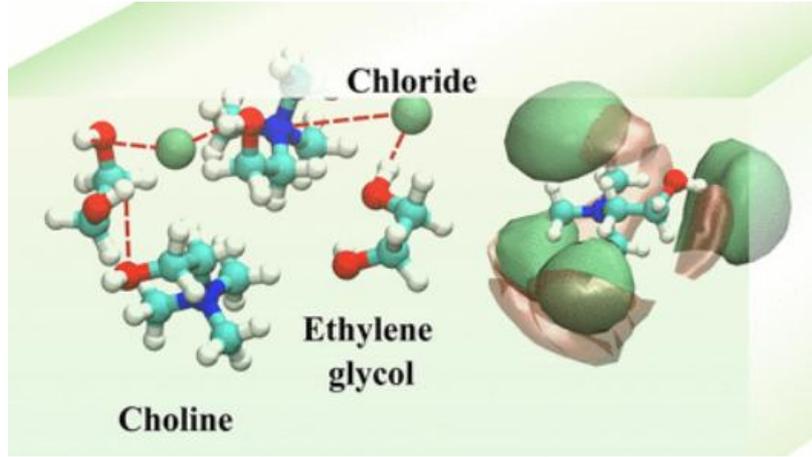


Şekil 6. İyonik çözelti ve iyonik sıvı farkı

2.5. Derin Ötektik Çözücüler (DES'ler)

2001-2003 yıllarında Abbot ve çalışma arkadaşları bir karışımda tuz veya katı iyonik sıvı kullanıldığında erime noktasında büyük bir düşüş elde edildiğini ve sonuçta oluşan çözücüye derin ötektik çözücüler denebileceğini göstermiştir (Abbott vd., 2001). DES'ler (Derin Ötektik Çözücüler), iyonik sıvıların (IL'ler) bazı türlerinde görülen yüksek maliyet, toksisite ve zayıf biyobozunurluk gibi dezavantajları gidermektedir. Buna rağmen, düşük buhar basıncı, ayarlanabilirlik, kolay sentez ve üstün çözme gücü gibi avantajlarını korumayı başarırlar.

DES'ler hidrojen bağı alıcısı (HBA, kuaterner amonyum tuzları) ve hidrojen bağı vericisinin (HBD, alkoller, karboksilik asitler, aminler) belirli bir sıcaklıkta uygun bir molar oranda karıştırılmasıyla elde edilmektedir (Perna vd., 2020;. Mbous vd., 2017). Hidrojen bağı aracılığıyla oluşan bu karışımın erime noktası, bileşenlerinin erime noktasından daha düşüktür. DES oluşum süreci herhangi bir atık veya yan ürün oluşumu ile sonuçlanmaz. DES bileşenleri değiştirilerek farklı kimyasal ve fiziksel özellikte karışımlar oluşturulabilir. Bu da DES'leri ayarlanabilir yapar (Paiva vd., 2014; Li & Row, 2016).



Şekil 7. Kolin klorür ve etilen glikolden DES oluşumu

DES'ler, doğal kökenli bileşenlerden hazırlanarak çevreci ve düşük toksisiteli özellikleri daha da ileri taşınabilir. Doğal kökenli bileşenlerden oluşan DES'ler doğal derin ötektik çözücü (NADES) olarak adlandırılır. NADES bileşeni olarak şekerleri, aminoasitler, kolin ve malik asit, sitrik asit, laktik asit, süksinik asit gibi bazı organik asitler kullanılabilir. NADES'ler çevreci olmanın yanı sıra yüksek çözme gücüne de sahip olabilmektedir (Florindo vd., 2019).

DES'ler de iyonik sıvılara benzer şekilde manyetik özellik kazanabilmektedir. Bu DES'ler ise manyetik DES (MDES) olarak adlandırılabilir. Hazırlanmalarında IL'lerdekine benzer paramanyetik materyal kullanılmakta ve aynı amaçla hazırlanmaktadırlar.

Çizelge 2. Farklı literatür örnekleri

Çözücü Türü	Çözücü Bileşimi	Analit	Örnek	Kaynak
DES	tetrabutilamonyum bromür:oktanol	Rhodamine B	atıştırmalıklar, kekler, meyveli yoğurtlar, bitki çayları pamuk şekerler	Tezcan vd., 2025
DES	1,2-propandiol:kolin klorür	Eritrosin	Farklı gıda örnekleri	Fesliyan & Elik, 2024

Farklı IL'ler	Hidrofilik- hidrofobik amonyum bazlı iyonik sıvılar	Allura Red AC, Red 2G, Azorubine, and Fast Green FCF	içecek	Smirnova, vd., 2021
SUPRAS	1-dekanol:THF	Sudan I-IV	Farklı gıda ve su örnekleri	Ahmed vd., 2024
SHS	Oktilamin:NaOH	Eritrosin	Gıda, kozmetik ve ilaç örnekleri	Hassan vd., 2021
Surfaktan	Sodyum hekzanoat	Sudan boya ları	Katı gıda örnekleri	Pochivalov vd., 2018

KAYNAKLAR

Abbott, A. P., Capper, G., Davies, D. L., Munro, H. L., Rasheed, R. K., & Tambyrajah, V. (2001). Preparation of novel, moisture-stable, Lewis-acidic ionic liquids containing quaternary ammonium salts with functional side chains. Electronic supplementary information (ESI) available: plot of conductivity vs. temperature for the ionic liquid formed from zinc chloride and choline chloride (2: 1). See <http://www.rsc.org/suppdata/cc/b1/b106357j>. Chemical communications, (19), 2010-2011.

Ahmed, H. E. H., Kori, A. H., Gumus, Z. P., & Soylak, M. (2024). Supramolecular solvent-based liquid-liquid microextraction (SUPRAS-LLME) of Sudan dyes from food and water samples with HPLC. *Microchemical Journal*, 201, 110682.

Alshana, U., Hassan, M., Al-Nidawi, M., Yilmaz, E., & Soylak, M. (2020). Switchable-hydrophilicity solvent liquid-liquid microextraction. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 131, 116025.

Caballo, C., Sicilia, M. D., & Rubio, S. (2017). Supramolecular solvents for green chemistry. In *The application of green solvents in separation processes* (pp. 111-137). Elsevier.

Cunha, S. C., & Fernandes, J. O. (2018). Extraction techniques with deep eutectic solvents. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 105, 225-239.

Fesliyan, S., & Elik, A. (2024). A deep eutectic solvent-based microextraction method for the extraction of Erythrosine from complex samples: statistical approach. *Journal of Food Composition and Analysis*, 135, 106605.

Florindo, C., Lima, F., Ribeiro, B. D., & Marrucho, I. M. (2019). Deep eutectic solvents: Overcoming 21st century challenges. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 18, 31-36.

Forsyth, S. A., Pringle, J. M., & MacFarlane, D. R. (2004). Ionic liquids—an overview. *Australian Journal of Chemistry*, 57(2), 113-119.

- Hajipour, A. R., & Rafiee, F. (2009). Basic ionic liquids. A short review. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 6, 647-678.
- Han, D., & Row, K. H. (2010). Recent applications of ionic liquids in separation technology. *Molecules*, 15(4), 2405-2426.
- Hassan, M., Uzcan, F., Alshana, U., & Soylak, M. (2021). Switchable-hydrophilicity solvent liquid–liquid microextraction prior to magnetic nanoparticle-based dispersive solid-phase microextraction for spectrophotometric determination of erythrosine in food and other samples. *Food Chemistry*, 348, 129053.
- Jagirani, M. S., & Soylak, M. (2021). Supramolecular solvents: a review of a modern innovation in liquid-phase microextraction technique. *Turkish Journal of Chemistry*, 45(6), 1651-1677.
- Jessop, P. G., Heldebrant, D. J., Li, X., Eckert, C. A., & Liotta, C. L. (2005). Reversible nonpolar-to-polar solvent. *Nature*, 436(7054), 1102-1102.
- Li, X., & Row, K. H. (2016). Development of deep eutectic solvents applied in extraction and separation. *Journal of separation science*, 39(18), 3505-3520.
- Maclay, W. N. (1956). Factors affecting the solubility of nonionic emulsifiers. *Journal of Colloid Science*, 11(3), 272-285.
- Mbous, Y. P., Hayyan, M., Hayyan, A., Wong, W. F., Hashim, M. A., & Looi, C. Y. (2017). Applications of deep eutectic solvents in biotechnology and bioengineering—Promises and challenges. *Biotechnology advances*, 35(2), 105-134.
- Melnyk, A., Namieśnik, J., & Wolska, L. (2015). Theory and recent applications of coacervate-based extraction techniques. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 71, 282-292.
- Moradi, M., & Yamini, Y. (2012). Surfactant roles in modern sample preparation techniques: a review. *Journal of Separation Science*, 35(18), 2319-2340.
- Paiva, A., Craveiro, R., Aroso, I., Martins, M., Reis, R. L., & Duarte, A. R. C. (2014). Natural deep eutectic solvents—solvents for the 21st century. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2(5), 1063-1071.
- Perna, F. M., Vitale, P., & Capriati, V. (2020). Deep eutectic solvents and their applications as green solvents. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 21, 27-33.
- Pochivalov, A., Davletbaeva, P., Cherkashina, K., Lezov, A., Vakh, C., & Bulatov, A. (2018). Surfactant-mediated microextraction approach using switchable hydrophilicity solvent: HPLC-UV determination of Sudan dyes in solid food samples. *Journal of Molecular Liquids*, 271, 807-814.
- Rubio, S. (2020). Twenty years of supramolecular solvents in sample preparation for chromatography: achievements and challenges ahead. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 412(24), 6037-6058.

Smirnova, S. V., Lyskovtseva, K. A., & Pletnev, I. V. (2021). Extraction and determination of synthetic food dyes using tetraalkylammonium based liquid-liquid extraction. *Microchemical Journal*, 162, 105833.

Stark, A., & Seddon, K. R. (2000). Ionic liquids. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*.

Sznek, B., Kupczyk, O., & Czyrski, A. (2025). Cloud Point Extraction as an Environmentally Friendly Technique for Sample Preparation. *Processes*, 13(2), 430.

Tezcan, B., Dalmaz, A., & Sivrikaya Özak, S. (2025). Green and simple microextraction method based on deep eutectic solvent-assisted smartphone digital imaging colorimetry (SDIC) for Rhodamine B analysis in food products: Tezcan et al. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 1-15.

Vanderveen, J. R., Durelle, J., & Jessop, P. G. (2014). Design and evaluation of switchable-hydrophilicity solvents. *Green Chemistry*, 16(3), 1187-1197.

DETECTION OF NITROGEN STRESS IN MAIZE USING SATELLITE AND HYPERSPETRAL AERIAL IMAGERY WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

**Prof.Dr. MEHMET SERHAT ODABAS^{1*}, Prof.Dr. ORHAN DENGİZ²,
Dr. SENA PACCI², Assoc.Prof.Dr. HASAN AKAY³, Assoc.Prof.Dr. MERT
DEDEOĞLU⁴, Assoc.Prof.Dr. PELİN ALABOZ⁵, Asist.Prof.Dr. ERHAN ERGÜN⁶,
Dr. DİLEK ÇAKIR⁷**

^{1*}Ondokuz Mayıs University, Vocational School of Bafra, Samsun, Türkiye.

mserhat@omu.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0002-1863-7566>

²Ondokuz Mayıs University, Agriculture Faculty, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Samsun, Türkiye. odengiz@omu.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0002-0458-6016>

²Ondokuz Mayıs University, Agriculture Faculty, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Samsun, Türkiye. pacciis@outlook.com - <https://orcid.org/0000-0001-6661-4927>

³Ondokuz Mayıs University, Agriculture Faculty, Department of Field Crops, Samsun, Türkiye. hasan.akay@omu.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0003-1198-8686>

⁴Selçuk University, Agriculture Faculty, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Konya, Türkiye. mertdedeoglu@gmail.com - <https://orcid.org/0000-0001-8611-3724>

⁵Isparta Uygulamalı Bilimler University, Agriculture Faculty, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Isparta, Türkiye. pelinalaboz@isparta.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0001-7345-938X>

⁶Ondokuz Mayıs University, Faculty of Engineering, Department of Computer Engineering, Samsun, Türkiye. erergun@omu.edu.tr - <https://orcid.org/0000-0003-1446-2428>

⁷Ondokuz Mayıs University, Institute of Postgraduate Education, Department of Smart Systems Engineering, Samsun, Türkiye. dilekcakir.ceng@gmail.com <https://orcid.org/0000-0002-7024-8285>

ABSTRACT

The objective of this two-year study was to determine and predict nitrogen (N) deficiency stress in (*Zea mays* L.) maize with high accuracy, addressing the dual challenge of maximizing yield and minimizing environmental pollution from excess fertilizer. The research utilized an integrated approach combining multispectral remote sensing and Artificial Neural Networks (ANN) within a Precision Agriculture framework. A controlled field experiment was established in Samsun-Bafra over two years (2024-2025) using a randomized complete block

design with five distinct N fertilizer doses (0, 2.5, 5, 10, and 15 kg/da). Weekly imaging was performed using a UAV-mounted multispectral camera to capture plant indices (NDVI, NDRE, GNDVI) across all growth stages. Results showed that all plant indices increased systematically with N dosage, validating the strong correlation between fertilizer level and plant health, with the 10 kg/da dose identified as close to the economic optimum. The ANN model successfully processed these complex, non-linear relationships to estimate the Chlorophyll Concentration Index and Nitrogen Index. Crucially, the ANN-derived stress maps revealed widespread nitrogen stress (indicated by low index values and blue tones), highlighting the model's capacity to detect subtle, spatial variations in N status that are often missed by visual assessment or simple index mapping. This integrated methodology provides a robust, non-destructive, and high-precision tool, offering farmers a scientific basis for site-specific fertilization decisions, thereby optimizing resource efficiency and enhancing environmental sustainability.

Keywords: Nitrogen, maize, stress, artificial neural networks

1. INTRODUCTION

Maize (*Zea mays* L.) is considered one of the pillars of food security worldwide, along with wheat and rice, and has a strategic importance in global agricultural production [1]. Thanks to its high yield potential and versatile uses, it is a key crop for human food (oil, starch, sugar), animal feed (grain, silage) and industrial raw materials, economic stability and meeting the nutritional needs of a growing world population. This critical role necessitates continuous optimization of productivity obtained from unit area [2]. One of the most important factors determining maize productivity is the effective management of the nutrient nitrogen (N), which is indispensable for vital plant processes, especially photosynthesis, protein and chlorophyll synthesis [3]. In this context, providing nitrogen to the plant at the right time and in sufficient amounts is vital for both obtaining high yields and ensuring environmental sustainability [4]. Deficiency of nitrogen, the most critical nutrient for plant development, leads to a condition known as nitrogen stress in maize, which seriously impairs the physiological and morphological structure of the plant [5,6]. Since nitrogen is located at the center of the chlorophyll molecule, its deficiency rapidly manifests itself as chlorosis (yellowing); this initially starts in older leaves and progresses in a V-shaped pattern along the midrib of the leaf [7,8]. This decrease in chlorophyll amount reduces the efficiency of light energy capture and directly restricts photosynthetic activity [9]. As a result, nitrogen stress causes stunted plant height, decrease in leaf area index (LAI), decreased biomass production, and ultimately, significant yield losses depending on the intensity and timing of the stress. On the other hand, excessive nitrogen applications aimed at increasing yield bring environmental risks; It causes eutrophication by mixing with surface waters and contributes to climate change through greenhouse gas (N₂O) emissions [10]. This dilemma, that is, maximizing yield and minimizing the environmental footprint, has revealed the need for precise nitrogen management through Precision Agriculture methods. Traditional agricultural diagnostic methods, especially laboratory-based soil and plant tissue analyses, are insufficient for precise management decisions due to their time and cost dependency and their inability to fully reflect within-field spatial variability [11,12]. To address this gap, high-resolution remote sensing technologies offer a revolutionary tool for non-

destructive and spatially accurate monitoring of plant health [13,14,15]. Multispectral cameras, especially integrated on Unmanned Aerial Vehicle (UAV) platforms, measure the spectral signature of the plant by capturing the reflectance properties of the vegetation in the visible (red, green) and invisible (near-infrared-NIR) spectral bands [16, 17]. Plants with decreased chlorophyll concentration due to nitrogen deficiency exhibit distinct and measurable changes in the spectrum. Vegetation Indices (e.g., NDVI, GNDVI, NDRE) derived from these reflectance values show strong correlation with chlorophyll content and biomass, making them an excellent input to quantitatively monitor nitrogen stress severity [18]. However, advanced analytical tools are needed to interpret the complex, nonlinear relationships in large and complex data sets obtained from multispectral imaging systems, where traditional statistical models are limited [19,20,21]. At this point, Artificial Neural Networks (ANNs), inspired by biological neural networks and forming the basis of machine learning, come into play [22]. ANNs have the ability to learn and predict complex nonlinear patterns between input data (plant indices) and output (nitrogen stress level) with high precision [23]. ANNs, which have yielded successful results in many areas such as yield estimation, disease detection, and nutrient stress assessment in agricultural applications, offer a powerful modeling framework when combined with remote sensing data for detecting nitrogen stress in maize, even in the early stages of stress, long before visible symptoms appear [24]. This integrated approach allows farmers to adjust the timing and amount of fertilization on a site-specific basis, serving the goal of both reducing input costs and reducing environmental pollution. The main objective of this study is to accurately determine and predict the presence and severity of nitrogen stress with the help of Artificial Neural Networks (ANN) models using a dataset of high-resolution multispectral camera images of maize plots exposed to different nitrogen doses obtained from controlled field experiments conducted in Samsun-Bafra.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Artificial Neural Networks

Artificial Neural Networks (ANNs) are a computational modeling paradigm inspired by the biological nervous system structure of the human brain and capable of learning complex and nonlinear relationships. Their fundamental feature is that they consist of layered artificial neurons (processing units) that communicate with each other through weighted connections. Each artificial neuron receives inputs (e.g., x_i), multiplies each input by its own weight (w_i), and adds a bias (b) and passes the result through an activation function (σ) to produce an output (Mathematically: $\sigma(\sum_i x_i w_i + b)$). This architecture allows the system to learn complex, hidden patterns between input and output data by iteratively adjusting its weights through optimization algorithms (mostly Gradient Descent) and a loss function.

Table 1. Logical flowchart showing the Artificial Neural Network model working with multispectral data

My name	Block Name / Transaction	Entry	Output
1	Data Collection	Drone, Multispectral Camera, GPS/RTK Sensors	Raw Image Files (R, G, NIR Bands) and Geolocation Data (Lat / Lon)
2	Image Preprocessing and Index Calculation	Raw Image Files	Plot-Based Average Vegetation Indices (NDVI, GNDVI, NDRE, etc.)
3	Target Variable Integration	Plant Indexes	Fertilizer Doses (0, 2.5, 5, 10, 15 kg/da) or Stress Class (Low, Medium, High)
4	Data Preparation and Normalization	Vegetation Indices and Target Variable	Scaled, Normalized Training, Validation, and Test Datasets
5	Defining an ANN Model	Input Size (Number of Indexes), Number of Hidden Layers	Compiled Multilayer Perceptron (MLP) Model Architecture (Weights Randomized)
6	Model Training	Training Dataset (Input/Output), Loss Function (MSE or Cross Entropy)	Optimized ANN Model (Learned Weights and Biases)
7	Model Evaluation and Prediction	Test Dataset (Input Only)	Estimated Level (or Amount) of Nitrogen Stress
8	Result Analysis	Estimated Values, Actual Values	Performance Metrics (Accuracy, R ² , RMSE) and Stress Maps

In this study, ANN demonstrates a capability beyond traditional statistical methods in the application of nitrogen stress detection in maize with the plant indices obtained from multispectral images (Figure 1).

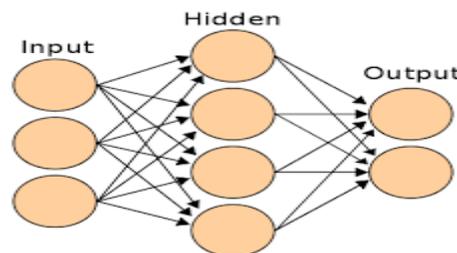


Figure 1. A basic artificial neural network model

The ANN model takes various vegetation indices (NDVI, GNDVI, etc.) and phenological stage information as inputs, and predicts the level of nitrogen stress (categorical classification) or nitrogen availability (regression) in the corn plant as output. Thanks to its ability to model nonlinear functions, ANNs resolve the complex relationship between plant spectral reflectance and chlorophyll content with high accuracy, enabling precise fertilization decisions by detecting nitrogen deficiency in the field much earlier than visible symptoms appear.

2.1.1. Pseudocode for Nitrogen Stress Detection with Artificial Neural Networks:

Pseudocode is a high-level notation used in scientific computing and computer science to semi-formally describe the structure and logic of a given algorithm, using natural language elements (English, Turkish, etc.) and traditional programming constructs (loops, conditionals, function calls), without adhering to the strict syntax rules of any programming language. Its primary purpose is to convey the design and logical flow of a software component or analytical process in a way that is both mathematically rigorous and clearly understandable to a non-technical reader. This allows the algorithm's correctness, efficiency, and logical completeness to be examined before proceeding to the coding phase, facilitating its easy adaptation to different programming languages (Python, R, MATLAB, etc.).

Table 2. Data Preparation and Preprocessing pseudocode

```

PROCEDURE Data Preparation (Multispectral Images, Field Data)
// 1.1 Multispectral Image Processing and Index Calculation
ImageSet = Load_DroneImages (MultispectralImages)
FOR EACH IMAGE In ImageSet:
R_Band = Extract_Red_Band_Data_ (Image)
NIR_Band = Extract NearInfrared_Band_Data_ (Image)
// Calculate Basic Plant Indices (Examples)
NDVI = (NIR_Band - R_Band) / (NIR_Band + R_Band)
GNDVI = (NIR_Band - Green_Band) / (NIR_Band + Green_Band)
// Extract average index values based on parcels
Average_NDVI = Average (NDVI, PlotBoundaries)
Average_GNDVI = Average (GNDVI, ParcelBoundaries)
Add Input_Properties (Date, ParcelID, Average_NDVI, Average_GNDVI, ...)
// 1.2 Defining the Target Variable (Nitrogen Dose)
Target_Variable = Get_NitrogenDoses_from_FieldData ()
// Alternatively, Nitrogen Stress Class: Low (0, 2.5), Medium (5), High (10, 15)
// For ANN Output: Code the levels categorically (Ex: One -Hot Encoding)
// 1.3 Creating and Splitting a Data Set
DataSet = Concatenate (Input_Features, Target_Variable)
TrainingSe, ValidationSet, TestSet = Split (DataSet, Rates: 70%, 15%, 15%)
// 1.4 Normalization (Scaling)
TrainingSet_Properties = Scale (TrainingSet_Properties, MinMax_Scaler)
ValidationSet_Properties = Apply_Scaler (ValidationSet_Properties)
TestSet_Properties = Apply_Scaler (TestSet_Properties)
RETURN Datasets (TrainingSet, ValidationSet, TestSet)
FINISH_PROCEDURE

```

Table 3. Description of the Artificial Neural Network Model

```

PROCEDURE Model Definition (Input Size, Number of Hidden Layers, Output Size)
// Architecture: Multi-Layer Perceptron (MLP)
ANN_Model = Create_New_ANN_Model ()
// Input Layer
ANN_Model.Layer_Add (TYPE: Input, SIZE: InputSize) // Plant Index Count
// Hidden Layers (Can Be More Than One for Deep Learning)
FOR EACH Hidden_Layer from 1 to HiddenLayerNumber:
NeuronNumber = Dynamic_Calculate (InputSize, OutputSize, i) // Ex: (2/3 * Input + Output)
Activation_Function = "ReLU " // Most commonly used activation
ANN_Model.Layer_Add (TYPE: Hidden, SIZE: NumberOfNeurons, ACTIVATION: Activation_Function)
ANN_Model.Add_Edit_Layer (TYPE: Dropout, RATE: 0.2) // To prevent over- learning
// Output Layer (Classification or Regression)
IF Problem_Classification_THEN (Nitrogen Class Determination):

```

```

Activation_Function = " Softmax "
IF NOT (IF Nitrogen Amount Estimated):
    Activation_Function = "Linear"
    ANN_Model.Layer_Add (TYPE: Output, SIZE: OutputSize, ACTIVATION: Activation_Function )
TURN ANN_Model
FINISH_PROCEDURE

```

Table 4. Model Training and Optimization

```

PROCEDURE ModelTraining (Model, TrainingSet, ValidationSet)
// 3.1 Compiling the Model
IF Problem_Classification_THEN:
    Loss_Function = " Categorical_Cross_Entropy "
    Metric = "Accuracy"
IF NOT:
    Loss_Function = " Mean_Square_Error (MSE)"
    Metric = " R_Square " // or RMSE
    Optimizer = "Adam" // Most commonly used optimizer
    Learning_Rate = 0.001
    Model.Compile (LOSS: Loss_Function, OPTIMIZER: Optimizer, METRICS: [Metric])
// 3.2 Defining Early Stopping
    Early_Stop_Callback = New_Callback (
    TRACKING: Verification_Loss,
    MIN_CHANGE: 0.0001,
    TOLERANCE_COUNT: 10 // Stop if not healed within 10 Epochs)
// 3.3 Fitting (Training) the Model
    Training_History = Model.Fit (
    Properties: TrainingSet_Properties,
    Goals: TrainingSet_Goals,
    Epochs: 100, // Maximum Number of Epochs
    Stack_Size: 32,
    Validation_Data: ValidationSet,
    Callbacks: [ EarlyStop_Callback])
    Model.Save_Weights ("Trained_ANN_Model.h5")
TURN Educational_History
FINISH_PROCEDURE

```

Table 5. Model Evaluation and Estimation

```

PROCEDURE ModelEvaluation (Model, Test Set)
// 4.1 Evaluating the Model on the Test Set
    Evaluation_Results = Model.Evaluate (
    Properties: TestSet_Properties,
    Targets: TestSet_Targets)
// 4.2 Saving Performance Metrics
IF Problem_Classification_THEN:
    Accuracy = Evaluation_Results [Accuracy]
    ErrorMatrix = Calculate_Error_Matrix (Model.Estimate (TestSet_Features), TestSet_Targets)
    Print_Report (ErrorMatrix, Classification_Report)
IF NOT:
    MSE = Evaluation_Results [MSE]
    RMSE = Square Root (MSE)
    R_Square = Calculate_R_Square (Model.Estimate (TestSet_Features), TestSet_Targets)
    Print_Report (MSE, RMSE, R_Square)
FINISH_PROCEDURE
// MAIN STREAM
START
Training, Validation, Test = Data Preparation (Multispectral Data Files, Field Trial Records)
    Number_of_Entries = Training.Features.Column_Number
    Output_Number = Training.Goals.Column_Number // Usually 1 (Regression) or Number of Classes
    ANN_Model = ModelDefinition (Number_of_Inputs, HiddenLayers: 2, Number_of_Outputs)

```

Training_History = ModelTraining (ANN_Model, Training, Validation)
ModelEvaluation (ANN_Model, Test)
Draw_Graph (Educational_History, " Loss vs. Epoch ")
FINISH

The pseudocode presented in the prepared study "Detection of Nitrogen Stress in Corn Using Multispectral Imaging Data with Artificial Neural Networks" fulfills exactly this function: It guarantees methodological transparency and reproducibility by summarizing the complex Artificial Neural Network (ANN) process, ranging from calculating multispectral vegetation indices to normalizing the data set, defining the Multi-Layer Perceptron (MLP) architecture, and training the model and evaluating its performance, with a clear logical flow.

2.2. Features of Drone

The DJI Phantom 4 Multispectral UAV used in the study is a platform designed for precision agriculture applications, featuring a takeoff weight of 1,391 g and a maximum flight endurance of approximately 30 minutes. The drone supports single-frequency, high-precision positioning using GNSS systems like GPS + BeiDou + Galileo or GPS + GLONASS + Galileo3. For imaging, it is equipped with a 1" CMOS sensor with 20 MP effective pixels and a multispectral camera with lenses corresponding to six wavebands, including Blue (450 nm \pm 16 nm), Green (560 nm \pm 16 nm), Red (650 nm \pm 16 nm), Red Edge (730 nm \pm 16 nm), and Near-Infrared (NIR) (840 nm \pm 26 nm). The system ensures safe operation through a vision system and infrared sensors.

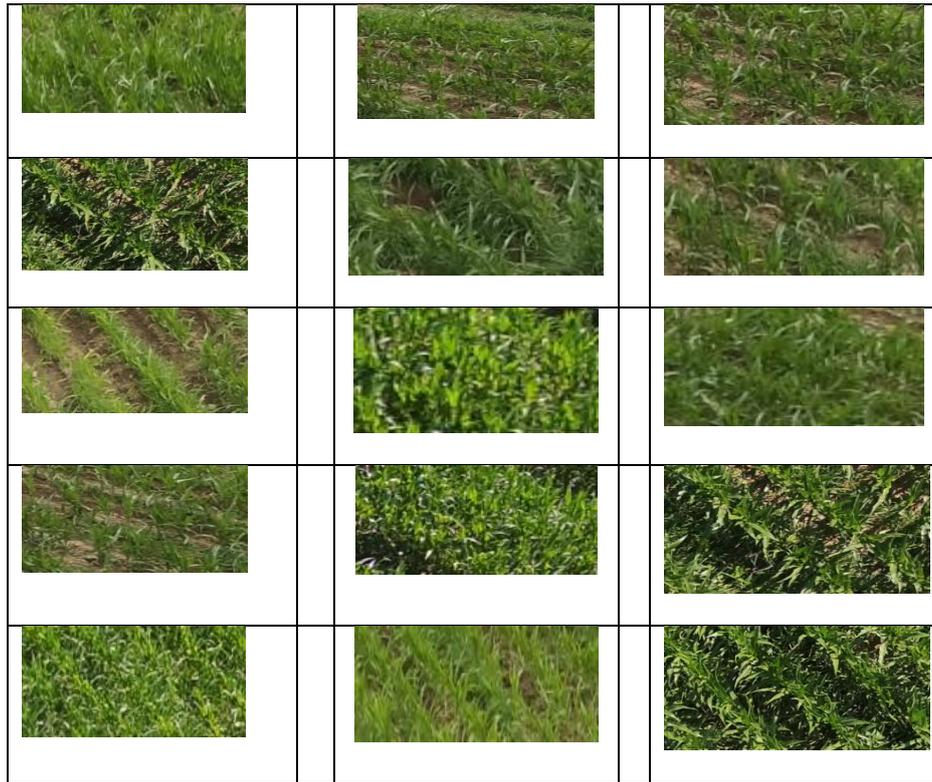
2.3. Data Analysis

The resulting data analysis and Artificial Neural Network (ANN) predictions were performed using MATLAB software.

3. RESULT AND DISCUSSION

The primary objective is to accurately identify and predict the presence and severity of nitrogen stress in maize using Artificial Neural Network (ANN) models. The findings demonstrate the extent to which the ANN model successfully deciphers the hidden patterns between plant spectral reflectance and chlorophyll content, and hence nitrogen stress levels, through its ability to learn complex, nonlinear relationships that limit traditional methods. Furthermore, the findings demonstrate the relative importance of Vegetation Indices (such as NDVI, NDRE, and GNDVI) in nitrogen stress detection and the superiority of the ANN model in managing spatial and temporal variability derived from multispectral data (in the context of precision agriculture). The experimental plan and plot images are shown in Table 6.

Table 6. Trial plots and images taken with UAV



3.1. Normalized Difference Vegetation Index (NDV)

NDVI stands for Normalized Difference Vegetation Index (Difference Vegetation Index). It is a numerical indicator used to measure the density, health, and vigor of green vegetation in an area using remote sensing methods (such as satellite or drone imagery). Healthy vegetation (containing chlorophyll) largely absorbs red light (used for photosynthesis) and strongly reflects near-infrared (NIR) light. NDVI produces a standardized index value by measuring the difference between the reflectance values of these two bands. NDVI is calculated using the near-infrared (NIR) and red (RED) reflectance values with the following formula:

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

NDVI values always range from -1 to +1 and are generally interpreted as:

NDVI Value Range	The Situation It Represents
Close to +1 (High Positive)	Very dense and very healthy green vegetation (e.g. lush forests, mature crops).
Medium Positive (Approximately 0.3 - 0.6)	Moderately healthy vegetation, shrubs, meadows or early growing crops.

Close to 0	Very little vegetation, bare soil, blackened plants or urban areas.
Negative (Near -1)	Absence of vegetation, usually bodies of water (lake, sea), snow or clouds.

By presenting the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) values according to the trial years and applied fertilizer doses, it clearly reveals the relationship between vegetation health and density and fertilization (Table 7). First, it is observed that increasing fertilizer doses systematically increased NDVI values in both years. In the no-fertilizer control groups (0 kg/ha), NDVI values were 0.3295 in Year 1 and 0.3015 in Year 2. These values are near the lower end of the "Moderately Positive" range (approximately 0.3–0.6) according to the legend to the table, falling into the category of "moderately healthy vegetation, shrubs, meadows, or emerging crops.

Table 7. NDVI values obtained from the experiment

	Doses				
	0 kg/da	2.5 kg/da	5 kg/da	10 kg/da	15 kg / da
1st year	0.3295	0.3868	0.7877	0.9403	0.9973
2nd year	0.3015	0.3583	0.7647	0.9057	0.9493

4.2. Normalized Difference Red Edge Index (NDRE)

NDRE is a combination of the Near -Infrared (NIR) band and the Red Edge (Red Edge) band. It is calculated by dividing the difference between the reflection values of the Edge band by the sum of these two values and is formulated as follows:

$$NDRE = \frac{NIR - RedEdge}{NIR + RedEdge}$$

The key to this index is that it uses the Red Edge band (approximately 700-750 nm), which is a transition region where chlorophyll absorption by plants decreases rapidly and reflectance increases rapidly. NDRE allows light to penetrate the lower layers of the canopy, better reflecting the health of these layers, thanks to the Red Edge band. Just like NDVI, NDRE values theoretically range between -1 and +1. Higher positive values (closer to +1) indicate denser, healthier vegetation; values close to zero or negative indicate poor vegetation, soil or water bodies.

Table 8. NDRE values obtained from the experiment

	Doses				
	0 kg/da	2.5 kg/da	5 kg/da	10 kg/da	15 kg / da
1st year	0.1288	0.3386	0.6777	0.8943	0.9452
2nd year	0.1017	0.3358	0.6764	0.8905	0.9302

The NDRE (Normalized Difference Red Edge Index) results presented in Table 8 were used to evaluate how varying nitrogen fertilizer doses and annual conditions affected corn chlorophyll content and plant health. The findings clearly demonstrate the dominant influence of fertilization. The control plots without nitrogen (0 kg/da) had the lowest NDRE values in both years (0.1288 in Year 1, 0.1017 in Year 2), reflecting minimal chlorophyll content and severe nutrient stress, confirming nitrogen deficiency as the limiting factor for growth. As fertilizer doses increased, NDRE values rose sharply, indicating improved chlorophyll synthesis and plant vitality. At 2.5 kg/da, NDRE tripled relative to the control (0.3386 in Year 1) but remained below optimal vegetation health. The 5 kg/da dose marked a critical recovery threshold (0.6777 in Year 1; 0.6764 in Year 2), corresponding to high chlorophyll levels and strong growth, meaning that nitrogen and other nutrients were sufficiently available. At higher doses (10 and 15 kg/da), NDRE values peaked (0.9452 at 15 kg/da in Year 1), approaching +1, which indicates dense, healthy, chlorophyll-rich vegetation. However, the small gain between 10 and 15 kg/da (0.8943 → 0.9452) compared with the large improvement from 0 to 5 kg/da suggests diminishing returns beyond 10 kg/da. Thus, 10 kg/da appears to be the economic optimum for maximizing chlorophyll while minimizing excessive fertilizer costs. Interannual comparison revealed that NDRE values were consistently higher in Year 1 than Year 2, suggesting that unfavorable climatic conditions such as drought or heat stress in the second year limited chlorophyll production and reduced fertilizer efficiency.

4.3. Green Normalized Difference Vegetation Index (GNDVI)

Green Normalized Difference Vegetation Index (Green Normalized Difference the Vegetation Index (VVI) is a vegetation index used to determine the photosynthetic activity and "greenness" of vegetation through remote sensing (satellite or drone imagery). Its purpose is to measure the plant's health and, in particular, how effectively it is taking up water and nutrients such as nitrogen. The GNDVI is calculated by dividing the difference between the reflectance values of the Near-Infrared (NIR) band and the green band by the sum of these two values:

$$GNDVI = \frac{NIR - Green}{NIR + Green}$$

Unlike traditional NDVI (which uses the Redband) and NDRE (which uses the Red Side band), GNDVI uses the green band. Green light is not absorbed by chlorophyll as strongly as red light and is therefore reflected more by the vegetation. This makes GNDVI particularly sensitive to

changes in chlorophyll content and nitrogen uptake. GNDVI is considered more sensitive than NDVI to chlorophyll changes in the early and middle stages of plant development. This is useful for monitoring early crop development and the greening stage. GNDVI is widely used in agriculture to determine vegetation water content and nitrogen uptake. A high GNDVI value indicates high photosynthetic activity and, therefore, healthy and well-watered/nourished vegetation. Like other normalized difference indices, GNDVI values range from -1 to +1. High Positive Values (close to +1): Dense, healthy vegetation with high photosynthetic activity, Low Positive Values (close to 0): Low vegetation, stressed plants or sparse grasslands, and Negative Values (-1 to 0): Water bodies or bare soil.

Table 9. GNDVI values obtained from the experiment

	Doses				
	0 kg/da	2.5 kg/da	5 kg/da	10 kg/da	15 kg / da
1st year	0.2723	0.4008	0.6153	0.7906	0.8609
2nd year	0.2156	0.3658	0.5842	0.7275	0.8303

The GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index) analysis confirms that both fertilizer dose and annual climatic variations significantly impact plant photosynthetic activity and chlorophyll content. Zero fertilizer application resulted in the lowest GNDVI values, indicating sparse growth and nutrient stress. As fertilizer increased, GNDVI rose sharply, transitioning from low values (0.2156–0.2723 at 0 kg/da) to high values (approaching or exceeding 0.80 at 10–15 kg/da), which signifies dense, healthy vegetation. The minimal increase in vigor between 10 kg/da and 15 kg/da suggests that 10 kg/da is near the optimal dose for maximizing the yield/input ratio. Crucially, Year 1 consistently showed higher GNDVI values than Year 2 across all doses. This difference indicates that Year 2's climatic conditions—likely affecting water or nitrogen uptake—suppressed overall plant vigor. The findings underline that effective agricultural management must adjust fertilization programs not just based on the amount of fertilizer, but also in response to seasonal climatic conditions for sustainable plant health and yield.

4.4 Nitrogen Index

In plants, the term "nitrogen index" refers to any measurement or ratio related to a plant's nitrogen content, which provides information about the plant's nutritional status and health. In the context of Remote Sensing, "nitrogen index" refers to indices that measure the amount of chlorophyll, which is closely related to nitrogen, although they do not directly measure nitrogen content in the plant. Because nitrogen is the primary building block of chlorophyll, changes in chlorophyll content are a reliable indicator of nitrogen status.

Table 10. Nitrogen Index values obtained from the experiment

	Doses				
	0 kg/da	2.5 kg/da	5 kg/da	10 kg/da	15 kg / da
1st year	0.0173	0.0408	0.0615	0.0906	0.1305
2nd year	0.0015	0.0365	0.0584	0.0875	0.1183

The Nitrogen Index directly confirms the trends seen in other vegetation indices (NDVI, GNDVI), establishing the strong link between fertilization and a plant's estimated nitrogen status and chlorophyll synthesis. The unfertilized control group (0 kg/da) showed negligible index values in both years (e.g., \$0.0015\$ in Year 2), indicating severe nitrogen deficiency, chlorosis, and near-cessation of photosynthetic activity, proving the necessity of fertilizer. As fertilizer doses increased, the Nitrogen Index exhibited a parabolic increase, reaching the highest values at 10 kg/da and 15 kg/da (up to \$0.1305\$ in Year 1). This suggests that 10 kg/da is likely the agronomically optimum dose, as the marginal gain from 15 kg/da may not be economically justified. Furthermore, Year 1 consistently showed significantly higher index values than Year 2 across all doses. Given the index's sensitivity to chlorophyll, this annual difference scientifically confirms that unfavorable climatic conditions in Year 2 suppressed the plant's ability to produce chlorophyll and uptake nitrogen, underscoring the need to adjust fertilization based on seasonal variation.

4.5. Data acquisition and analysis with Artificial Neural Network

Visual results from a study on nitrogen stress detection in corn plants using Artificial Neural Networks (ANNs) present both traditional and chlorophyll-sensitive vegetation indices, along with the estimated nitrogen index, on maps, enabling a scientific and detailed analysis. These results clearly demonstrate the role of remote sensing and machine learning techniques in precision agriculture. Analyses were performed using MATLAB software. The RGB image in the upper left corner of Figure 4 reflects the general condition of the field and vegetation density.

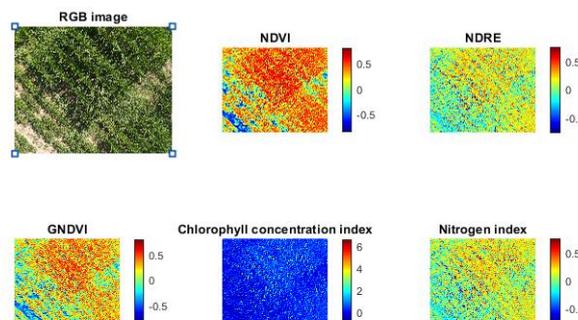


Figure 4. Detection of nitrogen stress in corn plants using artificial neural networks

Vegetation density varies from place to place in the image, with some areas showing lush green, while areas closer to the lower left corner show bare soil (brown/gray) or less dense vegetation.

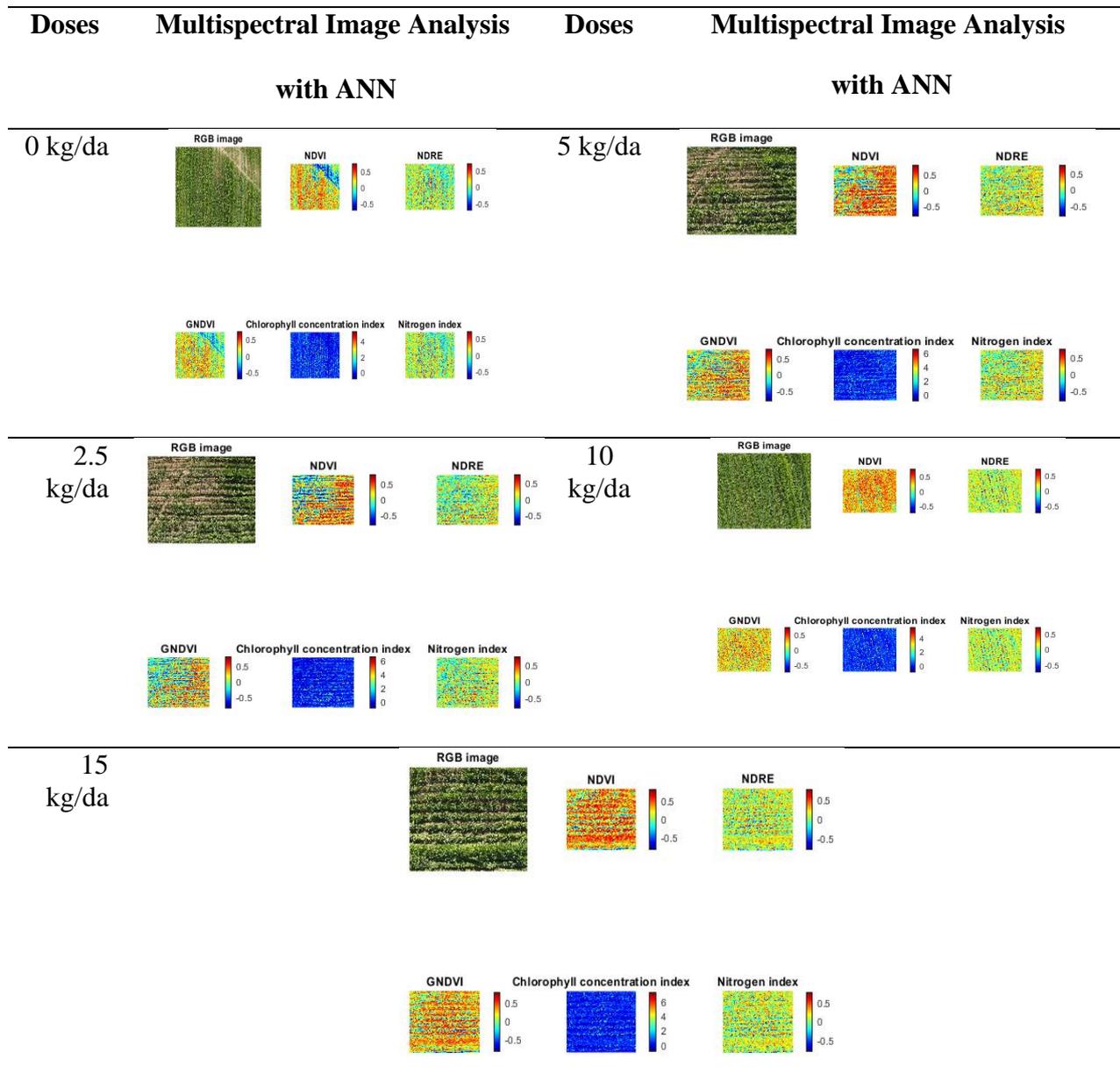


Figure 5. Detection of nitrogen stress according to doses in corn plants using Artificial Neural Networks

This study applied UAV-based multispectral imaging and Artificial Neural Networks (ANN) over two growing seasons to detect and predict nitrogen (N) stress in corn (*Zea mays* L.). Five fertilizer doses (0–15 kg/da) were tested, with weekly UAV imaging used to monitor plant health. Vegetation indices (NDVI, NDRE, GNDVI) increased systematically with nitrogen application, identifying 5 kg/da as the recovery threshold and 10 kg/da as the economic optimum. NDRE and GNDVI were more sensitive to chlorophyll variation than NDVI. Lower index values in the second year reflected the negative effects of drought and heat on chlorophyll synthesis. Using MATLAB-based ANN modeling, Chlorophyll Concentration and Nitrogen

Index maps revealed widespread nitrogen stress and fine-scale spatial variability undetected by NDVI alone. The integrated UAV–ANN approach supports variable-rate fertilization, improving nitrogen efficiency, reducing waste, and enhancing sustainable crop management (Figure 5).

4. CONCLUSION

In conclusion, this study demonstrates that the integration of multispectral remote sensing data with Artificial Neural Networks offers a highly accurate and non-destructive modeling framework for nitrogen stress detection in maize, surpassing traditional methods. This integrated approach provides a scientific and technological basis for Precision Agriculture decisions that enable farmers to tailor fertilization timing and amount to specific sites, serving the goal of both increasing productivity and reducing the environmental footprint.

Funding:

This study was supported (The project number: BAP06-2024-5045) by Ondokuz Mayıs University, with the project name of " Detection of nitrogen stress in maize using satellite and hyperspectral aerial imagery with artificial neural networks" in 2024.

Conflicts of Interest:

The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

- [1] Grote, U., Fasse, A., Nguyen, T.T., Erenstein, O. Food security and the dynamics of wheat and maize value chains in Africa and Asia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4, 617009, 2021.
- [2] Yaheliuk, S., Fomych, M., Rechun, O. Global market trends of grain and industrial crops. *Commodity Bulletin*, 1 (17), 134-145, 2024.
- [3] Sidahmed, H., Vad, A., Nagy, J. Advances in Sweet Corn (*Zea mays L. saccharata*) Research from 2010 to 2025: Genetics, Agronomy, and Sustainable Production. *Agronomy*, 15 (5), 1260, 2025.
- [4] Ali, A., Jabeen, N., Farruhbek, R., Chachar, Z., Laghari, A.A., Chachar, S., Yang, Z. Enhancing nitrogen use efficiency in agriculture by integrating agronomic practices and genetic advances. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1543714, 2025.
- [5] Sun, X., Zhao, Q., Gao, J., Liu, Z. The Physiological Mechanisms and Hurdles of Efficient Water – Nitrogen Utilization in Maize Production: A Review. *Plants*, 14 (13), 1899, 2025.

- [6] Huang, M., Wang, Q.G., Zhu, Q.B., Qin, J.W., Huang, G. Review of seeds quality and safety tests using optical sensing technologies. *Seed Science and Technology*, 43(3), 337-366, 2015.
- [7] Qi, Z., Sun, W., Luo, C., Zhang, Q., Osman, FM, Guan, C., Xu, C. Differential Responses of Rice Genotypes to Nitrogen Supply: Impacts on Nitrogen Metabolism and Chlorophyll Fluorescence Kinetics. *Plants*, 14 (16), 2467, 2025.
- [8] Ercoli, L., Mariotti, M., Masoni, A., Massantini, F. Relationship between nitrogen and chlorophyll content and spectral properties in maize leaves. *European Journal of Agronomy*, 2 (2), 113-117, 1993.
- [9] Falcioni, R., De Oliveira, C.A., Vedana, N.G., Mendonça, W.A., Gonçalves, J.V.F., Da Silva Haubert, D.D.F, Nanni, M.R. Progressive Water Deficit Impairs Soybean Growth, Alters Metabolic Profiles, and Decreases Photosynthetic Efficiency. *Plants*, 14 (17), 2615, 2025.
- [10] Mattoo, R., Mallikarjuna, S.B., Hemachar, N. Ecosystem and Climate Change Impacts on the Nitrogen Cycle and Biodiversity. *Nitrogen*, 6 (3), 78, 2025.
- [11] Gollin, D., Parente, S., Rogerson, R. The role of agriculture in development. *American economic review*, 92(2), 160-164, 2002.
- [12] González, S., García, S., Del Ser, J., Rokach, L., Herrera, F. A practical tutorial on bagging and boosting based ensembles for machine learning: Algorithms, software tools, performance study, practical perspectives and opportunities. *Information Fusion*, 64, 205-237, 2020.
- [13] Karaca Öner, E., Yeşil, M., Odabas, M.S. Prediction of Secondary Metabolites Content of Laurel (*Laurus nobilis* L.) with Artificial Neural Networks Based on Different Temperatures and Storage times. *Journal of Chemistry*, 2023.
- [14] Kayhan, G. Comparison of the performance of different learning algorithms in leaf feature extraction and recognition using convolution neural network. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 34(26), e7294, 2022.
- [15] Kayhan, G., İşeri, İ. Counter propagation network based extreme learning machine. *Neural Processing Letters*, 55(1), 857-872, 2023.
- [16] Niazi, S.K., Mariam, Z. Recent advances in machine-learning-based chemoinformatics: a comprehensive review. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(14), 11488, 2023.
- [17] Nunes, U.M., Demiris, Y. Robust event-based vision model estimation by dispersion minimization. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 44(12), 9561-9573, 2021.

- [18] Soussi, A., Zero, E., Sacile, R., Trincherro, D., Fossa, M. Smart Sensors and Smart Data for Precision Agriculture: A Review. *Sensors*, 24(8), 2647, 2024.
- [19] Sharifzadeh, M., Sikinioti-Lock, A., Shah, N. Machine learning methods for integrated renewable power generation: A comparative study of artificial neural networks, support vector regression, and Gaussian Process Regression. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 108, 513-538, 2019.
- [20] Odabas, M.S., Şenyer, N., Kurt, D. Determination of quality tobacco grade leaf by image processing on correlated color temperature. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 35(2), e7506, 2023.
- [21] Shaikh, T.A., Rasool, T., Lone, F.R. Towards leveraging the role of machine learning and artificial intelligence in precision agriculture and smart farming. *Computers and Electronics in Agriculture*, 198, 107119, 2022.
- [22] Theotokis, P. Human Brain Inspired Artificial Intelligence Neural Networks. *Journal of Integrative Neuroscience*, 24 (4), 26684, 2025.
- [23] Zarin, R. Artificial neural network- based approach for simulating influenza dynamics: A nonlinear SVEIR model with spatial diffusion *Engineering Analysis with Boundary Elements*, 176, 106230, 2025.
- [24] Ajith, S., Vijayakumar, S., Elakkiya, N. Yield prediction, pest and disease diagnosis, soil fertility mapping, precision irrigation scheduling, and food quality assessment using machine learning and deep learning algorithms. *Discover Food*, 5 (1), 1-23, 2025.

FENOLİK BİLEŞİKLERİN ABİYOTİK STRES FAKTÖRLERİNE KARŞI BİTKİLERDEKİ ÖNEMİ

Doç. Dr. Servet ARAS¹, Dr. Öğr. Üyesi Gökçe AYDÖNER ÇOBAN², Doç. Dr. Hakan KELES³ ve Öğr. Gör. Selcan ÖZYALIN⁴

¹ Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, servet.aras@yobu.edu.tr- 0000-0002-0347-6552

² Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, gokce.coban@yobu.edu.tr- 0000-0002-0851-8803

³ Yozgat Bozok University, Ziraat Fakültesi, hakan.keles@yobu.edu.tr -0000-0002-8225-931X

⁴ Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, selcan.ozyalin@yobu.edu.tr, 0000-0003-4831-8600

ÖZET

Fenolik bileşikler, kuraklık, tuzluluk, aşırı sıcaklıklar ve ağır metal toksisitesi gibi abiyotik stres faktörlerine karşı bitki toleransını artırmada önemli bir rol oynar. Flavonoidler, fenolik asitler, tanenler ve ligninler gibi bu ikincil metabolitler, stres koşulları altında üretilen reaktif oksijen türlerini (ROS) temizleyen güçlü antioksidanlar olarak işlev görür. Lipitler, proteinler ve nükleik asitler gibi hücrel bileşenlerdeki oksidatif hasarı azaltarak, fenolikler hücrel homeostazın ve metabolik dengenin korunmasına yardımcı olur. Antioksidan kapasitelerinin yanı sıra, fenolik bileşikler savunma genlerinin aktivasyonu ve fitohormon aktivitesinin modülasyonu gibi stresle ilişkili sinyal yollarının düzenlenmesine de katkıda bulunur. Ayrıca hücre duvarlarını güçlendirir, membran geçirgenliğini azaltır ve ozmotik düzenlemeye katılarak bitkinin yapısal bütünlüğünü ve stres direncini artırır. Çevresel faktörler, bu bileşiklerin sentezini ve birikimini önemli ölçüde etkileyebilir ve genellikle bitkilerde adaptif metabolik yeniden programlamaya yol açabilir. Genel olarak, fenolik bileşikler bitki savunma sisteminin ayrılmaz bir parçasıdır, stres tepkisinin biyokimyasal belirteçleri olarak görev yapar ve stres toleransını artırmayı amaçlayan biyoteknolojik ve ıslah stratejileri yoluyla ürün iyileştirme potansiyeli sunar. Biyosentezlerini, düzenlenmelerini ve işlevsel mekanizmalarını anlamak, değişen çevre koşulları altında sürdürülebilir tarıma değerli bilgiler sağlar.

Anahtar Kelimeler: Abiyotik stres, fenolik bileşikler, şikimik asit

1. GİRİŞ

Fenolik bileşikler, bitkilerde en çeşitli ve yaygın ikincil metabolit gruplarından biridir ve bitki fizyolojisi, ekolojisi ve insan sağlığında önemli roller oynar. Bu bileşikler, aromatik halkalara bağlı bir veya daha fazla hidroksil grubu ile karakterize edilir ve fenolik asitler, flavonoidler, tanenler, ligninler ve stilbenler gibi sınıfları içerir (Vuolo vd., 2019). Başlıca şikimik asit ve fenilpropanoid yolları aracılığıyla biyosentezleri, bitki savunması, pigmentasyon, büyüme düzenlemesi ve çevresel streslerle etkileşimdeki temel rollerini yansıtır (Boudet, 2007). Ayrıca, fenolik bileşikler, insan sağlığına fayda sağlayan güçlü antioksidan, antiinflamatuvar ve antimikrobiyal özellikleri nedeniyle önemli bilimsel ilgi kazanmıştır. Bu makale, bitkilerde

fenolik bileşiklerin oluşumu, biyosentezi, sınıflandırılması, biyolojik işlevleri ve uygulamalarına genel bir bakış sunmaktadır.

Bitkiler, birincil veya ikincil metabolitler olarak kategorize edilebilen çok çeşitli kimyasal bileşikler üretir (Bocso ve Butnariu, 2022). Karbonhidratlar ve amino asitler gibi birincil metabolitler bitki büyümesi ve gelişimi için gerekliyken, ikincil metabolitler bitki savunmasına, üremesine ve çevresel koşullara adaptasyonuna katkıda bulunur. Bunlar arasında, fenolik bileşikler, en büyük ve en önemli gruplardan birini temsil eder. Çeşitli biyolojik işlevleri ve farmakolojik potansiyelleri, onları yoğun biyokimyasal ve agronomik araştırmaların odak noktası haline getirmiştir.

Fenolik bileşiklerin biyosentezi öncelikle şikimat ve fenilpropanoid yolları aracılığıyla gerçekleşir (Vogt, 2010). Şikimat yolu, fenilalanin ve tirozin gibi öncülleri sağlar ve bunlar daha sonra çok çeşitli fenolik türevlere dönüştürülür. Fenilalanin amonyak-liyaz (PAL) enzimi, fenilpropanoid yolunun ilk adımını katalize ederek fenilalanini sinamik aside dönüştürür. Bu reaksiyon, flavonoidler, ligninler ve kumarinler de dahil olmak üzere çok sayıda fenolik bileşiğin sentezi için önemli bir düzenleyici noktadır. Işık yoğunluğu, sıcaklık ve patojen saldırısı gibi çevresel faktörler genellikle bu yollarda yer alan genlerin ekspresyonunu düzenleyerek bitkilerdeki adaptif önemlerini vurgular. Fenolik bileşikler, yapılarına ve karmaşıklıklarına göre birkaç ana gruba ayrılabilir (Deng ve Lu, 2017; Tohge ve Fernie, 2017; Paul vd., 2023):

Basit fenoller ve fenolik asitler: gallik asit, kafeik asit ve ferulik asit gibi.

Flavonoidler: pigmentasyona ve UV korumasına katkıda bulunan flavonlar, flavonoller, izoflavonlar ve antosiyaninler dahil.

Taninler: birçok meyve ve yapraktaki buruk tattan sorumlu polimerik fenolikler.

Ligninler: hücre duvarlarını güçlendiren ve yapısal sağlamlık sağlayan kompleks fenolik polimerler.

Stilbenler ve lignanlar: resveratrol gibi önemli antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelere sahip bileşikler.

Bu yapısal farklılıklar, fenoliklerin çok çeşitli biyolojik ve ekolojik işlevler gerçekleştirmesini sağlar.

2. FENOLİK BİLEŞİKLERİN STRES FAKTÖRLERİNE KARŞI ÖNEMİ

Abiyotik stres faktörleri, dünya çapında bitki büyümesinin ve veriminin azalmasının başlıca nedenleri arasında yer almaktadır. Kuraklık, tuzluluk, aşırı sıcaklıklar, ağır metal kirliliği ve aşırı UV radyasyonu gibi koşullar, hücresel homeostaziyi bozan fizyolojik ve biyokimyasal kısıtlamalar getirmektedir. Bu tür stres altında bitkiler, proteinlere, lipitlere, nükleik asitlere ve zarlara zarar verebilen aşırı reaktif oksijen türleri (ROS) üretir. Bitkiler, bu etkileri önlemek için enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar da dahil olmak üzere karmaşık bir savunma mekanizması ağı geliştirmiştir.

Fenolik bileşiklerin biyosentezi, her ikisi de çevresel koşullara duyarlı olan şikimik asit ve fenilpropanoid yollarından kaynaklanır (Kumar vd., 2023). Fenilalanin amonyak-liyaz (PAL) enzimi, fenilalaninin sinamik aside dönüşümünü katalize eder; bu, fenilpropanoid yolunun ilk adımıdır. Bu enzim, önemli bir düzenleyici nokta görevi görür ve genellikle abiyotik streslere yanıt olarak artar.

Kuraklık stresi, su açığına, stomaların kapanmasına ve fotosentez verimliliğinin azalmasına yol açarak ROS oluşumunu artırır (Anjum vd., 2011). Buna karşılık bitkiler, oksidatif hasarı

azaltmak için fenolik biyosentezi artırır (Gharibi vd., 2016). Flavonoidler ve fenolik asitler, süperoksit ve hidroksil radikallerini nötralize ederek etkili hidrojen vericileri olarak görev yapar. Ayrıca, fenolik bileşikler lipit peroksidasyonunu önleyerek membranları ve proteinleri stabilize edebilme yeteneğine sahiptir (Maqsood vd., 2014). Topraktaki aşırı tuz konsantrasyonu ozmotik dengesizliğe, iyon toksisitesine ve oksidatif strese yol açar (Arif vd., 2020). Tuzluluk stresine maruz kalan bitkiler, özellikle flavonoidler ve fenolik asitler olmak üzere fenolik bileşikleri biriktirir (Bistgani vd., 2019; Francini vd., 2021). Bu bileşikler, antioksidan potansiyeli artırarak Na^+ ve Cl^- toksisitesini azaltır. Düşük ve yüksek sıcaklıklar, hücre metabolizmasını ve membran bütünlüğünü bozarak oksidatif dengesizliğe yol açar (Belhadj Slimen vd., 2014). Soğuk stresi altında, fenolik bileşikler membranları ve proteinleri stabilize ederek kriyoprotektan görevi görür (Król vd., 2015). Flavonoidler, özellikle antosiyaninler, soğuğa maruz kalan dokularda birikerek antioksidan kapasiteyi ve fotokorumayı artırır (Agati vd., 2013; Ferreyra vd., 2021).

3. ÖNERİLER

Fenolik bileşiklerin abiyotik stres toleransındaki rolünün anlaşılması, ürün iyileştirme için yeni yollar açabilmektedir. Fenolik metabolizmayı geliştirmeyi amaçlayan ıslah ve genetik mühendisliği stratejileri, bitki dayanıklılığını önemli ölçüde artırabilir. Örneğin, PAL, CHS veya stilben sentaz kodlayan genlerin aşırı ekspresyonunun, transgenik bitkilerde stres toleransını iyileştirebilmektedir.

Ek olarak, uyarıcı uygulamalar (örneğin salisilik asit, jasmonik asit veya UV maruziyeti), ürünlerde fenolik birikimini teşvik ederek stres toleransını ve besin değerini artırmak için kullanılabilir. Fenolik bileşik araştırmalarının sürdürülebilir tarıma entegrasyonu, iklime dayanıklı ürünlerin geliştirilmesine ve gıda kalitesinin artırılmasına katkıda bulunabilir.

KAYNAKÇA

- Agati, G., Brunetti, C., Di Ferdinando, M., Ferrini, F., Pollastri, S., & Tattini, M. (2013). Functional roles of flavonoids in photoprotection: new evidence, lessons from the past. *Plant Physiology and Biochemistry*, 72, 35-45.
- Anjum, S. A., Xie, X., Wang, L. C., Saleem, M. F., Man, C., & Lei, W. (2011). Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African journal of agricultural research*, 6(9), 2026-2032.
- Arif, Y., Singh, P., Siddiqui, H., Bajguz, A., & Hayat, S. (2020). Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry*, 156, 64-77.
- Belhadj Slimen, I., Najjar, T., Ghram, A., Dabbebi, H., Ben Mrad, M., & Abdrabbah, M. (2014). Reactive oxygen species, heat stress and oxidative-induced mitochondrial damage. A review. *International journal of hyperthermia*, 30(7), 513-523.
- Bistgani, Z. E., Hashemi, M., DaCosta, M., Craker, L., Maggi, F., & Morshedloo, M. R. (2019). Effect of salinity stress on the physiological characteristics, phenolic compounds and antioxidant activity of *Thymus vulgaris* L. and *Thymus daenensis* Celak. *Industrial Crops and Products*, 135, 311-320.

- Bocso, N. S., & Butnariu, M. (2022). The biological role of primary and secondary plants metabolites. *Journal of Nutrition and Food Processing*, 5(3), 1-7.
- Boudet, A. M. (2007). Evolution and current status of research in phenolic compounds. *Phytochemistry*, 68(22-24), 2722-2735.
- Deng, Y., & Lu, S. (2017). Biosynthesis and regulation of phenylpropanoids in plants. *Critical reviews in plant sciences*, 36(4), 257-290.
- Ferreira, M. L. F., Serra, P., & Casati, P. (2021). Recent advances on the roles of flavonoids as plant protective molecules after UV and high light exposure. *Physiologia plantarum*, 173(3), 736-749.
- Francini, A., Sodini, M., Vicario, G., Raffaelli, A., Gucci, R., Caruso, G., & Sebastiani, L. (2021). Cations and phenolic compounds concentrations in fruits of fig plants exposed to moderate levels of salinity. *Antioxidants*, 10(12), 1865.
- Gharibi, S., Tabatabaei, B. E. S., Saeidi, G., & Goli, S. A. H. (2016). Effect of drought stress on total phenolic, lipid peroxidation, and antioxidant activity of *Achillea* species. *Applied biochemistry and biotechnology*, 178(4), 796-809.
- Król, A., Amarowicz, R., & Weidner, S. (2015). The effects of cold stress on the phenolic compounds and antioxidant capacity of grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaves. *Journal of Plant Physiology*, 189, 97-104.
- Kumar, K., Debnath, P., Singh, S., & Kumar, N. (2023). An overview of plant phenolics and their involvement in abiotic stress tolerance. *Stresses*, 3(3), 570-585.
- Maqsood, S., Benjakul, S., Abushelaibi, A., & Alam, A. (2014). Phenolic compounds and plant phenolic extracts as natural antioxidants in prevention of lipid oxidation in seafood: A detailed review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(6), 1125-1140.
- Paul, A., Acharya, K., & Chakraborty, N. (2023). Involvement of Phenylpropanoid pathway and Shikimic acid pathway in environmental stress response. In *Biology and biotechnology of environmental stress tolerance in plants* (pp. 27-66). Apple Academic Press.
- Tohge, T., & Fernie, A. R. (2017). An overview of compounds derived from the shikimate and phenylpropanoid pathways and their medicinal importance. *Mini reviews in medicinal chemistry*, 17(12), 1013-1027.
- Vogt, T. (2010). Phenylpropanoid biosynthesis. *Molecular plant*, 3(1), 2-20.
- Vuolo, M. M., Lima, V. S., & Junior, M. R. M. (2019). Phenolic compounds: Structure, classification, and antioxidant power. In *Bioactive compounds* (pp. 33-50). Woodhead Publishing.

BAHÇE BİTKİLERİNDE ATIK YÖNETİMİNİN ÖNEMİ

Doç. Dr. Servet ARAS¹, Öğr. Gör. Selcan ÖZYALIN², Dr. Öğr. Üyesi Gökçe AYDÖNER ÇOBAN³, Doç. Dr. Murat GÜNEY⁴

¹ Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, servet.aras@yobu.edu.tr- 0000-0002-0347-6552

⁴ Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, selcan.ozyalin@yobu.edu.tr, 0000-0003-4831-8600

² Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, gokce.coban@yobu.edu.tr- 0000-0002-0851-8803

³ Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, murat.guney@yobu.edu.tr- 0000-0003-2882-8347

ÖZET

Bahçecilikte etkili atık yönetimi, çevresel sürdürülebilirliği, kaynak verimliliğini ve ekonomik sürdürülebilirliği desteklemek için olmazsa olmazdır. Bahçecilik uygulamaları, bitki artıkları, plastik kaplar, gübreler, pestisitler, sulama malzemeleri ve organik maddeler dahil olmak üzere çeşitli atık türleri üretir. Bu atıkların uygunsuz şekilde bertaraf edilmesi toprak ve su kirliliğine, sera gazı emisyonlarına ve biyolojik çeşitlilik kaybına yol açabilir. Bu nedenle, sürdürülebilir atık yönetimi stratejilerinin benimsenmesi hayati önem taşır. Organik artıkların kompostlanması ve vermikompostlanması, atıkları değerli biyogübrelere dönüştürerek toprak verimliliğini ve yapısını iyileştirir. Plastik saksılar, sulama boruları ve ambalajlar gibi malzemelerin geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması, çevre kirliliğinin ve üretim maliyetlerinin azaltılmasına yardımcı olur. Ek olarak, atık oluşumunu azaltma, malzemeleri yeniden kullanma ve biyolojik olarak parçalanabilir atıklardan enerji geri kazanımı gibi döngüsel ekonomi ilkelerinin entegrasyonu, bahçecilik sistemlerinin sürdürülebilirliğini artırır. Farkındalık, eğitim ve düzenleyici önlemler de yetiştiricileri çevre dostu atık yönetimi uygulamalarını uygulamaya teşvik etmede hayati önem taşır. Sonuç olarak, bahçecilikte sürdürülebilir atık yönetimi yalnızca çevresel etkileri en aza indirmekle kalmaz, aynı zamanda verimliliğin artmasına, girdi maliyetlerinin düşmesine ve daha yeşil bir tarım sektörüne de katkıda bulunur. Sorumlu atık uygulamalarını teşvik etmek, uzun vadeli ekolojik dengeyi sağlamanın ve bahçecilik üretim sistemlerinin küresel çevresel zorluklar karşısında dayanıklılığını sağlamanın anahtarıdır.

Anahtar Kelimeler : Atık yönetimi, bahçe bitkileri, kompost

1. GİRİŞ

Atık yönetimi, dünya çapında sürdürülebilir bahçecilik üretim sistemlerinin önemli bir unsuru haline gelmiştir. Bahçecilik sektörünün hızlı büyümesi, bitki artıkları, plastik malzemeler, sulama suyu akıntıları, gübreler, böcek ilaçları ve organik maddeler dahil olmak üzere çeşitli atık türlerinin oluşumuna yol açmıştır. Bu tür atıkların uygunsuz bertarafı ve kötü yönetimi, ciddi çevresel bozulmaya, toprak kirliliğine, su kirliliğine ve sera gazı emisyonlarına yol açabilir. Bu nedenle, etkili atık yönetimi uygulamaları, bahçecilikte sürdürülebilirlik, kaynak verimliliği ve çevre korumanın sağlanması için kritik öneme sahiptir. Bu makale, atık azaltma, yeniden

kullanım, geri dönüşüm ve güvenli bertaraf stratejilerini vurgularken, bahçecilik atıklarının türlerini, kaynaklarını ve çevresel etkilerini incelemektedir. Ayrıca, atıkları değerli kaynaklara dönüştürmede kompostlama, biyoenerji üretimi, döngüsel ekonomi ilkeleri ve modern teknolojilerin rolünü vurgulamaktadır. Çalışma, entegre atık yönetiminin ekolojik dengeyi sağlamak, verimliliği artırmak ve bahçecilik sistemlerinin uzun vadeli sürdürülebilirliğini sürdürmek için vazgeçilmez olduğu sonucuna varmaktadır.

Meyve, sebze, çiçek ve süs bitkilerinin yetiştirilmesini kapsayan bahçecilik, küresel gıda güvenliği, beslenme ve ekonomik kalkınmada hayati bir rol oynamaktadır. Ancak, tüm tarım sektörlerinde olduğu gibi, bahçecilik de önemli çevresel ve yönetsel zorluklar yaratan önemli miktarda atık üretmektedir. Ortaya çıkan atıklar, bitki artıkları, meyve artıkları ve çürümüş yapraklar gibi organik veya plastikler, gübreler ve kimyasal ambalajlar gibi inorganik olabilir (Sharma vd., 2019).

Ticari bahçeciliğin, özellikle yoğun sera ve fidanlık sistemlerinde yaygınlaşmasıyla birlikte, atık madde birikimi önemli ölçüde artmıştır. Yönetilmeyen atıklar havayı, suyu ve toprağı kirletebilir; zararlıların ve hastalıkların yayılmasına katkıda bulunabilir; metan ve karbondioksit emisyonları yoluyla iklim değişikliğini şiddetlendirebilir (Datta vd., 2024). Buna karşılık, etkili atık yönetimi bu sorunları hafifletmekle kalmaz, aynı zamanda kaynak geri kazanımını, besin döngüsünü ve sürdürülebilir üretimi de destekler.

Bahçe atıklarının yönetimine yönelik modern yaklaşım, atıkların istenmeyen bir yan ürün olarak değil, kompost, biyoenerji ve yeni malzemeler için potansiyel bir kaynak olarak ele alındığı döngüsel ekonomi ilkeleriyle uyumludur. Bu bakış açısı, bahçe değer zinciri boyunca atıkların önlenmesi, azaltılması, geri dönüştürülmesi ve geri kazanılmasını içeren bütünlük bir strateji gerektirir.

Bahçecilikte uygun şekilde yapılmayan atık yönetiminin geniş kapsamlı çevresel sonuçları vardır (Abonyi vd., 2024; Manea vd., 2024; Hanif vd., 2025). En önemli etkiler şunlardır:

Toprak Bozulması: Plastik ve kimyasalların birikmesi, toprak mikrobiyal aktivitesini bozabilir ve verimliliği azaltabilir.

Su Kirliliği: Gübre ve pestisit içeren akış, yüzey ve yeraltı sularını kirleterek su ekosistemlerinde ötrofikasyona ve toksisiteye yol açar.

Hava Kirliliği: Bitki artıklarının veya plastiklerin yakılması, partikül madde, karbon monoksit ve insan sağlığına zararlı diğer kirleticilerin salınmasına neden olur.

Sera Gazı Emisyonları: Organik atıkların anaerobik koşullarda ayrışması, küresel ısınmaya katkıda bulunan metan ve azot oksit üretir.

Biyoçeşitlilik Kaybı: Kimyasal sızıntı ve habitat bozulması, faydalı toprak organizmalarını, tozlayıcıları ve çevredeki bitki örtüsünü etkileyebilir.

2. ATIKLARIN BAHÇE BİTKİLERİNİN YETİŞTİRİCİLİĞİNDE KULLANIMI

Yoğun bahçecilik sistemlerinde, özellikle seralarda ve hidroponik sistemlerde, besin açısından zengin atık sular önemli çevresel sorunlar yaratmaktadır (Lakhia vd., 2025). Modern sera sistemleri, su ve besin maddelerini geri dönüştüren kapalı devre sulama kullanır. Filtreler, UV dezenfeksiyonu ve biyofiltreler su kalitesini sağlar ve patojen oluşumunu önler (de Lima Isaac vd., 2014).

Atık suların biyolojik olarak arıtılması için doğal veya yapay sulak alanlar tasarlanabilir ve bu sayede bitkilerin ve mikroorganizmaların kirleticileri emmesi ve parçalaması sağlanabilir.

Sensörler ve otomatik kontroller kullanan hassas gübreleme sistemleri besin maddesi iletimini optimize eder ve sızıntı kayıplarını en aza indirir.

Döngüsel ekonomi modeli, atıkları kaynaklara dönüştürmeyi, malzeme döngülerini kapatmayı ve çevresel etkiyi en aza indirmeyi vurgular (Onukwulu vd., 2022; Pavesi vd., 2024).

Bahçecilikte bu şunları içerir:

Organik atıkları anaerobik sindirim veya gazlaştırma yoluyla biyoenerji için kullanmak.

Toprak sağlığını iyileştirmek ve karbonu tutmak için budanmış atıklardan biyokömür üretmek.

Meyve ve sebze yan ürünlerinden ilaç veya kozmetikte kullanılmak üzere biyoaktif bileşikler (fenolikler ve pigmentler gibi) çıkarmak.

Toplama ve geri dönüşümü optimize etmek için dijital teknolojiler ve sensörler kullanarak akıllı atık izleme uygulamak.

Kompost kullanımı da bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde atık yönetiminin gerçekleştirilmesi bakımından büyük bir önem arz etmektedir. Kompost, sürdürülebilir bahçecilik sistemlerinin temel bir bileşenidir ve toprak kalitesinin, bitki sağlığının ve çevre dengesinin iyileştirilmesinde hayati bir rol oynar (Manea vd., 2024). Bitki artıkları, hayvan gübreleri, mutfak atıkları ve yeşil kırıntılar gibi organik maddelerin kontrollü aerobik koşullar altında biyolojik olarak ayrıştırılmasıyla üretilir. Kompost olarak bilinen nihai ürün, toprak verimliliğini ve yapısını artıran besin açısından zengin, stabil ve humus benzeri bir malzemedir. Bahçecilikte kompost kullanımı, atık malzemelerin üretim sistemine geri dönüştürüldüğü döngüsel ekonomi ve organik tarım ilkeleriyle uyumludur.

Bahçecilikte kompost kullanımının en önemli faydalarından biri toprak iyileştirmesidir. Kompost, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirir. Fiziksel olarak, agregasyonu artırarak, sıkışmayı azaltarak ve gözenekliliği iyileştirerek toprak yapısını iyileştirir (Usharani vd., 2019). Bu, özellikle ağır killi topraklarda daha iyi havalandırma, drenaj ve kök penetrasyonu sağlar. Kumlu topraklarda kompost, su tutma kapasitesini artırmaya yardımcı olarak sık sulama ihtiyacını azaltır. Kimyasal olarak kompost, azot (N), fosfor (P), potasyum (K), kalsiyum (Ca) ve mikro besin maddeleri gibi temel besin maddelerinin yavaş salınımlı bir kaynağını sağlar. Bu besinler, organik madde ayrıştıkça kademeli olarak kullanılabilir hale gelir ve sentetik gübrelere kıyasla bitkiler için daha istikrarlı bir besin kaynağı sağlar. Dahası, kompost toprak pH'ını tamponlamaya yardımcı olur ve toprağın katyon değişim kapasitesini (CEC) artırır, bu da besin maddesinin tutulmasını artırır ve sızıntı kayıplarını önler.

3. ÖNERİLER

Atık yönetimi, sürdürülebilir bahçecilik üretiminin temel taşlarından biridir. Sektör, yönetilmediği takdirde ekosistemlere ve insan sağlığına zarar verebilecek çeşitli organik ve inorganik atıklar üretir. Ancak, azaltma, yeniden kullanım, geri dönüşüm ve geri kazanım ilkelerine uygun bir yönetimle, bahçe atıkları bir yük olmaktan çıkıp değerli bir kaynak haline gelebilir.

Kompostlama, biyoenerji üretimi, plastik geri dönüşümü ve atık su geri kazanımı, döngüsel ekonomi hedeflerini desteklerken çevresel etkiyi en aza indirmek için etkili stratejileri temsil eder. Yenilikçi teknolojilerin ve sürdürülebilir uygulamaların bahçecilik atık yönetimine entegre edilmesi, yalnızca kaynak verimliliğini artırmakla kalmaz, aynı zamanda uzun vadeli tarımsal verimliliği de destekler.

Sonuç olarak, bahçecilikte sürdürülebilir atık yönetimine geçiş, gelecek nesiller için çevre koruma, ekonomik dayanıklılık ve gıda güvenliğini sağlamak amacıyla teknolojik inovasyon, politika desteği, eğitim ve toplum katılımını birleştiren bütüncül bir yaklaşım gerektirir.

KAYNAKÇA

- Abonyi, M. N., Aniagor, C. O., Obi, C. C., & Nwadike, E. C. (2024). Post-Harvest Management of Food Crops and Agro-waste Utilization in a Developing Economy: A Review. *Nanobiotechnology for Sustainable Food Management*, 163-187.
- Datta, K., Chakraborty, S., & Roychoudhury, A. (2024). Management of soil, waste and water in the context of global climate change. In *Environmental nexus for resource management* (pp. 1-26). CRC Press.
- de Lima Isaac, R., Dos Santos, L. U., Tosetto, M. S., Franco, R. M. B., & Guimarães, J. R. (2014). Urban water reuse: microbial pathogens control by direct filtration and ultraviolet disinfection. *Journal of water and health*, 12(3), 465-473.
- Hanif, M. N., & Benitez, I. B. (2025). Soil Pollution in Urban Environments: Sources, Consequences, Potential Mitigation Strategies and the Importance of Sustainable Urban Development. *Water, Air, & Soil Pollution*, 236(14), 945.
- Lakhiar, I. A., Yan, H., Syed, T. N., Zhang, C., Shaikh, S. A., Rakibuzzaman, M., & Vistro, R. B. (2025). Soilless Agricultural Systems: Opportunities, Challenges, and Applications for Enhancing Horticultural Resilience to Climate Change and Urbanization. *Horticulturae*, 11(6), 568.
- Manea, E. E., Bumbac, C., Dinu, L. R., Bumbac, M., & Nicolescu, C. M. (2024). Composting as a sustainable solution for organic solid waste management: Current practices and potential improvements. *Sustainability*, 16(15), 6329.
- Manea, E. E., Bumbac, C., Dinu, L. R., Bumbac, M., & Nicolescu, C. M. (2024). Composting as a sustainable solution for organic solid waste management: Current practices and potential improvements. *Sustainability*, 16(15), 6329.
- Onukwulu, E. C., Agho, M. O., & Eyo-Udo, N. L. (2022). Circular economy models for sustainable resource management in energy supply chains. *World Journal of Advanced Science and Technology*, 2(2), 034-057.
- Pavesi, R., Orsi, L., & Zanderighi, L. (2024). Enhancing circularity in urban waste management: a case study on biochar from urban pruning. *Environments*, 12(1), 5.



- Sharma, B., Vaish, B., Monika, Singh, U. K., Singh, P., & Singh, R. P. (2019). Recycling of organic wastes in agriculture: an environmental perspective. *International journal of environmental research*, 13(2), 409-429.
- Usharani, K. V., Roopashree, K. M., & Naik, D. (2019). Role of soil physical, chemical and biological properties for soil health improvement and sustainable agriculture. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 8(5), 1256-1267.

TARIMSAL SAVAŞIMDA PESTİSİT KULLANIMININ AZALTIKMASINDA BİYOLOJİK MÜCADELE YAKLAŞIMLARI

Ziraat Mühendisi RABİA HANDE ŞEN, Prof. Dr. NUH BOYRAZ

Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, handesn001@gmail.com- 0009-0005-9893-5393
Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, nboyraz@selcuk.edu.tr- 0000-0001-6822-9360

ÖZET

Tarımda zararlılarla mücadelede uzun yıllardır yaygın olarak kullanılan kimyasal pestisitlerin yoğun ve bilinçsiz kullanımı; toprak, su ve hava kirliliğine yol açarak hem çevre hem de insan sağlığı üzerinde ciddi olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Bu durum, çevre dostu ve sürdürülebilir alternatif yöntemlerin önemini artırmıştır. Bu bağlamda biyolojik mücadele, zararlı organizmaların kontrolünde doğada bulunan faydalı organizmaların kullanıldığı, ekosisteme uyumlu bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

Sunumda, predatör, parazitoit ve patojen mikroorganizmalar gibi biyolojik mücadele etmenlerinin pestisit bağımlılığını azaltmadaki önemi ve uygulama alanları vurgulanmıştır. Türkiye’de yürütülen çalışmalar kapsamında *Trichoderma harzianum*, *Bacillus spp.*, *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* , *Pseudomonas fluorescens* ve *Streptomyces lydicus* türlerinin farklı bitki patojenlerine karşı etkili olduğu belirlenmiştir. Fusarium ve Verticillium gibi kimyasal mücadelesi bulunmayan ve bitkilerde solgunluk yapan hastalıkların kontrol altına alınmasında biyolojik mücadele çalışmalarının önemi vurgulanmıştır.

Sonuç olarak, tarımsal üretimde biyolojik mücadele yöntemleri yaygınlaştırılmalı ve desteklenmelidir. Üreticilerin bu konuda bilinçlendirilmesi ve eğitim çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Biyolojik mücadele ajanlarının yerli üretimi ve AR-GE çalışmaları teşvik edilmelidir. Kimyasal pestisit kullanımı, yalnızca zorunlu durumlarda ve kontrollü şekilde yapılmalıdır. Entegre zararlı yönetimi kapsamında biyolojik, kültürel ve mekanik yöntemler bir arada kullanılmalıdır. Bu stratejiler, sürdürülebilir tarımın geleceği açısından hem çevresel korumayı hem de ekonomik verimliliği birlikte sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Biyolojik mücadele, Pestisit, Faydalı mikroorganizmalar, Sürdürülebilir tarım, Trichoderma

BIOLOGICAL CONTROL APPROACHES IN REDUCING PESTICIDE USE IN AGRICULTURAL PRACTICES

ABSTRACT

The intensive and unconscious use of chemical pesticides, which have been widely applied for many years in pest control in agriculture, has caused soil, water, and air pollution, resulting in serious negative impacts on both the environment and human health. This situation has increased the importance of environmentally friendly and sustainable alternative methods. In this context, biological control stands out as an eco-friendly strategy that utilizes beneficial organisms naturally present in the ecosystem to control harmful organisms.

In the presentation, the significance and application areas of biological control agents such as predators, parasitoids, and pathogenic microorganisms in reducing pesticide dependence were emphasized. Studies conducted in Türkiye have shown that *Trichoderma harzianum*, *Bacillus* spp., *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Pseudomonas fluorescens*, and *Streptomyces lydicus* are effective against various plant pathogens. The importance of biological control studies in managing diseases such as *Fusarium* and *Verticillium*, which cause wilt and lack effective chemical control methods, was highlighted.

In conclusion, biological control methods in agricultural production should be promoted and supported. Farmers need to be educated and trained on this subject. Local production of biological control agents and R&D activities should be encouraged. The use of chemical pesticides should be limited to necessary and controlled situations only. Within the scope of Integrated Pest Management (IPM), biological, cultural, and mechanical methods should be implemented together. These strategies ensure both environmental protection and economic efficiency for the future of sustainable agriculture.

Keywords: Biological control, Pesticides, Beneficial microorganisms, Sustainable agriculture, *Trichoderma*

1. GİRİŞ

Tarım, insanlığın varoluşundan bu yana temel geçim kaynaklarından biri olmuş, toplumların ekonomik ve kültürel gelişiminde önemli bir rol üstlenmiştir. Ancak artan nüfus ve gıda talebi, üretim süreçlerinde yoğun kimyasal kullanımını beraberinde getirmiştir. Pestisitler, kısa vadede yüksek verim sağlasa da uzun vadede ekolojik dengeyi bozmakta ve çevresel kirliliğe neden olmaktadır (Balcı & Durmuşoğlu, 2020). Pestisit kalıntılarının toprak, su ve hava sistemlerinde birikmesi yalnızca ekosistem sağlığını değil, insan sağlığını da tehdit eden küresel bir çevre sorunu hâline gelmiştir (Zehirsiz Sofralar, 2019).

Dünya genelinde pestisit kullanımının yıllar içinde artış göstermesi bu sorunun boyutunu ortaya koymaktadır. 1990'lı yıllarda 2 milyon ton civarında olan pestisit kullanımı, 2020'li yıllarda 3,7 milyon ton seviyesine ulaşmıştır. Türkiye'de de benzer bir eğilim görülmekte; özellikle yoğun tarım yapılan bölgelerde pestisit kullanımı son yıllarda belirgin şekilde artmaktadır (Sayın ve ark., 2019). Bu durum, doğal düşmanların azalması, toprak mikroflorasının bozulması ve zararlı organizmaların pestisitlere karşı direnç geliştirmesi gibi sorunlara yol açmaktadır (Öztemiz ve ark., 2018).

Bu nedenle, tarımsal üretimde pestisit bağımlılığının azaltılması sürdürülebilir üretim sistemlerinin oluşturulması açısından büyük önem taşımaktadır. Uluslararası kuruluşlar, çevre dostu uygulamaların yaygınlaştırılmasını teşvik etmekte ve biyolojik mücadele yöntemlerine öncelik vermektedir (Birişik ve ark., 2008). **Biyolojik mücadele**, zararlılarla mücadelede doğada bulunan faydalı organizmaların (predatör, parazitoit veya patojen) kullanılması esasına dayanmakta ve kimyasal pestisit kullanımını önemli ölçüde azaltmaktadır (Balcı & Durmuşoğlu, 2020).

Biyolojik mücadelenin en önemli avantajı çevreyle uyumlu olmasıdır. Hedef dışı canlılara zarar vermez, kalıntı bırakmaz ve ekosistemin doğal işleyişini destekler. Ayrıca zararlıların dayanıklılık geliştirme riskini azaltarak uzun vadede kalıcı bir denge sağlar (Sayın ve ark., 2019). Günümüzde birçok ülkede **entegre zararlı yönetimi (IPM)** kapsamında biyolojik mücadele, kültürel ve mekanik yöntemlerle birlikte uygulanmaktadır. Bu yaklaşım hem ekonomik hem de ekolojik sürdürülebilirliği güçlendirmektedir (Öztemiz ve ark., 2018).

Fitopatoloji alanında yapılan çalışmalar, biyolojik mücadelenin bitki hastalıklarının kontrolünde etkin sonuçlar verdiğini göstermektedir. Özellikle **Trichoderma spp.**, **Bacillus spp.**, ve **Pseudomonas fluorescens** gibi biyolojik etmenlerin, **Fusarium**, **Rhizoctonia**, **Pythium** ve **Sclerotinia** gibi kök hastalıklarına karşı etkili olduğu belirlenmiştir (Balcı & Durmuşoğlu, 2020; Öztemiz ve ark., 2018). Bu tür organizmalar, bitki köklerinde kolonize olarak patojenlerin gelişmesini engellemekte, aynı zamanda bitkinin savunma sistemini güçlendirmektedir. Böylece kimyasal fungusitlerin yerini alabilecek güvenilir alternatifler sunulmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, pestisit kullanımının çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için biyolojik mücadele yaklaşımlarının rolünü incelemektir. Araştırma kapsamında biyolojik mücadelenin kavramsal çerçevesi, uygulama alanları, avantajları ve zorlukları değerlendirilmiştir (Birişik ve ark., 2008). Ayrıca biyolojik etmenlerin çeşitli zararlılar üzerindeki etkileri literatür destekli biçimde ortaya konmuştur.

Çalışmada, biyolojik mücadelenin fitopatoloji açısından önemine de değinilmiştir. *Trichoderma* türlerinin mantar patojenlerine karşı, *Bacillus* ve *Pseudomonas* türlerinin ise kök bölgesindeki hastalık etmenlerine karşı gösterdiği etkiler vurgulanmıştır (Balcı & Durmuşoğlu, 2020). Bununla birlikte, biyolojik mücadele uygulamalarının yaygınlaştırılması için yerli biyopreparatların geliştirilmesi, üretici eğitimlerinin artırılması ve politika düzeyinde desteklenmesi gerektiği belirtilmiştir (Sayın ve ark., 2019).

2. BİYOLOJİK MÜCADELE NEDİR?

Biyolojik mücadele, zararlı organizmalarla kimyasal ilaçlar kullanılmadan, doğada bulunan faydalı organizmalar aracılığıyla mücadele edilmesi yöntemidir. Daha açık bir ifadeyle, zararlı böcek, hastalık veya yabancı otların popülasyonlarının, onların doğal düşmanları olan predatör, parazitoit veya patojenler kullanılarak baskı altına alınması esasına dayanır (Öztemiz ve ark., 2018). Bu yöntem, doğanın kendi döngüsüne müdahale etmeden zararlı popülasyonlarını dengeleyerek sürdürülebilir bir üretim sistemi oluşturmayı hedefler (Balcı & Durmuşoğlu, 2020).

Biyolojik mücadelenin temeli ekolojik dengeye dayanır. Doğal ekosistemlerde her zararlının bir veya birden fazla doğal düşmanı bulunur. Ancak yoğun pestisit kullanımı, bu doğal dengenin bozulmasına neden olur. Faydalı organizmaların azalmasıyla birlikte zararlı

popülasyonları hızla artar ve kimyasal bağımlılık döngüsü oluşur. Biyolojik mücadele bu döngüyü kırmayı, doğanın kendi dengesini yeniden kurmayı amaçlar (Sayın ve ark., 2019).

Biyolojik mücadele kavramı ilk kez 19. yüzyılın sonlarında tarımsal üretim alanlarında uygulanmaya başlanmıştır. 1888 yılında Kaliforniya’da turuncu pamuklubiti (*Icerya purchasi*) zararlısına karşı, doğal düşmanı olan *Vedalia* uğur böceği (*Rodolia cardinalis*)’nin Avustralya’dan getirilip doğaya salınması, biyolojik mücadelenin ilk başarılı örneği olarak kabul edilir (Birişik ve ark., 2008). Bu olay, kimyasal ilaçların henüz yaygınlaşmadığı bir dönemde bile doğanın kendi dengesinden yararlanarak zararlı kontrolünün mümkün olduğunu göstermiştir.

Zamanla biyolojik mücadele uygulamaları birçok ülkede yaygınlaşmış, özellikle 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren pestisit kullanımına alternatif olarak önem kazanmıştır. Günümüzde biyolojik mücadele, entegre zararlı yönetimi (IPM) programlarının vazgeçilmez bir bileşeni haline gelmiştir (Öztemiz ve ark., 2018). IPM yaklaşımı, biyolojik, kültürel, mekanik ve gerektiğinde kimyasal yöntemlerin birlikte uygulanmasıyla çevreye zarar vermeden zararlıların ekonomik zarar eşiği altında tutulmasını hedefler.

Biyolojik mücadele etmenlerinin etkin kullanımı, yalnızca zararlı kontrolü sağlamaz; aynı zamanda doğal dengeyi de destekler. Bu faydalı organizmaların korunması, sürdürülebilir tarımın temel gerekliliklerinden biridir. Biyolojik etmenlerin etkinliğini artırmak için uygun çevresel koşulların sağlanması, kimyasal pestisit kullanımının sınırlandırılması ve entegre yönetim stratejilerinin uygulanması gerekmektedir (Zehirsiz Sofralar, 2019). Bu bağlamda biyolojik mücadele etmenleri, çevreye zarar vermeyen, kalıntı bırakmayan ve hedef dışı canlılara olumsuz etkisi bulunmayan doğa dostu ajanlardır. Bu özellikleriyle biyolojik mücadele, tarımsal üretimde kimyasal bağımlılığın azaltılması ve ekosistem sağlığının korunması açısından vazgeçilmez bir rol oynamaktadır (Balcı & Durmuşoğlu, 2020; Öztemiz ve ark., 2018).

Kimyasal mücadeleye kıyasla biyolojik mücadelenin en belirgin avantajı, çevre dostu olması ve hedef dışı organizmalara zarar vermemesidir. Ayrıca pestisit kalıntısı bırakmadığı için hem insan sağlığına hem de çevreye güvenlidir (Zehirsiz Sofralar, 2019). Uzun vadede zararlıların dayanıklılık geliştirme riskini azaltır ve doğal ekosistemin kendini yenilemesine imkân tanır.

Biyolojik mücadele yalnızca çevre koruma açısından değil, ekonomik sürdürülebilirlik açısından da önemlidir. Doğal düşman popülasyonlarının korunması sayesinde uzun vadeli bir zararlı kontrolü sağlanabilir, böylece üretim maliyetleri azalır ve ürün kalitesi artar (Birişik ve ark., 2008). Ayrıca organik tarım ve iyi tarım uygulamaları gibi çevreye duyarlı üretim sistemlerinin temel bileşeni olarak da kullanılmaktadır (Öztemiz ve ark., 2018).

Sonuç olarak biyolojik mücadele, tarımsal üretimde kimyasal bağımlılığın azaltılmasına katkı sağlayan, çevreyle uyumlu, kalıcı ve sürdürülebilir bir zararlı kontrol yöntemidir. Doğanın kendi potansiyelinden yararlanarak tarımsal ekosistemin dengesini korumayı amaçlayan bu yaklaşım, geleceğin tarımında merkezi bir rol oynamaktadır (Balcı & Durmuşoğlu, 2020).

3. BİYOLOJİK MÜCADELE ETMENLERİ

Biyolojik mücadelede başarı, zararlılarla mücadelede kullanılan doğal düşmanların doğru seçimi ve etkin kullanımıyla doğrudan ilişkilidir. Doğal düşman olarak tanımlanan biyolojik mücadele etmenleri; **predatörler (avcılar)**, **parazitoidler** ve **patojenler (mikroorganizma kökenli hastalık etmenleri)** olmak üzere üç ana grupta incelenmektedir (Öztemiz ve ark., 2018). Bu canlılar, zararlı organizmaların popülasyonlarını baskılayarak doğal dengenin korunmasına katkı sağlarlar.

3.1. Predatörler (Avcılar)

Predatörler, zararlı organizmaları doğrudan yakalayıp besin olarak tüketen faydalı böceklerdir. Bir predatör, yaşamı boyunca çok sayıda zararlıyı avlayabilir. Bu özellikleri sayesinde zararlı popülasyonlarını kısa sürede azaltabilirler (Birişik ve ark., 2008). Tarımsal üretimde en bilinen predatörler arasında **uğur böcekleri (*Coccinellidae*)**, **yeşil dantel kanatlılar (*Chrysoperla carnea*)**, **yırtıcı akarlar (*Phytoseiulus persimilis*)** ve **pirate böcekleri (*Orius spp.*)** yer alır (Sayın ve ark., 2019).

Örneğin uğur böcekleri, yaprakbitleri ve beyazsinekler gibi zararlılarla beslenerek bitkilerdeki zararlı yoğunluğunu önemli ölçüde azaltmaktadır. Benzer şekilde, *Chrysoperla carnea* türleri pamuk, sebze ve meyve bahçelerinde etkin bir biyolojik mücadele etmenidir (Balcı & Durmuşoğlu, 2020). Predatörlerin kimyasal ilaçlara dayanıklı olmaması nedeniyle pestisit kullanımının azaltılması, bu faydalı canlıların korunması açısından da büyük önem taşır (Zehirsiz Sofralar, 2019).

3.2. Parazitoitler

Parazitoitler, yaşam döngülerinin bir kısmını konak olarak kullandıkları zararlı organizmaların üzerinde veya içinde geçirirler. Parazitoit larvası, konağın vücudu içinde gelişerek onun ölümüne neden olur. Bu nedenle popülasyon baskılamasında son derece etkilidirler (Öztemiz ve ark., 2018). En yaygın kullanılan parazitoitler arasında *Trichogramma*, *Encarsia formosa*, *Aphidius colemani*, ve *Telenomus* türleri yer alır.

Özellikle *Trichogramma* türleri, zararlı kelebeklerin yumurtalarına parazit olarak yerleşir ve gelişimini bu yumurtalar içinde tamamlar. Bu uygulama sayesinde pamuk, mısır ve domates gibi ürünlerde zararlı kelebek popülasyonları etkili bir şekilde kontrol altına alınabilmektedir (Birişik ve ark., 2008). Parazitoitlerin kullanımı, pestisitlere duyulan ihtiyacı azaltırken doğal ekosistemi de desteklemektedir (Sayın ve ark., 2019).

3.3. Patojenler

Patojen kökenli biyolojik mücadele etmenleri, zararlılarda hastalık oluşturan mikroorganizmalardır. Bu gruba bakteri, mantar, virüs ve nematodlar dâhildir. Zararlıları enfekte ederek zayıflatır veya öldürürler (Balcı & Durmuşoğlu, 2020).

Bakteriyel etmenler arasında *Bacillus thuringiensis* (Bt) en yaygın kullanılan türdür. Bt, tırtıl ve yaprak yiyen böcek larvalarına karşı yüksek etkilidir ve birçok biyopestisit formülasyonunda kullanılmaktadır (Öztemiz ve ark., 2018).

Fungal etmenler arasında *Beauveria bassiana* ve *Metarhizium anisopliae* öne çıkar. Bu mantar türleri, zararlının kutikulasına yapışarak vücuda girer ve kısa sürede ölümüne yol açar. Bu sayede sera ve tarla koşullarında birçok zararlı böcek türüyle etkin şekilde mücadele edilir (Sayın ve ark., 2019). **Viral etmenler**, özellikle kelebek ve güve larvalarında etkili olup genellikle “nükleer poliedroz virüsleri (NPV)” olarak adlandırılır. **Nematodlar** ise toprakta yaşayan zararlılara karşı etkili olup, *Steinernema* ve *Heterorhabditis* türleri en bilinen örneklerdendir (Birişik ve ark., 2008).

4. FİTOPATOLOJİ ALANINDA BİYOLOJİK MÜCADELE

Fitopatoloji, bitkilerde hastalık oluşturan etmenlerin (fungus, bakteri, virüs, nematod vb.) incelendiği bilim dalıdır. Bu hastalık etmenleri, ürün veriminde ciddi kayıplara yol açmakta ve

küresel gıda güvenliği açısından büyük bir tehdit oluşturmaktadır. Geleneksel olarak bitki hastalıklarıyla mücadelede kimyasal fungusitler yaygın biçimde kullanılmıştır. Ancak bu ilaçların uzun süreli kullanımı, patojenlerde dayanıklılık gelişimine, toprak mikrobiyal dengesinin bozulmasına ve çevresel kalıntı sorunlarına neden olmaktadır (Balcı & Durmuşoğlu, 2020). Bu nedenle son yıllarda fitopatoloji alanında **biyolojik mücadele** yöntemleri ön plana çıkmıştır.

4.1. Fungal Hastalıklara Karşı Biyolojik Mücadele

Bitkilerde kök, kök boğazı, yaprak ve meyvelerde görülen fungal hastalıklar, tarımsal üretimde en yaygın sorunlardan biridir. Özellikle *Rhizoctonia solani*, *Fusarium spp.*, *Sclerotinia sclerotiorum* ve *Phytophthora spp.* gibi toprak kökenli patojenler, birçok kültür bitkisinde önemli ekonomik kayıplara yol açmaktadır (Öztemiz ve ark., 2018). Bu hastalıklarla mücadelede kimyasal fungusitlerin sınırlı etkili olması nedeniyle biyolojik etmenlerin kullanımı giderek artmıştır.

Bu kapsamda en çok kullanılan biyolojik ajanlardan biri **Trichoderma** türleridir. *Trichoderma harzianum*, *T. viride* ve *T. koningii* gibi türler, patojen fungusların gelişimini çeşitli mekanizmalarla baskı altına almaktadır. Bu mekanizmalar arasında **mikorparazitizm**, **antibiyotik üretimi**, **besin ve alan rekabeti** ve **bitki savunma sisteminin uyarılması** yer alır (Birişik ve ark., 2008). *Trichoderma*'lar, bitki köklerinde kolonize olarak kök gelişimini desteklerken aynı zamanda patojenleri engelleyici etkiler göstermektedir (Sayın ve ark., 2019).

Diğer önemli bir biyolojik etmen grubu, **antagonist bakterilerdir**. Özellikle *Bacillus subtilis*, *B. pumilis* ve *Pseudomonas fluorescens* türleri, patojenlerin gelişimini durduran antibakteriyel ve antifungal bileşikler üretir (Balcı & Durmuşoğlu, 2020). Bu mikroorganizmalar, kök bölgesinde (rizosfer) kolonize olarak hem patojenin yerleşmesini önler hem de bitki büyümesini teşvik eden fitohormonlar salgılar. Bu özellikleri nedeniyle biyopreparat formunda ticarileştirilmiş birçok ürün, sebze ve meyve üretiminde yaygın şekilde kullanılmaktadır (Öztemiz ve ark., 2018).

4.2. Bakteriyel ve Viral Hastalıklarda Biyolojik Mücadele

Bitki bakteriyel hastalıklarına karşı biyolojik mücadelede en bilinen örnek, **Agrobacterium radiobacter** türünün, meyve ağaçlarında kök uruna neden olan *Agrobacterium tumefaciens*'e

karşı kullanımındır. Bu faydalı bakteri, patojen türün konak bitkiye tutunmasını engelleyerek hastalığın yayılmasını durdurmaktadır (Birişik ve ark., 2008). Bu uygulama, biyolojik mücadele kapsamında ticarileştirilmiş ilk bakteriyel biyopreparatlardan biri olarak kabul edilmektedir.

Bitki virüs hastalıklarında ise “**çapraz koruma (cross-protection)**” adı verilen biyolojik bir mekanizma başarıyla kullanılmaktadır. Örneğin turunçgillerde görülen Citrus Tristeza Virüsü (CTV)’ne karşı, virüsün zararsız bir izolatu bitkiye inokule edilerek bitkinin şiddetli suşlara karşı dayanıklılığı artırılmaktadır (Sayın ve ark., 2019). Bu yöntem, doğrudan biyolojik ajan salımı olmasa da biyolojik temelli bir koruma stratejisi olarak kabul edilir.

4.3. Hasat Sonrası Hastalıklara Karşı Biyolojik Mücadele

Hasat sonrası dönemde özellikle meyve ve sebzelerde görülen fungal çürüklükler, ürün kayıplarına yol açan önemli bir sorundur. Bu alanda yapılan çalışmalarda *Candida famata* ve *C. saitoana* gibi maya türlerinin, turunçgillerde *Penicillium* kaynaklı çürüklükleri engellediği belirlenmiştir (Arras, 1996; El-Ghaouth ve ark., 2000). Bu tür mikroorganizmalar, patojenin yüzeye tutunmasını engelleyerek biyolojik koruma sağlamaktadır.

4.4. Değerlendirme

Fitopatoloji alanında biyolojik mücadele uygulamaları, kimyasal ilaçlamaya duyulan ihtiyacı azaltarak sürdürülebilir üretim modellerine geçişi desteklemektedir. Biyolojik etmenler, hem çevre sağlığının korunmasına hem de uzun vadeli zararlı yönetimine katkı sağlar. Günümüzde birçok ülkede biyopreparat üretimi ve kullanımı hızla artmakta, bu alanda Ar-Ge faaliyetleri desteklenmektedir (Balcı & Durmuşoğlu, 2020). Türkiye’de de yerli biyolojik mücadele ürünlerinin geliştirilmesi, tarımsal verimliliği artırırken çevreye duyarlı üretim anlayışını güçlendirecektir (Sayın ve ark., 2019).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tarımsal üretimde karşılaşılan en önemli sorunlardan biri, zararlı organizmaların neden olduğu ürün kayıplarıdır. Uzun yıllar boyunca bu sorunların çözümünde kimyasal pestisitler temel araç olarak kullanılmıştır. Ancak bu kimyasalların bilinçsiz ve yoğun kullanımı, hem çevresel hem de insan sağlığı açısından geri dönülmesi güç olumsuzluklara yol açmıştır. Pestisit kalıntıları,

toprak ve su kirliliği, biyolojik çeşitliliğin azalması ve zararlıların direnç geliştirmesi, mevcut tarım sistemlerinin sürdürülebilirliğini tehdit eden başlıca faktörlerdir (Zehirsiz Sofralar, 2019).

Bu bağlamda **biyolojik mücadele**, çevre dostu ve sürdürülebilir bir alternatif olarak öne çıkmaktadır. Biyolojik mücadele etmenlerinin kullanımı, doğal ekosistem dengesini koruyarak zararlı popülasyonlarını baskı altına almakta ve kimyasal girdilere olan bağımlılığı azaltmaktadır. Özellikle fitopatoloji alanında yapılan çalışmalar, *Trichoderma spp.*, *Bacillus spp.*, ve *Pseudomonas fluorescens* gibi mikroorganizmaların birçok fungal ve bakteriyel patojene karşı etkili olduğunu göstermektedir (Öztemiz ve ark., 2018; Balcı & Durmuşoğlu, 2020). Bu bulgular, biyolojik mücadelenin yalnızca bir zararlı kontrol yöntemi değil, aynı zamanda sürdürülebilir üretim felsefesi olduğunu ortaya koymaktadır.

Biyolojik mücadele uygulamalarının yaygınlaştırılması, yalnızca çevre koruması açısından değil, aynı zamanda ekonomik verimlilik bakımından da önem taşır. Biyolojik ajanların kullanımının uzun vadede pestisit maliyetlerini düşürdüğü, ürün kalitesini artırdığı ve üretici gelirini desteklediği belirlenmiştir (Sayın ve ark., 2019). Ayrıca bu uygulamalar, organik tarım, iyi tarım uygulamaları ve entegre zararlı yönetimi (IPM) sistemleriyle uyumlu olduğu için çevre dostu üretim modellerinin temel bileşenlerinden biridir (Birişik ve ark., 2008).

Türkiye’de biyolojik mücadele alanında yapılan çalışmalar artmakla birlikte, uygulamaların yaygınlaşması için bazı yapısal düzenlemelere ihtiyaç vardır. Bu kapsamda aşağıdaki öneriler geliştirilmiştir:

1. **Yerli biyolojik mücadele ajanlarının üretimi artırılmalıdır.** Biyopreparatların ithalata bağımlılığını azaltmak ve maliyeti düşürmek için yerli mikroorganizma izolasyonu ve üretim teknolojileri desteklenmelidir (Balcı & Durmuşoğlu, 2020).
2. **Üretici eğitimi ve farkındalık çalışmaları yaygınlaştırılmalıdır.** Biyolojik mücadelenin avantajları, uygulama teknikleri ve çevresel faydaları hakkında üreticilere yönelik saha eğitimleri düzenlenmelidir (Sayın ve ark., 2019).
3. **Entegre zararlı yönetimi (IPM) yaklaşımları teşvik edilmelidir.** Biyolojik, kültürel ve mekanik mücadele yöntemlerinin birlikte uygulanması, kimyasal pestisit kullanımını minimize edecektir (Öztemiz ve ark., 2018).
4. **Ar-Ge ve mevzuat çalışmaları desteklenmelidir.** Biyolojik mücadele etmenlerinin ticarileşmesi için bilimsel araştırmalar ve biyopestisit ruhsatlandırma süreçleri hızlandırılmalıdır.

5. Tüketici bilinci artırılmalıdır. Pestisit kalıntısı içermeyen ürünlere olan talep, biyolojik mücadele uygulamalarının yaygınlaşmasını teşvik edecektir.

Sonuç olarak, biyolojik mücadele çevreye duyarlı, kalıcı ve ekonomik bir zararlı kontrol yöntemi olarak geleceğin tarım vizyonunda merkezi bir rol üstlenmektedir. Doğayla uyum içinde sürdürülebilir üretim hedeflerine ulaşmanın anahtarı, kimyasallarla değil, biyolojik dengenin gücüyle mümkündür. Biyolojik mücadele uygulamalarının bilimsel temelde yaygınlaştırılması, hem tarımsal verimliliği hem de ekolojik bütünlüğü koruyarak sağlıklı bir gelecek için önemli bir adım olacaktır (Balcı & Durmuşoğlu, 2020; Zehirsiz Sofralar, 2019).

KAYNAKÇA

Alabouvette, C., *Sustainable Management of Soil-Borne Diseases: An Overview*, Journal of Plant Pathology Yayınları, 91(1), 7–21, 2009.

Arras, G., “Mode of Action of *Candida famata* in Biological Control of *Penicillium digitatum* in Orange Fruits,” *Postharvest Biology and Technology*, 8(3), 191–198, 1996.

Bale, J.S., van Lenteren, J.C. & Bigler, F., “Biological Control and Sustainable Food Production,” *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363(1492), 761–776, 2008.

Balcı, H. & Durmuşoğlu, E., “Bitki Koruma Ürünü Olarak Biyopestisitler: Tanımları, Sınıflandırılmaları, Mevzuat ve Pazarları Üzerine Bir Değerlendirme,” *Türkiye Biyolojik Mücadele Dergisi*, 11(2), 261–274, 2020.

Birişik, N., Kütük, H., Karacaoğlu, M., Yarpuzlu, F., İslamoğlu, M. & Öztemiz, S., “Teoriden Pratiğe Biyolojik Mücadele,” *Yerköy Tarımsal Bilimler Dergisi*, 1. Ulusal Biyolojik Mücadele Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 1(1), 1–10, 2008.

Copping, L.G., *The Manual of Biocontrol Agents*, BCPC Publications, Hampshire, 2009.

Eilenberg, J., Hajek, A. & Lomer, C., *Biological Control Terminology and Concepts*, Springer Academic Press, Berlin, 2017.

El-Ghaouth, A., Smilanick, J.L., Wisniewski, M. & Wilson, C.L., “Improved Control of Apple and Citrus Fruit Decay with a Combination of *Candida saitoana* and Heat Treatment,” *Postharvest Biology and Technology*, 19(2), 111–118, 2000.

European Commission, *Sustainable Use of Pesticides Directive Report*, Brussels, 2022. Erişim: <https://food.ec.europa.eu/>

FAO, *FAO Statistical Yearbook 2023: Pesticide Use and Sustainable Management*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 2023.
Erişim: <https://www.fao.org>

Goettel, M.S., Eilenberg, J. & Glare, T., “Safety of Microbial Control Agents,” *BioControl of Insect Pests*, Springer Yayınları, 1–26, 2010.

Güllüce, M. & Demirbaş, A., “Bitki Kökenli Antimikrobiyal Maddelerin Tarımda Kullanımı,” *VII. Ulusal Fitopatoloji Kongresi Bildiri Kitabı*, Ankara, 2021.

Hajek, A., *Natural Enemies: An Introduction to Biological Control*, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.

Harman, G.E., “Overview of *Trichoderma* Applications,” *Phytopathology*, 96(2), 190–194, 2006.

IPPC, *International Plant Protection Convention Annual Report 2022*, FAO Publications, Rome, 2022.
Erişim: <https://www.ippc.int>

Kaya, H.K. & Koppenhöfer, A.M., *Entomopathogenic Nematodes in Integrated Pest Management*, CABI Publishing, Wallingford, 2020.

Kaya, M. & Demir, S., “Biyolojik Mücadelede Mikrobiyal Etmenlerin Tarımsal Önemi,” *Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(3), 45–60, 2022.

Keskin, H. & Yıldız, E., “Biyolojik Mücadele Etmenlerinin Etkinliği Üzerine İklim Koşullarının Etkisi,” *Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi*, 36(2), 122–135, 2023.

Kılıç, H. & Yanar, D., “Sürdürülebilir Tarımda Biyopestisitlerin Rolü,” *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 8(2), 89–99, 2021.

Köycü, N.D., “Biyolojik Mücadele ve Fitopatolojik Uygulamaları,” *Bitki Koruma Bülteni*, 61(1), 1–12, 2021.

Pertot, I., Puopolo, G., Hosni, T., Hand, F.P. & Cazorla, F.M., “Biocontrol of Plant Diseases under Climate Change: Increasing Resilience of Field Crops,” *Frontiers in Plant Science*, 8, 1455, 2017.

Raaijmakers, J.M., Paulitz, T.C., Steinberg, C., Alabouvette, C. & Moënne-Loccoz, Y., “The Rhizosphere: A Playground and Battlefield for Soilborne Pathogens and Beneficial Microorganisms,” *Plant and Soil*, 321(1–2), 341–361, 2009.

Sayın, B., Bayav, A., Beşen, T., Karamürsel, D., Çelikyurt, M.A., Emre, M., Kuzgun, M., Yılmaz, Ş.G. & Arslan, S., “Üreticilerin Biyolojik ve Biyoteknik Mücadele Uygulamalarına Bakışı ve Çevre Duyarlılıklarının Belirlenmesi,” *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 22(1), 1–10, 2019.

Van Lenteren, J.C., “The State of Commercial Augmentative Biological Control: Plenty of Natural Enemies, but a Frustrating Lack of Uptake,” *BioControl*, 57(1), 1–20, 2012.



Woo, S.L., Ruocco, M., Vinale, F., Nigro, M., Marra, R., Lombardi, N. & Lorito, M., “*Trichoderma*-Based Products and Their Mechanisms of Action,” *Phytopathology*, 104(4), 377–390, 2014.

Zehirsiz Sofralar, *Pestisit Kullanımını Azaltmak ve Pestisitlere İlişkin Riskler*, 2019.
Erişim: <https://zehirsizsofralar.org>

OLGU SUNUMU: TEMPOROMANDİBULAR EKLEM AĞRISI VE ESTETİK KAYBI BULUNAN PSÖDO KLASS 3 HASTADA PROTETİK REHABİLİTASYON İLE FONKSİYONEL DENGE SAĞLANMASI

Arş. Gör. Büşranur DEMİR¹, Öğr. Gör. Hilal Ok BOSTAN²

¹ Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Rize
busranur.demir@erdogan.edu.tr- ORCID ID: 0009-0007-2242-8277

² Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Rize
hilal.ok@erdogan.edu.tr – ORCID ID: 0000-0002-6415-5728

ÖZET

Giriş: Anterior dişlerde atrizyona bağlı madde kayıpları, yalnızca estetik görünümün bozulmasına yol açmakla kalmayıp, aynı zamanda oklüzal dengeyi olumsuz etkileyerek temporomandibular eklem disfonksiyonları, fonksiyonel kayıplar ve dentin hassasiyeti gibi çeşitli klinik semptomların gelişimine sebep olmaktadır. Bu tür olgularda, doğru tanılama ve kapsamlı bir protetik tedavi planlaması ile hem fonksiyonel hem de estetik rehabilitasyonun etkin biçimde sağlanabileceği bildirilmektedir.

Amaç: Bu olgu sunumu, estetik kayıp, temporomandibular eklem ağrısı ve fonksiyonel yetersizlik şikâyetleri bulunan bir hastada, gerekli preprotetik işlemler tamamlandıktan sonra, metal destekli porselen veneer restorasyonlarıyla gerçekleştirilen protetik rehabilitasyonun klinik sürecini ve sonuçlarını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Olgü Sunumu: Sistemik bir hastalığı bulunmayan 59 yaşında erkek hasta, estetik kayıp, çiğneme zorluğu ve eklem ağrısı şikâyetleriyle kliniğe başvurdu. Klinik muayenede 11 ve 12 numaralı dişlerde ileri düzeyde madde kaybı ve dentin hassasiyeti olduğu tespit edildi. İlgili dişlere endodontik tedavi sonrası fiber post uygulandı. 21 ve 22 numaralı dişlerde gözlenen atrizyon kaynaklı madde kayıpları kompozit rezin restorasyonlar ile restore edildi. Hastanın sentrik ilişki ve istirahat pozisyonları değerlendirilerek, diş aşınmalarına bağlı gelişen psödo Sınıf III ilişkinin düzeltilmesi hedeflendi. Tedavi planı doğrultusunda diş preparasyonları tamamlandıktan sonra, metal altyapı üzerine porselen veneer restorasyonlar hazırlandı. Laboratuvar ve klinik prova aşamalarının ardından oklüzyon kontrolleri yapılarak, restorasyonlar polikarboksilat siman ile simante edildi. Tedavi sonrasında fonksiyonel, estetik ve oklüzal ilişkiler yeniden sağlanarak; temporomandibular eklem kaynaklı ağrı ve dentin hassasiyeti şikâyetlerinde belirgin iyileşme gözlemlendi.

Sonuç: Bu olgu, ileri düzey diş aşınmaları ve oklüzal ilişki bozukluklarının yalnızca fonksiyonel ve biyomekanik sonuçlarıyla değil, aynı zamanda hastanın psikososyal durumu üzerindeki etkileriyle de değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Metal destekli porselen restorasyonlar ile gerçekleştirilen tam ağız rehabilitasyonlar sonucunda, hastada estetik görünüm, fonksiyonel stabilite, çiğneme konforu ve genel yaşam kalitesinde belirgin iyileşme sağlanmıştır. Bu vaka, kapsamlı tedavi planlamasının ve uygun materyal seçiminin bireyselleştirilmiş bir yaklaşımla birleştirilmesinin, uzun dönemli klinik başarının sürdürülmesinde önemli rol oynadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Diş atrizyonu, Estetik Rehabilitasyon, Oklüzyon

CASE REPORT: FUNCTIONAL BALANCE ACHIEVED THROUGH PROSTHETIC REHABILITATION IN A PSEUDO CLASS III PATIENT WITH TEMPOROMANDIBULAR JOINT PAIN AND ESTHETIC LOSS

ABSTRACT

Introduction: Substance loss due to attrition in anterior teeth not only compromises esthetic appearance but also adversely affects occlusal balance, potentially leading to temporomandibular joint (TMJ) dysfunction, functional impairment, and dentin hypersensitivity. In such cases, accurate diagnosis and comprehensive prosthetic treatment planning have been reported to effectively achieve both functional and esthetic rehabilitation.

Purpose: The aim of this case report is to present the clinical process and outcomes of prosthetic rehabilitation performed with metal-ceramic veneer restorations in a patient presenting with esthetic concerns, temporomandibular joint pain, and functional insufficiency after completion of the required pre-prosthetic procedures.

Case Presentation: A 59-year-old male patient with no systemic disease presented to the clinic with complaints of esthetic loss, chewing difficulty, and TMJ pain. Clinical examination revealed advanced material loss and dentin hypersensitivity in teeth 11 and 12. Following endodontic treatment, fiber posts were placed in these teeth. Attrition-related tissue loss observed in teeth 21 and 22 was restored with composite resin restorations. The patient's centric relation and rest position were evaluated, and correction of a pseudo-Class III relationship caused by anterior tooth wear was targeted. Following tooth preparation in accordance with the treatment plan, metal-ceramic veneer restorations were fabricated. After laboratory and clinical try-in stages, occlusal adjustments were made and the restorations were cemented with

polycarboxylate cement. Post-treatment evaluations revealed that functional, esthetic, and occlusal harmony had been re-established, with a marked improvement in TMJ-related pain and dentin hypersensitivity.

Conclusion: This case highlights the importance of evaluating advanced tooth wear and occlusal discrepancies not only in terms of their functional and biomechanical consequences but also with regard to their psychosocial effects on the patient. Full-mouth rehabilitation with metal-ceramic restorations resulted in significant improvements in esthetics, functional stability, masticatory comfort, and overall quality of life. The case demonstrates that comprehensive treatment planning combined with individualized material selection plays a key role in achieving long-term clinical success.

Keywords: Tooth Attrition, Esthetic Rehabilitation, Occlusion

1.GİRİŞ

Diş aşınmaları, çürük oluşumundan bağımsız olarak diş sert dokularında meydana gelen fizyolojik veya patolojik madde kaybıyla tanımlanan çok etkenli bir durumdur. Etiyolojisi; bireysel faktörler, beslenme alışkanlıkları, parafonksiyonel aktiviteler, oklüzal temas düzeni, kimyasal ajanlar ve mekanik yüklerin etkileşimi sonucu ortaya çıkan kompleks bir biyomekanik süreç olarak değerlendirilmektedir.¹

Diş aşınmaları, oluşumunda etkili olan mekanizmalara göre atrizyon, abrazyon, erozyon ve abfraksiyon olmak üzere dört ana grupta incelenir. Aşınma tipine göre etiyolojik faktörler değiştiğinden, uygulanacak tedavi protokolü de buna göre şekillenir.² Abrasyon, diş fırçalama alışkanlıkları, protez kenarları veya sert gıda tüketimi gibi diş etkenlerle oluşan mekanik aşınmadır. Erozyon, asidik içerikli gıdalar, mide asidi reflüsü veya çevresel faktörler sonucu gelişen kimyasal çözünmeyle karakterizedir. Abfraksiyon ise oklüzal yükler altında dişin servikal bölgesinde meydana gelen mikro deformasyonlar sonucu sert doku kaybına yol açar.

Atrizyon ise herhangi bir yabancı cisim etkisi olmadan, dişlerin karşılıklı teması sonucunda oluşan mekanik doku kaybı olup çoğunlukla oklüzal yüzeylerde gözlenmektedir.³ Genellikle oklüzal ve insizal yüzeylerde izlenir ve zamanla mine tabakasını aşarak dentin dokusuna kadar ilerlemektedir. Dentin dokusunun açığa çıkması, sıcak ve soğuk uyarılara karşı artan hassasiyetle sonuçlanarak hastanın yaşam konforunu düşürmektedir. Bu süreç, uzun süreli brüksizm, oklüzal dengesizlikler veya parafonksiyonel alışkanlıkların varlığında hızlanır. İleri evrelerde vertikal boyut kaybı, oklüzal düzlemde değişiklik, fonksiyonel bozulma gözlenebilir. Vertikal boyutun azalmasına bağlı olarak alt yüz yüksekliğinde azalma, dudak desteğinde kayıp ve yaşlı yüz görünümü gibi estetik problemlerin ortaya çıkmasına neden olur. Uzun dönemde bu değişiklikler, kas aktivitesinde artışa ve temporomandibular eklem üzerine aşırı

yüklenmelere sebep olarak eklem sesleri, ağrı ve çene hareketlerinde kısıtlılık gibi temporomandibular eklem disfonksiyonlarının gelişimine zemin hazırlayarak kompleks bir klinik tabloya dönüşebilir.^{4,5} Dört ana grup çoğu zaman birbirinden bağımsız değildir; aynı ağız içinde farklı derecelerde birlikte görülebilir. Bu nedenle, diş aşınmalarının klinik yönetiminde hem etiyolojik faktörlerin doğru belirlenmesi hem de biyomekanik ve estetik gereksinimlerin bütüncül biçimde değerlendirilmesi büyük önem taşır.

İleri düzey diş aşınmalarına bağlı olarak vertikal boyutun azalması ve oklüzal ilişkilerin bozulması, bazı olgularda fonksiyonel mandibular öne konumlanmaya neden olarak psödo Sınıf III maloklüzyon tablosunun ortaya çıkmasına yol açabilmektedir.⁶ Psödo Sınıf III maloklüzyon, iskeletsel bir bozukluktan kaynaklanmayan, erken oklüzal temaslar veya fonksiyonel alışkanlıklar sonucu mandibulanın öne yer değiştirmesiyle karakterize fonksiyonel bir durumdur. Oklüzal ilişkilerin yeniden düzenlenmesi ve uygun vertikal boyutun sağlanmasıyla mandibula fizyolojik konumuna döner. Böylece, protetik rehabilitasyon aracılığıyla fonksiyonel denge, estetik uyum ve Sınıf I oklüzyon ilişkisi yeniden oluşturulabilmektedir.^{7,8}

Protetik rehabilitasyonlarda materyal seçimi, estetik gereksinimler, mekanik dayanıklılık, biyouyumluluk ve uzun dönem klinik performans gibi kriterlerin bütüncül olarak değerlendirilmesini gerektirir. Günümüzde metal destekli porselen restorasyonlar, zirkonya altyapılı porselen veneer sistemleri ve monolitik zirkonya restorasyonlar; aşınma sonucu meydana gelen madde kayıplarının telafisinde yaygın olarak tercih edilen materyallerdir.⁹ Metal destekli porselen sistemler, yüksek kırılma direnci, uzun süreli boyutsal stabilite ve klinik başarı oranları sayesinde güvenilir bir restoratif seçenek olarak değerlendirilmektedir. Bu restorasyonlarda metal altyapı, porselen tabakanın mekanik dayanımını artırarak kırılma riskini azaltır ve özellikle posterior bölgede yüksek çiğneme kuvvetlerine karşı uzun dönem dayanıklılık sağlar.¹⁰ Ayrıca, atrizyona bağlı madde kaybı bulunan veya kron boyu yetersiz dişlerde post uygulamalarıyla kombine edilen metal destekli porselen sistemler, restorasyonun retansiyonunu ve yapısal bütünlüğünü güçlendirerek fonksiyonel dayanıklılığı anlamlı düzeyde artırmaktadır.¹¹

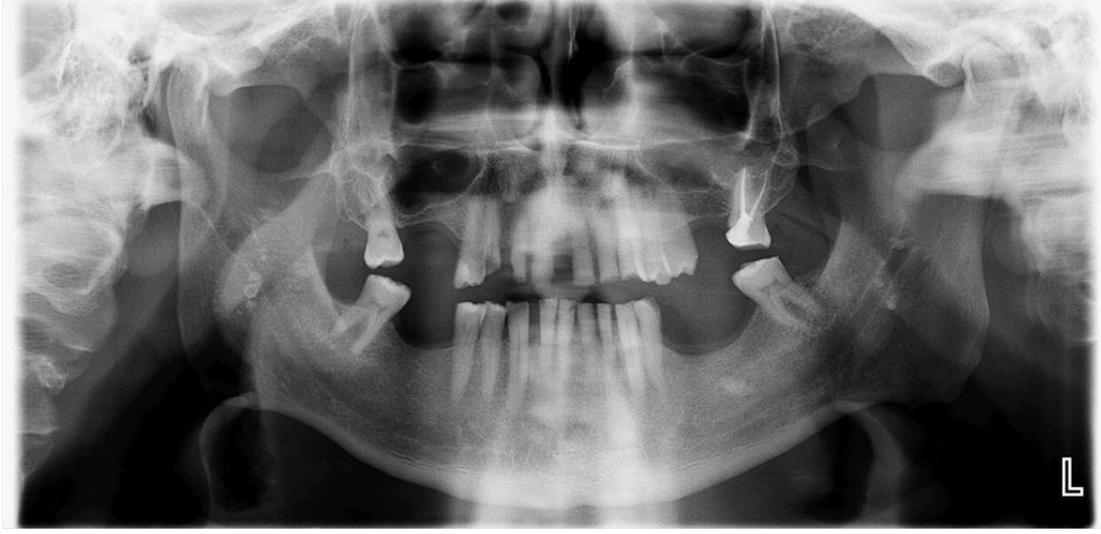
Tedavi planlamasında diş preparasyonunun mümkün olduğunca konservatif yapılması, gerek görüldüğünde post-core sistemleriyle destek sağlanması ve oklüzal yüklerin fizyolojik sınırlar içinde dengelenmesi, protetik başarının sürekliliği açısından kritik öneme sahiptir.¹²

Bu olgu sunumunun amacı, estetik kayıp, temporomandibular eklem ağrısı ve fonksiyonel yetersizlik şikâyetleri bulunan bir hastada, gerekli preprotetik işlemler tamamlandıktan sonra, metal destekli porselen veneer restorasyonlarıyla gerçekleştirilen protetik rehabilitasyonun klinik sürecini ve sonuçlarını ortaya koymaktır. Bu tür olgularda, doğru tanılama ve kapsamlı bir protetik tedavi planlaması ile hem fonksiyonel hem de estetik rehabilitasyonun etkin biçimde sağlanabileceği bildirilmektedir.¹³

2.OLGU SUNUMU

Sistemik bir hastalığı bulunmayan 59 yaşında erkek hasta, estetik kayıp, çiğneme zorluğu ve eklem ağrısı şikâyetleriyle kliniğe başvurdu. Klinik muayenede 11 ve 12 numaralı dişlerde ileri

düzeyde madde kaybı ve dentin hassasiyeti olduğu tespit edildi. Panoramik radyografide tüm dişlerin izlendiği, özellikle anterior bölgede belirgin atrizyon bulgularının mevcut olduğu gözlemlendi.(Görsel 2.1.)



Görsel 2.1.Hastanın panoramik görüntüsü

Tedavi öncesi değerlendirme kapsamında, hastanın mevcut oklüzal ilişkileri, dikey boyut kaybı ve estetik gereksinimleri analiz edebilmek için intraoral başlangıç fotoğrafları alındı.



Görsel 2.2.Hastanın intraoral fotoğrafları

Hastanın sentrik ilişki ve istirahat pozisyonları değerlendirildi, diş aşınmalarına bağlı olarak gelişen psödo Sınıf III ilişkinin düzeltilmesi hedeflendi. Pozisyonların doğru biçimde analiz edilebilmesi için ağız içi fotoğraflar alındı.(Görsel 2.3.) Dikey boyut hesaplaması yapıldı ve yüz estetiği oranları değerlendirildi. Konuşma mesafesi ölçülerek hastanın fonetik ve fonksiyonel uyumu göz önünde bulunduruldu.



Görsel 2.3. Hastanın sentrik ve istirahat pozisyonlarının görüntüsü

Tedavi başlangıcında, restoratif ve biyomekanik gereksinimlerin karşılanabilmesi amacıyla öncelikle endodontik tedavi uygulanması planlandı. İlgili dişlere endodontik tedavi sonrası fiber post uygulandı. Fiber postlar, kök kanalına uygun uzunluk ve çapta hazırlandı, dual-cure rezin siman ile yerleştirildi ve üzerine kompozit kor yapısı oluşturuldu. Bu işlem, restorasyonun retansiyonunu ve kök destekli dayanıklılığını artırmak amacıyla gerçekleştirildi.

21 ve 22 numaralı dişlerde gözlenen atrizyona bağlı madde kayıpları, adeziv sistem uygulanarak yapılan direkt kompozit rezin restorasyonları ile tamamlandı.

Tedavi planı doğrultusunda diş preparasyonları tamamlandıktan sonra, metal altyapı üzerine porselen veneer restorasyonlar hazırlandı. Alınan ölçüler doğrultusunda hazırlanan altyapılar, bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD/CAM) teknolojisi kullanılarak lazer sinterleme yöntemiyle üretildi. Elde edilen metal altyapıların klinik provasında marjinal adaptasyon, oklüzal temas ve proksimal kontaklar kontrol edildi, gerekli düzeltmeler yapıldı. Ardından porselen tabakalama işlemi uygulanarak estetik gereksinimlere uygun veneer restorasyonlar oluşturuldu.

Son prova aşamasında kenar uyumu, kontur formu, renk bütünlüğü ve oklüzal ilişkiler değerlendirildi. Tüm klinik ve laboratuvar kontrollerinin ardından restorasyonlar, optimal biyomekanik retansiyon ve marjinal sızdırmazlık sağlamak amacıyla polikarboksilat siman ile kalıcı olarak simante edildi.(Görsel 2.4)



Görsel 2.4. Protetik restorasyon simante edildikten sonraki kapanış görüntüleri

Tedavi sonrasında fonksiyonel, estetik ve oklüzal ilişkiler yeniden sağlandı. Dikey boyutun restorasyonu ile çiğneme etkinliğinde artış gözlemlendi, temporomandibular eklem kaynaklı ağrı ve kas hassasiyetinde belirgin azalma elde edildi. Ayrıca, anterior dişlerdeki dentin hassasiyeti giderildi ve estetik görünümde belirgin iyileşme sağlandı.(Görsel 2.5.)



Görsel 2.5. Protetik restorasyon simante edildikten sonra gülüş estetiği

3.SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Diş aşınmalarının tedavisinde en önemli basamak, aşınmanın etiyojisinin ve şiddetinin doğru biçimde değerlendirilmesidir. Etiyolojik faktörlerin belirlenmesi, uygulanacak restoratif ve protetik tedavi yaklaşımının yönlendirilmesinde temel rol oynar.²

Atrizyon, dişlerin doğrudan teması sonucu oluşan mekanik bir aşınma şeklidir ve uzun süreli brüksizm, oklüzal dengesizlikler veya parafonksiyonel alışkanlıkların varlığında hızla ilerleyebilmektedir. Aşınmanın hastada dentin hassasiyetine, estetik kaygılara veya pulpa ekspoza riskine neden olduğu durumlarda, koruyucu yaklaşımların ötesine geçilerek kapsamlı bir tedavi planlaması yapılmalıdır.^{5,14}

Literatürde, diş aşınmasının neden olduğu oklüzal değişimlerin kas aktivitesini ve eklem fonksiyonunu olumsuz etkileyerek çiğneme verimliliğini azalttığı bildirilmiştir.^{15,16} Bu olguda, ileri düzey atrizyona bağlı psödo Sınıf III kapanışın düzeltilmesi ve anterior rehberliğin yeniden sağlanmasıyla hem fonksiyonel hem de estetik parametrelerde iyileşme gözlenmesi hedeflenmiştir.

Artmış diş yüzeyi kaybı, oklüzal dikey boyutun azalmasına neden olur ve bu durum; estetik bozulma, çiğneme etkinliğinde azalma, temporomandibular eklem ağrısı ve kas tonusunda

dengelesizlik gibi fonksiyonel problemlerin gelişimine zemin hazırlar. Oklüzal dikey boyutun yeniden artırılmasındaki temel amaç; estetik görünümün iyileştirilmesi, çığneme fonksiyonunun hastaya yeniden kazandırılması, temporomandibular eklem kaynaklı şikâyetlerin azaltılması, fonasyonun düzeltilmesi ve yüz estetiğini destekleyen yumuşak doku konturlarının yeniden yapılandırılmasıdır.

Tosun ve ark.¹⁷ çalışmasında da dikey boyut kaybı bulunan hastalarda uygun protetik rehabilitasyonun, estetik ve fonksiyonel parametreleri anlamlı düzeyde iyileştirdiği görülmüştür. Bu olguda da dikey boyutun restorasyonu sonucunda fonksiyonel denge, estetik uyum ve çığneme etkinliğinde belirgin bir iyileşme elde edilmiştir.

Protetik tedaviye geçilmeden önce dişlerin yapısal bütünlüğünün ve retansiyonunun güçlendirilmesi, uzun dönem biyomekanik başarı açısından kritik bir basamaktır. Atala ve ark.¹¹ vital dişlerde uyguladıkları post ve kompozit kor restorasyonlarıyla dikey boyutu artırırken dişin biyomekanik dayanıklılığını da desteklemiştir. Mandalı ve ark.¹³ ise post-kor uygulamalarının kron retansiyonunu güçlendirerek protetik restorasyonların stabilitesine katkı sağladığını bildirmiştir. Bu olguda da benzer şekilde, post-core uygulamaları ile kron boyları desteklenmiş ve fonksiyonel stabilite sağlanmıştır.

Protetik rehabilitasyonda materyal seçimi, estetik beklenti, mekanik dayanıklılık ve biyouyumluluk gibi faktörlerin dengeli biçimde değerlendirilmesini gerektirir. Metal destekli porselen restorasyonlar, yüksek kırılma dayanımı ve uzun dönem stabilitesi nedeniyle aşınma kaynaklı madde kayıplarının onarımında güvenilir bir seçenektir.¹⁸ Bununla birlikte, diş preparasyon miktarının minimal tutulması, post-core sistemlerinin uygulanması ve oklüzal yüklerin fizyolojik sınırlar içinde dağıtılması, tedavinin başarısında belirleyici rol oynar.^{11,19}

Mumcu ve ark.¹² çalışmasında, üst çenede belirgin aşınmaların bulunduğu bir hastaya post-kor uygulaması yaparak dişlerin yapısal desteği yeniden sağlamıştır. Çalışmada, aşırı madde kaybı olan dişlerde post-kor sistemlerinin retansiyonu ve biyomekanik dayanıklılığı artırdığı, bu sayede restorasyonların uzun dönem başarısına katkıda bulunduğu belirtilmiştir. Tedavi, metal destekli porselen restorasyonlarla tamamlanmış ve bu yaklaşımın hem estetik hem fonksiyonel açıdan tatmin edici sonuçlar verdiği rapor edilmiştir. Elde edilen bulgular, ileri düzey atrizyon olgularında biyomekanik güçlendirme ve materyal seçiminin tedavi başarısında belirleyici olduğunu göstermektedir.

Protetik rehabilitasyon, ileri düzey diş aşınmalarında fonksiyonel ve estetik bütünlüğün yeniden sağlanmasında etkili bir tedavi yaklaşımıdır. Uzun dönem başarının sürdürülebilmesi, uygun materyal seçimi, doğru klinik uygulama, hastanın oral hijyenine gösterdiği özen ve düzenli kontrol randevularının aksatılmamasıyla doğrudan ilişkilidir.²⁰

Restorasyonların marjinal adaptasyonu, oklüzal ilişkileri ve estetik bütünlüğü belirli aralıklarla değerlendirilerek olası komplikasyonların erken dönemde önlenmesi sağlanmalıdır. Bu nedenle protetik rehabilitasyon sonrası düzenli bakım ve klinik takibin, tedavinin kalıcılığında ve hasta memnuniyetinin devamında temel bir rol oynadığı söylenebilir.^{21,22}

4.GENEL DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Bu olgu, ileri düzey diş aşınmaları ve oklüzal ilişki bozukluklarının yalnızca fonksiyonel ve biyomekanik sonuçlarıyla değil, aynı zamanda hastanın psikososyal durumu üzerindeki etkileriyle de değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Metal destekli porselen restorasyonlar ile gerçekleştirilen tam ağız rehabilitasyonlar sonucunda, hastada estetik görünüm, fonksiyonel stabilite, çiğneme konforu ve genel yaşam kalitesinde belirgin iyileşme sağlanmıştır.

Bu vaka, kapsamlı tedavi planlamasının ve uygun materyal seçiminin bireyselleştirilmiş bir yaklaşımla birleştirilmesinin, uzun dönemli klinik başarının sürdürülmesinde önemli rol oynadığını göstermektedir.

KAYNAKÇA

1. Çelik Ç., Özgünaltay G., Attar N. Diş Aşınmaları (Tooth Wear), Hacettepe Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi, 31, 2, 2007, 22–30.
2. Verrett R.G. Analyzing the Etiology of an Extremely Worn Dentition, Journal of Prosthodontics on Complex Restorations, 2016, 53–62.
3. Song M.Y., Park J.M., Park E.J. Full Mouth Rehabilitation of the Patient with Severely Worn Dentition: A Case Report, Journal of Advanced Prosthodontics, 2, 2010, 106–110.
4. Satyabodh G., Narendra P.P. Cast Titanium Overlay Denture for a Geriatric Patient with Reduced Vertical Dimension, Gerodontology, 22, 2005, 242–245.
5. Smith B.G.N., Bartlett D.W., Robb N.D. The Prevalence, Etiology and Management of Tooth Wear in the United Kingdom, The Journal of Prosthetic Dentistry, 78, 4, 1997, 367–372.
6. Hägg U., Tse A., Bendeus M., Rabie A.B.M. A Follow-up Study of Early Treatment of Pseudo Class III Malocclusion, Angle Orthodontist, 74, 4, 2004, 465–472.
7. Reyes A., et al. Diagnosis and Treatment of Pseudo-Class III Malocclusion, Case Reports in Dentistry, 2014, 1, 652936.
8. Raveli D.B., Chiavini P.C.R., Paulin R.F., Jacob H.B., dos Santos-Pinto A., Sampaio L.P. Tratamento de um Caso de Pseudo-Classe III por Meio de Aparelho Fixo, Jornal Brasileiro de Ortodontia & Ortopedia Facial, 9, 2004, 356–362.
9. Grippo J.O., Simring M., Schreiner S. Attrition, Abrasion, Corrosion and Abfraction Revisited: A New Perspective on Tooth Surface Lesions, Journal of the American Dental Association, 135, 8, 2004, 1109–1118.
10. Spear F. A Patient with Severe Wear on the Anterior Teeth and Minimal Wear on the Posterior Teeth, Journal of the American Dental Association, 139, 10, 2008, 1399–1403.
11. Atala M., Ocak M., Eşer B., Polat N. A Different Prosthetic Approach to Worn Teeth: Case Report, Cumhuriyet Dental Journal, 18, 2015, 180–186.
12. Mumcu E., et al. Management of the Severely Worn Dentition with a Different Prosthetic Rehabilitation Method: A Case Series, General Dentistry, 59, 2, 2011, e41–e45.
13. Mandalı G., et al. Aşınmış Dişlerde Protetik Yaklaşımlar, ADO Klinik Bilimler Dergisi, 4, 2, 2010, 550–553.
14. Rivera-Morales W.C., Mohl N.D. Relationship of Occlusal Vertical Dimension to the Health of the Masticatory System, Journal of Prosthetic Dentistry, 65, 1991, 547–553.

15. Loomans B., Opdam N., Attin T., Bartlett D., Edelhoff D., Frankenberger R., et al. Severe Tooth Wear: European Consensus Statement on Management Guidelines, *Journal of Adhesive Dentistry*, 19, 2017, 111–119.
16. Abduo J., Lyons K. Clinical Considerations for Increasing Occlusal Vertical Dimension: A Review, *Australian Dental Journal*, 57, 2012, 2–10.
17. Tosun B., Yanıkoğlu N. Dikey Boyut Kaybı Olan Bir Hastanın Protetik Tedavisi: Vaka Sunumu, *Atatürk Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Dergisi*, 29, 2, 2019, 326–331.
18. Gozneli R., et al. Effects of Bartter's Syndrome on Dentition and Dental Treatment: A Clinical Report, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 93, 6, 2005, 522–525.
19. Heintze S.D., Rousson V. Survival of Zirconia- and Metal-Supported Fixed Dental Prostheses: A Systematic Review, *International Journal of Prosthodontics*, 23, 6, 2010.
20. Amarasena N., Gnanamanickam E.S., Miller J. Effects of Interdental Cleaning Devices in Preventing Dental Caries and Periodontal Diseases: A Scoping Review, *Australian Dental Journal*, 64, 4, 2019, 327–337.
21. Soares P.M., et al. Maintenance Protocols for Implant-Supported Dental Prostheses: A Scoping Review, *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 132, 1, 2024, 59–71.
22. Fouda S.M., et al. Impact of Prosthetic Rehabilitation on Oral Health-Related Quality of Life of Saudi Adults: A Prospective Observational Study with Pre–Post Design, *The Saudi Dental Journal*, 36, 7, 2024, 1000.

OLGU SUNUMU: OBSTRÜKTİF UYKU APNESİ OLAN BİR HASTADA ORAL APAREY İLE SOLUNUM YOLU VE UYKU FONKSİYONUNUN RESTORASYONU

Arş. Gör. Büşranur DEMİR¹, Öğr. Gör. Hilal Ok BOSTAN²

¹ Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Rize
busranur.demir@erdogan.edu.tr- ORCID ID: 0009-0007-2242-8277

² Recep Tayyip Erdoğan University, Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Rize
hilal.ok@erdogan.edu.tr – ORCID ID: 0000-0002-6415-5728

ÖZET

Giriş: Obstrüktif uyku apne sendromu (OSAS), uyku sırasında üst solunum yolunun tekrarlayan şekilde daralması veya tamamen tıkanmasıyla karakterize bir solunumsal bozukluktur. Bu tıkanmalar nefesin geçici olarak durmasına (apne) ya da yüzeysel nefes alıp verme (hipopne) ataklarına yol açar. Dental yaklaşımlar içerisinde mandibulayı öne konumlandıran apareyler, hafif ve orta şiddetteki vakalarda etkili, invaziv olmayan bir tedavi alternatifi olarak kullanılmaktadır. Bu apareyler mandibulayı öne doğru konumlandırarak üst solunum yolunun daralmasını önleyerek hava akışını artırmaktadır.

Amaç: Bu olgu sunumunun amacı, protetik rehabilitasyon talebiyle kliniğimize başvuran bir hastada fark edilen obstrüktif uyku apnesine yönelik uygulanan tedavi yaklaşımını sunmaktır. Hastaya mandibulayı öne konumlandıran bir oral aparey uygulanarak fonksiyonel ve sistemik iyileşme elde edilmesi amaçlanmaktadır.

Olgu Sunumu: Alt çene bölgesinde protez uyumsuzluğu ve fonksiyonel yetersizlik şikayetiyle başvuran 69 yaşındaki erkek hastanın klinik ve radyografik değerlendirmesi gerçekleştirildi ve alınan anamnezde, hastanın daha önce obstrüktif uyku apnesi sendromu (OSAS) tanısı aldığı öğrenildi. Ağız içi muayenede mevcut protezlerin retansiyon ve stabilite açısından yetersiz olduğu, ayrıca oklüzal ilişkilerde bozulma bulunduğu belirlendi. Tanısal modeller hazırlanarak oklüzal ilişki analizleri gerçekleştirildi. Modeller üzerinde mandibulanın 1 mm öne konumlandırıldığı santral ilişki pozisyonu değerlendirildi ve ağız içi doğrulama işlemi gerçekleştirildi. Uygun mandibular ilerletme miktarının belirlenmesini takiben, 0,7 mm ilerletme konumuna uygun oklüzal kayıtlar alındı. Elde edilen kayıtlar doğrultusunda mandibulayı öne konumlandıran, fonksiyonel amaçlı bir oral aparey laboratuvar ortamında polimetil metakrilattan (PMMA) üretildi. Klinik kontroller sonrasında gerekli düzeltmeler yapılarak aparey hastaya adapte edildi ve kullanımıyla ilgili bilgilendirmeler yapıldı. Takip

seanslarında apareyin ağız içi uyumu, hasta konforu ve fonksiyonel performansı değerlendirildi. Hastadan alınan geri bildirimler ve klinik gözlemler sonucunda uyku kalitesinde belirgin artış ve hava yolu açıklığında iyileşme tespit edildi.

Sonuç: Mandibulayı öne konumlandıran apareyler, obstrüktif uyku apnesi tedavisinde etkili, konforlu ve geri dönüşümlü bir tedavi yaklaşımı sunmuştur. Uygun ölçü, doğru ilerletme miktarı ve protetik planlama ile fonksiyonel ve sistemik düzeyde başarılı sonuçlar elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Uyku Apnesi, Oral Aparey, Protetik Rehabilitasyon

CASE REPORT: RESTORATION OF AIRWAY AND SLEEP FUNCTION WITH AN ORAL APPLIANCE IN A PATIENT WITH OBSTRUCTIVE SLEEP APNEA

ABSTRACT

Introduction: Obstructive Sleep Apnea Syndrome (OSAS) is a respiratory disorder characterized by recurrent narrowing or complete obstruction of the upper airway during sleep. These obstructions lead to temporary cessation of breathing (apnea) or episodes of shallow breathing (hypopnea). Among dental approaches, mandibular advancement devices represent an effective and non-invasive treatment alternative for mild to moderate cases. These appliances function by advancing the mandible forward, thereby preventing upper airway collapse and improving airflow.

Purpose: The aim of this case report is to present the treatment approach applied to a patient who was diagnosed with obstructive sleep apnea and referred to our clinic for prosthetic rehabilitation. A mandibular advancement oral appliance was fabricated with the goal of achieving both functional and systemic improvement.

Case Report: A 69-year-old male patient presented with complaints of prosthesis incompatibility and functional insufficiency in the mandibular region. Clinical and radiographic examinations were performed, and medical history revealed a prior diagnosis of OSAS. Intraoral examination indicated inadequate retention and stability of the existing prostheses as well as disturbed occlusal relationships. Diagnostic casts were prepared to analyze the occlusal relationship. On the models, the mandibular advancement was evaluated at a 1 mm forward position in centric relation, and intraoral verification was conducted. After determining the appropriate advancement amount, occlusal records were taken at a 0.7 mm protrusive position. Based on these records, a functional oral appliance advancing the mandible was fabricated in the laboratory using polymethyl methacrylate (PMMA). Following intraoral adjustments, the appliance was delivered to the patient, and instructions regarding its use were provided. During follow-up visits, intraoral adaptation, patient comfort, and functional performance were evaluated. Based on patient feedback and clinical observations, a marked improvement in sleep quality and airway patency was observed.

Conclusion: Mandibular advancement oral appliances provide an effective, comfortable, and reversible treatment option for the management of obstructive sleep apnea. With accurate impression taking, proper advancement calibration, and appropriate prosthetic planning, successful outcomes can be achieved both functionally and systemically.



Keywords: Sleep Apnea, Oral Appliance, Prosthetic Rehabilitation

GANTZER KASININ KLİNİK VE ANATOMİK ÖNEMİ

Doç. Dr. Gamze TAŞKIN ŞENOL¹, Arş. Gör. Ece Zeliha BÜYÜKUYSAL¹

¹ Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı,

rumeysagamzetaskin@ibu.edu.tr – ORCID: 0000-0001-5587-1055

ecezelihaa@gmail.com – ORCID ID : 0009-0006-4200-0422

1. GİRİŞ

Gantzer kası, ön kolun derin fleksör kompartmanında yer alan ve flexor pollicis longus (FPL) veya flexor digitorum profundus (FDP)'un aksesuar başı olarak tanımlanan varyasyonel bir kاستır. İlk kez 1813 yılında Gantzer tarafından tanımlanan bu yapı, literatürde “accessory head of FPL/FDP” olarak da adlandırılmaktadır (1). Kasın anatomik özellikleri ve sinir yapılarıyla olan yakın ilişkisi hem klinik tanı süreçlerinde hem de cerrahi uygulamalarda önem taşımaktadır. Özellikle median sinir ve onun dalı olan nervus interosseus anterior (NIA) ile olan komşuluğu, sinir basısı sendromlarının patogeneğinde rol oynayabilmektedir. Günümüzde Gantzer kasına ilişkin varyasyonların bilinmesi, ön kol cerrahisi ve nörolojik değerlendirmelerde komplikasyon riskinin azaltılması açısından kritik öneme sahiptir (2).

2. ANATOMİK SEYİR VE VARYASYONLAR

Gantzer kası, çoğunlukla epicondylus medialis humeri, m. flexor digitorum superficialis veya m. pronator teres'in ulnar başından köken alır ve genellikle m. flexor pollicis longus'un tendonuna yapışarak sonlanır (3). Bazı varyasyonlarda ise liflerinin m. flexor digitorum profundus'a katıldığı gözlenmiştir. Kasın anatomik pozisyonu, nervus medianus ve nervus interosseus anterior'a göre değişkenlik gösterebilir; bazı olgularda sinirin medialinde, bazılarında ise lateralinde seyretmektedir. Bu çeşitlilik, klinik açıdan önemli olup, cerrahi disseksiyonlar veya sinir dekompresyon girişimleri sırasında dikkate alınmalıdır. Literatürde Gantzer kasının görülme sıklığının %43 ile %75 arasında değiştiği, çift taraflı görülme oranının ise %60'ın üzerinde olduğu bildirilmiştir (4). Kasın embriyolojik olarak, ön kolun “flexor mass” yapısının gelişim sürecinde segmental ayrılmanın tamamlanmaması sonucunda oluştuğu düşünülmektedir. Bu durum, varyasyonun gelişimsel bir anomaliden kaynaklandığını göstermektedir (5).

3. KLİNİK YANSIMALAR

Gantzer kası, özellikle median sinirin dallarına uyguladığı bası nedeniyle çeşitli klinik sendromlara neden olabilmektedir. Bunlardan en bilineni, anterior interosseous sinir sıkışma sendromu veya Kiloh–Nevin sendromudur. Bu sendromda başparmak ve işaret parmağı fleksiyonunda zayıflık, “pinch grip” kaybı ve ön kol ağrısı gibi semptomlar görülmektedir (6). Ayrıca kasın hipertrofisi, travma sonrası fibrozis veya varyasyonel seyir farklılıkları da median sinir dallarının mekanik sıkışmasına neden olabilmektedir. Yanlış pozisyonlama, yoğun kas kullanımı veya cerrahi diseksiyon sırasında fark edilmeyen aksesuar kas lifleri, iatrojenik sinir hasarıyla sonuçlanabilir. Bu klinik tablo, el cerrahisi, mikrocerrahi ve nörolojik muayenelerde doğru tanı ve tedavi planlamasını zorlaştırabilir. Özellikle sinir ileti testleri ve elektrofizyolojik değerlendirmelerde, Gantzer kasına bağlı sinir basılarının diğer nöropatilerden ayırt edilmesi önemlidir (7).

4. GÖRÜNTÜLEME VE TANI YÖNTEMLERİ

Gantzer kasının tanısında en sık kullanılan yöntemler manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ve ultrasonografidir (USG). MRG, kasın seyri, boyutu ve sınırlarla olan ilişkisini üç boyutlu olarak değerlendirmeye olanak tanımaktadır. Özellikle *T1* ve *T2* ağırlıklı sekanslarda kas dokusunun sinir yapılarına yakın komşuluğu açıkça gösterilebilmektedir (8). Dinamik ultrasonografi ise kas kontraksiyonu sırasında sinir sıkışmasının fonksiyonel olarak izlenmesini sağlamaktadır. Yapılan çalışmalar, radyolojik olarak Gantzer kasının varlığının doğru biçimde saptanmasının, cerrahi öncesi planlamada komplikasyon riskini önemli ölçüde azalttığını göstermektedir (9). Ayrıca MR nörografi, sinir bası bölgelerinin detaylı incelenmesinde tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

5. KLİNİK UYGULAMALARDA ANATOMİNİN ROLÜ

Ön kolun derin fleksör bölgesinde gerçekleştirilen cerrahi girişimlerde, Gantzer kasının anatomik varyasyonlarının farkında olunması büyük önem taşır. Sinir dekompresyonu, tendon transferi veya kas rekonstrüksiyonu gibi işlemler sırasında bu kasın varlığının göz ardı edilmesi, iatrojenik sinir hasarıyla sonuçlanabilir (10). Bu nedenle cerrahi öncesi planlama aşamasında MRG ile anatomik analizlerin yapılması önerilmektedir. Ayrıca klinik pratikte median sinir kaynaklı nörolojik semptomların değerlendirilmesinde, Gantzer kası olasılığının göz önünde bulundurulması tanı doğruluğunu artıracaktır. Eğitimsel açıdan ise, ön kol anatomisinin öğretiminde bu varyasyonel kasın modellenmesi, öğrencilerde klinik farkındalığı güçlendirmektedir (11).

6. SONUÇ

Gantzer kası, ön kolun derin fleksör kompartmanında yer alan, cerrahi ve nörolojik açıdan yüksek öneme sahip bir anatomik varyasyondur. Sinir bası sendromlarının değerlendirilmesinde, median sinir ve dallarıyla olan ilişkisi dikkate alınmalıdır. Anatomik varyasyonların bilinmesi hem cerrahi güvenliği artırmakta hem de nörolojik tanılarda yanlış değerlendirmelerin önüne geçmektedir. Güncel görüntüleme teknikleri, bu kasın klinik farkındalığını artırarak daha güvenli cerrahi uygulamaların geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Sonuç olarak, Gantzer kasının anatomi ve klinik bilimler arasındaki bağlantıyı güçlendiren bir örnek olduğu söylenebilir. Bu nedenle, gelecekte yapılacak morfometrik ve görüntüleme tabanlı çalışmalarda, kasın varyasyonları farklı popülasyonlarda detaylı biçimde araştırılmalı ve cerrahi eğitim süreçlerine dahil edilmelidir.

7. KAYNAKÇA

1. Caetano, E. B., Sabongi, J. J., Vieira, L. Â., Caetano, M. F., & Moraes, D. V. (2015). Gantzer muscle: An anatomical study. *Acta Ortopédica Brasileira*, 23(2), 72-75. <https://doi.org/10.1590/1413-78522015230200955>
2. Torun, B. I., & Balaban, M. (2022, September). *Prevalence and clinical implications of the Gantzer's muscle. Surgical and Radiologic Anatomy*, 44(9), 1297–1303. <https://doi.org/10.1007/s00276-022-03006-6>
3. Yang, K., Jung, S.-J., Lee, H., Choi, I.-J., & Lee, J.-H. (2017). Topographical relations between the Gantzer's muscle and neurovascular structures. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 39(8), 843–848. <https://doi.org/10.1007/s00276-016-1803-x>
4. Zdilla, M. J., Pacurari, P., Celuck, T. J., Andrews, R. C., & Lambert, H. W. (2019). A Gantzer muscle arising from the brachialis and flexor digitorum superficialis:

- Embryological considerations and implications for median nerve entrapment. *Anatomical Sciences International*, 94(1), 150–153. <https://doi.org/10.1007/s12565-018-0466-6>
5. Musa, J., Rahman, M., Kola, I., Guy, A., Pena, L., Lekoubou, A., Hyseni, F., Compres, L., Saliyaj, K., & Blanco, R. (2021). Anterior interosseous nerve syndrome (Kiloh Nevin syndrome) revealing Gantzer muscle and simultaneous myasthenia gravis. *Radiology Case Reports*, 16(4), 983-988. <https://doi.org/10.1016/j.radcr.2021.01.054>
 6. al-Qattan, M. M. (1996). Gantzer's muscle: An anatomical study of the accessory head of the flexor pollicis longus muscle. *Journal of Hand Surgery (British Volume)*, 21(2), 269-270. [https://doi.org/10.1016/S0266-7681\(96\)80114-8](https://doi.org/10.1016/S0266-7681(96)80114-8)
 7. Gunnal, S. A., Siddiqui, A. U., Daimi, S. R., Farooqui, M. S., & Wabale, R. N. (2013). A study on the accessory head of the flexor pollicis longus muscle (Gantzer's muscle). *Journal of Clinical & Diagnostic Research*, 7(3), 418–421. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2013/4545.2788>
 8. Oliveira, K. M., Breder, C. B., Ponte, E. F., Cordeiro, A. F., Oliveira, M. F. S., Gomes, W. A. P. R., Gonçalves, M. F., Gonçalves, G. R., Grecco, L. H., Meggiolaro, E. D. A., Silva, J. G. B. P. C. P., & López, C. A. C. (2022). The accessory heads of the muscles flexor pollicis longus and flexor digitorum profundus (Gantzer muscle) – An anatomical study in Brazilian cadavers. *Morphologie*, 106(352), 37–42. <https://doi.org/10.1016/j.morpho.2021.02.010>
 9. Keidan, T., Greenberg, A., Mudalige, B., Klein, N., & Oron, A. (2022). The Gantzer transfer: Assessment of the feasibility of using the nerve supplying the Gantzer muscle for end-to-side supercharging of the ulnar nerve. *Hand Surgery & Rehabilitation*, 41(4), 477–480. <https://doi.org/10.1016/j.hansur.2022.03.004>
 10. Asghar, A., Jha, R. K., Patra, A., Chaudhary, B., & Singh, B. (2022). The prevalence and distribution of the variants of Gantzer's muscle: A meta-analysis of cadaveric studies. *Anatomy & Cell Biology*, 55(1), 3-13. <https://doi.org/10.5115/acb.21.141>
 11. Uyaroglu, F. G., Kayalioglu, G., & Erturk, M. (2006). Incidence and morphology of the accessory head of the flexor pollicis longus muscle (Gantzer's muscle) in a Turkish population. *Neurosciences (Riyadh)*, 11(3), 171-174. PMID: 22266615

PİRİFORMİS SENDROMUNUN KLİNİK VE ANATOMİK DEĞERLENDİRMESİ

Doç. Dr. Gamze TAŞKIN ŞENOL¹, Arş. Gör. Ece Zeliha BÜYÜKUYSAL¹

¹ Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı,

rumeysagamzetaskin@ibu.edu.tr – ORCID: 0000-0001-5587-1055

ecezelihaa@gmail.com – ORCID ID : 0009-0006-4200-0422

1. GİRİŞ

Piriformis sendromu, nervus ischiadicus'un m. piriformis lifleri arasında veya altında sıkışması sonucu gelişen nöromusküler bir ağrı sendromu olarak tanımlanmaktadır. Bu durum, alt ekstremitede görülen atipik siyatik ağrılarının önemli bir kısmından sorumludur. Klinik olarak belden kalçaya ve uyluğun posterior yüzüne yayılan ağrı, parestezi, fonksiyonel kısıtlılık ve bazen motor kayıplarla kendini göstermektedir (1). Kas ve sinir arasındaki anatomik ilişkiler, sendromun oluşum mekanizmasında belirleyici rol oynamaktadır. Günümüzde piriformis sendromu, bel ve kalça ağrılarının ayırıcı tanısında göz ardı edilmemesi gereken bir klinik tablo olarak değerlendirilmektedir. Özellikle yanlış tanı nedeniyle gereksiz lomber cerrahilerin yapılabildiği bildirilmiştir. Bu nedenle anatomik varyasyonların ve sinir-topografik ilişkilerin detaylı biçimde değerlendirilmesi tanısız doğruluk açısından büyük önem taşımaktadır (2).

2. ANATOMİK YAPI VE SEYİR

M. piriformis, os sacrum'un ön yüzünden, ikinci ile dördüncü sakral foraminaller arasında köken alır ve trochanter major femoris'in üst kenarına yapışır. Kısa dış rotatör kaslar arasında yer alan bu kas, kalça eklemine dış rotasyonunda ve stabilizasyonunda görev alır. Kas, foramen ischiadicum majus'tan geçerek pelvis boşluğundan dışarı çıkar. M. piriformis'in hemen yakın komşuluğunda seyreden n. ischiadicus, genellikle kasın altından geçerek gluteal bölgeye ulaşır. Ancak anatomik varyasyonlar sık görülmektedir. Beaton ve Anson (1937) tarafından yapılan sınıflamaya göre, piriformis ve n. ischiadicus ilişkisine ait altı farklı varyasyon tipi tanımlanmıştır. Bu varyasyonlarda sinirin kas liflerinin içinden veya üstünden geçtiği durumlarda, sıkışma olasılığı artmaktadır (3). Sinir liflerinin kas içinde seyrettiği olgularda, epinöral ödem, perinöral fibrozis ve mikrosirkülasyon bozuklukları gözlenmektedir. Özellikle anatomik varyasyonların fark edilmemesi, cerrahi girişimlerde iatrojenik yaralanmalara yol açabilmektedir. Bu nedenle m. piriformis'in, foramen ischiadicum majus, ligamentum sacrospinale ve ligamentum sacrotuberale ile olan ilişkilerinin doğru biçimde tanımlanması cerrahi planlamalar açısından kritik öneme sahiptir (4).

3. KLİNİK YANSIMALAR

Piriformis sendromu, en sık görülen n. ischiadicus bası sendromlarından biridir. Klinik olarak kalça ve uyluğun posterior yüzünde yanıcı, batıcı karakterde ağrı; oturma ile artan rahatsızlık hissi ve alt ekstremitede parestezi ile karakterizedir. Bu semptomlar çoğu zaman bel fıtığı veya siyatik ağrısıyla karıştırılmaktadır. Sendromun oluşumunda uzun süreli oturma, travma, yoğun egzersiz, yanlış intragluteal enjeksiyon ve pelvik cerrahi işlemler gibi faktörler rol oynamaktadır (5). Kasın hipertrofisi veya fibrozisi sinir basısını artırarak kronikleşen ağrılara yol açabilmektedir. Uzun süreli sinir basısında, motor kayıplar ve refleks azalması gibi nörolojik bulgular da gelişebilmektedir.

Tanı sürecinde fizik muayene büyük önem taşır. Özellikle FAIR testi, Freiberg testi ve Pace testi gibi provokatif testler sıkışmayı değerlendirmede kullanılmaktadır. Elektromiyografi (EMG), sinir ileti bozukluklarının belirlenmesinde yardımcıdır. Ayırıcı tanıda disk herniasyonu, sakroiliak eklem disfonksiyonu ve gluteal tendinopati gibi patolojiler dışlanmalıdır (6).

4. GÖRÜNTÜLEME VE TANI YÖNTEMLERİ

Tanıda radyolojik yöntemler giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Özellikle manyetik rezonans görüntüleme (MRG), sinir sıkışmasının anatomik düzeyini ve etkilenen kas yapılarının durumunu değerlendirmede etkili bir yöntemdir. MR nörografi, sinirin inflamatuvar değişikliklerini ve çevre dokularla ilişkisini ayrıntılı biçimde göstermektedir. Ayrıca dinamik ultrasonografi ile piriformis kasının kasılma sırasında sinir üzerindeki etkisi gözlemlenebilmektedir. Bu yöntem non-invaziv olup, rehabilitasyon ve enjeksiyon tedavilerinin takibinde de kullanılabilir. Görüntüleme yöntemleri, anatomik varyasyonların cerrahi öncesi tanımlanmasında da büyük kolaylık sağlamaktadır (7).

5. TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Tedavi yaklaşımında ilk basamak konservatif yöntemlerdir. Fizyoterapi, germe egzersizleri, kas gevşetici ilaçlar, ultrason eşliğinde botulinum toksin veya lokal anestezi enjeksiyonları uygulanabilir. Ağrının şiddetli olduğu olgularda sinir blokajları ve steroid enjeksiyonları tercih edilmektedir (8). Konservatif tedaviye yanıt alınamayan kronik vakalarda cerrahi yöntemler gündeme gelir. Cerrahi sırasında m. piriformis'in parsiyel gevşetilmesi veya n. ischiadicus'un dekompresyonu uygulanır. Bu girişimlerde anatomik varyasyonların önceden bilinmesi, sinir hasarı riskini azaltır. Postoperatif rehabilitasyon sürecinde, kas kuvvetinin korunması ve sinir fonksiyonlarının izlenmesi önemlidir (9).

6. SONUÇ

Piriformis sendromu, n. ischiadicus'un anatomik seyri ve varyasyonlarıyla doğrudan ilişkili bir klinik tablodur. Bu nedenle tanı ve tedavi süreçlerinde anatomik bilginin doğru kullanımı, klinik başarıyı artıran temel unsurlardan biridir. Sinirin piriformis kası ile olan ilişkisi kişiden kişiye değişiklik göstermekte, bu da sendromun semptom çeşitliliğini açıklamaktadır. Anatomik varyasyonların göz ardı edilmemesi hem tanısallık doğruluğu hem de cerrahi güvenliği artırmaktadır. Güncel görüntüleme yöntemleriyle sinir-kas ilişkilerinin doğru şekilde belirlenmesi, iatrojenik hasarların önlenmesinde ve hasta memnuniyetinin artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Sonuç olarak, piriformis sendromunun klinik yönetiminde anatomi temelli yaklaşımlar ön planda tutulmalı ve multidisipliner tedavi stratejileri benimsenmelidir.

7. KAYNAKÇA

1. Hopayian, K., Mirzaei, M., Shamsi, M. B., & Arab-Zozani, M. (2023). A systematic review of conservative and surgical treatments for deep gluteal syndrome. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 36, 244-250. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2022.12.003>
2. Vandressa de Marco, K.-M.-S. Freitas, R.-C.-F.-R. de Castro. (2022). Stability of transversal correction with hybrid maxillary expansion appliance in bone and

- tegumental piriformis opening in relation to bone age and maturation of the midpalatal suture. *J Clin Exp Dent*, 14(5), e439-e445. <https://doi.org/10.4317/jced.59575>
3. Lakhwani, D., & Khan, W. (2014). Piriformis fossa – an anatomical and orthopedics perspective. *Journal of Orthopaedics*, 11(4), e66-e70. PMID: 24783092
 4. Broadhurst, N. A., Simmons, D. N., & Bond, M. J. (2004). Piriformis syndrome: Correlation of muscle morphology with symptoms and signs. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85(12), 2036-2039. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.02.017>
 5. Albayrak, A., Özcafer, R., Balioglu, M. B., Kargin, D., Atici, Y., & Ermiş, M. N. (2015). Piriformis syndrome: treatment of a rare cause of posterior hip pain with fluoroscopic-guided injection. *Hip International*, 25(2), 172-175. <https://doi.org/10.5301/hipint.5000219>
 6. Quesada-Jimenez, R., Kahana-Rojkind, A. H., Kingham, Y. E., Kuhns, B. D., McCarroll, T. R., & Domb, B. G. (2024). Endoscopic technique: Sciatic neurolysis and piriformis tendon release for treating piriformis syndrome. *Arthroscopy Techniques*, 13(12), 103137. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2024.103137>
 7. Chang, C.-W., Shieh, S.-F., Li, C.-M., Wu, W.-T., & Chang, K.-F. (2006). Measurement of motor nerve conduction velocity of the sciatic nerve in patients with piriformis syndrome: A magnetic stimulation study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(10), 1371-1375. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.07.258>
 8. Adibatti, M., & Sangeetha, V. (2014). Study on variant anatomy of sciatic nerve. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*, 8(8), AC07-AC09. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/9116.4725>
 9. Rosales, J., García, N., Rafols, C., Pérez, M., & Verdugo, M. A. (2015). Perisciatic ultrasound-guided infiltration for treatment of deep gluteal syndrome: Description of technique and preliminary results. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 34(11), 2093-2097. <https://doi.org/10.7863/ultra.14.12030>

KOLONOSKOPI GÖRÜNTÜLERİNDE YOLOV8–YOLOV12 İLE HIZLI VE DOĞRU POLİP TESPİTİ

**Alben MERT¹, Prof.Dr, Ali Hakan BÜYÜKLÜ², Prof.Dr, Bülent BAYRAM³, Prof.Dr,
Semra ERPOLAT TAŞABAT⁴**

¹beIN Media Group, Analitik Çözümler, albenk@gmail.com, 0009-0006-7925-0599

²Yıldız Teknik Üniversitesi, İstatistik, ahbuyuklu@gmail.com, [0000-0002-4174-4538](tel:0000-0002-4174-4538)

³Yıldız Teknik Üniversitesi, Harita Mühendisliği, bayram@yildiz.edu.tr, 0000-0002-4248-116X

⁴Mimarsinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstatistik, semra.erpolat@msgsu.edu.tr, 0000-0001-6845-8278

Özet

Kolorektal kanser (KRK), dünya çapında kanserden kaynaklanan ölümlerin başlıca sebeplerinden biridir. Poliplerin kolonoskopi sırasında doğru ve erken biçimde saptanması, KRK'nin önlenmesinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Ancak küçük boyutlu ya da mukozal kıvrımların arasına saklanan poliplerin gözden kaçması, erken tanıyı güçleştirmektedir. Bu nedenle bilgisayar destekli tanı sistemlerine olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Geleneksel evrimsel sinir ağları (CNN) ve derin öğrenmeye dayalı yöntemler polip tespitinde umut verici sonuçlar ortaya koysa da, çoğu yaklaşım yüksek doğruluk üretmesine rağmen gerçek zamanlı kullanımda yavaş kalmakta veya yüksek donanım ihtiyacı doğurmaktadır. Bu çalışmada, nesne tespitinde öne çıkan YOLO (You Only Look Once) algoritmasının en güncel versiyonları (YOLOv8–YOLOv12), kolonoskopi görüntülerine uyarlanmış ve CNN tabanlı klasik yöntemlerle performans farklılıkları değerlendirilmiştir. Çeşitli merkezlerden ve farklı cihazlardan elde edilen geniş kapsamlı veri setleri üzerinde yürütülen deneyler, YOLO tabanlı sistemin yaklaşık 19 FPS hızla çalışarak klinik ortamda anlık geri bildirim verebilecek seviyeye ulaştığını göstermiştir. 100 epoch sonunda, en başarılı sonuçları veren YOLOv8m modeli %88.05 doğruluk, %85.4 duyarlılık (recall) ve %87.76 F1-skor elde etmiştir. Bulgular, YOLO mimarilerinin klasik CNN'lere kıyasla daha düşük donanım ihtiyacıyla yüksek hız ve doğruluk sağladığını, dolayısıyla klinik uygulamalarda etkin şekilde kullanılabileceğini ortaya koymaktadır. Geliştirilen sistem, kolorektal kanser taramalarında polip kaçırılma olasılığını azaltarak tanı sürecini güçlendirme potansiyeline sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Kolorektal polip, YOLO, Derin öğrenme, Gerçek zamanlı tespit

FAST AND ACCURATE POLYP DETECTION IN COLONOSCOPY IMAGES USING YOLOV8–YOLOV12

**Alben MERT¹/ Prof.Dr, Ali Hakan BÜYÜKLÜ²/ Prof.Dr, Bülent BAYRAM³/ Prof.Dr,
Semra ERPOLAT TAŞABAT⁴**

¹beIN Media Group, Analytics Solutions, albenk@gmail.com, 0009-0006-7925-0599

²Yıldız Technical University, Statistics, ahbuyuklu@gmail.com, [0000-0002-4174-4538](tel:0000-0002-4174-4538)

³Yıldız Technical University, Geomatics Engineering, bayram@yildiz.edu.tr, 0000-0002-4248-116X

⁴Mimarsinan Fine Arts University, Statistics, semra.erpolat@msgsu.edu.tr, 0000-0001-6845-8278

Abstract

Colorectal cancer (CRC) remains one of the leading causes of cancer-related deaths worldwide. Accurate and timely detection of polyps during colonoscopy plays a critical role in preventing CRC. However, small lesions or polyps hidden within mucosal folds are often overlooked, making early diagnosis challenging. Therefore, the demand for computer-aided diagnosis systems has been steadily increasing. Traditional convolutional neural networks (CNNs) and deep learning-based methods have shown promising results in polyp detection; nevertheless, while many approaches achieve high accuracy, they often fail to operate in real-time or require substantial computational resources. In this study, the latest versions of the YOLO (You Only Look Once) object detection framework (YOLOv8–YOLOv12) were adapted for colonoscopy images and compared against conventional CNN-based approaches. Experiments conducted on large-scale datasets collected from various devices and clinical centers demonstrated that the YOLO-based system achieved approximately 19 FPS, enabling real-time feedback in clinical settings. After 100 training epochs, the YOLOv8m model yielded the best performance, reaching 88.05% accuracy, 85.4% recall, and an F1-score of 87.76%. The findings indicate that YOLO architectures provide higher speed and accuracy with lower hardware requirements compared to classical CNNs, making them more feasible for clinical practice. The developed system has the potential to reduce the risk of missed polyps during colorectal cancer screening and thereby strengthen the diagnostic process..

Keywords: Colorectal polyp, YOLO, Deep learning, Real-time detection

HALK SAĞLIĞINDA YENİDOĞAN GENETİK TARAMA PROGRAMLARININ ÖNEMİ

Doç. Dr. Hamza Malik OKUYAN^{1*}, Doç. Dr. Canan BİRİMOĞLU OKUYAN²

¹Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya,
Türkiye, hmokuyan@subu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7616-3330

²Halk Sağlığı Hemşireliği Anabilim Dalı, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye,
cananb@sakarya.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7339-6072

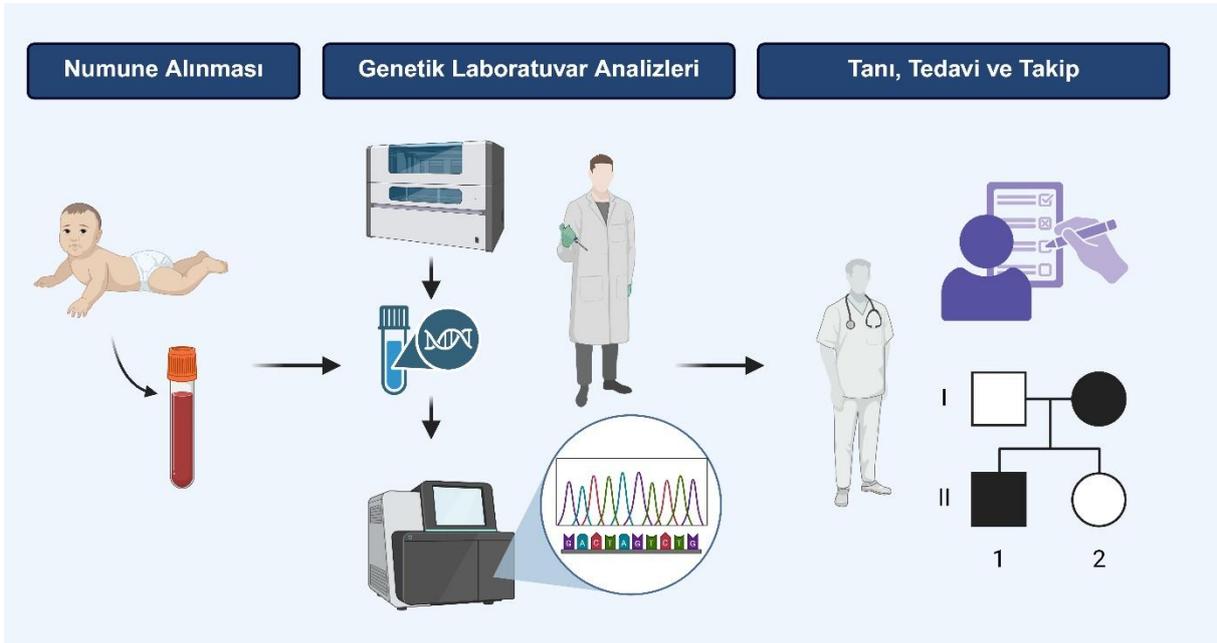
ÖZET

Yenidoğan genetik tarama programları, yaşamın ilk günlerinde uygulanan özel testler aracılığıyla kalıtsal metabolik, endokrin ve diğer genetik hastalıkların erken tanı ve müdahalesini sağlayan kritik halk sağlığı girişimleridir. Kistik fibrozis, konjenital adrenal hiperplazi, biyotinidaz eksikliği, konjenital hipotiroidi ve fenilketonüri gibi hastalıkların erken dönemde tespit edilmesi, geri dönüşsüz komplikasyonların önlenmesine, mortalite ve morbiditenin azaltılmasına, sağlıkta fırsat eşitliğinin desteklenmesine ve uzun vadeli tedavi maliyetlerinin düşürülmesine katkı sağlamaktadır. Genetik teknolojiler tarama kapsamını genişletmiş olsa da yanlış pozitif/negatif sonuçlar, maliyet engelleri, etik boyutlar ve erişim eşitsizliklerinin giderilmesi hâlâ öncelikli gereksinimler arasındadır. Ulusal standartların güçlendirilmesi, yenilikçi teknolojilerin toplumun tüm kesimlerine eşit erişimle sunulması ve sektörler arası iş birliği, programların etkinliğini ve kapsayıcılığını artırmada önemli fırsatlar sunmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışma; yenidoğan genetik tarama programlarının halk sağlığındaki rolünü, küresel ve ulusal uygulamalarını, yararlarını ve zorluklarını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yenidoğan tarama, genetik hastalıklar, halk sağlığı.

1. Giriş

Yenidoğan genetik tarama programları, yaşamın ilk günlerinde uygulanan özel testler aracılığıyla kalıtsal metabolik hastalıklar, endokrin bozukluklar ve diğer genetik durumları tespit etmeyi amaçlayan önemli halk sağlığı girişimleridir. Erken tanı ve zamanında müdahale olanağı sağlayarak morbidite ve mortaliteyi azaltabilir, geri dönüşsüz komplikasyonları önleyebilir ve uzun vadeli sağlık sonuçlarını iyileştirebilmektedir [1-3]. Bu teknikler ve yaklaşımlar, yenidoğan genetik tarama programlarının halk sağlığı açısından önemini daha da artırmaktadır. Tarama genellikle fenilketonüri, konjenital hipotiroidi ve kistik fibrozis gibi birçok hastalığın tespitine olanak tanıyan ileri genetik yöntemlerle gerçekleştirilir [4]. Bazı zorluklara rağmen, yenidoğan genetik tarama programlarının halk sağlığına katkısı oldukça büyüktür. Tüm ekzon ve tüm genom dizileme gibi teknolojik yenilikler tarama kapsamını genişletmekte olsa da, yanlış pozitif/negatif sonuçlar, maliyet engelleri ve etik hususlar gibi zorluklar sürmektedir [5, 6]. Ayrıca yüksek ve düşük kaynaklı bölgeler arasındaki erişim eşitsizlikleri, bazı ülkelerde yenidoğan genetik tarama programlarının etkin uygulanmasını engellemektedir. Bu durum, tüm yenidoğanların eşit sağlık hizmetine ulaşabilmesi için küresel ölçekte finansal, teknolojik ve insan kaynağı desteğini içeren ortak çabaları gerekli kılmaktadır [5, 6]. Bu bağlamda, programların halk sağlığına etkilerinin ve katkılarının değerlendirilmesi, etkili erken tanı ve müdahale stratejilerinin geliştirilmesinde kritik önem taşımaktadır.



Şekil 1.Yenidoğan Genetik Tarama Programlarının İşleyişi (BioRender.com ile oluşturuldu. Okuyan, H. (2025) <https://BioRender.com/3nivvyv/>).

2. Yenidoğan Genetik Taramanın Halk Sağlığı Açısından Önemi

Yenidoğan genetik tarama programlarının halk sağlığına en önemli katkılarından biri, hastalıkların erken tanı ve tedaviye olanak sağlamasıdır. Fenilketonüri (PKU), konjenital

hipotiroidi ve biyotinidaz eksikliği gibi metabolik ve endokrin hastalıkların yenidoğan döneminde tespit edilmesi, geri dönüşsüz komplikasyonların önlenmesinde kritik rol oynamaktadır. PKU'da zamanında konulan tanı, uygun diyet yönetimi ile ciddi bilişsel bozuklukların önlenmesini sağlayarak normal zihinsel gelişimi destekler [7]. Konjenital hipotiroidide erken tanı, hormon replasman tedavisinin başlatılmasına imkân tanıyarak kalıcı beyin hasarı ve zihinsel geriliğin önüne geçer [8]. Biyotinidaz eksikliğinde ise biyotinin zamanında uygulanması, nörolojik semptomların gerilemesini sağlayarak ciddi gelişimsel gecikmeleri önler ve normal psikomotor gelişimi destekler [9]. Evrensel tarama programlarının eksikliği, tanı atlama riskini artırarak yaşam boyu sürececek engellere neden olabilir; bu durum, erken tanının uzun vadeli sağlık sonuçlarını iyileştirmedeki kritik önemini vurgulamaktadır.

Mortalite ve Morbiditenin Azaltılması

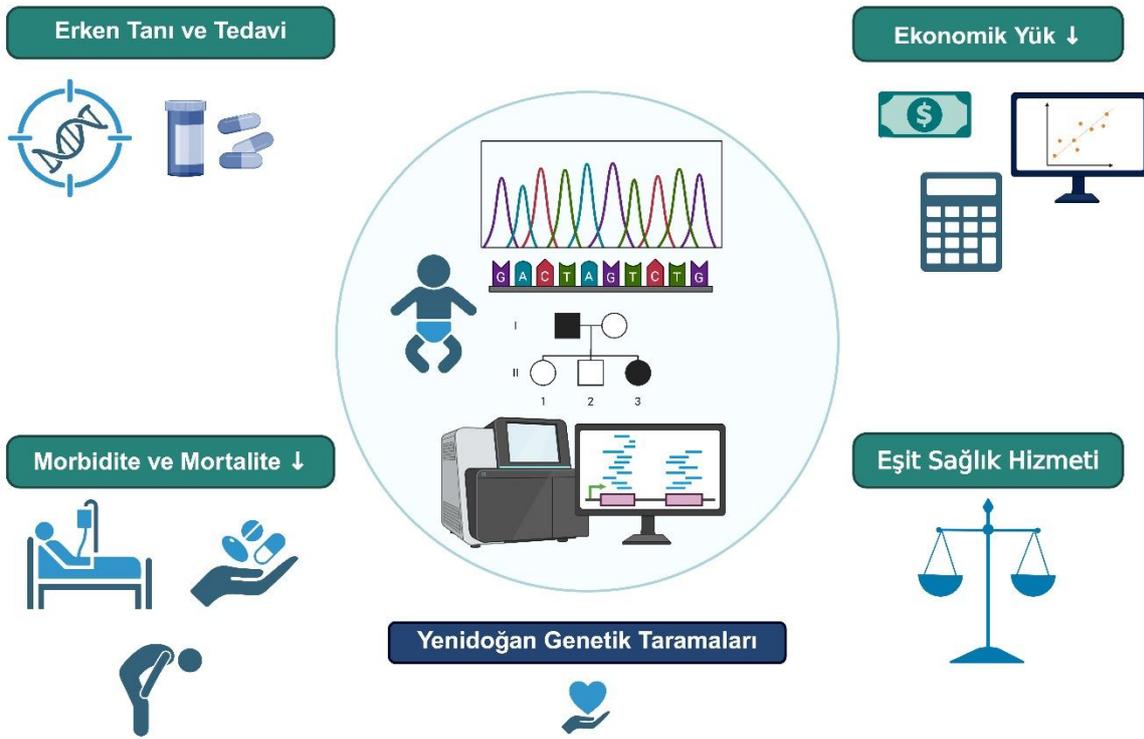
Erken müdahale, farklı sağlık sorunlarında sakatlık, bilişsel gerilik ve ölüm oranlarını düşürmede kritik rol oynamaktadır. Ruh sağlığı alanında, özellikle şizofreni gibi psikotik bozukluklarda erken müdahale, morbidite ve mortaliteyi anlamlı ölçüde azaltmakta ve uzun vadeli hastalığın klinik sonuçlarını iyileştirmektedir [10]. Pediatrik bakımda, çok düşük doğum ağırlıklı bebeklere zamanında sağlanan destek, daha yüksek zeka puanları, daha az gelişimsel gecikme ve azalmış serebral palsy insidansı ile ilişkili olduğu rapor edilmiştir. Kronik hastalık yönetiminde ise hemodiyalize erken başlanması, mortalite ve morbiditenin azaltılmasında etkili olmuştur [11]. Bu bulgular, zamanında ve hedefe yönelik müdahalelerin, özellikle uzun vadeli bakım stratejileriyle entegre edildiğinde, ciddi sağlık sonuçlarını hafifletebileceğini ve yaşam kalitesini artırabileceğini göstermektedir. Erken tanı ve müdahalenin sağladığı klinik yararların yanı sıra, sağlık sistemleri açısından önemli bir diğer katkısı ekonomik yükün azaltılmasıdır.

Ekonomik Katkı

Erken tanı, uzun süreli tedavi ve bakım maliyetlerini azaltarak sağlık sistemleri üzerindeki ekonomik yükü hafifletir. Alzheimer hastalığında, özellikle Hafif Bilişsel Bozukluk evresinde konulan tanı, hasta başına yıllık 320–2.556 ABD doları tasarruf sağlamakta; geç tanıya kıyasla ise ortalama maliyet farkı yaklaşık 15.472 ABD doları olarak bildirilmektedir. Benzer şekilde, diğer kronik ve nörolojik hastalıklarda da erken tanı ve müdahale hem klinik hem de ekonomik açıdan önemli kazanımlar sağlamaktadır. Multipl sklerozda erken müdahale, engellilik ilerlemesini yavaşlatmanın yanı sıra uzun vadeli sağlık harcamalarını azaltarak maliyet açısından etkin bir yaklaşım sunmaktadır [12]. Bunun yanı sıra, kanserin erken tanısı daha az agresif tedavi gereksinimi ve sınırlı bakım ihtiyacı sayesinde ABD sağlık sistemine yılda yaklaşık 26 milyar ABD doları tasarruf sağlayabilmektedir [13]. Ancak, erken tanı bazı durumlarda gereğinden fazla tanı ve gereksiz tedavi riskini beraberinde getirebileceğinden, risk faktörlerine dayalı dikkatli tarama stratejileri, maliyet etkinliğinin sağlanmasında kritik öneme sahiptir. Erken tanı ve müdahalenin klinik ve ekonomik yararlarının yanı sıra, yenidoğan tarama programlarının bir diğer önemli boyutu da sağlıkta fırsat eşitliğine katkısıdır.

Eşit Sağlık Hizmeti

Tüm yenidoğanlara ücretsiz ve erişilebilir tarama hizmeti sunmak, sağlıkta fırsat eşitliğinin sağlanması açısından temel bir gerekliliktir. Evrensel yenidoğan tarama programları, fenilketonüri ve ağır kombine immün yetmezlik gibi hastalıkların erken tespiti sayesinde sağlık eşitsizliklerini azaltarak farklı topluluklarda sağlık sonuçlarını iyileştirmektedir [14, 15]. Ulusal asgari standartların belirlenmesi ve sürdürülebilir finansman mekanizmalarının sağlanması, tüm bebeklerin sosyoekonomik durum, etnik köken veya coğrafi konum fark etmeksizin zamanında tanı ve tedavi alabilmesi için kritik öneme sahiptir. Bu bağlamda, teknolojik ilerlemeler erişim eşitliğinin sağlanmasında önemli bir potansiyel taşımaktadır. Tarama teknolojilerindeki gelişmeler, daha düşük maliyetle daha fazla hastalığın tespit edilmesini mümkün kılmakta, ancak bu yeniliklerin bölgeler arasında eşit uygulanmaması adil erişimi kısıtlamaktadır [15]. Bu unsurlar, yenidoğan tarama programlarının halk sağlığına çok yönlü katkılarını ortaya koymakta olup, Şekil 2'de özetlenmiştir. Küresel ölçekteki uygulamaların yanı sıra, Türkiye'deki yenidoğan tarama programlarının gelişim süreci de önemlidir.



Şekil 2. Yenidoğan tarama programlarının halk sağlığına katkıları (BioRender.com ile oluşturuldu Okuyan, H. (2025) <https://BioRender.com/hbe4so0>).

3. Uygulama ve Gelişim

Türkiye'de yenidoğan tarama programları, Sağlık Bakanlığı koordinasyonunda yürütülmekte olup, zaman içinde önemli ölçüde gelişim göstermiştir. Başlangıçta fenilketonüri ve konjenital hipotiroidi gibi birkaç hastalıkla sınırlı olan tarama paneli, teknolojik gelişmeler ve ülkenin halk sağlığı öncelikleri doğrultusunda konjenital adrenal hiperplazi ve kistik fibrozis

gibi ek hastalıkları da kapsayacak şekilde genişletilmiştir [6, 8]. Programın başarısı, kapsamlı laboratuvar altyapısı, nitelikli sağlık personeli ve zamanında tanı ile tedaviyi mümkün kılan etkili bir sevk zincirine büyük ölçüde bağlıdır [16]. Bununla birlikte, yetersiz örnek toplama, hastaların erken taburcu edilmesi ve bölgeler arası erişim eşitsizlikleri gibi zorluklar devam etmekte olup, programın kapsayıcılığını ve etkinliğini artırmak için sürekli iyileştirmeler ve sektörler arası iş birliği gerekliliğini ortaya koymaktadır [4, 17]. Mevcut gelişmeler ve devam eden zorluklar, yenidoğan genetik tarama programlarının hem mevcut durumunun hem de halk sağlığına olan katkılarının bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirilmesi gereksinimini ortaya koymaktadır.

4. Sonuç

Yenidoğan genetik tarama programları, kalıtsal metabolik, endokrin ve diğer genetik hastalıkların yaşamın ilk günlerinde tespit edilmesini sağlayarak, geri dönüşsüz komplikasyonları önleme, mortalite ve morbiditeyi azaltma, sağlıkta fırsat eşitliği sağlama ve sağlık sistemleri üzerindeki ekonomik yükü hafifletme açısından kritik bir halk sağlığı girişimidir. Türkiye’de, Sağlık Bakanlığı koordinasyonunda yürütülen programlar; kapsamın genişletilmesi, teknolojik altyapının güçlendirilmesi ve nitelikli sağlık personeli desteği sayesinde önemli ilerlemeler göstermiştir. Bununla birlikte, bölgeler arası erişim farklılıkları, örnek toplama ve takip süreçlerindeki eksiklikler, programın etkinliğini sınırlayan başlıca sorunlar olmaya devam etmektedir. Gelecekte, teknolojik yeniliklerin adil biçimde uygulanması, ulusal standartların güçlendirilmesi ve sektörler arası iş birliğinin artırılması ile hem ülke genelinde hem de küresel ölçekte yenidoğan tarama programlarının kapsayıcılığı ve etkisi daha da artırılabilir.

Kaynakça

- [1] Sahai, I and Marsden, D, Newborn screening. *Crit Rev Clin Lab Sci*, 2009. 46(2): p. 55-82.
- [2] Weismiller, DG, Expanded Newborn Screening: Information and Resources for the Family Physician. *Am Fam Physician*, 2017. 95(11): p. 703-709.
- [3] Maguolo, A, Rodella, G, Dianin, A, Monge, I, Messina, M, Rigotti, E, Pellegrini, F, Molinaro, G, Lupi, F, Pasini, A, Campostrini, N, Ion Popa, F, Teofoli, F, Vincenzi, M, Camilot, M, Piacentini, G, and Bordugo, A, Newborn Screening for Biotinidase Deficiency. The Experience of a Regional Center in Italy. *Front Pediatr*, 2021. 9: p. 661416.
- [4] Bienvenu, T, Lopez, M, and Girodon, E, Molecular Diagnosis and Genetic Counseling of Cystic Fibrosis and Related Disorders: New Challenges. *Genes (Basel)*, 2020. 11(6).
- [5] Ding, S and Han, L, Newborn screening for genetic disorders: Current status and prospects for the future. *Pediatr Investig*, 2022. 6(4): p. 291-298.
- [6] Centers for Disease, C and Prevention, Good laboratory practices for biochemical genetic testing and newborn screening for inherited metabolic disorders. *MMWR Recomm Rep*, 2012. 61(RR-2): p. 1-44.

- [7] Luders, A, Blankenstein, O, Brockow, I, Ensenaer, R, Lindner, M, Schulze, A, Nennstiel, U, and the screening laboratories in, G, Neonatal Screening for Congenital Metabolic and Endocrine Disorders-Results From Germany for the Years 2006-2018. *Dtsch Arztebl Int*, 2021. 118(7): p. 101-108.
- [8] Zhan, JY, Qin, YF, and Zhao, ZY, Neonatal screening for congenital hypothyroidism and phenylketonuria in China. *World J Pediatr*, 2009. 5(2): p. 136-9.
- [9] Porta, F, Pagliardini, V, Celestino, I, Pavanello, E, Pagliardini, S, Guardamagna, O, Ponzzone, A, and Spada, M, Neonatal screening for biotinidase deficiency: A 30-year single center experience. *Mol Genet Metab Rep*, 2017. 13: p. 80-82.
- [10] McGorry, PD, Early intervention in psychosis: obvious, effective, overdue. *J Nerv Ment Dis*, 2015. 203(5): p. 310-8.
- [11] Wingard, RL, Pupim, LB, Krishnan, M, Shintani, A, Ikizler, TA, and Hakim, RM, Early intervention improves mortality and hospitalization rates in incident hemodialysis patients: RightStart program. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2007. 2(6): p. 1170-5.
- [12] Tinelli, M, Pugliatti, M, Antonovici, A, Hausmann, B, Hellwig, K, Quoidbach, V, and Sorensen, PS, Averting multiple sclerosis long-term societal and healthcare costs: The Value of Treatment (VoT) project. *Mult Scler Relat Disord*, 2021. 54: p. 103107.
- [13] Schiffman, JD, Fisher, PG, and Gibbs, P, Early detection of cancer: past, present, and future. *Am Soc Clin Oncol Educ Book*, 2015: p. 57-65.
- [14] Brosco, JP, Grosse, SD, and Ross, LF, Universal state newborn screening programs can reduce health disparities. *JAMA Pediatr*, 2015. 169(1): p. 7-8.
- [15] Sikonja, J, Groselj, U, Scarpa, M, la Marca, G, Cheillan, D, Kolker, S, Zetterstrom, RH, Kozich, V, Le Cam, Y, Gumus, G, Bottarelli, V, van der Burg, M, Dekkers, E, Battelino, T, Prevot, J, Schielen, P, and Bonham, JR, Towards Achieving Equity and Innovation in Newborn Screening across Europe. *Int J Neonatal Screen*, 2022. 8(2).
- [16] Tezel, B, Dilli, D, Bolat, H, Sahman, H, Ozbas, S, Acican, D, Ertek, M, Kose, MR, and Dilmen, U, The development and organization of newborn screening programs in Turkey. *J Clin Lab Anal*, 2014. 28(1): p. 63-9.
- [17] Wasim, M, Khan, HN, Ayesha, H, and Awan, FR, Need and Challenges in Establishing Newborn Screening Programs for Inherited Metabolic Disorders in Developing Countries. *Adv Biol (Weinh)*, 2023. 7(7): p. e2200318.

FİZİKSEL AKTİVİTENİN EPİGENETİK MEKANİZMALAR VE HÜCRESEL SÜREÇLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ: HALK SAĞLIĞINA YANSIMALARI

Doç. Dr. Hamza Malik OKUYAN^{1*}, Doç. Dr. Canan BİRİMOĞLU OKUYAN²

¹Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya, Türkiye, hmokuyan@subu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7616-3330

²Halk Sağlığı Hemşireliği Anabilim Dalı, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye, cananb@sakarya.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-7339-6072

ÖZET

Bu çalışma, fiziksel aktivitenin epigenetik mekanizmalar ve hücresel değişiklikler üzerindeki etkilerini ve bu etkileşimin halk sağlığına yansımalarını toplumsal bir perspektifle incelemektedir. Epigenetik, DNA dizisinde değişiklik olmaksızın gen ekspresyonunun düzenlenmesini sağlayan DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve mikroRNA düzenlemeleri gibi süreçleri kapsamaktadır. Fiziksel aktivitenin bu mekanizmalar üzerinde olumlu etkiler oluşturarak metabolizma, inflamasyon ve hücresel onarım süreçlerini iyileştirdiği; kronik hastalık riskini azalttığı ve toplum genelinde sağlık göstergelerini iyileştirebileceği rapor edilmektedir. Ayrıca sosyoekonomik durum, eğitim, çevresel maruziyetler ve yaşam tarzı farklılıklarının epigenetik sağlık üzerindeki rolü tartışılmış; halk sağlığı profesyonelleri ve yerel yönetimlerin, toplum temelli fiziksel aktivite programlarının planlanması ve uygulanmasındaki kritik işlevlerine değinilmiştir. Sonuç olarak, epigenetik değişiklikler üzerinde etkili yaklaşımları göz önünde bulunduran bakış açısının halk sağlığı politikalarına entegrasyonu hastalıkların önlenmesine ve sağlık bakım sistemine olan mevcut maddi yükün azaltılmasına katkı sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler : Fiziksel aktivite; Epigenetik, Halk sağlığı.

1. GİRİŞ

Epigenetik, DNA dizisinde kalıcı bir değişiklik meydana gelmeden, gen ekspresyonunun çevresel ve yaşam tarzı faktörleri aracılığıyla düzenlenmesini ifade eder [1]. DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve küçük RNA'lar gibi çeşitli hücrel mekanizmalarla gerçekleşen bu süreç, genetik yapı ile çevre arasındaki etkileşimi yansıtarak birey ve toplum sağlığını, hastalık riskini, sağlık eşitsizliklerini ve nesiller arası sağlık geçişlerini etkiler [1, 2]. Dolayısıyla, epigenetik mekanizmalar yalnızca mevcut neslin sağlık profilini değil, gelecekteki kuşakların biyolojik özelliklerini de etkileyebilmektedir. Yaşam tarzı faktörleri ve çevresel maruziyetler, epigenetik değişiklikleri tetikleyebilir ve bu değişiklikler kuşaklar arası aktarılabilir. Bu nedenle epigenetik mekanizmaların anlaşılması hem halk sağlığı hem de kişiselleştirilmiş tıp uygulamaları açısından kritik öneme sahiptir [3]. Bu bağlamda, yaşam tarzının temel bir bileşeni olan fiziksel aktivite, epigenetik mekanizmalar üzerinde etkili olabilecek önemli bir faktör olarak öne çıkmaktadır.

Fiziksel aktivite, kronik hastalık riskini azaltan, ruhsal iyilik hâlini destekleyen ve maliyet açısından etkili bir halk sağlığı stratejisi olarak karşımıza çıkmaktadır [4, 5]. Son araştırmalar, fiziksel aktivitenin epigenetik düzenleme üzerinde de olumlu etkiler gösterdiğini; DNA metilasyonu, histon değişiklikleri ve mikroRNA ekspresyonundaki değişimler gibi modifikasyonları tetikleyerek gen ekspresyonunda uzun vadeli iyileşmelere ve genel sağlığın desteklenmesine katkıda bulunduğunu ortaya koymuştur [5-7]. Bu epigenetik değişimler, fiziksel aktivitenin yalnızca moleküler düzeyde değil, aynı zamanda hastalıkların önlenmesi ve sağlığın korunması bağlamında da önemli sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir. Öte yandan, düzenli fiziksel aktivitenin gen ekspresyonunu etkilediği ve mitokondriyal fonksiyonu artırdığı bildirilmiştir [8]. Bu bulgular, fiziksel aktivitenin yalnızca bireysel sağlık yararlarıyla sınırlı kalmayıp, toplum genelinde sağlık göstergelerini etkileyebilecek epigenetik düzenlemelerle de ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.

Bu çalışmanın amacı, fiziksel aktivite ile epigenetik değişiklikler arasındaki ilişkiyi toplumsal düzeyde ele almak; sosyoekonomik durum, yaşam tarzı farklılıkları ve çevresel etkenlerin bu etkileşimdeki rolünü tartışmak ve halk sağlığı politikaları açısından çıkarımlarda bulunmaktır. Böylece, epigenetik bakış açısının fiziksel aktivite temelli toplum sağlığı stratejilerine entegrasyonuna yönelik farkındalık oluşturulması amaçlanmaktadır. Bu bağlamda, fiziksel aktivitenin epigenetik mekanizmalar üzerindeki etkilerinin anlaşılması, konuya dair bilimsel farkındalığın artırılması açısından büyük önem taşımaktadır.

2. FİZİKSEL AKTİVİTE VE EPİGENETİK MEKANİZMALAR

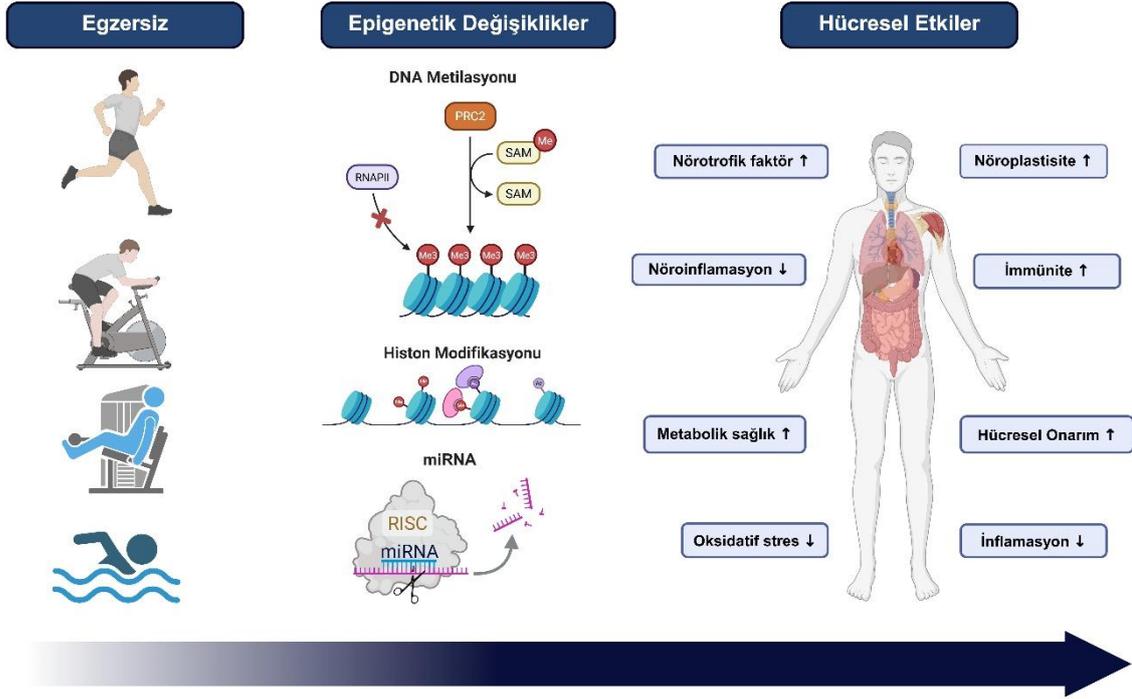
Fiziksel aktivitenin sağlık üzerindeki olumlu etkilerinin önemli bir bölümü, gen ekspresyonunu DNA dizisini değiştirmeden düzenleyen epigenetik mekanizmalar aracılığıyla ortaya çıkmaktadır [5-7]. Epigenetik düzenlemeler, gen ekspresyonunu kontrol eden ve DNA dizisinde kalıcı bir değişiklik gerektirmeyen biyokimyasal süreçlerdir. Bu mekanizmalar; gen susturulmasına yol açabilen DNA metilasyonu, kromatin yapısını değiştirerek gen ifadesini artıran veya azaltan histon modifikasyonları ve post-transkripsiyonel düzeyde gen düzenlenmesinde rol oynayan mikroRNA (miRNA) aracılı mekanizmaları kapsamaktadır [1]. Bu üç mekanizma, epigenetik düzenlemenin moleküler düzeydeki işleyişini ortaya

koymaktadır. DNA metilasyonu, gen promotör bölgelerindeki sitozinlerin C-5 pozisyonuna metil grubu eklenmesiyle gen ifadesinin baskılanmasına yol açar. Histon asetilasyonu ve metilasyonu gibi histon modifikasyonları, DNA'nın histon proteinleri etrafındaki paketlenmesini değiştirerek kromatin yapısını ve genlere erişimi düzenler. MikroRNA'lar ise hedef mRNA'lara bağlanarak onların parçalanmasını veya translasyonunun baskılanmasını sağlar ve böylece gen ifadesini post-transkripsiyonel düzeyde kontrol eder [1, 9]. Bu temel epigenetik mekanizmalar, fiziksel aktivitenin moleküler düzeydeki etkilerinin anlaşılmasında önemli bir çerçeve sunmaktadır.

Fiziksel aktivite, metabolizma, inflamasyon ve hücre onarım süreçleriyle ilişkili genlerde DNA metilasyon paternlerini değiştirebilir, histon asetilasyonunu artırarak gen ifadesini kolaylaştırabilir ve mikroRNA profillerini modüle ederek enerji dengesi ile kas adaptasyonunu destekleyebilir [10, 11]. Bu epigenetik değişiklikler, uzun vadede bulaşıcı olmayan hastalıkların riskini azaltmada önemli rol oynamaktadır. Fiziksel aktivitenin epigenetik etkileri, bireysel sağlığın ötesinde toplumsal sağlık dinamiklerini de şekillendirir. Bu süreçte sosyoekonomik durum, yaşam tarzı ve çevresel etkenler belirleyici rol oynar. Fiziksel egzersizin epigenetik ve hücresel değişiklikler üzerindeki etkileri şekil 1 de gösterilmiştir.

3. TOPLUMSAL FAKTÖRLER VE EPİGENETİK SAĞLIK

Epigenetik sağlık, biyolojik mekanizmaların yanı sıra sosyoekonomik koşullar, eğitim, beslenme ve çevresel maruziyetler gibi toplumsal belirleyiciler tarafından şekillenir; bu faktörler, gen ifadesini DNA dizisini değiştirmeden düzenleyen epigenetik mekanizmaları etkileyerek sağlık üzerinde kalıcı sonuçlar oluşturabilir. Düşük sosyoekonomik düzey ve yetersiz eğitim, sağlık eşitsizliklerine katkıda bulunan ve DNA metilasyon paternlerinde değişiklikler gibi olumsuz epigenetik modifikasyonlarla ilişkilidir [12]. Özellikle kritik gelişim dönemlerinde görülen sağlıksız beslenme ve beslenme yetersizlikleri bu değişiklikleri daha da kötüleştirebilirken, besin açısından zengin diyetler bu etkileri azaltabilir [13]. Ayrıca, çevresel kirlenmeler ve toksinlere maruz kalma, DNA metilasyonu ve histon modifikasyonları yoluyla kronik hastalık riskini artırmaktadır [14]. Bu bulgular, çevresel maruziyetlerin epigenetik mekanizmalar aracılığıyla hastalık oluşumunda kritik bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Hava kirliliği ve toksinler dâhil olmak üzere çevresel kirlenmelere maruz kalmak, DNA metilasyonu ve histon modifikasyonları gibi epigenetik süreçler yoluyla kronik hastalık riskini artırabilir [15, 16]. Bu bağlamda, yalnızca çevresel maruziyetler değil, yaşam tarzı faktörleri de epigenetik mekanizmalar aracılığıyla hastalık riskinin şekillenmesinde önemli rol oynamaktadır. Sedanter yaşam tarzı, metabolizma ve inflamasyonla ilişkili genlerde olumsuz epigenetik değişikliklere yol açarak obezite, diyabet ve kardiyovasküler hastalık riskini artırır. Bu etkiler, fiziksel aktiviteye erişimi sınırlı olan dezavantajlı gruplarda daha belirgin olup, epigenetik sağlığın toplumsal eşitsizlikleri de yansıttığını göstermektedir [17]. Bu nedenle hem çevresel kirlenmelerin hem de yaşam tarzı faktörlerinin epigenetik etkilerini azaltmaya yönelik stratejiler, halk sağlığı uygulamaları ve politika geliştirme süreçlerinde öncelikli olarak ele alınmalıdır.



Şekil 1. Fiziksel aktivitenin epigenetik ve hücresel değişiklikler üzerindeki etkileri. Yürüyüş, bisiklet ve yüzme gibi düzenli fiziksel aktiviteler; DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve miRNA düzenlenmesi gibi epigenetik mekanizmalar üzerinde etkili olmaktadır. Bu epigenetik değişiklikler, hücresel düzeyde nörotrofik faktörlerin artışı, nöroplastisitenin gelişmesi, bağışıklık yanıtının güçlenmesi, hücresel onarımın hızlanması, oksidatif stres ve inflamasyonun azalması gibi olumlu sonuçlar doğurur. Bu süreçlerin halk sağlığına yansımaları ise; kronik hastalık riskinin azalması, metabolik sağlığın korunması, yaşam kalitesinin yükselmesi ve hastalıkların topluma getirdiği ekonomik yükün azaltılması şeklinde özetlenebilir. (BioRender ile oluşturuldu. Okuyan, H. (2025) <https://BioRender.com/4sw0pno>).

4. HALK SAĞLIĞI UYGULAMALARI VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Toplum temelli fiziksel aktivite programları faydalı epigenetik değişikliklere yol açarak sağlıklı yaşamı teşvik eder ve kronik hastalık riskini azaltır [1]. Parklar, yürüyüş yolları ve ücretsiz egzersiz etkinlikleri gibi erişilebilir imkânlar, toplum genelinde fiziksel aktivite düzeylerini artırarak hem fiziksel hem de ruhsal sağlığı destekleyebilir [18]. Bu tür erişilebilir imkânların etkili kullanımı, halk sağlığı profesyonelleri liderliğinde yürütülen eğitim ve programlarla daha da güçlendirilebilir. Halk sağlığı profesyonelleri toplumu bilinçlendirme, risk gruplarını belirleme, sağlık eğitimi verme ve hedefe yönelik fiziksel aktivite programlarını uygulamada kritik bir rol oynar [19]. Yerel yönetimler ise aktif yaşamı teşvik eden altyapı geliştirme, kaynak tahsisi ve destekleyici politikalar yoluyla bu çabalara katkıda bulunarak erişimi kolaylaştırır [20]. Halk sağlığı planlamasında epigenetik verilerin kullanılması, hastalık risklerinin daha doğru değerlendirilmesini ve hedefe yönelik müdahalelerin geliştirilmesini sağlayarak daha etkili sağlık politikalarının oluşturulmasına katkıda bulunur [21, 22]. Bu nedenle, halk sağlığı uygulamalarında epigenetik perspektifin benimsenmesi, yalnızca bireysel

sağlığı değil, toplum genelindeki sağlık göstergelerini iyileştirecek sürdürülebilir ve kanıta dayalı stratejilerin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir.

5. SONUÇ

Epigenetik bakış açısının halk sağlığı stratejilerine entegrasyonu, fiziksel aktivitenin bireysel düzeydeki yararlarının ötesine geçerek toplum genelinde hastalık riskini azaltma ve hastalıkların sağlık bakım sistemi üzerindeki külfetini azaltma potansiyeline sahiptir. DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve mikroRNA düzenlemeleri gibi mekanizmalar aracılığıyla ortaya çıkan epigenetik değişikliklerin halk sağlığı politikalarında dikkate alınması, hastalıkların önlenmesi ve sağlığın geliştirilmesinde daha etkili ve hedefe yönelik müdahalelerin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır. Bu alanda disiplinler arası iş birliklerinin güçlendirilmesi ise kanıta dayalı, sürdürülebilir ve toplum temelli sağlık politikalarının oluşturulmasına önemli destek sunacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] Zhang, L, Lu, Q, and Chang, C, Epigenetics in Health and Disease. *Adv Exp Med Biol*, 2020. 1253: p. 3-55.
- [2] Farsetti, A, Illi, B, and Gaetano, C, How epigenetics impacts on human diseases. *Eur J Intern Med*, 2023. 114: p. 15-22.
- [3] Cecchin, E and Stocco, G, Pharmacogenomics and Personalized Medicine. *Genes (Basel)*, 2020. 11(6).
- [4] Piercy, KL, Troiano, RP, Ballard, RM, Carlson, SA, Fulton, JE, Galuska, DA, George, SM, and Olson, RD, The Physical Activity Guidelines for Americans. *JAMA*, 2018. 320(19): p. 2020-2028.
- [5] Warburton, DER and Bredin, SSD, Health benefits of physical activity: a systematic review of current systematic reviews. *Curr Opin Cardiol*, 2017. 32(5): p. 541-556.
- [6] Boyne, DJ, O'Sullivan, DE, Olij, BF, King, WD, Friedenreich, CM, and Brenner, DR, Physical Activity, Global DNA Methylation, and Breast Cancer Risk: A Systematic Literature Review and Meta-analysis. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*, 2018. 27(11): p. 1320-1331.
- [7] Plaza-Diaz, J, Izquierdo, D, Torres-Martos, A, Baig, AT, Aguilera, CM, and Ruiz-Ojeda, FJ, Impact of Physical Activity and Exercise on the Epigenome in Skeletal Muscle and Effects on Systemic Metabolism. *Biomedicines*, 2022. 10(1).
- [8] Memme, JM, Erlich, AT, Phukan, G, and Hood, DA, Exercise and mitochondrial health. *J Physiol*, 2021. 599(3): p. 803-817.
- [9] Sato, F, Tsuchiya, S, Meltzer, SJ, and Shimizu, K, MicroRNAs and epigenetics. *FEBS J*, 2011. 278(10): p. 1598-609.
- [10] Sailani, MR, Halling, JF, Moller, HD, Lee, H, Plomgaard, P, Pilegaard, H, Snyder, MP, and Regenberg, B, Lifelong physical activity is associated with promoter hypomethylation of genes involved in metabolism, myogenesis, contractile properties and oxidative stress resistance in aged human skeletal muscle. *Sci Rep*, 2019. 9(1): p. 3272.

- [11] Moulton, C, Lisi, V, Silvestri, M, Ceci, R, Grazioli, E, Sgro, P, Caporossi, D, and Dimauro, I, Impact of Physical Activity on DNA Methylation Signatures in Breast Cancer Patients: A Systematic Review with Bioinformatic Analysis. *Cancers (Basel)*, 2024. 16(17).
- [12] Majnik, AV and Lane, RH, Epigenetics: where environment, society and genetics meet. *Epigenomics*, 2014. 6(1): p. 1-4.
- [13] Lundstrom, K, Epigenetics, Nutrition, Disease and Drug Development. *Curr Drug Discov Technol*, 2019. 16(4): p. 386-391.
- [14] Zhang, A, Luo, X, Li, Y, Yan, L, Lai, X, Yang, Q, Zhao, Z, Huang, G, Li, Z, Wu, Q, and Wang, J, Epigenetic changes driven by environmental pollutants in lung carcinogenesis: a comprehensive review. *Front Public Health*, 2024. 12: p. 1420933.
- [15] Perera, BPU, Faulk, C, Svoboda, LK, Goodrich, JM, and Dolinoy, DC, The role of environmental exposures and the epigenome in health and disease. *Environ Mol Mutagen*, 2020. 61(1): p. 176-192.
- [16] Micheu, MM, Birsan, MV, Szep, R, Keresztesi, A, and Nita, IA, From air pollution to cardiovascular diseases: the emerging role of epigenetics. *Mol Biol Rep*, 2020. 47(7): p. 5559-5567.
- [17] Zatterale, F, Raciti, GA, Prevezano, I, Leone, A, Campitelli, M, De Rosa, V, Beguinot, F, and Parrillo, L, Epigenetic Reprogramming of the Inflammatory Response in Obesity and Type 2 Diabetes. *Biomolecules*, 2022. 12(7).
- [18] Pretty, J, Peacock, J, Sellens, M, and Griffin, M, The mental and physical health outcomes of green exercise. *Int J Environ Health Res*, 2005. 15(5): p. 319-37.
- [19] Woo, BFY, Lee, JXY, and Tam, WWS, The impact of the advanced practice nursing role on quality of care, clinical outcomes, patient satisfaction, and cost in the emergency and critical care settings: a systematic review. *Hum Resour Health*, 2017. 15(1): p. 63.
- [20] Moxley, E, Webber-Ritchey, KJ, and Hayman, LL, Global impact of physical inactivity and implications for public health nursing. *Public Health Nurs*, 2022. 39(1): p. 180-188.
- [21] Witherspoon, NO, Trousdale, K, Bearer, CF, and Miller, RL, The public health and policy implications of epigenetics and pediatric health research. *Environ Health Perspect*, 2012. 120(10): p. a380-1.
- [22] Meurer, A, The end of the 'Bad seed' Era? Epigenetics' contribution to violence prevention initiatives in public health. *New Bioeth*, 2021. 27(2): p. 159-175.

CERRAHİ YOĞUN BAKIM HASTALARINDA BAKIM MEMNUNİYETİNİN UMUTSUZLUK DÜZEYİNE ETKİSİ

Uzm Hemşire ELİF OKŞAK¹, Doç Dr DİLEK GÜNEŞ²

¹Elazığ Fethi Sekin Şehir Hastanesi, elif.oksak1247@gmail.com
- 0009-0005-8794-7807

²Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, dilekgunes@firat.edu.tr
-0000-0003-2286-3387

ÖZET

Bu araştırmanın amacı cerrahi yoğun bakım ünitesinde yatan hastalarda bakım memnuniyetinin umutsuzluk düzeyine olan etkisini belirlemektir.

Tanımlayıcı tipteki bu araştırma, Nisan 2024-Haziran 2025 tarihleri arasında yürütüldü. Araştırmanın evrenini, Elazığ Fethi Sekin Şehir Hastanesi Cerrahi Yoğun Bakım Ünitesinde yatan tüm hastalar oluşturdu. Araştırmanın örneklemini ise bu evrenden olasılıksız gelişigüzel örnekleme yöntemi ile seçilen 225 hasta oluşturdu. Verilerin toplanmasında Kişisel Bilgi Formu, Newcastle Hemşirelik Bakımı Memnuniyet Ölçeği (NHBMÖ) ve Beck Umutsuzluk Ölçeği (BUÖ) kullanıldı. Verilerin değerlendirilmesinde tanımlayıcı istatistikler, t-testi, ANOVA ve korelasyon analizi testleri kullanıldı.

Araştırmaya katılan hastaların bakım memnuniyeti puan ortalaması 63.94 ± 16.49 , beck umutsuzluk ölçeği puan ortalaması ise 7.94 ± 7.20 olarak bulundu. NHBMÖ puan ortalamasının 19-75 yaş grubunda olan, erkek, lise mezunu, kronik hastalığı olmayan, daha önce yoğun bakımda yatmayan, yatış süresi 1-5 gün olan hastalarda daha yüksek olduğu bulundu ($p < 0.05$). BUÖ puan ortalamasının 76+ yaş grubunda olan, kadın, okuryazar olmayan, kronik hastalığı olan, daha önce yoğun bakımda yatan, yatış süresi 6 günden fazla olan hastalarda daha yüksek olduğu saptandı ($p < 0.05$). Cerrahi yoğun bakım hastalarının hemşirelik bakım memnuniyeti ile umutsuzluk düzeyi arasında negatif yönlü orta düzeyde bir ilişki olduğu bulundu ($p < 0.01$).

Cerrahi yoğun bakım ünitesinde yatan hastaların bakım memnuniyeti arttıkça umutsuzluk düzeyinin azaldığı belirlendi. Hastaların umutsuzluk düzeylerinin incelenmesi, hasta odaklı hemşirelik bakımın planlanması ve uygulanması önerilebilir.

Anahtar Kelime: Yoğun bakım, hemşire, bakım memnuniyeti, umutsuzluk

ABSTRACT**THE EFFECT OF CARE SATISFACTION ON HOPELESSNESS****LEVEL OF PATIENTS HOSPITALIZED IN SURGICAL INTENSIVE CARE****UNIT**

This study aims to determine the effect of care satisfaction on the hopelessness level of patients hospitalized in the surgical intensive care unit.

This descriptive study was conducted from April 2024 to June 2025. The study population consisted of all patients hospitalized in the Surgical Intensive Care Unit of Elazığ Fethi Sekin City Hospital. The sample of the study consisted of 225 patients selected from this population by a non-probability random sampling method. The Personal Information Form, Newcastle Nursing Care Satisfaction Scale (NNCSS), and Beck Hopelessness Scale (BHS) were used to collect the data. Descriptive statistics, t-tests, ANOVA, and correlation analysis tests were used to evaluate the data.

The mean care satisfaction score of the patients who participated in the study was 63.94 ± 16.49 , and the mean Beck Hopelessness Scale score was 7.94 ± 7.20 . It was found that the mean score of the NNCSS was higher in patients in the age range of 19 to 75, male, high school graduates, who had no chronic disease, had not been hospitalized in intensive care before, and had a hospitalization period of 1 to 5 days ($p < 0.05$). The mean BHS score was found to be higher in patients aged 76+ years, female, illiterate, with chronic disease, previously hospitalized in an intensive care unit, and with a hospitalization duration of more than six days ($p < 0.05$). There was a moderate negative correlation between nursing care satisfaction and hopelessness levels in surgical intensive care unit patients ($p < 0.01$).

It was determined that the level of hopelessness of the patients hospitalized in the surgical intensive care unit decreased as the care satisfaction increased. It may be recommended to examine the hopelessness levels of patients and to plan and implement patient-oriented nursing care.

Keyword: Intensive care, nurse, care satisfaction, hopelessness

1. GİRİŞ

Sağlık sektöründe hizmetin kalitesini belirleyen en önemli gösterge hastaların memnuniyet düzeyidir. Hasta memnuniyeti, bakım niteliğinin ve kalitesinin önemli bir parçasıdır (Özsoy ve ark., 2023). Cerrahi girişimler; hastaların homeostatik dengesinde değişim, anksiyete, stres, kaygı gibi fizyolojik ve psikolojik değişikliklere sebep olmaktadır. Hastaların değişikliklere uyum sağlamasında hemşirelik bakımının kalitesi ve bakımın eksiksiz verilmesi önemlidir (Nestler, 2019; Özsoy ve ark., 2023). Cerrahi girişim sürecinde yoğun bakım hemşiresi, hastaların fizyolojik ve psikolojik değerlendirmesini yaparak cerrahi komplikasyonları önlemeye yönelik bakımı düzenlemeli ve iyileştirmeyi hızlandırmalıdır (Gül ve ark., 2021). Ayrıca hastaların bakım memnuniyetini belirleyerek bakım hizmeti vermeli ve hastaların bakım memnuniyetini arttırmalıdır (Köseoğlu ve Seki, 2020). Hemşire hastaların çaresizlik, umutsuzluk, yalnızlık gibi psikolojik sorunlarıyla da baş etmelerine yardımcı olmalıdır (Bayındır ve Biçer, 2019). Hastaların umutsuzluk düzeylerinin belirlenmesi ve umutsuzluğu ortadan kaldıran bir hemşirelik bakımının geliştirilmesi oldukça önemlidir (Bayındır ve Biçer, 2019).

2.GEREÇ VE YÖNTEM

2.1.Araştırmanın Türü

Bu araştırma, Cerrahi Yoğun Bakım Ünitesinde yatan hastalarda bakım memnuniyetinin umutsuzluk düzeyine etkisini belirlemek amacıyla yapılan tanımlayıcı tipte bir araştırmadır. Araştırma, Elazığ Fethi Sekin Şehir Hastanesi Cerrahi Yoğun Bakım Ünitesinde, Nisan 2024 - Haziran 2025 tarihleri arasında yapıldı. Cerrahi Yoğun Bakım Ünitesinde yatan tüm hastalar araştırmanın evrenini oluşturmaktadır. Örneklem büyüklüğü, G Power 3.1.9.7 programı kullanılarak belirlendi. Güç analizi ölçümüne göre; 0.7 etki büyüklüğü, 0.05 yanılma düzeyi, 0.95 güven aralığı, %95 evreni temsil etme gücü ile toplam 225 hasta olarak belirlendi. Araştırma 225 hasta ile tamamlandı. Örneklem evrenden olasılıksız gelişigüzel örnekleme yöntemi kullanılarak seçildi.

2.2.Veri Toplama Araçları

Kişisel Bilgi Formu, araştırmacı tarafından literatür taranarak geliştirilmiştir. Hastaların sosyo-demografik özellikleri ve hastalıkla ilgili bilgilerini içeren sorulardan oluşmaktadır (Köseoğlu ve Seki, 2020; Mir-Tabar ve ark., 2024). Newcastle Hemşirelik Bakımı Memnuniyet Ölçeği (NHBMÖ); Thomas ve ark. tarafından geliştirilmiş, ilk olarak Akın ve Erdoğan tarafından Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır. Bu ölçek ile hemşirelik bakım memnuniyetini belirlemek amaçlanmaktadır, ölçek puanı ne kadar yüksekse memnuniyet o kadar fazladır (Akın ve Erdoğan, 2007; Thomas ve ark., 1996). Ölçeğin cronbach alfa katsayısı 0.96 olduğu belirtilmektedir (Akın ve Erdoğan, 2007). Bu araştırmanın cronbach alfa katsayısı 0.97 bulunmuştur. Beck Umutsuzluk Ölçeği (BUÖ); Beck ve ark. tarafından geliştirilmiş, Durak ve Palabıyıkoglu tarafından geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır. Ölçekteki 0-3 puan arası minimal, 4-8 puan arası hafif, 9-14 puan arası orta, 15 puan ve üzeri şiddetli düzeyde umutsuzluk olduğunu göstermektedir (Beck ve ark., 1974; Durak ve Palabıyıkoglu, 1994). Ölçeğin cronbach alfa katsayısı 0.86'dır (Durak ve Palabıyıkoglu, 1994). Bu araştırmada cronbach alfa katsayısı 0.96 olarak bulunmuştur.

2.3. Verilerin Toplanması

Veriler, Cerrahi Yoğun Bakım Ünitesinde yatan hastalardan yüz yüze görüşme tekniği ile toplandı. Araştırmaya 18 yaşından büyük, psikiyatrik tanısı olmayan, yoğun bakımda en az 24 saat yatıyor olan, entübe edilmemiş olan, bilinç durumu açık ve iletişim sorunu yaşamayan hastalar dahil edildi. Araştırma için üniversitenin girişimsel olmayan araştırmalar etik kurulundan (karar no: 2024/03-39) ve hastaneden izin alındı. Araştırmada elde edilen veriler SPSS 25.0 (Statistical Package for the Social Sciences 25.0) paket programı ile analizi yapıldı. Araştırmanın nicel değişkenleri için ortalama ve standart sapma, nitel değişkenleri için ise sayı ve yüzdelik hesaplanmıştır. Verilerin Shapiro-Wilks ve çarpıklık ve basıklık analizine göre veriler normal dağılım gösterdi. Bu nedenle gruplararası farklılık testi olarak bağımsız t-testi, çoklu gruplar arasındaki farklılığı belirlemek için ANOVA testi kullanıldı. Çoklu grupların hangi grupların farklılık gösterdiğini belirlemek için Post Hoc LSD testi kullanıldı. Ölçme araçları arasındaki ilişkiyi belirlemek için korelasyon analizi kullanıldı. Verilerin güvenilirlik düzeyi $p<0.05$ anlamlı kabul edildi.

3.BULGULAR

Çizelge 1. Hastaların Sosyodemografik ve Tıbbi Özellikleri (n=225)

		<i>n</i>	%	<i>x±ss</i>
Cinsiyet	Erkek	123	54.7	
	Kadın	102	45.3	
Yaş kategori	19-25 yaş	14	6.2	
	26-35 yaş	19	8.4	
	36-45 yaş	18	8.0	
	46-55 yaş	19	8.4	(60.60±18.18)
	56-65 yaş	46	20.4	Min-max: 19-90
	66-75 yaş	63	28.0	
	76+	46	20.4	
Medeni durum	Evli	195	86.7	
	Bekar	30	13.3	
Eğitim düzeyi	Okuryazar değil	85	37.8	
	İlkokul	61	27.1	
	Ortaokul	30	13.3	
	Lise	30	13.3	
	Üniversite	19	8.4	
Kronik hastalık varlığı	Yok	100	44.4	
	Var	125	55.6	
Bulunan kronik hastalık	Yok	100	44.4	
	Diyabet	47	20.9	
	Hipertansiyon	53	23.6	
	Kalp yetmezliği	25	11.1	
Yoğun bakımda bulunma nedeni	Solunum Problemleri	37	16.4	
	Dolaşım bozukluğu	52	23.1	
	Travma	39	17.3	
	GİS sorunları	97	43.1	
Daha önce yb yatma durumu	Evet	105	46.7	
	Hayır	120	53.3	
Yatış süresi	1-5 gün	133	59.1	
	6 gün ve fazlası	92	40.9	

Araştırmaya katılan hastaların yaş ortalaması 60.60 ± 18.18 'dir. Hastaların %54.7'si erkektir ve %28.0'ı 66-75 yaş grubundadır. Hastaların %86.7'sinin evli, %37.8'inin okuryazar olmadığı, %55.6'sının ise kronik hastalığı bulundu. Kronik hastalığı bulunanların %23.6'sı hipertansiyon hastasıdır. Hastaların %43.1'inin GİS sorunları nedeniyle yoğun bakımda yattığı, %46.7'sinin ise daha önce yoğun bakımda yattığı belirlendi. Hastaların %59.1'inin 1-5 gün yoğun bakımda yattığı saptandı.

Çizelge 2. Ölçek Puanlarının Sosyodemografik ve Tıbbi Özelliklerine Göre Karşılaştırılması

		N	BUÖ	NHBMÖ
			$x \pm ss$	$x \pm ss$
Yaş	^a 19-25	14	5.95±8.18	73.56±11.92
	^b 26-35	19	4.31±8.94	73.49±14.82
	^c 36-45	18	4.78±5.913	68.42±11.93
	^d 46-55	19	5.33±7.32	68.35±16.59
	^e 56-65	46	7.60±7.88	60.18±15.03
	^f 66-75	63	7.27±5.47	64.27±13.60
	^g 76+	46	13.12±5.77	54.30±17.39
	F		7.456	7.690
İstatistik	p		0.001	0.001
	Fark.		a.c.d.e.f/g	a.b.c.d/e.f.g
Cinsiyet	Erkek	123	5.52±6.57	66.84±15.24
	Kadın	102	11.21±7.18	61.62±15.49
İstatistik	t		-6.603	2.621
	P		0.001	0.012
Medeni Durum	Evli	195	7.76±7.13	64.22±17.72
	Bekar	30	9.23±8.32	67.27±14.76
İstatistik	t		-1.366	-1.652
	P		0.173	0.100
Eğitim	^a Okuryazar değil	85	10.74±6.65	55.22±14.51
	^b İlkokul	61	7.87±7.57	65.12±16.24
	^c Ortaokul	30	5.42±5.81	67.55±12.68
	^d Lise	30	5.65±7.15	75.25±11.18
	^e Üniversite	19	6.99±7.84	74.22±13.25
	F		7.419	17.753
İstatistik	p		0.001	0.001
	Fark.		a/b.c.d.e	a/b.c.d.e
Kronik hastalık varlığı	Yok	100	6.17±7.26	69.17±14.74
	Var	125	9.52±7.10	60.51±16.59
İstatistik	t		-3.957	4.392
	P		0.001	0.001
Bulunan Kronik hastalık	^a Yok	100	6.17±7.16	69.09±14.84
	^b Diyabet	47	11.38±7.57	55.89±16.35
	^c Hipertansiyon	53	8.82±6.91	61.75±15.78
	^d Kalp yetmezliği	25	8.39±7.15	66.21±16.47
	F		6.984	9.872
İstatistik	p		0.001	0.001
	Fark.		b/a.c.d	b/a.c.d
Yoğun bakımda bulunma nedeni	^a Solunum Problemleri	37	8.72±7.61	61.12±17.43
	^b Dolaşım bozukluğu	52	8.85±7.18	64.36±14.63
	^c Travma	39	10.56±8.73	68.17±17.12
	^d GİS Sorunları	97	6.70±6.12	63.71±15.74
	F		3.386	1.584
İstatistik	p		0.019	.219
	Fark.		a.b.c/d	
Daha önce yb yatma durumu	Evet	105	10.24±7.34	58.29±17.41
	Hayır	120	6.18±6.83	69.55±13.39
İstatistik	t		4.514	-6.092
	p		0.001	0.001
YBÜ yatış süresi	1-5 gün	133	6.52±7.01	66.62±16.54
	6 gün ve fazlası	92	10.36±7.37	60.89±14.93

İstatistik	t		-4.287	2.784
	P		0.001	0.006

** x:Ortalama, ss: Standart Sapma, F: ANOVA Testi, t: Bağımsız Gruplar t Test

Yoğun bakımda yatan 19-75 yaş grubu hastalarda bakım memnuniyetinin yüksek olduğu, erkek hastaların kadın hastalara göre bakım memnuniyetinin yüksek olduğu, okuryazar olmayan hastaların bakım memnuniyetinin düşük olduğu belirlendi. Kronik hastalığı olmayan hastalarda bakım memnuniyetinin yüksek olduğu, kronik hastalığı olan hastalardan diyabet hastası olanların bakım memnuniyetinin düşük olduğu bulundu. Daha önce yoğun bakımda yatmayan hastalarda bakım memnuniyetinin yüksek olduğu, yatış sürelerine göre 1-5 gün yatan hastalarda bakım memnuniyetinin yüksek olduğu ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulundu ($p<0.05$).

Yoğun bakımda yatan 76+ yaş grubu hastaların BUÖ puanının orta düzeyde olduğu, kadın hastaların BUÖ puanının orta düzeyde olduğu, okuryazar olmayan hastaların BUÖ puanının orta düzeydeyken, okuryazar olan hastalarda bu düzeyin hafif olduğu belirlendi. Kronik hastalığı olan hastaların BUÖ puanının orta düzeyde olduğu, kronik hastalığa göre diyabet hastalarının BUÖ puanının orta düzeyde olduğu belirlendi. Travma nedeni ile yoğun bakımda yatan hastaların BUÖ puanının orta düzeyde olduğu, daha önce yoğun bakımda yatan hastaların BUÖ puanının orta düzeyde olduğu bulundu, yatış süresine göre 6 günden fazla yatan hastalarda BUÖ puanının orta düzeyde olduğu ve aralarındaki farkın istatistiksel olarak önemli olduğu bulundu ($p<0.05$).

Çizelge 3. Hastaların Newcastle Hemşirelik Bakımı Memnuniyeti ve Umutsuzluk Ölçeği Puan Ortalamaları

	N	x	ss	Min-Max
NHBMÖ	225	63.94	16.49	26-91
BUÖ	225	7.94	7.20	0-20

** x: Ortalama, ss: Standart sapma

Hastaların newcastle hemşirelik bakım memnuniyeti ölçeği puan ortalaması 63.94 ± 16.49 orta düzeyde bulundu. Hastaların beck umutsuzluk ölçeği puan ortalaması 7.94 ± 7.20 ile hafif düzeyde bulundu.

Çizelge 4. Hastaların NHBMÖ ve BUÖ Puanları Arasındaki İlişki

		BUÖ
NHBMÖ	r	-0.559**
	p	0.001
	N	225

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

Cerrahi yoğun bakımda yatan hastaların hemşirelik bakım memnuniyeti ile umutsuzluk düzeyi arasında negatif yönlü, orta düzeyde bir ilişki olduğu saptandı. Hastaların bakım memnuniyeti arttıkça umutsuzluk düzeyinin azaldığı bulundu ($p<0.01$).

4.TARTIŞMA

Cerrahi yoğun bakım ünitesinde yatan hastalarda bakım memnuniyetinin umutsuzluk düzeyine etkisini incelemek üzerine yapılan bu araştırmada bulgular literatür bilgisi ile tartışıldı.

Bu araştırmada, hemşirelik bakım memnuniyeti ölçeği puan ortalamaları ile yaş, cinsiyet, eğitim durumu, kronik hastalık durumu, daha önce yoğun bakımda yatma durumu ve yatış süresi ile arasında anlamlı bir ilişki bulundu (Çizelge 2). Araştırmada 19-75 yaş grubu hastaların newcastle hemşirelik bakım memnuniyeti ölçek puanı daha yüksek bulundu. Mir-Tabar ve ark. (2024) yaptığı çalışmada, yoğun bakımda yatan yaşlı hastaların bakım memnuniyet düzeyinin yüksek olduğunu bulmuştur. Rajabpour ve ark. (2019) yaptığı çalışmada, yaşlı hastaların daha fazla memnun olduğu saptanmıştır. Öztepe ve Kanan (2021) açık kalp ameliyatı geçiren hastalarla yaptığı çalışmada yaş ile bakım memnuniyeti arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Romero-García ve ark. (2019) yoğun bakımda yatan hastalarda yaptığı çalışmada, yaş ile memnuniyet düzeyi arasında ilişki olmadığı bulunmuştur. Araştırma bulgularımız literatürle farklılık göstermektedir. Sonuçların farklı görölmesinde hasta grupları arasındaki kültürel farklılığı, genel sağlık durumu ve hastanede yatış süresi ile ilgili olabilir. Genç ve orta yaş grubu hastalar sağlık profesyonelleri ile daha iyi iletişim kurarak bakım sürecine daha fazla katılabilir ve bu durum bakım memnuniyetini arttırabilir.

Araştırma sonunda erkek hastalarda bakım memnuniyetinin yüksek olduğu saptandı (Çizelge 2). Andemeskel ve ark. (2019) perioperatif anestezi bakımı ile hasta memnuniyet düzeyini belirlemek için yaptığı çalışmada erkek hastaların memnuniyet düzeyi daha yüksek bulunmuştur. Mir-Tabar ve ark. (2024) yaptığı çalışmada yoğun bakımda yatan kadın hastaların hemşirelik bakım memnuniyet düzeyinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Cinsiyet ile bakım memnuniyet düzeyleri arasındaki farklılığın nedeni olarak bireysel özelliklerin değişiklik göstermesi, hemşireler ile arasındaki iletişim, hemşirelik hizmetlerinin farklı verilmesi ve bakımın farklı değerlendirilmesi gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülebilir.

Araştırma sonunda okuryazar olmayan hastaların hemşirelik bakım memnuniyetinin düşük olduğu belirlendi (Çizelge 2). Goudarzi ve ark. (2021) yaptığı çalışmada yoğun bakımda yatan eğitim durumu yüksek olan hastaların bakım memnuniyet düzeyinin yüksek olduğu bulunmuştur. Kersu ve ark. (2020) cerrahi servislerde yatan hastalarla yaptığı çalışmada, eğitim durumu yüksek olan hastaların hemşirelik bakımına ilişkin memnuniyet düzeylerinin daha yüksek olduğu saptanmıştır. Eğitim durumu düşük olan hastaların kendini ifade etmekte zorlanması, iletişim sorunu yaşaması, güvenli bir ortamda olmadığını düşünmesi, bakım anında fiziksel ve psikolojik destek eksikliği gibi etkenler hastaların bakım memnuniyet düzeyini etkileyebilir. Bu etkenler nedeniyle eğitim durumu düşük olan hastalarda bakım memnuniyet düzeyinin daha az olacağı düşünölmektedir.

Araştırma sonunda kronik hastalığı olmayan hastalarda bakım memnuniyetinin yüksek olduğu saptandı (Çizelge 2). Araştırma bulgularından farklı olarak Özşaker ve ark. (2021) çalışmasında cerrahi kliniklerde yatan kronik hastalığı olan hastaların memnuniyet düzeyi yüksek bulunmuştur. Köseoğlu ve Seki (2020) cerrahi kliniklerde yatan hastalarla yaptığı çalışmasında kronik hastalık bulunma ile bakım memnuniyet düzeyi arasında anlamlı ilişki bulunmamıştır. Çalışma sonuçlarındaki bu farklılık hastaların hemşirelik bakımındaki beklentilerinden kaynaklı olabilir. Hastalara deneyimli hemşireler tarafından bakım verilmesi, hastane olanaklarının iyi olması, mahremiyete önem verilmesi, bakım anındaki eksikliklerin fark edilmesi ve ortadan kaldırılması hastaların beklentilerine örnek olarak verilebilir. Beklentisi karşılanan hastaların hemşirelik bakımından memnun olacağı düşünölmektedir.

Araştırma sonunda daha önce yoğun bakımda yatan hastalarda bakım memnuniyetinin düşük olduğu saptandı (Çizelge 2). Alan (2018), bir üniversitenin cerrahi kliniklerinde yatan

hastaların bakım memnuniyet düzeyini araştırmış ve daha önce hastanede yatmış hastaların memnuniyet düzeylerini daha düşük bulmuştur. Araştırma bulgularına göre bakım memnuniyet düzeyinin düşük olmasında hastaların geçmiş deneyimleri, hemşireler ile yaşadıkları olumsuzluklar, tekrar hastanede yatıyor olması, iyileşemeyeceğini düşünmesi, kurumsal farklılıklar, hasta merkezli bakımın olmaması ve bakım kalitesinin iyi olmaması gibi nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Araştırma sonunda yatış sürelerine göre 1-5 gün yatan hastaların bakım memnuniyeti yüksek bulundu (Çizelge 2). Goudarzi ve ark. (2021) yoğun bakım ünitesinde yatan hastalarla yaptığı çalışmada, bu araştırmanın bulguları ile benzer şekilde yatış süresi arttıkça hastaların hemşirelik bakım memnuniyet düzeyinin azaldığı sonucu bulunmuştur. Arslan ve Gürsoy (2021) cerrahi servislerde yatan hastalarla yaptığı çalışmasında yatış süresi uzun olan hastaların daha az memnun olduğunu bulmuştur. Yoğun bakımda uzun süre kalan hastaların yoğun bakım şartlarından (gürültü, refakatçi olmaması, yalnız kalması vb.) dolayı memnuniyet düzeyi olumsuz etkilenebilir.

Araştırmada beck umutsuzluk ölçeği puan ortalamaları ile yaş, cinsiyet, eğitim durumu, kronik hastalık durumu, yoğun bakımda bulunma nedeni, daha önce yoğun bakımda yatma durumu ve yatış süresi arasında anlamlı ilişki bulundu (Çizelge 2). Araştırmada yoğun bakımda yatan 76+ yaş grubu hastaların BUÖ puanı orta düzeyde olduğu bulundu. Özkan ve Ünver (2020) çalışmasında total kalça protezi ameliyatı olan hastaların yaş ile umutsuzluk puan ortalamaları arasında pozitif yönde bir ilişki olduğunu bulmuştur. Araştırma bulgularına göre ileri yaş grubu hastaların yaşam kalitelerinin düşük olması, fiziksel fonksiyonlarını yerine getirememesi, hastalıkla baş etme isteğinin azalması, hayattan beklentilerinin kalmaması ve iyileşemeyeceklerini düşünmesi umutsuzluğun daha fazla görülmesine neden olabilir.

Araştırma sonunda kadın hastaların BUÖ puanı orta düzeyde, erkek hastaların ise hafif düzeyde olduğu belirlendi (Çizelge 2). Karakaş ve ark. (2023) çalışmasında diyabet tanısı almış kadın hastaların daha fazla umutsuzluk yaşadığı bulunmuştur. Erdoğan ve ark. (2018) irritabl bağırsak sendromu tanısı olan hastalarla yaptığı çalışmada, cinsiyet ile umutsuzluk düzeyi arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Çalışma sonuçlarındaki farklılıkların, hastaların yaşadıkları psikolojik sorunlar, aldıkları sosyal destek düzeyi, çevresiyle olan iletişimlerinde yaşadığı zorluklar ve aileleriyle zaman geçirme sıklığı gibi etkenlerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir.

Araştırmada eğitim durumlarına göre okuryazar olmayan hastalarda BUÖ puanı orta düzeydeyken, okuryazar olan hastalarda bu düzeyin hafif olduğu belirlendi (Çizelge 2). Salık ve Sarıtaş (2021)'ın kalp yetmezliği tanısı olan hastalarla yaptığı çalışmada, okuryazar olmayan hastaların umutsuzluk düzeylerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Araştırma bulgularına göre eğitim seviyesi düşük hastaların hastalıkla ilgili araştırıcı ve sorgulayıcı davranışlar sergilememesi, iletişim sorunu yaşaması ve oluşabilecek sorunlar ile baş etmek istememesinden dolayı daha fazla umutsuzluk yaşadıkları düşünülmektedir.

Araştırma sonunda kronik hastalığı olan hastalarda BUÖ puanı orta düzeyde bulundu (Çizelge 2). Atan ve ark. (2020) çalışmasında kanser hastalarında umutsuzluk düzeyi araştırılmış ve kronik hastalığı olan hastaların umutsuzluğu yüksek bulunmuştur. Kronik hastalığı olan hastalarda daha fazla umutsuzluk görülmesinde ölüm korkusu, eskisi gibi sağlıklı

olamayacağı düşüncesi ve hastalığın daha da kötüleşeceğine inanması gibi nedenler etkili olabilir.

Araştırma sonunda travma nedeni ile yoğun bakımda yatan hastaların BUÖ puanı orta düzeydeyken, solunum problemi, dolaşım bozukluğu ve GİS sorunları nedeni ile yatan hastaların hafif düzeyde olduğu bulundu (Çizelge 2). Çalışkan (2018) hematoloji kliniklerinde tedavi gören hastalarla yaptığı çalışmasında hastalık tanısı ile umutsuzluk arasında anlamlı ilişki olmadığını belirlemiştir. Bunun örneklem gruplarındaki farklılıklardan kaynaklı olduğu söylenebilir. Hastaların yoğun bakım ihtiyacı yatış nedenine göre belirlenir ve travma bu nedenlerden biridir. Yoğun bakımda yatan hastaların hastalık için ilaç kullanma, hastalığı kabullenmeme durumu, hastalığa uyum sağlayamama ve belli kurallara uyma zorunluluğundan dolayı umutsuzluk daha fazla görülebilir.

Araştırmada daha önce yoğun bakımda yatan hastaların BUÖ puanı orta düzeyde bulundu (Çizelge 2). Çelik ve Enç (2021) 'in yaptığı çalışmada, daha önce yoğun bakım deneyimi olan hastaların umutsuzluk düzeylerinin yüksek olduğu bulunmuştur. Yoğun bakım ünitesinde makine sesleri, hemşirelerin sürekli hasta odalarına girmeleri, gece saatlerinde tedavi ve bakımın olması, ışıkların açık olması gibi durumlar hastaların yoğun bakım ünitesinde yaşadıkları olumsuz deneyimler olarak görülmektedir.

Araştırma sonunda yatış süresine göre 6 günden fazla yatan hastalarda BUÖ puanı orta düzeydeyken, 1-5 gün yatan hastalarda ise hafif düzeyde bulundu (Çizelge 2). Özkan ve Ünver (2020) total kalça protezi uygulanan hastalarla yaptığı çalışmada hastanede yatış süresi ile umutsuzluk arasında anlamlı ilişki olmadığını belirlemiştir. Hastaların yatış süreleri uzadıkça yeniden sağlıklı olamayacağına inanması, taburcu olamayacağını ve yoğun bakımda öleceğini düşünmesi, fiziksel ihtiyaçlarını karşılayamaması, yatağa bağımlı olması umutsuzluğunu arttıran etkenlerdir. Çalışma sonuçlarındaki farklılığın nedeni hemşirelerin hastalar ile iletişimi, hastaların korku ve endişelerini dinlemesi, sorunlara çözüm odaklı yaklaşması, güvenli ortamı sağlaması, hastayı fizyolojik ve psikolojik yönden değerlendirmesi, hastaların beklentilerine cevap vermesinden kaynaklı olabilir.

Araştırmada, cerrahi yoğun bakım ünitesinde yatan hastaların hemşirelik bakım memnuniyetinin orta düzeyde olduğu bulundu (Çizelge 3). Romero-García ve ark. (2019) çalışmasında yoğun bakımda yatan hastaların çok yüksek düzeyde memnun olduklarını bulmuştur. Mir-Tabar ve ark. (2024) çalışmasında yoğun bakımda yatan hastaların hemşirelik bakım memnuniyeti yüksek düzeyde bulunmuştur. Delgado-Hito ve ark. (2023) yaptığı çalışmada, hastaların yoğun bakım ünitesinde aldıkları hemşirelik bakımıyla ilgili memnuniyet düzeylerinin çok yüksek olduğu saptanmıştır. Araştırma bulguları ile benzer şekilde Köseoğlu ve Seki (2020)'nin genel cerrahi servislerde yatan hastalarla yaptığı çalışmada, hastaların hemşirelik bakımına yönelik memnuniyet düzeylerinin orta düzeyde olduğu saptanmıştır. Çalışma sonuçlarının farklılık göstermesinde araştırmanın yapıldığı ortam, bakımın kalitesi, hastane olanaklarının iyi olması, örneklem grubu, hemşire hasta ilişkisi gibi nedenlerin etkili olduğu söylenebilir.

Araştırmada yoğun bakımda yatan hastaların hafif düzeyde umutsuzluk yaşadıkları bulundu (Çizelge 3). Araştırma bulguları ile benzer şekilde Erdoğan ve ark. (2018) yaptığı çalışmada, hastaların umutsuzluk düzeylerinin hafif düzeyde olduğu bulunmuştur. Madani ve ark. (2018) kanser hastaları ile yaptığı çalışmasında umutsuzluğu hafif düzeyde bulmuştur. Yoğun bakımda yatan hastalarda hafif düzeyde umutsuzluğun görülmesinde, hastaların korku

ve endişelerinin giderilmesi, duygusal desteğin sağlanması, hastalığı hakkında bilgilendirilmesi, hastalıkla mücadelesinde destek olunması, mahremiyete önem verilmesi gibi nedenlerin etkili olduğu düşünülmektedir.

Cerrahi yoğun bakımda yatan hastaların hemşirelik bakım memnuniyeti ile umutsuzluk düzeyi arasında negatif yönlü, orta düzeyde bir ilişki olduğu, bakım memnuniyeti arttıkça umutsuzluk düzeyinin azaldığı bulundu (Çizelge 4). Yapılan hemşirelik girişimleriyle hastaların memnuniyet düzeyinin arttığı umutsuzluğun azaldığı söylenebilir. Yoğun bakımda yatan hastaların bakım sürecinde yaşadığı birçok olumsuzluğun hastaların memnuniyet düzeyini etkilediği düşünülmektedir. Gürültü, ışıkların sürekli açık kalması, yalnız kalma korkusu ve iyileşemeyeceğini düşünmesi gibi pek çok faktör olumsuz durumlara örnek olarak verilebilir. Bakım sürecinde yaşanan olumsuzluklar hastaları psikolojik yönden etkileyerek hastalarda umutsuzluğa yol açabilir. Hastaların yaşadıkları umutsuzluk durumundan çıkıp yaşama tekrar bağlanabilmeleri için bakım memnuniyet düzeyinin en üst seviyede tutulması gerektiği düşünülmektedir. Böylece bakım memnuniyet düzeyi yüksek olan hastalarda umutsuzluğun daha az görüleceği söylenebilir. Cerrahi yoğun bakım hastalarında bakım memnuniyeti ile umutsuzluk düzeyi arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Araştırmanın literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Tekin ve ark. (2020) acil yoğun bakım ünitesinde yatan hastalarla yaptığı çalışmada, hasta memnuniyeti ile kaygı düzeyi arasında anlamlı bir ilişki olmadığı bulunmuştur. Özyürek ve Göktaş (2021) çalışmasında acil ve elektif cerrahide hastaların hemşirelik bakım memnuniyeti ile anksiyete düzeyini değerlendirmiştir ve bakım memnuniyeti arttıkça anksiyete düzeyinin azaldığını bulmuştur. Hastaların yoğun bakım sürecinde yaşadığı zorluklar karşısında gergin olması, dikkat sorunu yaşaması, huzursuz ve endişe hali, kaygı ve korku hissi, karamsarlık içerisinde olması umutsuzluğa yol açabilir.

5.SONUÇ

Hastaların hemşirelik bakım memnuniyetinin orta düzeyde olduğu, umutsuzluğun hafif düzeyde olduğu bulundu. Hastaların bakım memnuniyeti arttıkça umutsuzluk düzeyinin azaldığı bulundu. Hastaların memnuniyetini arttıracak bakım hizmetinin sunulması ve umutsuzluğunu ortadan kaldıracak veya azaltacak hemşirelik bakımın planlanması, uygulanması önerilebilir.

KAYNAKÇA

- Akın, S., & Erdoğan, S. (2007). The Turkish version of the Newcastle Satisfaction with Nursing Care Scale used on medical and surgical patients. *Journal of Clinical Nursing*, 16(4), 646-653.
- Alan, H. (2018). Bir üniversite hastanesinde yatan hastaların hemşirelik hizmetlerinden memnuniyet düzeyleri. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 15 (2), 81-87.
- Andemeskel, Y. M., Elsholz, T., Gebreyohannes, G., & Tesfamariam, E. H. (2019). Patient satisfaction with peri-operative anesthesia care and associated factors at two National Referral Hospitals: a cross sectional study in Eritrea. *BMC Health Services Research*, 19(1), 669. <https://doi.org/10.1186/s12913-019-4499-x>

- Arslan, S., & Gürsoy, A. (2021). Hastaların hemşirelik bakım memnuniyetleri: Cerrahi hastalıkları örneği. *Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi*, 4(1), 21-28. <https://doi.org/10.38108/ouhcd.836914>
- Atan, G., Özer, Z., & Turan, G. B. (2020). Kanser hastalarında umutsuzluk ve manevi bakım algısının değerlendirilmesi. *Çağdaş Tıp Dergisi*, 10(2), 266-274.
- Bayındır, K.S., & Biçer S. (2019). Holistik hemşirelik bakımı. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 4(1), 25-9.
- Beck, A. T., Weissman, A., Lester, D., & Trexler, L. (1974). The measurement of pessimism: the hopelessness scale. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 42(6), 861.
- Çalışkan, B. B. (2018). Hematoloji hastalarının depresyon, umutsuzluk ve yaşam kalitelerinin değerlendirilmesi. *Tıp Bilimleri Dergisi*, 25-40.
- Çelik, M., & Enç, N. (2021). İmplant edilebilen kardiyoverter defibrilatör hastalarında algılanan sosyal destek ve umutsuzluk düzeyleri. *Kardiyovasküler Hemşirelik Dergisi*, 12(28), 110-119.
- Delgado-Hito, P., Alcalà-Jimenez, I., Martinez-Momblan, M. A., de la Cueva-Ariza, L., Adamuz-Tomás, J., Cuzco, C., Benito-Aracil, L., & Romero-García, M. (2023). Satisfaction of intensive care unit patients linked to clinical and organisational factors: A cross-sectional multicentre study. *Australian Critical Care*, 36(5), 716-722. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2022.10.013>.
- Durak, A., & Palabıyıkoglu, R. (1994). Beck umutsuzluk ölçeği geçerlilik çalışması. *Kriz Dergisi*, 2(2), 311-319.
- Erdoğan, Z., Kurcer, M. A., Budak, B., & Aydemir, S. (2018). İrritable bağırsak sendromlu hastalarda gastrointestinal semptomların umutsuzluk ve depresyon düzeyine etkisi. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 5(3), 353-359.
- Goudarzi, F., Pour, F. J., Hasanvand, S., Ebrahimzadeh, F., & Kvist, T. (2021). Patients' Satisfaction with Humane Care in Critical Care Units. *Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research*, 26(5), 455-461. https://doi.org/10.4103/ijnmr.IJNMR_88_20
- Gül, Z., Özmen, G.Ç., & Çilingir, D. (2021). Determining the level of satisfaction of patients in day surgery unit from nursing care. *Anatolian Journal of Health Research*, 2(2), 41-45.
- Karakaş, N., Aktura, S.Ç., Büyükbayram, Z., Evren, B., & Sarıtaş, S.Ç. (2023). Diyabetik hastalarda sosyal destek ile umutsuzluk düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi: Tanımlayıcı araştırma. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(2), 757-763
- Kersu, Ö., Boğa, S.M., Köşgeroğlu, N., Sayılan, A.A., İlter, G., & Baydemir, C. (2020). Cerrahi servislerinde yatan hastaların hemşirelik bakım kalitesi algılamaları ile memnuniyet durumları arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Koç Üniversitesi Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 17(1), 32-39.
- Köseoğlu, Ş., & Seki, Z. (2020). Genel cerrahi servisinde yatan hastaların batın ameliyatı sonrası hemşirelik bakımına ilişkin memnuniyet düzeylerinin belirlenmesi. *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi*, 24(2), 121-133.

- Madani, H., Pourmemari, M., Moghimi, M., & Rashvand, F. (2018). Hopelessness, perceived social support and their relationship in Iranian patients with cancer. *Asia-Pacific Journal of Oncology Nursing*, 5(3), 314-9
- Mir-Tabar, A., Pardo-Herrera, L., Goñi-Blanco, A., Martínez-Rodríguez, M. T., & Goñi-Viguria, R. (2024). Patient satisfaction with nursing care in an Intensive Care Unit measured through the Nursing Intensive-Care Satisfaction Scale (NICSS). *Enfermería Intensiva*, 35(3), 201–212. <https://doi.org/10.1016/j.enfie.2023.10.004>
- Nestler, N. (2019). Nursing care and outcome in surgical patients why do we have to care? *Innovative Surgical Sciences*, 4(4), 139-143.
- Özkan, Z. K., & Ünver, S. (2020). Total kalça protezi ameliyatı sonrası hastalarda umutsuzluk düzeyi ve etkileyen faktörler. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 17(1), 27-31.
- Özsoy, H., Çankaya, A., Van Giersbergen, M. Y., & Oruç, G. (2023). Cerrahi Hastalarının Bakım Algısı ve Mahremiyet Konusundaki Deneyimleri. *Yozgat Bozok Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 4(1), 22-31.
- Özşaker, E., Sevilmiş, H., Özcan, Y., & Samast, M. (2021). Nursing care perception and satisfaction levels of surgical patients. *Journal of Contemporary Medicine*, 11(1), 110-117
- Öztepe, K., & Kanan, N. (2021). Evaluation of nursing care satisfaction of patients who underwent open heart surgery. *Florence Nightingale Journal of Nursing*, 29(3), 285–293. <https://doi.org/10.5152/FNJN.2021.19164>
- Özyürek, H., & Göktaş, S. (2021). Acil ve elektif cerrahide hastaların anksiyete düzeylerinin ve hemşirelik bakım memnuniyetlerinin değerlendirilmesi. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, 3(2), 83-92. <https://doi.org/10.48071/sbuhemsirelik.936956>
- Rajabpour, S., Rayyani, M., & Mangolian Shahrabaki, P. (2019). The relationship between Iranian patients' perception of holistic care and satisfaction with nursing care. *BMC Nursing*, 18, 48. <https://doi.org/10.1186/s12912-019-0374-7>
- Romero-García, M., Delgado-Hito, P., de la Cueva-Ariza, L., Martínez-Momblan, M. A., Lluch-Canut, M. T., Trujols-Albet, J., Juvé-Udina, M. E., & Benito, L. (2019). Level of satisfaction of critical care patients regarding the nursing care received: Correlation with sociodemographic and clinical variables. *Australian Critical Care*, 32(6), 486–493. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2018.11.002>
- Salık, S., & Sarıtaş, S.Ç. (2021). Kalp yetersizlikli hastalarda yaşam kalitesi ve umutsuzluk düzeylerinin belirlenmesi. *Kardiyovasküler Hemşirelik Dergisi*, 12(29), 173-182
- Tekin, E., Özlü, İ., Çakmak, F., Bayramoğlu, A. (2020). Acil servis yoğun bakımda yatan hastaların memnuniyet ve kaygı düzeylerini etkileyen etmenlerin belirlenmesi. *Journal of Anatolia Nursing and Health Sciences*, 23(2), 277-86.
- Thomas, L.H., McColl, E., Priest, J., Bond, S., & Boys, R.J. (1996). Newcastle satisfaction with nursing scales: An instrument for quality assessments of nursing care. *Quality in Health Care*, 5(2), 67-72.

DENEYSSEL OLARAK PKOS OLUŞTURULAN SIÇANLARDA GELİŞEN İNSÜLİN DİRENCİNDE AGMATİNİN TERAPÖTİK ETKİLERİ

Doç. Dr. Damla BİNNETOĞLU¹, Ecz. Uğur ERMİS², Doç. Dr. Erdem TOKTAY³, Ecz. Ümit Şenol GÖKSU⁴, Doç. Dr. Hüseyin Fatih GÜL⁵

¹ Kafkas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, damlacetin.ertz@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-7041-7253

²Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, u.ermis@hotmail.com

ORCID ID: 0009-0007-6895-3456

³Kafkas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, erdemtoktay@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-0715-2707

⁴Kafkas Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, mrecz@hotmail.com

ORCID ID: 0009-0004-9438-8671

⁵Kafkas Üniversitesi, Tıp Fakültesi, fth_2323@hotmail.com

ORCID ID: 0000-0002-9828-1298

ÖZET

Bu çalışmada, deneysel olarak polikistik over sendromu (PKOS) oluşturulan dişi sıçanlarda gelişen insülin direncine (İD) karşı agmatinin olası tedavi edici etkileri araştırılmıştır. Çalışmada, 8–10 haftalık toplam 32 *Sprague Dawley* dişi sıçan kullanılmış ve dört grup oluşturulmuştur: Sağlıklı kontrol, PKOS, Metformin (300 mg/kg, oral) ve Agmatin (20 mg/kg, intraperitoneal). PKOS modeli, 21 gün boyunca %0,5 CMC içinde süspansiyon edilmiş 1 mg/kg letrozol uygulaması ile indüklenmiştir. 17–21. günlerde yapılan sitolojik değerlendirmede östrus fazının bozulması PKOS modelinin geliştiğini göstermiştir. Sağlıklı gruba yalnızca CMC ve salin uygulanırken, PKOS modeli oluşturulduktan sonra metformin ve agmatin tedavileri 15 gün süreyle verilmiştir (toplam 36 gün). Deney süresince vücut ağırlıkları haftalık olarak izlenmiş ayrıca OGTT (0., 30., 120. dk), serum insülin, HOMA-IR ve lipid profili (HDL-C, LDL-C, TG, TC) analiz edilmiştir. PKOS grubunda, sağlıklı gruba göre vücut ağırlıkları, glikoz, insülin, HOMA-IR, LDL-C, TG ve total kolesterol değerlerinde anlamlı artış, HDL-C düzeyinde azalma saptanmıştır ($p<0.05-0.001$). Metformin ve agmatin tedavileri bu parametrelerde belirgin iyileşme sağlamıştır. Agmatin, OGTT’de 120. dakika glikoz değerlerini düşürmüş, HOMA-IR’ı azaltarak insülin duyarlılığını artırmıştır. Ayrıca LDL-C, TG ve TC düzeylerini anlamlı biçimde düşürürken ($p<0.001$), HDL-C düzeyini yükseltmiştir. Bu etkiler genel olarak metformin ile benzer bulunmuş, ancak agmatin özellikle lipid profilini düzeltmede daha etkili olmuştur. Sonuç olarak, agmatin uygulaması letrozol ile indüklenen PKOS modelinde insülin direnci ve dislipidemi üzerinde iyileştirici etki göstermiştir. Bu bulgular, agmatinin PKOS’a bağlı metabolik bozukluklarda metforminle karşılaştırılabilir terapötik potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: PKOS, Agmatin, HOMA-IR, OGTT, Lipid Profili, Metformin

THERAPEUTIC EFFECTS OF AGMATINE AGAINST INSULIN RESISTANCE DEVELOPED IN FEMALE RATS WITH EXPERIMENTALLY INDUCED POLYCYSTIC OVARY SYNDROME

ABSTRACT

This study investigated the potential therapeutic effects of agmatine against insulin resistance (IR) developed in female rats with experimentally induced polycystic ovary syndrome (PCOS). A total of 32 female *Sprague Dawley* rats aged 8–10 weeks were used and divided into four groups: Healthy control, PCOS, Metformin (300 mg/kg, oral), and Agmatine (20 mg/kg, intraperitoneal). The PCOS model was induced by the oral administration of 1 mg/kg letrozole suspended in 0.5% carboxymethylcellulose (CMC) for 21 days. Cytological evaluation between days 17–21 showed disruption of the estrous phase, confirming the successful induction of the PCOS model. While the healthy group received only CMC and saline, metformin and agmatine treatments were administered for 15 days following model induction (total duration: 36 days). During the experiment, body weights were monitored weekly, and OGTT (0, 30, 120 min), serum insulin, HOMA-IR, and lipid profile (HDL-C, LDL-C, TG, TC) were analyzed. Compared with the healthy group, the PCOS group showed significant increases in body weight, glucose, insulin, HOMA-IR, LDL-C, TG, and total cholesterol, while HDL-C levels were decreased ($p < 0.05$ – 0.001). Both metformin and agmatine treatments significantly improved these parameters. Agmatine reduced 120-minute OGTT glucose levels and decreased HOMA-IR, indicating improved insulin sensitivity. It also significantly reduced LDL-C, TG, and TC levels ($p < 0.001$) and elevated HDL-C levels. These effects were generally comparable to those of metformin; however, agmatine exhibited a stronger improvement in lipid profile. In conclusion, agmatine administration demonstrated ameliorative effects on insulin resistance and dyslipidemia in the letrozole-induced PCOS model. These findings suggest that agmatine may possess therapeutic potential comparable to metformin in the management of metabolic disorders associated with PCOS.

Keywords: PCOS, Agmatine, HOMA-IR, OGTT, Lipid Profile, Metformin

YÖK TEZ VERİ TABANINDAKİ AFET VE ÇOCUK KONULU TEZLERİN META-DEĞERLENDİRMESİ

Öğr. Gör. Fulya SAĞ KARA^{1,2}

¹Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Gölhisar Sağlık Hizmetleri MYO, ²Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Afet Tıbbı ABD, Doktora Öğrencisi
fulyasag32@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8279-1536>

Doğa kaynaklı afetler, etkilerinin önceden tam olarak öngörülemediği ve çoğu zaman ciddi can ve mal kayıplarına yol açan olaylardır. Çocuklar, afetlerden en fazla etkilenen savunmasız gruplar arasında yer almaktadır. Afet sonrası süreçte çocuklar; yetersiz barınma koşulları, olumsuz sosyal çevre, sınırlı eğitim olanakları ve sosyal destek eksikliği gibi nedenlerle kısa ve uzun vadeli psikososyal sorunlar yaşayabilmektedir. Bu bağlamda, afetlerin çocuklar üzerindeki etkilerinin akademik düzeyde incelenmesi ve değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, Türkiye’de doğa kaynaklı afetler ve çocuk ilişkisini ele alan lisansüstü tezleri betimsel içerik analizi yöntemiyle incelemeyi amaçlamaktadır. YÖK Tez Veri Tabanı’ndan elde edilen toplam 9 tez sistematik biçimde analiz edilerek meta-değerlendirme yaklaşımıyla yorumlanmıştır. Bulgular, son yıllarda afet ve çocuk konusuna artan akademik ilgiyi, nicel yöntemlerin öncelikli tercih edildiğini ve araştırmaların farklı disiplinlerde yürütüldüğünü göstermektedir. Çalışma, çocukların afet süreçlerinde yalnızca korunması gereken bireyler değil, psikososyal destek, eğitim, mekânsal planlama ve afet yönetiminde aktif paydaşlar olarak değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymakta; bu doğrultuda disiplinlerarası araştırmaların önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Afet, afet yönetimi, betimsel içerik analizi, çocuk, meta değerlendirme, savunmasız gruplar

ABSTRACT

Natural hazards are events whose impacts cannot be fully predicted and often result in significant loss of life and property. Children are among the most vulnerable groups affected by such disasters. In post-disaster contexts, children may experience short- and long-term psychosocial problems due to inadequate shelter, adverse social environments, limited educational opportunities, and lack of social support. In this context, it is crucial to academically examine and evaluate the effects of disasters on children. This study aims to analyze graduate theses in Turkey that address the relationship between natural hazards and children using a

descriptive content analysis method. A total of nine theses obtained from the Higher Education Council (YÖK) Thesis Database were systematically analyzed and interpreted using a meta-evaluation approach. The findings indicate an increasing academic interest in disaster and child-related studies in recent years, a predominance of quantitative research methods, and that studies have been conducted across various disciplines. The study highlights that children should not be regarded merely as individuals to be protected during disasters but as active stakeholders in psychosocial support, education, spatial planning, and disaster management. Accordingly, the importance of interdisciplinary research in this field is emphasized.

Keywords: Disaster, disaster management, descriptive content analysis, children, meta-evaluation, vulnerable groups

Giriş

Doğa kaynaklı afetler, ne zaman ve hangi bölgede etkili olacakları önceden tahmin edilemeyen; genellikle büyük can ve mal kayıplarına yol açabilen tehlikelerdir. Hem dünya genelinde hem de Türkiye’de her yıl farklı türde doğal afetler yaşanmakta ve bu afetlerin toplumlar üzerindeki etkileri gözlemlenmektedir. Çocuklar ve ergenler, afetlerden en çok etkilenen ve savunmasız gruplar arasında yer almaktadır (Karabulut ve Bekler, 2019).

Afetlerden kurtulan çocuklar, yetersiz barınma koşulları, olumsuz sosyal koşullar, sınırlı eğitim olanakları ve özellikle ailelerinden ayrı kalmaları nedeniyle kısa ve uzun vadeli etkilerle karşılaşabilmektedir. Aile desteğinin eksikliği ve yerleşim sorunları, çocukların yaşam ve gelişim süreçleri açısından hayati öneme sahiptir. Aile üyelerinin kaybı, çocukların bakım, destek ve eğitim süreçlerini olumsuz yönde etkileyerek hem tıbbi hem de sosyal açıdan riskler oluşturur (Canpolat, Saygılı ve Sever, 2023).

Peek (2008), çocukların afetlere karşı savunmasızlığını üç başlık altında sınıflandırmıştır:

- Psikolojik kırılganlık: TSSB, depresyon, endişe, duygusal bozukluklar, uyku bozuklukları, somatik şikâyetler ve davranış bozuklukları.
- Fiziksel kırılganlık: Ölüm, yaralanma, hastalık, sağlık sorunları, ısı stresi, yetersiz beslenme, fiziksel ve cinsel istismar.
- Eğitimle ilgili kırılganlık: Okulu kaçırma, akademik başarının düşmesi, gecikmiş ilerleme ve eğitimin tamamlanamaması.

Çocukların fiziksel ve psikolojik olarak daha savunmasız olmaları, afetlerden etkilenme düzeylerini artırmaktadır. Türkiye’de yürütülen afet yönetim planları ise çocukların tüm ihtiyaçlarını karşılamada yeterli değildir (Limoncu ve Atmaca, 2018). Ayrıca, Türkiye’de afet ve çocuk ilişkisini ele alan lisansüstü tez sayısının sınırlı olması, alanda önemli bir araştırma boşluğunu ortaya koymaktadır.

Bu nedenle afet ve çocuk ilişkisi, akademik ve toplumsal açıdan önem taşımasının yanı sıra, disiplinlerarası bakış açılarıyla daha fazla araştırılması gereken bir konudur. Bu çalışma, Türkiye’de doğa kaynaklı afetler ve çocuk ilişkisine odaklanan akademik üretimi ortaya koymak amacıyla, Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Tez Veri Tabanı’nda yer alan lisansüstü tezlerin betimsel içerik analizi yöntemiyle incelenmesini amaçlamaktadır.

Mevcut çalışmaların derinlemesine incelenmesi, bu alanın gelişimi açısından gereklidir. Bu bağlamda, sınırlı sayıdaki lisansüstü tezin sistematik olarak analiz edilmesiyle alandaki eğilimlerin belirlenmesi, konunun önemi ve gelecekte yapılacak araştırmalara yön verecek bulguların ortaya konması hedeflenmektedir. Bu amaç doğrultusunda, çalışmada aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

- Afet ve çocuk konulu lisansüstü tezlerinin yıllara göre dağılımları nasıldır?
- Afet ve çocuk konulu tezlerde kullanılan araştırma yöntemlerinin (nicel/nitel) dağılımları nasıldır?
- Bu tezlerin akademik alanlara ve disiplinlere göre dağılımları nasıldır?
- Afet ve çocuk konulu tezlerin temel temaları ve içerikleri nelerdir?
- Çocuk ve afet ilişkisine yönelik tezlerde uygulanan veri toplama araçları ve yöntemler nelerdir?
- Tezlerde incelenen örneklem veya çalışma birimlerinin özellikleri nelerdir (yaş, bölge, cinsiyet vb.)?

Yöntem

Araştırma Yöntemi

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden betimsel içerik analizi kullanılmıştır. Betimsel içerik analizi, belirli bir alandaki bağımsız nitel ve nicel çalışmaların sistematik olarak incelenip sınıflandırılması ve genel eğilimlerin ortaya konması sürecini ifade eder (Ültay, Akyurt & Ültay, 2021). Çalışmada ele alınan lisansüstü tezler önce betimsel analiz yoluyla incelenmiş, ardından meta değerlendirme yöntemiyle yorumlanarak bulgular oluşturulmuştur. Literatürde meta değerlendirme ve meta analiz kavramları sıklıkla birbirine karıştırılmaktadır. Meta analiz, sayısal veriler üzerinden yürütülürken, meta değerlendirme nitel bir yaklaşım benimseyerek çalışmaların içerik ve eğilimlerini analiz etmeye odaklanır (Scriven, 2009).

Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, Türkiye’de tamamlanmış lisansüstü tezlerin kapsamlı ve güvenilir bir arşivi olan YÖK Tez Veri Tabanı’ndan elde edilen “afet ve çocuk” temalı çalışmalar oluşturmaktadır. Toplam 12 lisansüstü tez tespit edilmiş, 3 çalışma kapsam dışı bırakıldığından örneklem grubunu 9 tez oluşturmuştur.

Verilerin Toplanması ve Analizi

Veriler, YÖK Tez Veri Tabanı’ndan alınmıştır. Veri toplama sürecinde, çizelge 1’de belirtilen anahtar kelimeler kullanılmış ve herhangi bir tarih sınırlaması uygulanmamıştır.

Çizelge 1. Veri Toplama Sürecinde Kullanılan Anahtar Kelimeler

Aranan Kelimeler	Tez Sayısı	Aranan Kelimeler	Tez Sayısı
Afet (tez adı) ve çocuk (tez adı)	6	Kuraklık (tez adı) ve çocuk (tez adı)	0
Deprem (tez adı) ve çocuk (tez adı)	3	Fırtına (tez adı) ve çocuk (tez adı)	0
Sel (tez adı) ve çocuk (tez adı)	0	Kasırğa (tez adı) ve çocuk (tez adı)	0
Yangın (tez adı) ve çocuk (tez adı)	0	Heyelan (tez adı) ve çocuk (tez adı)	0
Taşkın (tez adı) ve çocuk (tez adı)	0	TOPLAM	9

Veri toplama süreci aşağıdaki adımlardan oluşmuştur:

- Birinci Adım: YÖK Tez Veri Tabanı’ndan, çizelge 1’de belirtilen anahtar kelimeler kullanılarak “afet ve çocuk” temalı tezler aratılmıştır.
- İkinci Adım: 16 Ekim 2025 itibariyle erişilebilir olan toplam 9 lisansüstü tez belirlenmiştir.
- Üçüncü Adım: Seçilen tezler önce betimsel içerik analizi yöntemiyle sistematik olarak incelenmiş, ardından meta değerlendirme yaklaşımıyla yorumlanmıştır.

Sınırlılıklar

Araştırma, 15 Ekim 2025 tarihine kadar YÖK Tez Veri Tabanı'nda yer alan ve yöntem kısmında belirtilen arama kriterlerine uygun, doğa kaynaklı afetler ile çocuk ilişkisini inceleyen lisansüstü tezlerle sınırlandırılmıştır.

BULGULAR

Bu çalışmada, “afet ve çocuk” konulu lisansüstü tezlerin çeşitli boyutlarda analizine yer verilmiştir. Analiz kapsamında tezlerin yıllara göre dağılımları, kullanılan araştırma yöntemleri, temel bilgiler, tema ve içerik analizleri ile akademik alan dağılımları değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım, alandaki akademik eğilimleri, araştırma boşluklarını ve literatürdeki örüntüleri ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bulgular beş başlık altında sunulmuştur.

1. Tezlerin Yıllara Göre Dağılımı

İncelenen tezlerin yıllara göre dağılımları aşağıda çizelge 2’de gösterilmektedir.

Çizelge 2. Tezlerin Yıllara Göre Dağılımı

Yıl	Frekans (n)	Yüzde (%)
2000	1	11,1
2023	1	11,1
2024	3	33,3
2025	4	44,4
Toplam	9	100

Kaynak: YÖK-Tez veri tabanında yer alan lisansüstü tezlerden derlenmiştir
(<https://tez.yok.gov.tr>)

Çizelge 2 incelendiğinde, afet ve çocuk ilişkisine yönelik akademik ilginin özellikle son yıllarda belirgin şekilde arttığı görülmektedir. 2000 ve 2023 yıllarında yalnızca 1'er tez bulunurken, 2024 ve 2025 yıllarında tez sayısında dikkate değer bir artış gözlenmiştir. Bu durum, konunun güncelliği ve toplumsal farkındalık ile akademik dünyada daha fazla ele alınmaya başlandığını göstermektedir. Özellikle 2023 Kahramanmaraş depremleri gibi büyük çaplı afetlerin, akademik araştırmaları doğrudan etkilediği düşünülmektedir.

2. Tezlerde Kullanılan Araştırma Yöntemleri

İncelenen tezlerde kullanılan araştırma yöntemleri çizelge 3'te gösterilmiştir.

Çizelge 3: Tezlerde Kullanılan Araştırma Yöntemleri

Kullanılan Yöntemler	Frekans (n)	Yüzde (%)
Nicel Yöntem	6	66,7
Nitel Yöntem	3	33,3
TOPLAM	9	100

Kaynak: YÖK-Tez veri tabanında yer alan lisansüstü tezlerden derlenmiştir (<https://tez.yok.gov.tr>)

Çizelge 3'e göre, afet ve çocuk ilişkisini ele alan tezlerde en çok tercih edilen yöntem nicel araştırmalardır. Bu durum, alandaki akademik çalışmaların büyük ölçüde ölçülebilir verilere dayandığını ve istatistiksel analizlerin öne çıktığını göstermektedir. Ancak afetlerin çocuklar üzerindeki etkilerinin derinlemesine anlaşılması için nitel araştırmalara da ihtiyaç vardır.

3. Çocuk ve Afet Konulu Tezler

İncelenen tezlerde kuramsal çerçeveyi belirlemek amacıyla, tezlerin başlıkları ve temel bilgileri çizelge 4'te özetlenmiştir.

Çizelge 4. Tez Başlıkları ve Temel Bilgiler

No	Yıl	Tez Başlığı	Tez Türü	Üniversite
	2020	Çocuk merkezli afet yönetiminde acil yardım müdahale personellerinin travma bilgi düzeyleri	Yüksek Lisans	Bezm-i Alem Vakıf Üniversitesi / Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Afet Yönetimi Ana Bilim Dalı
	2023	Afet eylem planlarında çocuk hakları ve afet parkları	Yüksek Lisans	İstanbul Teknik Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Peyzaj Mimarlığı Ana Bilim Dalı / Peyzaj Mimarlığı Bilim Dalı
	2024	Afet sonrası çocuk ve genç kullanımına yönelik alanların üretiminde kurumsal organizasyon ve yönetim: 6 Şubat 2023 depremleri Hatay örneği	Yüksek Lisans	İstanbul Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü / Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı / Yerel Yönetimler, Kent ve Çevre Çalışmaları Bilim Dalı
	2024	Doğal afet konulu resimli çocuk kitaplarının incelenmesi	Yüksek Lisans	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Temel Eğitim Ana Bilim Dalı / Okul Öncesi Eğitimi Bilim Dalı
	2024	Tematik çocuk kanallarında yer alan çizgi filmlerde doğal afet unsurlarının analizi	Yüksek Lisans	Eğitim ve Öğretim = Education and Training; Radyo-Televizyon = Radio and Television
	2025	Depremden etkilenen kadınların deprem sonrası travma ve belirsizliğe tahammülsüzlük düzeylerine Yüksek Lisans göre çocuk sahibi olma isteklerinin incelenmesi	Yüksek Lisans	Çağ Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü / Psikoloji Ana Bilim Dalı
	2025	Deprem sahasında 4-6 yaş çocuklarla grup Theraplay uygulaması: Ebeveyn-çocuk ilişkisi ve çocuğun sosyal beceri ve davranışları üzerine etkisi	Yüksek Lisans	Işık Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Psikoloji Ana Bilim Dalı / Klinik Psikoloji Bilim Dalı
	2025	Depreme maruz kalmış ve kalmamış ilkökul öğrencilerinin deprem ve sosyal hayat algısının çocuk resimleri ile incelenmesi	Yüksek Lisans	Ondokuz Mayıs Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Güzel Sanatlar Eğitimi Ana Bilim Dalı / Resim-İş Eğitimi Bilim Dalı
	2025	Kırılgan kentlerde çocuk olmak ve çocuk odaklı afet yönetimi	Yüksek Lisans	Konya Teknik Üniversitesi / Lisansüstü Eğitim Enstitüsü / Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı

Kaynak: YÖK-Tez veri tabanında yer alan lisansüstü tezlerden derlenmiştir (<https://tez.yok.gov.tr>)

İncelenen tezler, çocuk ve afet ilişkisini psikolojik, eğitsel, mekânsal ve yönetsel açıdan ele alarak disiplinlerarası bir yaklaşım geliştirmiştir. Özellikle 6 Şubat 2023 depremleri sonrası, çocuk odaklı afet yönetimi ve psikosozyal destek konularında akademik yoğunlaşma gözlenmiştir.

4. Çocuk ve Afet Konulu Tezlerin Tema ve İçerik Analizi

Çizelge 5. Tezlerin tema ve içerik analizi

Tema	İçeriklerinin Analizi
Deprem Sonrası Psikosozyal Etkiler ve Kadın Sağlığı	Dehşet Yönetimi Teorisi çerçevesinde, 6 Şubat 2023 depremleri sonrası kadınların travma ve belirsizliğe tahammülsüzlük düzeylerinin çocuk sahibi olma istekleri üzerindeki etkisi; 402 kadın üzerinde anket ve ölçekler ile veri toplanmış, eğitim düzeyi ve travma etkileri analiz edilmiş; sonuçlar çocuk sahibi olma isteğinin travma düzeyi arttıkça azaldığını göstermiştir.
Psikosozyal Müdahale / Oyun Terapisi	Depremden etkilenmiş 48-72 aylık çocuklarla gerçekleştirilen bu çalışmada, grup Theraplay oyun terapisinin çocukların ebeveyn-çocuk ilişkisi, sosyal beceri ve davranışları üzerindeki etkisi incelenmiştir; çalışma Malatya'daki konteyner kentlerde yaşayan 137 çocuk ile yürütülmüştür; veri çocukların annelerinden toplanmıştır.
Deprem ve sosyal hayat algısı	Depreme maruz kalmış ve kalmamış ilkokul öğrencilerinin deprem ve sosyal hayat algısının çocuk resimleri ile incelenmesi; araştırma Samsun ve Hatay'daki okullarda 341 öğrenci ile yürütülmüş; veri toplama araçları olarak katılımcı gözlem, içerik analizi, resim ve alan notları kullanılmıştır.
Çocuk Odaklı Afet Yönetimi / Mekânsal ve Psikosozyal Gereksinimler	6 Şubat 2023 depremini Hatay ilinde yaşamış çocukların ihtiyaçlarını, süreçte ne yaşadıklarını ve nasıl etkilendiklerini anlamak; çocuklar için afet öncesi ve sonrası yapılması gerekenleri içeren bir çocuk merkezli afet yönetim planı rehberi oluşturmak; 6-18 yaş grubunda 390 çocuk ile anket görüşmeleri ve gözlemler yapılmıştır; fiziksel, mekânsal ve psikolojik gereksinimler araştırılmıştır.
Eğitim ve Afet Bilinci / Medya Analizi	Tematik çocuk kanallarında yayınlanan çizgi filmlerde doğal afet unsurlarının incelenmesi; Cartoon Network, Disney Channel, TRT Çocuk, Minika GO ve Minika Çocuk kanalları üzerinden 703 bölüm analiz edilmiştir; doğal afet unsurlarının görsel ve işitsel olarak sunumu ve sıklığı araştırılmıştır.

Eğitim ve Afet Bilinci / Çocuk Kitapları	Okul öncesi dönem çocukları için hazırlanmış doğal afet konulu resimli çocuk kitaplarının incelenmesi; 20 kitap içerik, fiziksel özellik, resimlendirme, olay örgüsü ve dil başlıkları altında değerlendirilmiştir; amaç çocuklarda doğal afet farkındalığı ve bilinç kazandırmaktır.
Çocuk Odaklı Afet Yönetimi / Mekânsal Planlama	Afetlerden en çok etkilenen çocukların afet sonrası normalleşmeleri için çocuk kullanımlı müstakil ve komplike alanların oluşturulması; afet yönetimi süreçlerinde kurumların rolü ve politikalar; 6 Şubat 2023 depremleri sonrası Hatay'da afet sonrası çocuk ve genç kullanımı için alanların incelenmesi.
Çocuk Hakları ve Afet / Oyun ve Mekânsal Planlama	Afet nedeniyle oyun alanlarından mahrum kalan çocukların sosyal hayat ve oyun alanlarına erişimlerinin değerlendirilmesi; 6 Şubat Kahramanmaraş depremi özelinde afet eylem planlarında çocuğun oyuna erişimi; afet parkları kriterlerinin belirlenmesi ve yerel yönetimler perspektifiyle öneriler geliştirilmesi.
Çocuk Odaklı Afet Yönetimi / Acil Müdahale Personeli	İstanbul 112 acil yardım müdahale personellerinin çocuk travma bilgi düzeylerinin tanımlayıcı olarak incelenmesi; 400 personel ile anket uygulaması; pediyatrik travma müdahale bilgisi ve demografik özelliklerin değerlendirilmesi.

Kaynak: YÖK-Tez veri tabanında yer alan lisansüstü tezlerden derlenmiştir
(<https://tez.yok.gov.tr>)

Analizler, Türkiye'deki çocuk ve afet odaklı tezlerin disiplinlerarası bir yaklaşım benimsediğini göstermektedir. Çocuklar, afet süreçlerinde yalnızca korunacak bireyler değil, aynı zamanda sosyal, psikolojik ve mekânsal planlamalarda aktif paydaş olarak ele alınmaktadır.

5. Tezlerin Konu Türü/ Alanları

İncelenen tezlerde konu türleri ve alanlar çizelge 6'da gösterilmiştir.

Çizelge 6. Tezlerin Konu Türü ve Alanları

Konu Türü/Alan	Frekans (n)	Konu Türü/Alan	Frekans (n)
Psikoloji = Psychology	2	Radyo-Televizyon = Radio and Television	1
Eğitim ve Öğretim = Education and Training	5	Kamu Yönetimi = Public Administration	1
Güzel Sanatlar = Fine Arts	1	Peyzaj Mimarlığı = Landscape Architecture	1
Şehircilik ve Bölge Planlama = Urban and Regional Planning	1	İlk ve Acil Yardım = Emergency and First Aid	1

Kaynak: YÖK-Tez veri tabanında yer alan lisansüstü tezlerden derlenmiştir (<https://tez.yok.gov.tr>)

Çizelge 6'ya göre, afet ve çocuk ilişkisini ele alan tezler farklı akademik alanlara yayılmıştır. En yüksek oran Eğitim ve Öğretim (%55,5) ve Psikoloji (%22,2) alanlarına aittir. Bu durum, çocukların afet süreçlerindeki psikolojik ve eğitsel etkilenimlerini anlamak açısından bu alanların öne çıktığını göstermektedir. Diğer alanlar ise disiplinlerarası yaklaşımın önemini vurgulamaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, Türkiye'de doğa kaynaklı afetler ve çocuk ilişkisini ele alan lisansüstü tezlerin meta-değerlendirmesine dayanmaktadır. Bulgular, özellikle 2024–2025 yıllarında akademik ilginin arttığını, ancak sayısal olarak yeterli araştırma yapılmadığını göstermektedir. Tezlerde nicel yöntemler (%66,7) ağırlıklı kullanılırken, nitel çalışmalar sınırlıdır; bu durum, çocukların afet deneyimlerinin duygusal ve sosyal boyutlarının yeterince incelenmediğini ortaya koymaktadır. Disiplinlerarası dağılım, Eğitim ve Psikoloji alanlarının ön planda olduğunu, diğer alanlarda ise tekil çalışmalar bulunduğunu göstermektedir. Bu bulgular, alanda daha fazla nitel ve disiplinlerarası araştırmaya ihtiyaç olduğunu işaret etmektedir.

Tema analizleri, afet ve çocuk ilişkisine yönelik çalışmaların büyük ölçüde deprem odaklı olduğunu ortaya koymaktadır. Psikososyal etkiler, çocuk odaklı afet yönetimi, eğitim ve medya

analizleri, mekânsal planlama ve çocuk hakları gibi alanlarda yürütülen çalışmalar, çocukların afet süreçlerinde yalnızca korunacak bireyler değil, aynı zamanda aktif paydaşlar olarak ele alınması gerekliliğini vurgulamaktadır.

Çocukların fiziksel ve fizyolojik yapıları gereği afetler ve travmatik olaylardan daha fazla etkilenmekte; yaşadıkları ruhsal etkiler ise uzun vadede psikososyal gelişimlerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Endonezya'daki heyelan afetinden sonra çocukların duygusal tepkilerini incelemek amacıyla yapılan bir araştırmada, afetten etkilenen çocukların şok, üzüntü, korku, kaygı, endişe ve güçsüzlük duyguları yaşadıkları; bu duygusal tepkilerin ise çocukların ruh sağlığını ve akademik başarılarını olumsuz etkilediği saptanmıştır (Niman, Mustikasari ve Barus, 2023). Benzer şekilde Endonezya'daki sel afetinde çocukların yaşadıkları deneyimleri incelemek amacıyla yapılan araştırmada, sel bölgelerinde yaşayan çocukların tekrarlayan sel olaylarını her yağmur mevsiminde tekrarlanan, değiştirilemez ve rahatsız edici bir deneyim olarak algıladıkları tespit edilmiştir. Çalışmada, selin çocuklar için stres kaynağı olduğu, bu durumun psikososyal sorunlara yol açtığı ve çocukların bu sorunlarla tek başlarına başa çıkmakta zorlandıkları saptanmıştır. Bu nedenle, sel bölgelerinde yaşayan çocuklara yönelik psikososyal müdahale ve ruh sağlığı desteği programlarının uygulanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (Niman ve ark., 2024).

2015 yılı Nepal depremlerinden etkilenen sekiz milyon kişinin yaklaşık 3,2 milyonunu çocuklar oluşturmaktadır. Çocukların yaşlarının küçük olması, onların bu tür yıkıcı afetlerin ardından farklı deneyimler yaşamalarına, özel hassasiyetler ve ihtiyaçlar taşımalarına neden olmaktadır. Ancak bu durumlar çoğu zaman göz ardı edilmektedir. Çocukların büyük bir kısmı, insani gelişme endeksi ülke ortalamasının altında olan ve dezavantajlı sosyal grupların yoğunlukta bulunduğu bölgelerden gelmektedir. Bu etkenlerin bir araya gelmesi, birçok çocuk ve ergeni belirsiz ve zor bir gelecekle karşı karşıya bırakmaktadır (Plan International vd. 2015).

Afetlerin sıklığı ve şiddetinin artması, hamile kadınlar ve yenidoğanlar için de önemli bir risk oluşturmaktadır. Brezilya'da yapılan bir araştırma, Katrina Kasırgası döneminde doğan bebeklerde düşük doğum ağırlığı ve fetal ölüm oranlarının arttığını göstermiştir. Bu bulgular, afetlerin özellikle genç ve sosyoekonomik açıdan dezavantajlı anneler üzerinde ciddi sağlık etkileri yarattığını ortaya koymaktadır (de Oliveira, Lee & Quintana-Domeque, 2023).

Afetler ve krizler, çocukların psikolojik, duygusal ve fiziksel gelişimini kısa ve uzun vadede olumsuz etkileyebilir; bu nedenle, çocuklarla çalışan herkes—özellikle hekimler—bu durumlara hazırlıklı olmalı ve çocukların yaşadıkları anlamalarına, başa çıkma becerilerini geliştirmelerine destek olmalıdır (American Academy of Pediatrics, 2025). Çocukların etkilenmesini en aza indirmek için önerilen önlemler şunlardır: 1. *zamanında triyaj ve sevk*: Afet sonrası çocukların yaşadığı sıkıntılar her zaman belli olmayabilir. Uzmanlar, çocukların ve ailelerin streslerini değerlendirip risk altındaki çocukları yönlendirmeli; ebeveynler, mümkünse süreçte çocukların yanında bulunmalıdır (Schonfeld ve Demaria, 2015). 2. *psikolojik ilk yardım*: Afet sonrası temel ihtiyaçlar sağlanmalı, çocukların endişeleri dinlenmeli,

sosyal destek ağlarına bağlanmaları desteklenmeli ve medyadaki şiddet içeriklerinden korunmaları sağlanmalıdır; ayrıca afetin kendi hataları olmadığını anlamalarına yardımcı olunmalıdır (American Academy of Pediatrics, 2023; Bilir ve ark., 2023). 3. *kayıp ve yas sürecine uyum*: Yakın kaybı yaşayan çocuklara rehberlik edilmeli, yas sürecine uygun katılım ve toplumsal destek sağlanmalıdır (American Academy of Pediatrics, 2023). 4. *çocuk çalışanlarını desteklemek*: Çocuk sağlığı çalışanları, ikincil travmaya karşı esnek rutinler oluşturmalı, kendilerini izlemeli, stres yönetimi uygulamalı, şefkat yorgunluğunu azaltmalı ve profesyonel ile sosyal desteklerden yararlanmalıdır. 5. *eğitim ve kapasite geliştirme*: Türkiye’de çocukların tüm ihtiyaçlarını karşılayacak, çocuk odaklı afet yönetim planları geliştirilmelidir (Limoncu ve Atmaca, 2018).

Sonuç olarak, çocukların afet yönetim sürecine entegre edilmesi, güçlü ve dayanıklı bir toplumun oluşumu açısından oldukça önemlidir. Bu nedenle, bu alanda akademik çalışmaların artırılması, çocukların afetlere maruziyetlerinin daha iyi anlaşılmasını ve etkili müdahale stratejilerinin geliştirilmesine önemli katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- [1] American Academy of Pediatrics. (2023). Helping Children Cope and Adjust After a Disaster. <https://www.aap.org/en/> (Erişim Tarihi: 20.10.2025)
- [2] American Academy of Pediatrics. (2025). Helping Children Cope and Adjust After a Disaster. <https://www.aap.org/en/> (Erişim Tarihi: 20.10.2025)
- [3] Bilir, M., Güneşligün, G., Ünlü Çeber, Ç., Toyar, E., Öztürk, E. ve Şahin, M. (Ed.) (2023). Psikososyal Destek Çalışmalarında Afet Döneminde Çocuklara Yaklaşım Rehberi. Çocuk Hizmetleri Genel Müdürlüğü. www.aile.gov.tr (Erişim Tarihi: 24.10.2025)
- [4] Canpolat, N, Saygılı, S. ve Sever, L. Earthquake in Turkey: disasters and children. Turk Arch Pediatr, 58(2):119-121, 2023. Doi:10.5152/TurkArchPediatr.2023.160222.
- [5] de Oliveira, V. H., Lee, I., Quintana-Domeque, C. Natural disasters and early human development: Hurricane Catarina and infant health in Brazil. Journal of Human Resources, 58(3), 819-851, 2023.
- [6] Karabulut, D. ve Bekler, T. Doğal afetlerin çocuklar ve ergenler üzerindeki etkileri. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 5(2): 368-376, 2019. Doi:10.21324/dacd.500356.

- [7] Limoncu, S. ve Atmaca, A. B. Çocuk merkezli afet yönetimi. *Megaron*, 13(1):132-143, 2018.
- [8] Niman, S., Mustikasari, M., & Barus, L. Children's emotional reactions after landslide disaster in Indonesia: a qualitative study. *Journal of Psychiatric Nursing*, 14(1), 42, 2023.
- [9] Niman, S., Mustikasari, Daulima, N. H., Gayatri, D., & Rothhaar, T. Children and their experiences about seasonal flood disasters in Indonesia: qualitative study. *Vulnerable Children and Youth Studies*, 19(1), 140-157, 2024.
- [10] Peek, L. Children and disasters: understanding vulnerability, developing capacities, and promoting resilience – an introduction. *Child. Youth Environ.*, 18 (1), pp. 1-29, 2008.
- [11] Plan International, Save the Children, UNICEF, World Vision, Government of Nepal. After the Earthquake: Nepal's Children Speak Out. 2015. Available at: http://www.wvi.org/sites/default/files/Nepal_Children_Consultation_FINAL.pdf. (Erişim Tarihi: 22.10.2025)
- [12] Schonfeld, D. J., Demaria, T., Disaster Preparedness Advisory Council and Committee on Psychosocial Aspects of Child and Family Health, Krug, S. E., Chung, S., Fagbuyi, D. B., ... & Wissow, L. S. Providing psychosocial support to children and families in the aftermath of disasters and crises. *Pediatrics*, 136(4), e1120-e1130, 2015.
- [13] Scriven, M. Meta-evaluation revisited. *Journal of multidisciplinary evaluation*, 6(11), 38, 2009.
- [14] Ültay, E., Akyurt, H., & Ültay, N. Sosyal bilimlerde betimsel içerik analizi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (10), 188-201, 2021.

2000–2025 YILLARI ARASINDA AFET VE ÇOCUK BAĞLAMINDAKİ ARAŞTIRMALARIN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ: WEB OF SCIENCE VERİ TABANINA DAYALI VOSVIEWER İNCELEMESİ

Öğr. Gör. Fulya SAĞ KARA^{1,2}

¹Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Gölhisar Sağlık Hizmetleri MYO, ²Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Afet Tıbbı ABD, Doktora Öğrencisi
fulyasag32@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8279-1536>

ÖZET

Bu çalışma, 2000–2025 yılları arasında Web of Science (WoS) veri tabanında yayımlanan afet ve çocuk araştırmalarını bibliyometrik olarak incelemeyi ve VOSviewer yazılımı kullanarak alanın niceliksel ve görsel bir görünümünü sunmayı amaçlamaktadır. Analize dahil edilen 526 özgün araştırma makalesi, yazarlar arası ortak yazarlık ilişkileri, kurumların atıf durumları, anahtar kelime kullanımı ve bibliyografik eşleşme açısından değerlendirilmiştir. Ortak yazarlık analizi 10 farklı küme ve 11 bağlantı ortaya koymuş, yüksek atıf alan yazarlar ile en üretken yazarlar arasında doğrudan iş birliği bağlantısının bulunmadığını göstermiştir. Ülke düzeyinde atıf analizi en yüksek atıfın ABD, Avustralya ve İngiltere’de gerçekleştiğini ortaya koyarken; kurum analizi Minnesota Üniversitesi-Twin Cities, Miami Üniversitesi ve Kuzey Karolina Üniversitesi’nin en çok atıf alan kurumlar olduğunu göstermiştir. Anahtar kelime analizinde çocuklar, afet, deprem, ruh sağlığı, travma, dayanıklılık ve afet hazırlığı gibi terimler öne çıkmış, araştırmaların özellikle afetlerin çocuklar üzerindeki psikolojik etkileri, bireysel direnç ve afet hazırlığı konularına odaklandığını ortaya koymuştur. Bibliyografik eşleşme analizi ise Masten (2020), Catani (2008) ve Tang (2014) çalışmalarının alandaki bilgi birikiminin temelini oluşturduğunu göstermiştir. Bu çalışmada, afet ve çocuk alanındaki yayın eğilimleri, iş birliği modelleri ve anahtar temalar görsel ve niceliksel olarak ortaya konarak, gelecekteki araştırma stratejilerinin geliştirilmesine katkıda bulunulması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Afet, çocuk, bibliyometrik analiz, VOSviewer.

A BIBLIOMETRIC STUDY OF DISASTER AND CHILD RESEARCH USING VOSviewer ON THE WEB OF SCIENCE DATABASE

ABSTRACT

This study aims to conduct a bibliometric analysis of disaster and children research published in the Web of Science (WoS) database between 2000 and 2025 and to provide a quantitative and visual overview of the field using VOSviewer software. A total of 526 original research articles were analyzed in terms of co-authorship networks, institutional citation patterns, keyword usage, and bibliographic coupling. Co-authorship analysis revealed 10 clusters and 11 connections, indicating that there was no direct collaboration between the most highly cited authors and the most prolific authors. Country-level citation analysis showed that the highest citations were received by the United States, Australia, and the United Kingdom, while institutional analysis identified the University of Minnesota – Twin Cities, Miami University, and the University of North Carolina as the most cited institutions. Keyword analysis highlighted terms such as children, disaster, earthquake, mental health, trauma, resilience, and disaster preparedness, demonstrating that the research particularly focused on the psychological impacts of disasters on children, individual resilience, and disaster preparedness. Bibliographic coupling analysis indicated that the studies by Masten (2020), Catani (2008), and Tang (2014) form the core of the knowledge base in the field. In this study, by visually and quantitatively presenting publication trends, collaboration patterns, and key themes in the field of disaster and child research, it is aimed to contribute to the development of future research strategies.

Keywords: Disaster, children, bibliometric analysis, VOSviewer

1. GİRİŞ

Çocuklar ve gençler, afet öncesi, sırası ve sonrasında toplumun en savunmasız kesimini oluşturur. Afetler, çocukların ailelerinden ayrılma, barınma ve sağlık sorunları, eğitim ve sosyal ilişkilerde kesintiler gibi pek çok zorluğa yol açar. Çocuklar kendi başlarına hazırlık yapamaz ve afet sırasında yetişkinlere bağımlıdır; afet sonrası iyileşmeleri için ise yeterli kaynak ve sosyal desteğe ihtiyaç duyarlar (Fothergill, 2017). Dünya genelinde yaklaşık bir milyar çocuk, afetler ve iklim kaynaklı felaketler karşısında son derece savunmasızdır; özellikle yoksulluk, engellilik durumu ve kız çocukları yüksek risk altındadır (UNICEF, 2024).

Afetler, çocukların fiziksel, duygusal, psikolojik ve sosyal refahını ciddi şekilde etkiler ve onları psikolojik kırılabilirlik (travma sonrası stres bozukluğu, depresyon, kaygı, duygusal bozukluklar, uyku sorunları), fiziksel kırılabilirlik (ölüm, yaralanma, sağlık sorunları, yetersiz beslenme, fiziksel ve cinsel istismar) ve eğitimle ilgili kırılabilirlik (okulu kaçırma, akademik başarının düşmesi, ilerlemenin gecikmesi) boyutlarında savunmasız hâle getirir (Peek, 2008; Seddighi ve ark., 2021).

Çocukların afetler karşısındaki savunmasızlıkları, afetlere karşı hazır olmaları, afet sırasında müdahale edebilme becerilerinin kazanmaları ve sonrasında normal yaşamlarına dönüşün kolaylaştırılabilmesi amacıyla disiplinlerarası yaklaşımlarla çeşitli bilimsel çalışmalar yürütülmektedir.

Çocukların afetlere karşı savunmasızlıkları, afetlere hazırlık, müdahale ve iyileşme süreçlerinin planlanmasında disiplinlerarası yaklaşımlarla incelenmektedir. Ancak, afet ve çocuk alanında yazarlar arası iş birliği, kurumların atıf durumları, anahtar kelime kullanımı ve bibliyografik bağlantılar üzerine sistematik bir değerlendirme sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı, 2000–2025 yılları arasında Web of Science (WoS) veri tabanında yayımlanan afet ve çocuk araştırmalarını bibliyometrik olarak incelemek ve VOSviewer yazılımı kullanarak alanın niceliksel ve görsel bir görünümünü sunmaktır. Böylece, yayın eğilimleri, iş birliği modelleri ve anahtar temalar ortaya konarak gelecekteki araştırma stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlanması hedeflenmektedir. Bu doğrultuda aşağıda yer alan araştırma sorularına cevap aranmıştır:

- Afet ve çocuk bağlamındaki araştırmaların 2000–2025 yılları arasındaki yıllara göre dağılımı nasıldır?
- Yayınlar hangi ülkelerden gelmektedir?
- Araştırmaların yoğunlaştığı akademik alanlar nelerdir?
- Yazarlar arası ortak yazarlık ilişkileri, kurumların atıf durumları, anahtar kelime kullanımı ve bibliyografik eşleşme bağlantıları nasıl bir yapı göstermektedir?

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada nicel bir yöntem olarak bibliyometrik analiz tercih edilmiştir. Bibliyometrik analiz, belirli bir alan ve zaman dilimi kapsamında hem araştırmacılar hem de kurumlar tarafından üretilen yayınları ve bu yayınlar arasındaki ilişkileri sayısal olarak değerlendiren bir yöntemdir (Ulakbim, 2024). Bu yöntem, yazarların üretkenlik düzeylerini, akademik dergilerin etkisini ve araştırma konularının zaman içindeki değişimini incelemeye olanak sağlar; ayrıca bilimsel literatürdeki eğilimler, kalıplar ve etkileşimler hakkında bilgi sunar (Tetik, 2024). Bu bağlamda, atıf analizi, ortak yazarlık analizi, ortak atıf analizi, yayın analizi, anahtar kelime analizi ve bibliyografik eşleştirme gibi yöntemlerin uygulanabilmesi ve veri tabanına dayalı ağ haritalarının oluşturulabilmesi için VOSviewer yazılımı geliştirilmiştir (Arruda ve ark., 2022).

Bibliyometrik analiz için gerçekleşen veri toplama süreci, üç basamaktan oluşmaktadır:

- Birinci aşamada, araştırmanın arama kriterleri belirlenmiş ve uygun veri tabanı seçilmiştir. Bu amaçla, uluslararası kapsamlı bir veri tabanı olan Web of Science (WoS) tercih edilmiştir. Makale başlıklarında “title: disaster and title: children”

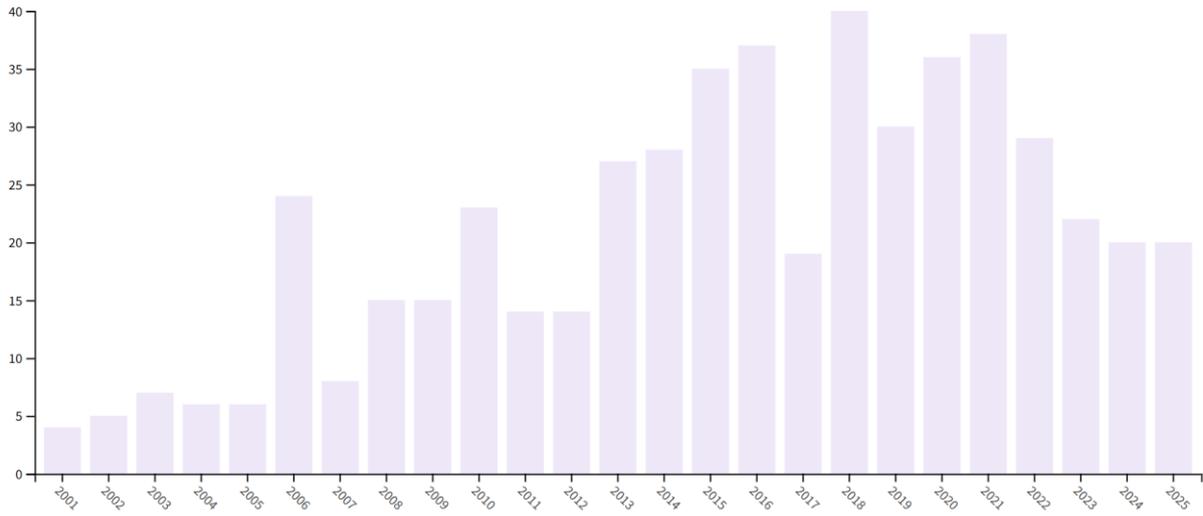
anahtar kelimeleri kullanılarak arama yapılmış ve 18.10.2025 tarihi itibarıyla 904 çalışma tespit edilmiştir.

- İkinci aşamada, WoS veri tabanından ilgili veriler toplanmış ve analiz için uygun çalışmalar seçilmiştir. Bu kapsamda, 2000–2025 yılları arasında yayınlanmış 820 çalışmadan, 526 özgün araştırma makalesi analize dahil edilmiştir. Veriler, yıllara, ülkelere ve araştırma alanlarına göre incelenmiştir. Bibliyometrik analiz için veriler “tab delimited file” formatında indirilmiş ve VOSviewer 1.6.20 sürümü kullanılmıştır.
- Üçüncü ve son aşamada, veri tabanından elde edilen 526 makale üzerinden yazarlar arası ortak yazarlık ilişkileri, kurumların atıf durumları, anahtar kelime kullanım örüntüleri ve bibliyografik eşleşmeler incelenmiştir. Bu analizler, VOSviewer programı kullanılarak gerçekleştirilmiş ve ortaya çıkan görseller çalışmanın bulgularını oluşturmuştur.

3. BULGULAR

3.1. WoS Bulguları

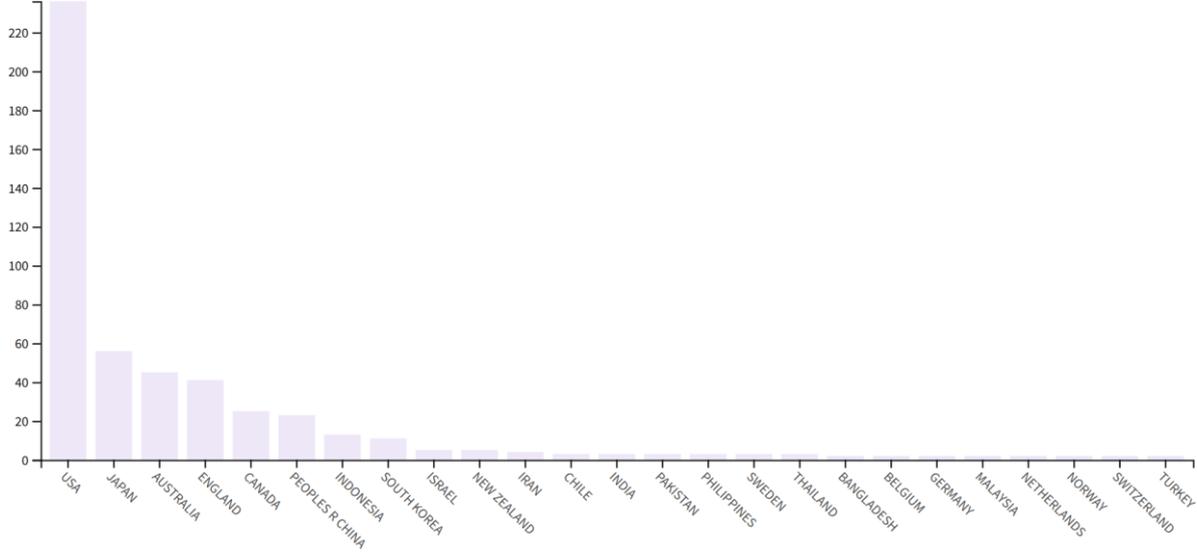
Görsel 1'e göre, 526 yayının yıllara göre dağılımında 2018 yılı 40 yayın ile en yüksek değere ulaşmıştır (%7,61). Bunu sırasıyla 2021 (%7,22) ve 2016 (%7,03) yılları takip etmektedir. Genel olarak 2015–2021 döneminde yayın sayısında yoğunluk görülmektedir. 2000–2010 yılları ise daha düşük yayın sayılarıyla temsil edilmiştir.



Görsel 1. Yayınlanan yıllara göre dağılımı

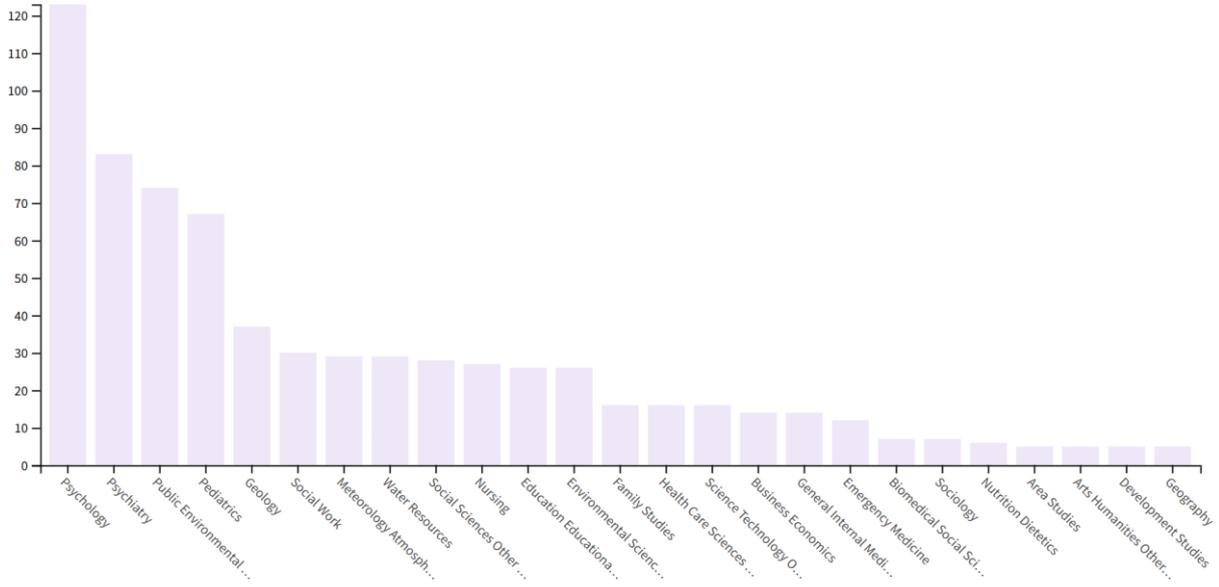
Yayınların ülkelere göre dağılım grafiğine bakıldığında, yayınların büyük çoğunluğunun ABD'den gelmekte olup, toplam 236 yayın (%44,87) ile en yüksek katkı sağladığı görülmektedir. Ardından Japonya 56 yayın (%10,65), Avustralya 45 yayın (%8,56) ve İngiltere 41 yayın (%7,80) ile takip etmektedir. Diğer önde gelen ülkeler arasında Kanada 25 yayın

(%4,75), Çin 23 yayın (%4,37), Endonezya ve Yeni Zelanda 17'şer yayın (%3,23), Hindistan 14 yayın (%2,66) ve Güney Kore 11 yayın (%2,09) ile yer almaktadır. Bu durum, ilgili alandaki araştırma üretiminin ağırlıklı olarak belirli ülkelerde yoğunlaştığını göstermektedir (Görsel 2).



Görsel 2. Yayınların Ülkelere Göre Dağılımı

Görsel 3'te yayınların araştırma alanlarına göre dağılımına bakıldığında, en fazla yayının psikoloji (123 yayın, %23,38), psikiyatri (83 yayın, %15,78), kamu ve çevresel iş sağlığı (74 yayın, %14,07) ve pediatri (67 yayın, %12,74) alanlarında yoğunlaştığı görülmektedir. Diğer alanlar arasında Jeoloji, Sosyal Hizmet, Meteoroloji ve Su Kaynakları öne çıkarken, birçok alan toplam yayınların küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu durum, ilgili alandaki araştırma üretiminin özellikle sağlık ve sosyal bilimler odaklı alanlarda yoğunlaştığını göstermektedir.



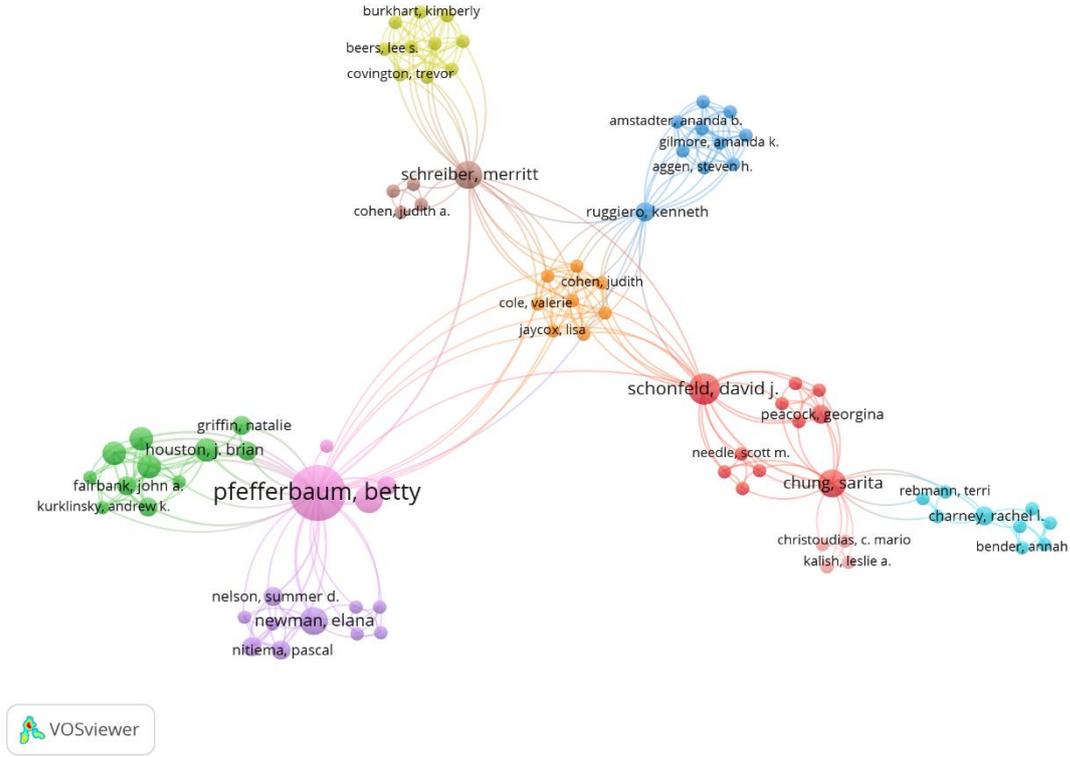
Görsel 3. Yayınların araştırma alanlarına göre dağılımı

3.2. Bibliyometrik Analiz Bulguları

3.2.1. Yazarların Ortak Analizi

Yazarların ortak yazarlık analizinde, en fazla bağlantıya ve iş birliğine sahip yazarları tespit etmek için en az 1 yayın ve en az 1 atıf kriteri uygulanarak ağ haritası oluşturulmuştur. Analiz sonucunda, yazarlar 10 farklı küme halinde gruplanmış ve bu kümeler arasında toplam 11 bağlantı saptanmıştır.

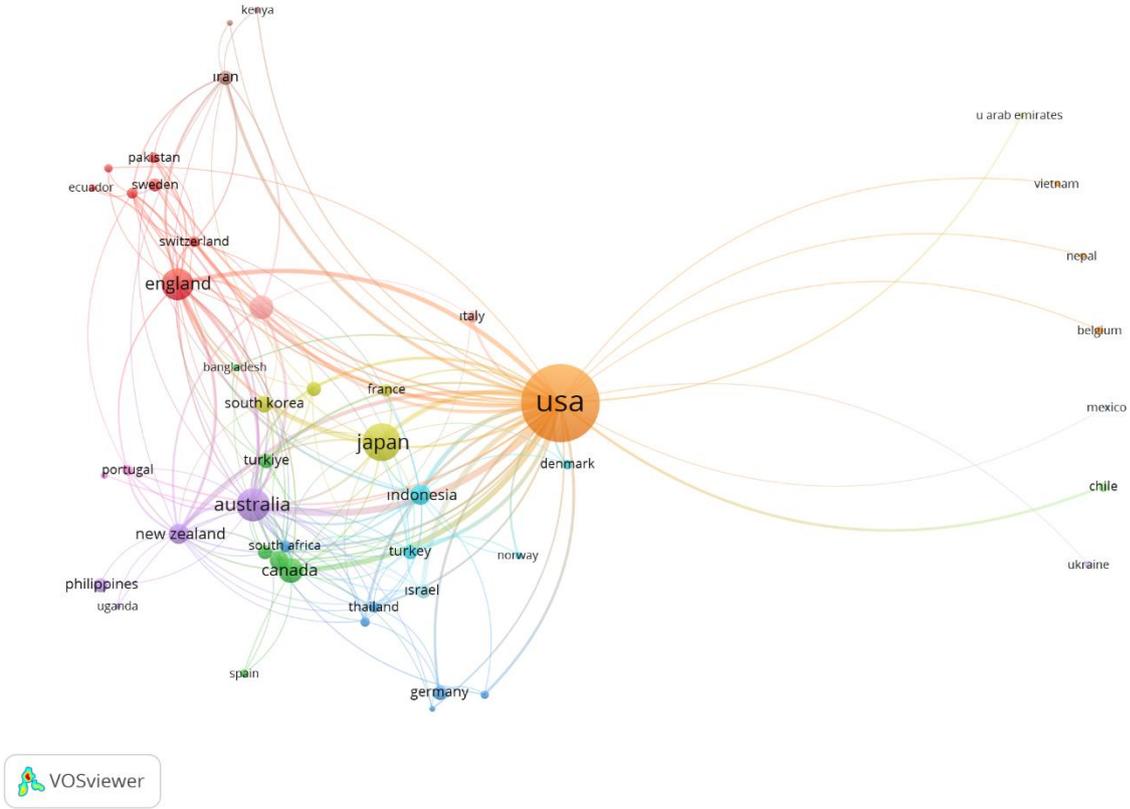
Ayrıca, en çok atıf alan yazarlar (Betty Pfefferbaum: 424 atıf, Annette La Greca: 391 atıf, Claudia Catani: 271 atıf, Frank Neuner: 271 atıf) ile en çok eser üreten yazarlar (Betty Pfefferbaum: 16 eser, Annette La Greca: 10 eser, Claudia Catani: 6 eser) arasında doğrudan bir iş birliği bağlantısı gözlenmemiştir (Görsel 4). Bu sonuç, yüksek atıf alan yazarlar ile en üretken yazarlar arasında doğrudan bir iş birliği bağlantısı bulunmadığını göstermektedir.



Görsel 4. Yazarların Ortak Analiz Bağlantısı Ağ Haritası

3.2.2. Ülkeler Arası Atıf Analizi

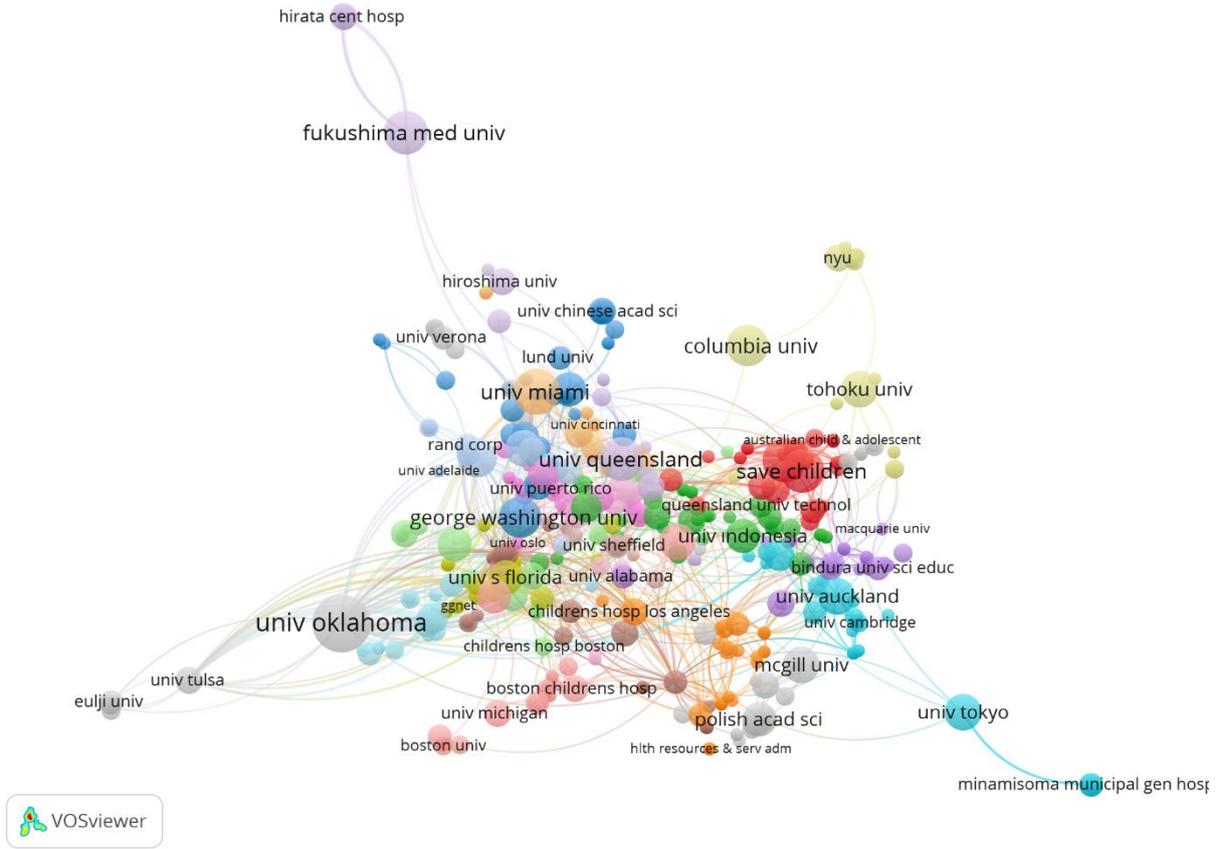
Ülkeler arası atıf analizi kapsamında, her biri en az bir yayın üretmiş ve bir atıf almış 58 ülke incelenmiştir. Ağ analizi sonucunda 15 küme, 182 bağlantı ve toplam 657 bağlantı gücü tespit edilmiştir. En fazla atıf alan ülkeler sırasıyla ABD (5857 atıf), Avustralya (882 atıf), İngiltere (743 atıf), Çin (663 atıf) ve Kanada (587 atıf) olarak belirlenmiştir. Ülkeler arasındaki bağlantı güçleri ve etkileşimler görsel 5'te görselleştirilmiştir.



Görsel 5. Ülkelerin Atıf Analizleri Ağ Bağlantısı

3.2.3. Kurumların Atıf Analizi

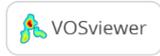
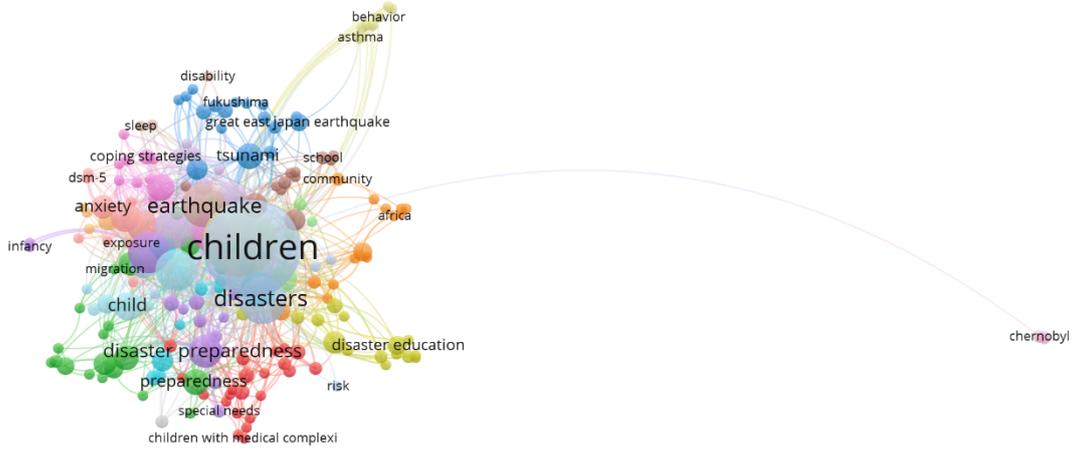
Kurumların atıf analizi kapsamında, her biri en az bir yayın üretmiş ve bir atıf almış 720 gözlem birimi incelenmiş olup, toplamda 22 küme ve 3.155 bağlantı tespit edilmiştir. Analiz sonucunda en fazla atıf alan kurumlar sırasıyla Minnesota Üniversitesi – Twin Cities Kampüsü (ABD) 485 atıf, Miami Üniversitesi (ABD) 436 atıf ve Kuzey Karolina Üniversitesi (ABD) 433 atıf ile belirlenmiştir. Toplam bağlantı gücü açısından ise ilk üç kurum Oklahoma Üniversitesi (ABD) 209 bağlantı, Miami Üniversitesi (ABD) 121 bağlantı ve Queensland Üniversitesi (Avustralya) 94 bağlantı ile öne çıkmaktadır (Görsel 6).



Görsel 6. Kurumların Atıf Analiz Bağlantısı Ağ Haritası

3.2.4. Anahtar Kelimelerin Atıf Ağ Analizi

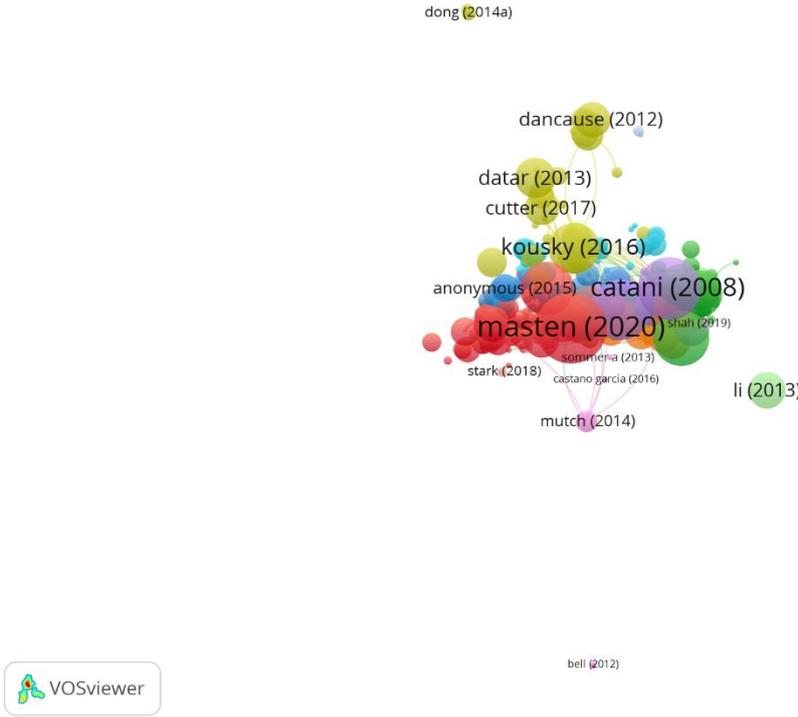
Anahtar kelimelerin atıf ağlarını görüntülemek için anahtar kelimelerin en az 2 kez görülmesi ile ilgili oluşturulan ağ analizinde toplam 19 küme, 1018 bağlantı ve 1538 toplam bağlantı gücü tespit edilmiştir. Anahtar kelime eş-görülüm analizine göre en sık kullanılan kelimeler sırasıyla çocuklar (children) (143), afet (disaster) (81), afetler (disasters) (35), deprem (earthquake) (30), ruh sağlığı (mental health) (27), doğal afet (natural disaster) (26), travma (trauma) (25), doğal afetler (natural disasters) (23), dayanıklılık (resilience) (18) ve afet hazırlığı (disaster preparedness) (17) olarak belirlenmiştir. Bu bulgular, literatürde afetlerin özellikle çocuklar üzerindeki etkilerine yönelik çalışmaların yoğunlaştığını göstermektedir. Ayrıca “ruh sağlığı”, “travma” ve “dayanıklılık” kavramlarının öne çıkması, araştırmaların afetlerin psikolojik boyutu, bireysel direnç ve afetlere hazırlık konularına odaklandığını ortaya koymaktadır. Genel olarak anahtar kelime analizi sonuçları, çalışmaların afet, ruh sağlığı ve çocuk temaları etrafında kümelendiğini göstermektedir (Görsel 7).



Görsel 7. Anahtar Kelimelerin Ağ Haritası

3.2.5. Bibliyografik Eşleşme Analizi

Bibliyografik eşleşme analizi birbirinden bağımsız olan iki kaynak tarafından alıntılanmış ortak bir esere atıf yapılması durumunu göstermektedir (Dirik, Eryılmaz ve Erhan, 2023). En az bir atıf almış olmak kriteri ile seçilen ve aralarında bağlantı bulunan 453 birim eser ile yapılan analize göre 12 küme, 12,004 bağlantı ve 21,941 toplam bağlantı gücü bulunmuştur. Metinlerin bibliyografik eşleşme analizinde ise en fazla atıf alan çalışmalar Masten (2020- Resilience of children in disasters: A multisystem perspective), Catani (2008- Family violence, war, and natural disasters: A study of the effect of extreme stress on children's mental health in Sri Lanka) ve Tang (2014- A meta-analysis of risk factors for depression in adults and children after natural disasters) tarafından yapılmıştır (Görsel 8).



Görsel 8. Bibliyografik Eşleşme Ağ Haritası

4. Tartışma ve Sonuç

Bibliyometrik analizden elde edilen bulgular, literatürün özellikle çocukların psikolojik kırılganlıkları, bireysel direnç ve afet hazırlığı konularına yoğunlaştığını ortaya koymuştur. ABD, Avustralya ve İngiltere, alanın en üretken ve en çok atıf alan ülkeleri olarak öne çıkarken; Minnesota Üniversitesi – Twin Cities, Miami Üniversitesi ve Kuzey Karolina Üniversitesi en çok atıf alan kurumlar olmuştur. Analiz, yüksek atıf alan yazarlar ile en üretken yazarlar arasında doğrudan bir iş birliği bağlantısı bulunmadığını göstermiştir. Bu durum, uluslararası ve disiplinlerarası iş birliğinin artırılması gerekliliğini vurgulamaktadır.

Yıllara göre yapılan analizler, 2018 yılında en fazla çalışmanın yapılması ile araştırma alanlarına göre dağılımda çoğu yayının psikoloji odaklı olmasının (Mordeno ve ark., 2018; Mikolajewski & Scheeringa, 2018; Trentini ve ark., 2018; Murray, 2017) yıl ve konu arasında paralel bir eğilim sergilediğini göstermektedir. Yayınların büyük çoğunluğunun ABD'den olması ve ABD'deki çalışmaların çoğunun psikoloji alanına odaklanması (n=73), afet ve çocuk bağlamındaki araştırmaların psikoloji temeline dayandığını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, en çok atıf alan yazar ile en çok eser üreten yazar olan Betty Pfefferbaum'un afet ve çocuk temalı araştırmalarının çoğunlukla psikiyatri alanını kapsadığı görülmüştür. Oysaki, afetlerin çocuklar üzerindeki ciddi etkileri göz önünde bulundurulduğunda, çocukların afet yönetimi sürecinin her aşamasına etkin bir şekilde entegre edilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, afet ve çocuk araştırmalarında iş birliği ağlarının g¼clendirilmesi, farklı ¼lkeler ve kurumlar arasında bilgi paylaşımının artırılması, hazırlık odaklı çalışmaların desteklenmesi, çocuklara y¼nelik m¼dahale kapasitesinin geliştirilmesi ve iyileştirme s¼relerine y¼nelik ¼nlemlerin alınması elzemdir.

Bu çalışmanın, afet ve ocuk alanının niceliksel ve g¼rsel bir g¼r¼n¼m¼n¼ sunarak, araştırmacılara gelecek çalışmalar için yol g¼sterici bir kaynak sağlaması beklenmektedir.

Kaynakça

- [1] Arruda H, Silva ER, Lessa M, Proença D Jr, Bartholo R., VOSviewer and Bibliometrix. J Med Libr Assoc. 1;110(3):392-395, 2022. Doi: 10.5195/jmla.2022.1434.
- [2] Dirik, D., Eryılmaz, İ., & Erhan, T., Post-truth kavramı ¼zerine yapılan alışmaların vosviewer ile bibliyometrik analizi. Sosyal Mucit Academic Review, 4(2), 164-188, 2023.
- [3] Fothergill, A. (2017, July 27). Children, Youth, and Disaster. Oxford Research Encyclopedia of Natural Hazard Science. <https://oxfordre.com/naturalhazardscience/view/10.1093/acrefore/9780199389407.0001/acrefore-9780199389407-e-23>. (Erişim Tarihi: 31 Ekim 2025)
- [4] Murray, J. S. The psychosocial effects of radiation disasters on young children. In Assisting young children caught in disasters: Multidisciplinary perspectives and interventions (pp. 71-80). Cham: Springer International Publishing, 2017.
- [5] Mordeno, I. G., Galela, D. S., Nalipay, M. J. N., & Cue, M. P. Centrality of event and mental health outcomes in child and adolescent natural disaster survivors. The Spanish Journal of Psychology, 21, E61, 2018.
- [6] Mikolajewski, A. J., & Scheeringa, M. S. Examining the prospective relationship between pre-disaster respiratory sinus arrhythmia and post-disaster posttraumatic stress disorder symptoms in children. Journal of abnormal child psychology, 46 (7), 1535-1545, 2018.
- [7] Peek, L. Children and disasters: understanding vulnerability, developing capacities, and promoting resilience – an introduction. Child. Youth Environ., 18 (1), pp. 1-29, 2008.

- [8] Seddighi, H., Salmani, I., Javadi, M. H., & Seddighi, S. Child abuse in natural disasters and conflicts: A systematic review. *Trauma, Violence, & Abuse*, 22(1), 176–185, 2021. <https://doi.org/10.1177/15248380198359>.
- [9] Tetik, R. A. Bibliometric Analysis. <https://robabahmadian.com/bibliyometrik-analizi/> (Erişim Tarihi: 12.10.2025).
- [10] Trentini, C., Lauriola, M., Giuliani, A., Maslovaric, G., Tambelli, R., Fernandez, I., & Pagani, M. Dealing with the aftermath of mass disasters: A field study on the application of EMDR integrative group treatment protocol with child survivors of the 2016 Italy earthquakes. *Frontiers in psychology*, 9, 862, 2018.
- [11] ULAKBİM. Frequently Asked Questions. <https://cabim.ulakbim.gov.tr/> (Erişim Tarihi: 12.10.2025)
- [12] United Nations Children’s Fund (UNICEF) Disaster risk reduction and recovery every country protected. Every child resilient. <https://www.unicef.org/disaster-riskreduction-and-recovery>, 2024.

ADÖLESANLARIN SOSYAL DESTEK AĞLARININ GÜÇLENDİRİLMESİNDE HEMŞİRELİK YAKLAŞIMLARI

NURSİNG APPROACHES TO STRENGTHENING ADOLESCENTS' SOCIAL SUPPORT NETWORKS

Dr. Öğr. Üyesi HAKAN AVAN¹.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, hakanavan@gmail.com- ORCID ID: 0000-0003-2494-3671),

Öz

Adölesan dönem, bireylerin fiziksel, psikolojik ve sosyal açıdan hızlı değişim yaşadığı kritik bir gelişim evresidir. Bu süreçte sosyal destek, gençlerin sağlıklı gelişiminde koruyucu bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Güçlü sosyal destek ağları, adölesanların ruhsal sağlığını korumakta, akademik başarılarını artırmakta ve riskli davranışların önlenmesine katkı sağlamaktadır. Hemşireler, bireysel danışmanlık, eğitim, aile ve toplumla iş birliği gibi çeşitli yaklaşımlar aracılığıyla sosyal destek sistemlerinin güçlendirilmesinde önemli roller üstlenmektedir. Bu derleme, adölesanların sosyal destek gereksinimlerini, sosyal destek sistemlerinin önemini ve hemşirelerin bu alandaki katkılarını ele alarak geleceğe yönelik öneriler sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Adölesan, Sosyal Destek, Hemşirelik, Toplum Sağlığı, Psikososyal Gelişim

Abstract

Adolescence is a critical developmental stage characterized by rapid physical, psychological, and social changes. During this period, social support emerges as a protective factor for healthy development. Strong social support networks contribute to the preservation of adolescents' mental health, enhance academic achievement, and help prevent risky behaviors. Nurses play a key role in strengthening social support systems through various approaches, including individual counseling, education, and collaboration with families and communities. This review aims to address adolescents' social support needs, highlight the importance of social support

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, hakanavan@gmail.com- ORCID ID: 0000-0003-2494-3671),

systems, and discuss the contributions of nurses in this area while offering recommendations for future practice.

Keywords: Adolescents, Social Support, Nursing, Public Health, Psychosocial Development

Giriş

Adölesan dönem, bireyin çocukluk evresinden yetişkinliğe geçiş yaptığı, fiziksel, bilişsel, duygusal ve sosyal açıdan önemli değişimlerin yaşandığı kritik bir gelişim sürecidir. Bu dönem, bireylerin yaşam boyu sürdürecekleri sağlık davranışlarının, kimlik algısının ve sosyal rollerinin şekillendiği temel bir evre olarak kabul edilmektedir. Ergenlikte yaşanan bu hızlı değişim, bireylerin hem kendileriyle hem de çevreleriyle olan ilişkilerini yeniden yapılandırmalarını gerektirmektedir.

Sosyal ilişkiler, adölesanların psikososyal uyumunu, kimlik gelişimini ve sağlıklı yaşam biçimlerini doğrudan etkileyen temel bir unsurdur. Bu süreçte sosyal destek, gençlerin yaşam olayları karşısında baş etme becerilerini geliştirmekte, stres düzeyini azaltmakta ve psikolojik dayanıklılığı artırmaktadır. Aynı zamanda, algılanan sosyal destek düzeyi yüksek olan ergenlerin riskli davranışlarda bulunma olasılıklarının daha düşük olduğu, öz güvenlerinin ve yaşam doyumlarının daha yüksek olduğu belirtilmektedir.

Sosyal destek yalnızca bireysel bir koruyucu faktör değil, aynı zamanda toplum düzeyinde ruhsal ve sosyal iyilik halinin sürdürülebilirliği için de önemli bir bileşendir. Bu nedenle, adölesanların sosyal destek ağlarının güçlendirilmesi hem bireysel sağlık hem de toplum sağlığı açısından stratejik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

Bu noktada hemşireler, adölesanların fiziksel, ruhsal ve sosyal gelişimini desteklemede önemli bir role sahiptir. Danışman, eğitici ve destek sağlayıcı roller üstlenen hemşireler; aile, okul ve toplum temelli yaklaşımlar aracılığıyla gençlerin sosyal destek ağlarını güçlendirmekte, riskli davranışların önlenmesine ve sağlıklı yaşam biçimlerinin sürdürülmesine katkı sunmaktadır. Dolayısıyla hemşirelik uygulamalarının sosyal destek odaklı bir çerçevede planlanması, adölesanların psikolojik dayanıklılığının artırılmasında temel bir yaklaşım olarak ele alınmalıdır.

Adölesanların Sosyal Destek Gereksinimleri

Adölesan dönem, bireylerin kimlik gelişimi, duygusal olgunlaşma ve sosyal ilişkiler açısından önemli bir geçiş evresidir. Bu dönemde gençler; aile, akran, okul ve sağlık hizmetleri gibi çeşitli

sosyal destek kaynaklarından gelen yardıma ihtiyaç duymaktadır. Aile desteği, gençlerin güven, aidiyet ve sevgi duygularını pekiştirirken, aynı zamanda duygusal denge ve psikolojik dayanıklılığın gelişiminde temel bir rol oynamaktadır. Aile üyelerinden alınan bu destek, özellikle stresli yaşam olayları karşısında gençlerin baş etme kapasitelerini artırmakta ve sağlıklı davranışların benimsenmesine katkıda bulunmaktadır.

Akran desteği ise adölesanların kimlik gelişimi, sosyal uyum ve aidiyet duygusunun güçlenmesinde belirleyici bir faktördür. Akran grupları, gençlerin kendilerini ifade etmelerini, sosyal becerilerini geliştirmelerini ve toplumsal normları içselleştirmelerini kolaylaştırır. Bu bağlamda, akran ilişkilerinin kalitesi hem psikolojik iyilik halini hem de okul başarısını doğrudan etkileyen önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

Okul ortamı ve öğretmen desteği, adölesanların hem akademik performansını hem de sosyal gelişimini destekleyen bir diğer temel bileşendir. Okul, gençlerin güvenli bir öğrenme ortamında kendilerini keşfetmelerine, sosyal ilişkiler kurmalarına ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine olanak tanır. Öğretmenlerin rehberlik rolleri, öğrencilerin öz güvenlerinin artmasına ve olumlu benlik algısı geliştirmelerine katkı sağlar.

Sağlık profesyonelleri –özellikle hemşireler– gençlerin fiziksel, ruhsal ve sosyal sağlıklarının korunmasında önemli bir destek mekanizması sunmaktadır. Dorcas ve arkadaşlarının (2024) çalışmasında, ergenlerin erişilebilirlik açısından aile desteğine daha fazla güvendikleri, ancak özellikle cinsel ve üreme sağlığı konularında aile dışındaki güvenilir sosyal destek kaynaklarından bilgi sunulmasının gerekliliği vurgulanmıştır (Dorcas et al., 2024). Bu durum, gençlerin sağlıkla ilgili hassas konularda çok yönlü destek mekanizmalarına ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Fladeboe ve arkadaşları (2025) tarafından geliştirilen beceri temelli sosyal ihtiyaçlar modülünün, genç ergenler tarafından kabul edilebilir ve etkili bulunduğu, ayrıca *Stres Yönetiminde Dayanıklılığı Geliştirme (PRISM) + Sosyal İhtiyaçlar* müdahalesinin özellikle tedavinin erken dönemlerinde yüz yüze sunulduğunda daha yüksek etkililik gösterdiği belirlenmiştir (Fladeboe et al., 2025). Bu bulgu, gençlerin yüz yüze etkileşime verdikleri değeri ve sosyal bağların psikolojik destek üzerindeki rolünü ortaya koymaktadır.

Weidman ve arkadaşları (2022), kanser tanısı alan ergenler için akran desteği müdahalelerinin esnek, sosyal medya tabanlı ve çok yönlü etkileşimi kolaylaştıran yapıda olmasının gerekliliğini belirtmiştir (Weidman et al., 2022). Bu tür dijital temelli sosyal destek modelleri, kronik

hastalıkla yaşayan gençlerin izolasyon hissini azaltarak duygusal dayanıklılıklarını güçlendirmektedir.

Son olarak, Verma (2024) tarafından yürütülen araştırmada, ergenlerde dayanıklılığın geliştirilmesinin, özellikle ailenin algılanan sosyal desteğini güçlendirmeye yönelik programlarla daha etkili biçimde desteklenebileceği belirtilmiştir (Verma, 2024). Bu durum, aile temelli müdahalelerin ergenlerin psikolojik uyum ve iyilik halini artırmada merkezi bir rol oynadığını göstermektedir.

Tüm bu bulgular, adölesanların sosyal destek gereksinimlerinin çok boyutlu olduğunu ve etkili hemşirelik uygulamalarıyla aile, okul, akran ve sağlık sistemi iş birliği içinde karşılanabileceğini göstermektedir.

Sosyal Destek Sistemlerinin Güçlendirilmesinin Önemi

Araştırmalar, güçlü sosyal destek sistemlerinin adölesanların psikolojik, sosyal ve akademik yaşamları üzerinde koruyucu ve geliştirici etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Sosyal destek, bireyin stresli yaşam olayları karşısında duygusal dayanıklılığını artırarak depresyon, kaygı ve yalnızlık gibi olumsuz duygusal durumların etkisini azaltmaktadır. Güçlü bir destek ağına sahip adölesanların yaşam doyumu, öz güven düzeyi ve akademik motivasyonu daha yüksek olurken; akran ilişkilerinde daha uyumlu ve empatik davranışlar sergiledikleri bildirilmektedir.

Buna karşın, sosyal destek eksikliği veya algılanan desteğin yetersizliği; madde kullanımı, saldırgan davranışlar, akademik başarısızlık, okuldan uzaklaşma ve duygusal yalıtılmışlık gibi risk faktörleriyle ilişkilendirilmektedir. Bu nedenle sosyal destek sistemlerinin güçlendirilmesi, yalnızca psikolojik sorunların önlenmesi açısından değil, aynı zamanda gençlerin sağlıklı gelişimini destekleyen temel bir halk sağlığı yaklaşımı olarak değerlendirilmelidir. Sosyal destek, hem koruyucu (önleyici) hem de geliştirici (destekleyici) işlevleriyle, adölesanların bütüncül iyilik halinin sürdürülebilirliğinde önemli bir bileşendir.

Atta ve arkadaşları (2025), algılanan sosyal desteğin stresin yaratıcılık öz-yeterliği üzerindeki olumsuz etkilerini azaltarak dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB) olan ergenlerde daha uyumlu davranış örüntülerinin gelişimine katkıda bulunduğunu belirtmiştir (Atta et al., 2025). Bu bulgu, sosyal desteğin yalnızca duygusal iyilik haliyle değil, bilişsel işlevler ve öz-düzenleme becerileriyle de ilişkili olduğunu göstermektedir.

Benzer şekilde Riyadi ve arkadaşları (2025) tarafından yürütülen araştırmada, aile ve akran desteğiyle birlikte Planlı Davranış Teorisi'nin bileşenlerinin ergenlerde sigarayı bırakma

niyetini ve davranışını güçlendirdiği; sosyal sermayenin özellikle kültürel uyumun yüksek olduğu toplumlarda sigara karşıtı müdahalelerde belirleyici bir rol oynadığı saptanmıştır (Riyadi et al., 2025). Bu sonuçlar, sosyal desteğin sağlık davranışlarının değişiminde ve sürdürülmesinde önemli bir motivasyon kaynağı olduğunu göstermektedir.

Ayrıca Çakar (2020), ergenlerde sosyal desteğin yas süreci ve iyilik hali arasındaki ilişkide tam aracılık rolü oynadığını ortaya koymuştur (Çakar, 2020). Bu durum, kayıp yaşayan gençlerde sosyal desteğin başa çıkma stratejilerini güçlendirerek psikolojik iyilik halini artırdığını göstermektedir. Dolayısıyla sosyal destek sistemlerinin etkin biçimde güçlendirilmesi, adölesanların yaşamın zorlu dönemlerinde uyum ve dayanıklılık geliştirmelerine olanak tanımakta; ruh sağlığını koruyucu ve güçlendirici bir faktör olarak ön plana çıkmaktadır.

Hemşirelerin Sosyal Destek Sağlamadaki Roller

Hemşireler, adölesanların psikososyal gelişim süreçlerinde önemli bir rehber ve destek kaynağı olarak görev yapmaktadır. Güvene dayalı, açık ve sürdürülebilir bir iletişim kurarak gençlerin duygusal ihtiyaçlarını anlamakta ve bu ihtiyaçlara uygun destek mekanizmaları geliştirmektedirler. Özellikle bireysel danışmanlık oturumları, grup çalışmaları ve sağlık eğitimi etkinlikleri aracılığıyla adölesanların kendilerini ifade etme, problem çözme ve baş etme becerilerini güçlendirmektedirler.

Aileyle iş birliği içinde yürütülen hemşirelik uygulamaları, sosyal destek ağlarının genişlemesini ve gençlerin hem aile hem de akran ilişkilerinde güven duygusunun pekişmesini sağlamaktadır. Hemşireler, aynı zamanda öğretici ve kolaylaştırıcı rolleriyle, ebeveynlerin çocuklarının duygusal ve sosyal gereksinimlerini fark etmelerine yardımcı olmaktadır. Bu yönüyle, hemşirelik yalnızca bireysel bakım sunmakla kalmayıp, aile dinamiklerini güçlendiren bir toplumsal rol de üstlenmektedir.

Kriz durumlarında –örneğin intihar riski, madde kullanımı, akran zorbalığı veya şiddet gibi yüksek riskli durumlarda– hemşireler erken tanı, yönlendirme ve koruyucu müdahalelerle adölesanların fiziksel ve ruhsal bütünlüğünü korumada hayati bir rol oynamaktadır. Bu süreçte hemşirelerin sağladığı duygusal destek, güven ortamı yaratma ve profesyonel rehberlik, gençlerin krizle baş etme kapasitelerini artırmaktadır.

Ayrıca hemşirelerin motivasyon sağlama, denetim, empati, güvence verme ve bilgi sunma gibi işlevleri yalnızca adölesanlarla sınırlı kalmamakta; farklı sağlık gruplarında da önemli sonuçlar doğurmaktadır. Örneğin Elfiyunai ve Glorino Rumambo Pandin (2021) tarafından yürütülen

çalışmada, hemşirelerin sunduğu sosyal desteğin tüberküloz tedavisi gören bireylerde tedaviye uyumu ve sağlık bilgisi edinimini anlamlı biçimde artırdığı belirtilmiştir (Elfiyunai & Glorino Rumambo Pandin, 2021). Bu bulgu, hemşirelerin destekleyici rollerinin yalnızca hastalık yönetiminde değil, genel sağlık okuryazarlığının geliştirilmesinde de etkili olduğunu göstermektedir.

Dolayısıyla hemşireler, adölesanların sosyal destek sistemleri içinde hem bakım veren hem de güçlendirici bir konuma sahiptir. Bu kapsamda, hemşirelik uygulamalarında sosyal destek temelli yaklaşımların güçlendirilmesi, gençlerin ruhsal dayanıklılığını ve yaşam doyumunu artırmada temel bir strateji olarak değerlendirilmektedir.

Toplum Temelli Hemşirelik Yaklaşımları

Okul sağlığı hemşireliği, adölesanların sosyal destek ihtiyaçlarını karşılamada en etkili alanlardan biridir. Toplum sağlığı merkezlerinde yürütülen eğitimler ve grup çalışmaları gençlerin sosyal bağlarını güçlendirmektedir. Dijital platformların kullanımının artması, hemşirelerin adölesanlara ulaşmasını kolaylaştırarak yeni destek kanalları oluşturmuştur. Bu yaklaşımlar, gençlerin topluma daha sağlıklı şekilde uyum sağlamalarına katkı sunmaktadır. Sanat temelli uygulamalar ergen ruh sağlığının korunması ve yönetimi ile olumlu ilişkilidir ve toplum temelli katılımcı araştırma (CBPR) yöntemleri ruh sağlığı müdahalelerinde eşitliği artırmaktadır (Rodriguez et al., 2024). Stratejilerin yerel bağlama uyarlanması ve kıtalararası iş birliği, ergenlerde madde kullanımıyla mücadelede etkili toplum temelli müdahalelerin uygulanması ve sürdürülmesi için kritik öneme sahiptir (Chukwudi Cosmos Maha et al., 2024). Çalışma, toplum temelli hemşirelerin yeterlilik gelişimi, sağlık ihtiyaçlarını karşılama, sosyal adalet ve hizmet erişimini artırmadaki rollerine dair nesnel ve anlaşılır bir bakış sunmaktadır (Zeydani et al., 2023).

Hemşirelik Müdahalelerine Yönelik Örnek Program ve Modeller

Ulusal ve uluslararası literatürde, adölesanlara yönelik sosyal destek temelli hemşirelik programlarının gençlerin ruhsal iyilik halini artırmada etkili olduğu görülmektedir. Bu programlar; okul, aile ve toplum temelli çok boyutlu müdahale yaklaşımlarını içermektedir. Özellikle okul temelli ruh sağlığı girişimleri, hemşirelerin öğrencilere düzenli danışmanlık sunmasını, psikoeğitim oturumları yürütmesini ve risk altındaki öğrencilerin erken dönemde belirlenmesini sağlamaktadır. Bunun yanında, akran destek projeleri aracılığıyla gençlerin birbirlerine duygusal destek sunması teşvik edilmekte, bu sayede sosyal bağlılık ve dayanışma duygusu güçlenmektedir.

Aile katılımını artırmaya yönelik modeller ise ebeveynlerin ergenlerin gelişimsel ihtiyaçları, iletişim becerileri ve duygusal destek süreçleri konusunda bilinçlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu tür uygulamalar, aile içi etkileşimi ve güven ilişkisini geliştirerek adölesanların ruh sağlığı üzerinde koruyucu bir etki yaratmaktadır. Başarılı örneklerde, hemşirelerin koordinatör, eğitimci ve danışman rollerini aktif biçimde üstlendikleri; sosyal destek ağlarını güçlendirme, yönlendirme ve izlem süreçlerinde etkin oldukları belirtilmektedir.

Bu kapsamda, hemşireler yalnızca bireysel düzeyde değil, toplumsal düzeyde de koruyucu ruh sağlığı hizmetlerinin önemli bir bileşeni haline gelmektedir. Aileden alınan sosyal desteği artırmak, akran etkileşimlerini desteklemek ve toplum temelli kaynakları etkin biçimde kullanmak, hemşirelik uygulamalarının sürdürülebilirliğini güçlendirmektedir. Dolayısıyla, adölesanlara yönelik hemşirelik müdahalelerinde sosyal destek odaklı yaklaşımların entegrasyonu, gençlerin psikolojik dayanıklılığını ve uyum becerilerini geliştirmede kritik bir strateji olarak değerlendirilmektedir (Isni et al., 2023).

Gelecek Perspektifleri ve Öneriler

Adölesanlara hemşireler tarafından sunulan sosyal destek, gençlerin ruh sağlığı, akademik başarısı ve genel yaşam kalitesi üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Bu nedenle adölesan sağlığının desteklenmesi için hemşirelik eğitim programlarına sosyal destek odaklı içeriklerin dahil edilmesi gerekmektedir. Hemşirelerin psikososyal değerlendirme ve müdahale kapasitesinin artırılması, ruh sağlığı risklerini erken dönemde tanıyıp müdahale edebilme olanağı sağlayarak gençlerin gereksinimlerini karşılamada kritik rol oynayacaktır. Gelecek perspektifinde, hemşirelerin okullar ve topluluk merkezleri ile iş birliği yaparak ergen odaklı sosyal destek programlarını yaygınlaştırmaları büyük önem taşımaktadır. Dijital platformlar aracılığıyla sağlanan destek, özellikle sosyal medyanın ve mobil uygulamaların yoğun kullanıldığı günümüzde daha erişilebilir ve etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca politika yapıcıların gençlere yönelik sosyal destek projelerini yaygınlaştırmaları ve aile-okul-sağlık kurumları arasında güçlü bağların kurulmasını sağlayacak multidisipliner iş birliği, sürdürülebilir sosyal destek ağlarının oluşturulmasına katkı sunacaktır. Bunun yanı sıra, farklı sosyoekonomik ve kültürel gruplara yönelik kapsayıcı ve duyarlı yaklaşımların geliştirilmesi, sosyal destek hizmetlerinin etkinliğini artıracaktır. Bu doğrultuda, adölesanların sosyal destek ihtiyaçlarının sistematik olarak değerlendirilmesi, ailelerin süreçlere dahil edilmesi ve okul hemşireliği uygulamalarının güçlendirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, hemşirelerin mesleki eğitimlerinin artırılması ve psikolog, sosyal hizmet uzmanı ve eğitimcilerle koordineli

çalışılması, adölesanlara sunulan sosyal destek hizmetlerinin kalitesini ve sürdürülebilirliğini artıracaktır.

Sonuç

Adölesanların sağlıklı gelişiminde sosyal destek sistemleri kritik bir belirleyici rol oynamaktadır. Hemşireler, danışmanlık, eğitim ve toplum temelli yaklaşımlar aracılığıyla bu sistemlerin güçlendirilmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Sosyal destek odaklı hemşirelik müdahalelerinin yaygınlaştırılması, gençlerin ruhsal, sosyal ve akademik açıdan güçlenmesine katkıda bulunacaktır. Dolayısıyla hemşirelerin sürece etkin katılımı, yalnızca bireysel değil, toplumsal sağlık için de uzun vadeli yararlar sunmaktadır.

Kaynaklar

- Atta, M. H. R., Amin, S. M., Hamad, N. I. M., Othman, A. A., Sayed, Y. M., Sanad, H. S., & El-Sayed, A. A. I. (2025). The Role of Perceived Social Support in the Association Between Stress and Creativity Self-Efficacy Among Adolescents With Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing*.
<https://doi.org/10.1111/jpm.13171>
- Çakar, F. S. (2020). The Role of Social Support in the Relationship Between Adolescents' Level of Loss and Grief and Well-Being. *International Education Studies*, 13(12), 27.
<https://doi.org/10.5539/ies.v13n12p27>
- Chukwudi Cosmos Maha, Tolulope Olagoke Kolawole, & Samira Abdul. (2024). Innovative community-based strategies to combat adolescent substance use in urban areas of the US and Africa. *International Journal of Applied Research in Social Sciences*, 6(6), 1048–1067.
<https://doi.org/10.51594/ijarss.v6i6.1173>
- Dorcas, A.-D. O., Mofeyisara, O. O., Adekemi, A. O., & Oluwabusayo, A. S. (2024). Care Seeking Behavior and Social Support for Sexual and Reproductive Health Needs of Adolescents in Ibadan, Nigeria. *International Journal of Research and Innovation in Applied Science*, IX(III), 473–483. <https://doi.org/10.51584/IJRIAS.2024.90343>
- Elfiyunai, N. N., & Glorino Rumambo Pandin, M. (2021). *The Role of Nurses in Providing Social Support in Tuberculosis Treatment: Literature Review*.
<https://doi.org/10.20944/preprints202104.0126.v1>
- Fladeboe, K. M., O'Daffer, A., Engelberg, R. A., Salsman, J. M., Merluzzi, T., Baker, K. S., Yi-Frazier, J. P., & Rosenberg, A. R. (2025). Developing a skill-based intervention to address social health needs of adolescents and young adults with cancer: an ORBIT Phase 1 Study. *Annals of Behavioral Medicine*, 59(1). <https://doi.org/10.1093/abm/kaaf012>
- Isni, K., Nurfatona, W. Y., & Qomariyah, N. (2023). SOCIAL SUPPORT IN ACCESSING ADOLESCENTS MENTAL HEALTH SERVICES. *The Indonesian Journal of Public Health*, 18(3), 493–504. <https://doi.org/10.20473/ijph.v18i3.2023.493-504>

- Riyadi, S., Marmi, M., Al Madury, S., & Farid, M. (2025). Smoking Cessation Behavior Among Madurese Adolescents: The Role of Social Capital and the Theory of Planned Behavior. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia (MPPKI)*, 8(9), 971–980. <https://doi.org/10.56338/mppki.v8i9.7883>
- Rodriguez, A. K., Hammond, G., Valdes, D., Manhas, N., Akram, S., Morgan-Daniel, J., Hack, G., & Sonke, J. (2024). A Scoping Review of Arts-Based Interventions with Community Based Participatory Research Approaches for Addressing Mental Health Amongst Adolescents in the United States. *Journal of Adolescent Research*. <https://doi.org/10.1177/07435584241295764>
- Verma, S. (2024). Relationship between Resilience and Perceived Social Support among Male and Female Adolescents. *Journal of Behavioral Health and Psychology*, 13(4). <https://doi.org/10.33425/2832-4579/24071>
- Weidman, D. R., Desmarais, P., Stevens, K., Klinger, C. A., Colquhoun, H., Bender, J. L., & Gupta, A. (2022). Peer Support Needs of Adolescents with Cancer in Pediatrics: A Canadian Mixed Methods Study. *Journal of Adolescent and Young Adult Oncology*, 11(4), 433–438. <https://doi.org/10.1089/jayao.2021.0122>
- Zeydani, A., Atashzadeh-Shoorideh, F., Hosseini, M., & Zohari-Anboohi, S. (2023). Community-based nursing: a concept analysis with Walker and Avant's approach. *BMC Medical Education*, 23(1), 762. <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04749-5>

ERGENLİK DÖNEMİNDE AŞILAMA VE ÖNLEYİCİ SAĞLIK HİZMETLERİNİN ÖNEMİ: HEMŞİRELİK YAKLAŞIMLARINA YÖNELİK BİR DERLEME

THE IMPORTANCE OF VACCINATION AND PREVENTIVE HEALTH SERVICES DURING ADOLESCENCE: A REVIEW OF NURSING APPROACHES

Dr. Öğr. Üyesi HAKAN AVAN².

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, hakanavan@gmail.com- ORCID ID: 0000-0003-2494-3671),

Öz

Ergenlik dönemi, bireylerin fiziksel, psikolojik ve sosyal açıdan hızlı değişimler yaşadığı kritik bir gelişim evresidir. Bu süreçte uygulanan aşılama ve önleyici sağlık hizmetleri, bireylerin yaşam boyu sağlık durumunu etkileyen stratejik müdahalelerdir. Ergenlikte bağışıklama yalnızca bulaşıcı hastalıklardan korunmayı sağlamaz, aynı zamanda toplum bağışıklığının güçlenmesine de katkı sunar. Bununla birlikte, sağlıklı yaşam davranışlarının kazandırılması, riskli davranışların önlenmesi ve psikososyal destek sağlanması önleyici sağlık hizmetlerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Hemşireler, bu hizmetlerin planlanması, uygulanması ve izlenmesinde önemli roller üstlenmektedir. Bu derleme, ergenlik döneminde aşılama ve önleyici sağlık hizmetlerinin önemini tartışarak hemşirelerin bu alandaki katkılarını ortaya koymayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ergenlik, Aşılama, Önleyici Sağlık Hizmetleri, Hemşirelik, Toplum Sağlığı, Psikososyal Destek

Abstract Adolescence is a critical developmental stage marked by rapid physical, psychological, and social changes. Vaccination and preventive health services implemented during this period represent strategic interventions that influence individuals' lifelong health outcomes. Immunization in adolescence not only protects against infectious diseases but also contributes to strengthening herd immunity. Additionally, promoting healthy lifestyle behaviors, preventing risky behaviors, and providing psychosocial support are integral components of preventive health services. Nurses play a crucial role in the planning, implementation, and monitoring of these services. This review aims to discuss the importance

² Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, hakanavan@gmail.com- ORCID ID: 0000-0003-2494-3671),

of vaccination and preventive health services during adolescence and to highlight the contributions of nurses in this area.

Keywords: Adolescence, Vaccination, Preventive Health Services, Nursing, Public Health, Psychosocial Support

Giriş

Ergenlik dönemi, bireylerin çocukluk ile yetişkinlik arasında köprü kurduğu, biyolojik, psikolojik ve sosyal açıdan yoğun değişimlerin yaşandığı kritik bir gelişim evresidir. Bu süreçte bireyler, kimlik oluşumu, özerklik kazanma ve sosyal rollerin benimsenmesi gibi önemli gelişimsel görevlerle karşı karşıya kalmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), ergenliği 10–19 yaş aralığını kapsayan bir dönem olarak tanımlamakta ve bu evreyi sağlığın korunması ile yaşam boyu sürecek davranış kalıplarının yerleştiği bir süreç olarak değerlendirmektedir. Ergenlikte yaşanan hızlı büyüme, hormonal değişimler ve sosyal ilişkilerdeki dönüşüm, gençlerin hem fiziksel hem de ruhsal sağlıklarını doğrudan etkileyen dinamiklerdir (Avan, 2024; Şanver & Özvarış, 2023). Bu nedenle ergenlik, sağlık açısından hem risklerin hem de fırsatların ön plana çıktığı bir dönem olarak kabul edilmektedir.

Aşılama ve önleyici sağlık hizmetleri, ergen sağlığını korumak ve geliştirmek için en etkili halk sağlığı stratejilerinden biridir. Ergenlikte uygulanan aşılar, bireylerin çocukluk döneminde kazanmış oldukları bağışıklığın sürdürülmesini sağlayarak hem kişisel korunma hem de toplum bağışıklığı açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu kapsamda, tetanoz, difteri, boğmaca, HPV ve meningokok aşuları gibi bağışıklamaların ergenlik döneminde tamamlanması bulaşıcı hastalıkların kontrolünde önemli katkılar sunmaktadır (Choi et al., 2023; Hofstetter & Schaffer, 2021; Olusanya et al., 2021).

Ayrıca ergenlikte verilen önleyici sağlık hizmetleri, yalnızca bulaşıcı hastalıkların önlenmesiyle sınırlı kalmayıp, sağlıklı beslenme, fiziksel aktivite, ruhsal iyilik hali ve riskli davranışlardan kaçınma gibi yaşam boyu sürdürülebilecek sağlık davranışlarının kazanılmasını da desteklemektedir. Bu tür koruyucu yaklaşımlar, erişkinlik döneminde kronik hastalıkların ve yaşam tarzına bağlı sağlık sorunlarının görülme sıklığını azaltmada önemli bir etkiye sahiptir (Hofstetter & Schaffer, 2021; Rand & Humiston, 2021).

Hemşireler, ergenlik dönemine özgü sağlık gereksinimlerinin karşılanmasında kilit rol oynayan sağlık profesyonelleridir. Bu süreçte hemşireler, sağlık eğitimi, danışmanlık, rehberlik ve doğrudan bakım hizmetleri aracılığıyla gençlerin sağlık okuryazarlığını artırmakta, koruyucu

sağlık davranışlarının benimsenmesini teşvik etmektedir. Ayrıca, ergenlerin aileleriyle ve eğitim kurumlarıyla iş birliği içinde çalışarak sağlık davranışlarının sürdürülebilirliğini desteklemekte ve toplum temelli koruyucu sağlık uygulamalarının etkinliğini artırmaktadır.

Ergenlik Döneminde Aşılama Gereksinimleri

Ergenlik dönemi, bireylerin çocukluk çağında başlatılan bağışıklama sürecinin devam ettirilmesi ve yaşam boyu korunmanın güçlendirilmesi açısından kritik bir fırsat dönemidir. Bu dönemde uygulanan aşilar, hem çocukluk döneminde eksik kalmış dozların tamamlanmasını hem de ergenlik dönemine özgü koruyucu bağışıklamaların yapılmasını kapsamaktadır. Bu nedenle ergenlikte bağışıklama programları hem bireysel hem de toplumsal düzeyde bulaşıcı hastalıkların önlenmesi için stratejik bir halk sağlığı yaklaşımı olarak değerlendirilmektedir.

Özellikle insan papilloma virüsüne (HPV) karşı yapılan aşı hem kız hem de erkek ergenlerde rahim ağzı, anüs, orofarinks ve diğer HPV ilişkili kanser türlerinin önlenmesinde yüksek koruyuculuk sağlamaktadır. HPV aşısının erken yaşlarda, cinsel aktivitenin başlamasından önce uygulanması, bağışıklık yanıtının daha güçlü olması nedeniyle önerilmektedir (Adeyanju et al., 2022; Hofstetter & Schaffer, 2021; Jin et al., 2023; Reno et al., 2018; White et al., 2023). Bunun yanında meningokok, hepatit B, influenza ve tetanoz-difteri-boğmaca (Tdap) aşiları da ergenlikte uygulanması gereken temel aşilar arasında yer almakta; bu aşilar gençlerin solunum yolu enfeksiyonları ve bakteriyel menenjit gibi ciddi hastalıklara karşı korunmasında önemli rol oynamaktadır (Jin et al., 2023; Reno et al., 2018).

Ancak, ergenlikte aşılama oranlarının istenilen düzeyde olmaması küresel ölçekte dikkat çeken bir sorundur. Aşılama karşılaşılan temel zorluklar arasında ergenlerin sağlık hizmetlerine erişimde isteksizlik göstermeleri, ebeveynlerin aşuya yönelik bilgi eksiklikleri ve tereddütleri, toplumsal yanlış inanışlar ile sosyal medya kaynaklı bilgi kirliliği yer almaktadır. Aşı reddi veya erteleme davranışları, yalnızca bireysel bağışıklığı zayıflatmakla kalmamakta; toplum bağışıklığını da olumsuz etkileyerek bulaşıcı hastalıkların yeniden ortaya çıkma riskini artırmaktadır (Alwreikat, 2024; Choi et al., 2023; Cunningham-Erves et al., 2019; Hofstetter & Schaffer, 2021; Nguyen et al., 2023; Olusanya et al., 2021; Reno et al., 2018).

Bu nedenle, ergenlik döneminde aşılama oranlarını artırmak için çok yönlü stratejilerin uygulanması gerekmektedir. Hem ergenlerin hem de ebeveynlerin aşılama konusundaki farkındalıklarının artırılması, yanlış inanışların düzeltilmesi ve güvenilir sağlık bilgilerine erişimin sağlanması öncelikli adımlar arasında yer almalıdır. Ayrıca sağlık profesyonelleri, özellikle hemşireler, bu süreçte bilgilendirme, danışmanlık ve motivasyon sağlama rolleriyle

kilit bir konumda bulunmaktadır. Hemşirelerin okul temelli aşılama programlarına aktif katılımı, ailelerle iş birliği içinde çalışması ve topluma yönelik eğitim faaliyetleri yürütmesi, ergenlerde aşılama oranlarının sürdürülebilir biçimde yükselmesine önemli katkılar sunmaktadır.

Önleyici Sağlık Hizmetlerinin Kapsamı

Önleyici sağlık hizmetleri, ergenlikte yalnızca bağışıklama uygulamaları ile sınırlı değildir. Ruh sağlığının korunması, sağlıklı beslenme alışkanlıklarının kazandırılması, düzenli fiziksel aktiviteye teşvik edilmesi, cinsel sağlık eğitimleri ve madde kullanımı gibi riskli davranışların önlenmesi bu kapsamda ele alınmaktadır (Avan, 2024; Avan & Nacar, 2023; Hale et al., 2021; Journath et al., 2020; Ródenas-Munar et al., 2023; Rose et al., 2017).

Örneğin, ergenlikte artan akademik stres, akran baskısı ve sosyal medya kullanımı ruh sağlığı sorunlarını tetikleyebilir. Bu nedenle psikolojik danışmanlık, stres yönetimi eğitimleri ve destek grupları önleyici sağlık hizmetlerinin önemli parçalarıdır (Bajwa et al., 2024; Laurier et al., 2024; Lopes & Monteiro, 2022; Romero et al., 2022; Wright et al., 2021). Aynı zamanda obezite riskini azaltmak için dengeli beslenme ve fiziksel aktivite programlarının desteklenmesi, gençlerin uzun vadede diyabet ve kardiyovasküler hastalık riskini düşürmektedir (Calcaterra et al., 2022; Gherman et al., 2021; Journath et al., 2020). Böylece önleyici sağlık hizmetleri, ergenlik dönemini yalnızca hastalıkların önlenmesi değil, sağlıklı yaşamın inşası için de bir fırsat olarak ele almaktadır.

Hemşirelerin Aşılama ve Önleyici Sağlık Hizmetlerindeki Roller

Önleyici sağlık hizmetleri, ergenlik döneminde yalnızca bağışıklama uygulamalarıyla sınırlı değildir. Ruh sağlığının korunması, sağlıklı beslenme alışkanlıklarının kazandırılması, düzenli fiziksel aktiviteye teşvik edilmesi, cinsel sağlık eğitimi verilmesi ve madde kullanımı gibi riskli davranışların önlenmesi de bu kapsamda değerlendirilmektedir (Avan, 2024; Avan & Nacar, 2023; Bajwa et al., 2024; Hale et al., 2021; Journath et al., 2020; Laurier et al., 2024; Malinauskiene & Malinauskas, 2021; Wright et al., 2021).

Ergenlikte artan akademik stres, akran baskısı ve sosyal medya kullanımı ruh sağlığı sorunlarının ortaya çıkmasına zemin hazırlayabilmektedir. Bu nedenle psikolojik danışmanlık hizmetleri, stres yönetimi eğitimleri ve akran destek grupları, önleyici sağlık hizmetlerinin önemli bileşenlerini oluşturmaktadır (Bajwa et al., 2024; Laurier et al., 2024; Lopes & Monteiro, 2022; Romero et al., 2022; Wright et al., 2021).

Ayrıca obezite riskini azaltmak amacıyla dengeli beslenme alışkanlıklarının kazandırılması ve fiziksel aktivite programlarının teşvik edilmesi, gençlerin uzun vadede diyabet ve kardiyovasküler hastalıklara yakalanma riskini azaltmaktadır (Choi et al., 2023; Cunningham-Erves et al., 2019; Rand & Humiston, 2021; Simonetti et al., 2024). Dolayısıyla önleyici sağlık hizmetleri, ergenlik dönemini yalnızca hastalıkların önlenmesi açısından değil, aynı zamanda sağlıklı yaşam biçimlerinin temellerinin atıldığı bir fırsat dönemi olarak ele almaktadır.

Toplum Temelli Hemşirelik Yaklaşımları

Toplum sağlığı ve okul sağlığı hemşireliği, ergenlere yönelik aşılama ve önleyici sağlık hizmetlerinin etkili bir şekilde ulaştırılmasında kritik bir role sahiptir. Okul temelli aşı programları, ergenlerin sağlık hizmetlerine erişimini kolaylaştırarak bağışıklama oranlarının artmasına katkı sağlamaktadır. Hemşireler, okul ortamında yürüttükleri eğitim programları aracılığıyla öğrencilere, ailelere ve öğretmenlere sağlık bilinci kazandırmakta ve koruyucu sağlık davranışlarının benimsenmesini desteklemektedir (Choi et al., 2023; Cunningham-Erves et al., 2019; Simonetti et al., 2024).

Bunun yanı sıra toplum sağlığı merkezlerinde gerçekleştirilen tarama ve danışmanlık hizmetleri, riskli davranışların erken dönemde belirlenmesine olanak tanımaktadır. Son yıllarda dijital sağlık teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte SMS hatırlatma sistemleri ve mobil uygulamalar aracılığıyla aşı takibi, randevu yönetimi ve sağlık eğitimi gibi hizmetlerin daha geniş kitlelere ulaştırılması mümkün hale gelmiştir (Choi et al., 2023; Cunningham-Erves et al., 2019; Rand & Humiston, 2021; Reno et al., 2018; Simonetti et al., 2024). Hemşireler, bu yenilikçi yaklaşımları kullanarak ergenlere erişimi artırmakta ve önleyici sağlık hizmetlerinin etkinliğini güçlendirmektedir.

Aşılama ve Önleyici Sağlık Hizmetlerine Yönelik Örnek Programlar

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve UNICEF gibi uluslararası kuruluşlar, ergen sağlığına yönelik kapsamlı programlar yürütmektedir. HPV aşı kampanyaları, okul temelli bağışıklama projeleri ve madde bağımlılığına karşı gençlere yönelik farkındalık eğitimleri bu programların önemli örnekleridir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde yürütülen okul temelli HPV aşı programlarının hem aşılama oranlarını artırdığı hem de toplumda cinsel sağlık bilincini geliştirdiği görülmektedir (Choi et al., 2023; Davies et al., 2021; Hofstetter & Schaffer, 2021; Olusanya et al., 2021; Reno et al., 2018).

Türkiye’de de Sağlık Bakanlığı tarafından yürütülen bağışıklama programları, ergenlik dönemine yönelik aşılardan erişilebilirliğini artırmayı hedeflemektedir. Ancak bu programların başarısı, yalnızca sağlık kurumlarıyla sınırlı değildir; okul, aile ve toplumun iş birliği içinde olması gerekmektedir. Hemşireler bu iş birliğinin merkezinde yer alarak programların sürdürülebilirliğini sağlamaktadır.

Gelecek Perspektifleri ve Öneriler

Gelecekte, ergenlik döneminde aşılama ve önleyici sağlık hizmetlerinin yaygınlaştırılması için hem politika düzeyinde hem de uygulama düzeyinde kapsamlı adımların atılması gerekmektedir. Öncelikle, hemşirelik eğitim programlarında ergen sağlığına yönelik bağışıklama ve önleyici hizmet içeriklerinin güçlendirilmesi, sağlık profesyonellerinin bilgi ve uygulama becerilerini artıracaktır. Bununla birlikte, ergenlere ulaşmada yenilikçi yaklaşımların geliştirilmesi ve özellikle dijital sağlık uygulamalarının yaygınlaştırılması, hizmetlerin erişilebilirliğini ve sürdürülebilirliğini önemli ölçüde destekleyecektir.

Politika yapıcıların ergen sağlığına yönelik özel projeleri teşvik etmesi, bu alanda ayrılan kaynakların artırılması ve toplumda aşı tereddüdünü azaltmaya yönelik iletişim stratejilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bütüncül yaklaşım sayesinde hem bireysel hem de toplumsal sağlık göstergelerinde kalıcı ve olumlu gelişmelerin elde edilmesi mümkün olacaktır.

Sonuç

Ergenlik döneminde aşılama ve önleyici sağlık hizmetleri, gençlerin sağlıklı gelişimini destekleyen, bulaşıcı ve kronik hastalık risklerini azaltan temel sağlık müdahaleleridir. Bu hizmetlerin başarısı, hemşirelerin aktif katılımı ile daha da güçlenmektedir. Hemşirelerin danışmanlık, eğitim ve toplum temelli yaklaşımlar aracılığıyla sürece dahil olması, yalnızca ergenlerin değil toplumun gelecekteki sağlık düzeyinin de yükselmesine katkı sağlar. Dolayısıyla ergenlik döneminde bağışıklama ve önleyici sağlık hizmetlerine yatırım, toplum sağlığı için stratejik bir önceliktir.

Kaynaklar

- Adeyanju, G. C., Betsch, C., Adamu, A. A., Gumbi, K. S., Head, M. G., Aplogan, A., Tall, H., & Essoh, T.-A. (2022). Examining enablers of vaccine hesitancy toward routine childhood and adolescent vaccination in Malawi. *Global Health Research and Policy*, 7(1), 28.
<https://doi.org/10.1186/s41256-022-00261-3>

- Alwreikat, A. (2024). Vaccination hesitancy: Applying the protection motivation theory on parents' information behavior. *Information Development*.
<https://doi.org/10.1177/02666669241261637>
- Avan, H. (2024). Adölesanlarda Sosyal Medya Kullanım Amaçları ve Bağımlılığının Fiziksel Aktivite, Beslenme, Stres Yönetimi ve Kişilerarası İletişim Üzerine Etkisinin Belirlenmesi. *UNIKA Journal of Health Sciences*. <https://doi.org/10.47327/unikasaglik.2024.91>
- Avan, H., & Nacar, D. (2023). Adölesanlarda madde bağımlılığı farkındalığının belirlenmesi. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(2), 89–97.
- Bajwa, H. A., Iqbal, M. U., Ali, M. S., Abbas, M. A., Gul, A., Ghani, M., & Khalid, I. (2024). Multidimensional Impact of Regular Physical Activity on Adolescent Mental Health, Integrating Neurobiological and Psychosocial Mechanisms. *DEVELOPMENTAL MEDICO-LIFE-SCIENCES*, 1(7), 20–28. <https://doi.org/10.69750/dmls.01.07.060>
- Calcaterra, V., Vandoni, M., Rossi, V., Berardo, C., Grazi, R., Cordaro, E., Tranfaglia, V., Carnevale Pellino, V., Cereda, C., & Zuccotti, G. (2022). Use of Physical Activity and Exercise to Reduce Inflammation in Children and Adolescents with Obesity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(11), 6908.
<https://doi.org/10.3390/ijerph19116908>
- Choi, J., Tamí-Maury, I., Cuccaro, P., Kim, S., & Markham, C. (2023). Digital Health Interventions to Improve Adolescent HPV Vaccination: A Systematic Review. *Vaccines*, 11(2), 249. <https://doi.org/10.3390/vaccines11020249>
- Cunningham-Erves, J., Koyama, T., Huang, Y., Jones, J., Wilkins, C. H., Harnack, L., McAfee, C., & Hull, P. C. (2019). Providers' Perceptions of Parental Human Papillomavirus Vaccine Hesitancy: Cross-Sectional Study. *JMIR Cancer*, 5(2), e13832. <https://doi.org/10.2196/13832>
- Davies, C., Stoney, T., Hutton, H., Parrella, A., Kang, M., Macartney, K., Leask, J., McCaffery, K., Zimet, G., Brotherton, J. M. L., Marshall, H. S., & Skinner, S. R. (2021). School-based HPV vaccination positively impacts parents' attitudes toward adolescent vaccination. *Vaccine*, 39(30), 4190–4198. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2021.05.051>
- Gherman, A. A., Monea, D., Gombos, L., & Patrascu, A. (2021). The Importance of A Healthy Lifestyle And The Role Of Physical Activity in This Plan. *Studia Universitatis Babeş-Bolyai Educatio Artis Gymnasticae*, 66(2), 79–92. [https://doi.org/10.24193/subbeag.66\(2\).17](https://doi.org/10.24193/subbeag.66(2).17)
- Hale, G. E., Colquhoun, L., Lancaster, D., Lewis, N., & Tyson, P. J. (2021). Review: Physical activity interventions for the mental health and well-being of adolescents – a systematic review. *Child and Adolescent Mental Health*, 26(4), 357–368.
<https://doi.org/10.1111/camh.12485>
- Hofstetter, A. M., & Schaffer, S. (2021). Childhood and Adolescent Vaccination in Alternative Settings. *Academic Pediatrics*, 21(4), S50–S56. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2021.02.001>
- Jin, S. W., Lee, Y., & Brandt, H. M. (2023). Human Papillomavirus (HPV) Vaccination Knowledge, Beliefs, and Hesitancy Associated with Stages of Parental Readiness for Adolescent HPV Vaccination: Implications for HPV Vaccination Promotion. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 8(5), 251. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed8050251>

- Journath, G., Hammar, N., Vikström, M., Linnarsjö, A., Walldius, G., Krakau, I., Lindgren, P., de Faire, U., & Hellenius, M.-L. (2020). A Swedish primary healthcare prevention programme focusing on promotion of physical activity and a healthy lifestyle reduced cardiovascular events and mortality: 22-year follow-up of 5761 study participants and a reference group. *British Journal of Sports Medicine*, *54*(21), 1294–1299. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-101749>
- Laurier, C., Pascuzzo, K., Jubinville, V., & Lemieux, A. (2024). Physical activity and its benefits on adolescents' mental health through self-esteem. *Frontiers in Child and Adolescent Psychiatry*, *3*. <https://doi.org/10.3389/frcha.2024.1503920>
- Lopes, V. P., & Monteiro, D. (2022). Can self-esteem mediate the association between social support and different levels of physical activity in adolescents? *Kinesiology*, *54*(2), 208–220. <https://doi.org/10.26582/k.54.2.4>
- Malinauskiene, V., & Malinauskas, R. (2021). Predictors of Adolescent Depressive Symptoms. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(9), 4508. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094508>
- Nguyen, K. H., Levisohn, A., McChesney, C., Vasudevan, L., Bednarczyk, R. A., & Corlin, L. (2023). Disparities in child and adolescent COVID-19 vaccination coverage and parental intent toward vaccinations for their children and adolescents. *Annals of Medicine*, *55*(1). <https://doi.org/10.1080/07853890.2023.2232818>
- Olusanya, O. A., Bednarczyk, R. A., Davis, R. L., & Shaban-Nejad, A. (2021). Addressing Parental Vaccine Hesitancy and Other Barriers to Childhood/Adolescent Vaccination Uptake During the Coronavirus (COVID-19) Pandemic. *Frontiers in Immunology*, *12*. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.663074>
- Rand, C. M., & Humiston, S. G. (2021). Provider Focused Interventions to Improve Child and Adolescent Vaccination Rates. *Academic Pediatrics*, *21*(4), S34–S39. <https://doi.org/10.1016/j.acap.2021.02.014>
- Reno, J. E., O'Leary, S., Garrett, K., Pyrzanowski, J., Lockhart, S., Campagna, E., Barnard, J., & Dempsey, A. F. (2018). Improving Provider Communication about HPV Vaccines for Vaccine-Hesitant Parents Through the Use of Motivational Interviewing. *Journal of Health Communication*, *23*(4), 313–320. <https://doi.org/10.1080/10810730.2018.1442530>
- Ródenas-Munar, M., Monserrat-Mesquida, M., Gómez, S. F., Wärnberg, J., Medrano, M., González-Gross, M., Gusi, N., Aznar, S., Marín-Cascales, E., González-Valeiro, M. A., Serra-Majem, L., Pulgar, S., Segú, M., Fitó, M., Torres, S., Benavente-Marín, J. C., Labayen, I., Zapico, A. G., Sánchez-Gómez, J., ... Tur, J. A. (2023). Perceived Quality of Life Is Related to a Healthy Lifestyle and Related Outcomes in Spanish Children and Adolescents: The Physical Activity, Sedentarism, and Obesity in Spanish Study. *Nutrients*, *15*(24), 5125. <https://doi.org/10.3390/nu15245125>
- Romero, I., Kaye, A., Poulin, C., & Peterson, M. E. (2022). An Analysis of the Effects of Frequency and Type of Physical Activity on Self-Esteem in Adolescent Males. *Georgetown Scientific Research Journal*, *2*(2), 42–52. <https://doi.org/10.48091/gsr.v2i2.42>
- Rose, T., Barker, M., Maria Jacob, C., Morrison, L., Lawrence, W., Strömmer, S., Vogel, C., Woods-Townsend, K., Farrell, D., Inskip, H., & Baird, J. (2017). A Systematic Review of

Digital Interventions for Improving the Diet and Physical Activity Behaviors of Adolescents.

Journal of Adolescent Health, 61(6), 669–677.

<https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2017.05.024>

Şanver, T. M., & Özvarış, Ş. B. (2023). Adölesan Dönemde Riskli Sağlık Davranışları: Ebeveyn, Okul, Akranların Rolü. *STED / Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*.

<https://doi.org/10.17942/sted.1184826>

Simonetti, V., Tomietto, M., Comparcini, D., Pastore, F., Stefanizzi, P., Tafuri, S., & Cicolini, G. (2024). The community nurse's role on the promotion of papillomavirus vaccination among young students: A study protocol. *Human Vaccines & Immunotherapeutics*, 20(1).

<https://doi.org/10.1080/21645515.2024.2314383>

White, J. L., Grabowski, M. K., Rositch, A. F., Gravitt, P. E., Quinn, T. C., Tobian, A. A. R., & Patel, E. U. (2023). Trends in Adolescent Human Papillomavirus Vaccination and Parental Hesitancy in the United States. *The Journal of Infectious Diseases*, 228(5), 615–626.

<https://doi.org/10.1093/infdis/jiad055>

Wright, L. J., Williams, S. E., & Veldhuijzen van Zanten, J. J. C. S. (2021). Physical Activity Protects Against the Negative Impact of Coronavirus Fear on Adolescent Mental Health and Well-Being During the COVID-19 Pandemic. *Frontiers in Psychology*, 12(March).

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.580511>

CİNSEL İŞLEV BOZUKLUKLARININ PSİKOLOJİSİ VE KİŞİLERARASI BOYUTLARI

SAADET KARADEMİR¹, Dr. Öğr. Üyesi ŞÜKRAN BAŞGÖL²

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ebelik Anabilim Dalı,
s.krdmr980@gmail.com, ORCID ID: 0009-0004-7579-8165

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü,
sukran.basgol@omu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-9451-4544

ÖZET

Cinsellik, insan yaşamının biyolojik, psikolojik ve sosyal boyutlarını kapsayan temel bir olgu olup, bireysel iyi oluşun ve ilişkisel uyumun bir parçasıdır. Cinsel işlev bozuklukları (CİB), yalnızca fizyolojik süreçlerdeki aksaklıklarla sınırlı kalmayıp, psikolojik faktörler, kişilerarası ilişkiler ve toplumsal normların etkileşimiyle ortaya çıkan çok boyutlu sorunlardır. Amerikan Psikiyatri Birliği Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal El Kitabı-5'nda (DSM-5) cinsel işlev bozuklukları farklı alt gruplar altında tanımlansa da, güncel yaklaşımlar bu sorunların yalnızca biyomedikal yönleriyle değil, aynı zamanda duygusal yakınlık, ilişki doyumu, özsaygı, anksiyete ve iletişim gibi psikososyal faktörlerle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

Cinsellik, biyopsikososyal yönleri olan çok boyutlu bir yapıya sahiptir. Bu doğrultuda cinsel işlevler; psikolojik etmenler, bireysel tutumlar, ilişki dinamikleri, duygusal durumlar, bilişsel süreçler, geçmiş deneyimler, travmalar ve öğrenilmiş davranış kalıplarının etkisiyle şekillenmektedir. Duygusal zorluklar fiziksel cinsel semptomlara yol açabilmekte; tersine cinsel işlev bozuklukları da ruhsal gerginlik, hayal kırıklığı, suçluluk ve utanç duygularına neden olarak ruhsal sağlık sorunlarına yol açabilir. Çift ilişkilerinde çatışma, uzaklaşma ve iletişim sorunlarını tetikleyebilir. Özellikle kültürel değerler ve toplumsal cinsiyet rolleri, bireylerin cinsel işlev bozukluklarını deneyimleme, yorumlama ve yardım arama davranışlarını önemli ölçüde şekillendirmektedir. Bu bağlamda CİB, bireysel olduğu kadar kişilerarası bir sorun olarak da ele alınmalıdır.

Sonuç olarak; cinsel işlev bozuklukları, kişisel ve kişilerarası sıkıntıya yol açarak yaşam kalitesini, ilişki uyumunu ve genel iyi oluşu olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Nitekim, sağlık profesyonellerinin bu alandaki farkındalığı, erken tanılama ve uygun yönlendirme süreçleri yoluyla bireylerin ve çiftlerin yaşam kalitesinin iyileştirilmesine önemli katkılar sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Cinsel İşlev Bozukluğu, Psikoloji, Sağlık Profesyoneli

1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), cinselliği insan yaşamının her döneminde var olan ve insan olma durumunun merkezinde yer alan temel bir olgu olarak tanımlamaktadır. Cinsellik; biyolojik cinsiyet, toplumsal cinsiyet kimliği ve rolleri, cinsel yönelim, erotizm, haz, yakınlık ve üreme gibi birçok boyutu içeren geniş bir kavramdır. Aynı zamanda bireylerin düşünceleri, fantezileri, arzuları, inançları, tutumları, değerleri, davranışları, deneyimleri, toplumsal roller ve kişilerarası ilişkiler aracılığıyla şekillenir ve ifade edilir. Bu nedenle cinsellik, biyolojik, psikolojik ve sosyal etkenlerin karşılıklı etkileşimiyle oluşan çok boyutlu bir yapıya sahiptir. (World Health Organization [WHO], 2015).

Cinsel işlev bozukluğu, bireyin cinsel doyuma ulaşma isteğinde ya da bu doyuma ulaşma sürecinde yaşanan bozulmalar olarak tanımlanmaktadır (Başar, 2025). Amerikan Psikiyatri

Birliği tarafından yayımlanan Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve Sayımsal Elkitabı'nın beşinci baskısında (DSM-5), cinsel işlev bozuklukları; erkeklerde geç boşalma, sertleşme bozukluğu, düşük cinsel istek bozukluğu ve erken boşalma; kadınlarda ise orgazm bozukluğu, cinsel ilgi/uyarılma bozukluğu ve genito-pelvik ağrı/penetrasyon bozukluğu başlıkları altında sınıflandırılmaktadır. Ayrıca, madde ya da ilaç kullanımına bağlı cinsel işlev bozuklukları, tanımlanmış diğer cinsel işlev bozuklukları ve tanımlanmamış cinsel işlev bozuklukları da bu sınıflandırma kapsamında yer almaktadır (American Psychiatric Association, 2013; Köroğlu, 2013).

Cinsel sağlık ise yalnızca hastalık veya işlev bozukluğunun bulunmaması değil; fiziksel, duygusal, zihinsel ve sosyal açıdan tam bir iyilik halidir. Bu bağlamda cinsel sağlık; bireyin cinselliğe ve cinsel ilişkilere yönelik olumlu, saygılı ve bilinçli bir yaklaşım geliştirmesini, cinsel deneyimlerin ise zorlayıcı olmayan, ayrımcılık ve şiddetten uzak, güvenli ve doyum verici bir biçimde yaşanmasını gerektirmektedir (WHO, 2015).

Sağlıklı bir beden, sağlıklı bir cinsel yaşamın temelini oluştururken cinselliğin nasıl algılandığı, hangi koşullarda yaşanacağı gibi unsurlar bireyin psikolojik yapısı tarafından belirlenmektedir. Cinsel işlevler; psikolojik faktörler, bireysel tutumlar, ilişki dinamikleri, duygusal durum, bilişsel süreçler, geçmiş yaşantılar, travmalar ve öğrenilmiş davranış kalıplarının etkileşimi sonucunda şekillenmektedir. Bu etkenler, bireyin cinselliğe yaklaşımını cinsel motivasyonunu ve tercihlerini belirlemede önemli rol oynamaktadır (Brotto ve ark., 2025). Cinsel işlev bozukluğu yaşayan bireyler çoğu zaman bu durumu nadir görülen ve yalnızca kendilerine özgü bir sorun olarak değerlendirmektedir. Oysa cinsel işlev bozuklukları toplumda oldukça yaygın olup çoğu zaman dile getirilmemekte ve hatta sağlık profesyonelleri tarafından dahi yeterince ele alınmamaktadır (Malhi ve Bell, 2022). Bu derlemede cinsel işlev bozukluklarının psikolojisi ve kişilerarası boyutları ele alınacaktır.

2. CİNSEL İŞLEV BOZUKLUKLARININ PSİKOLOJİSİ VE KİŞİLERARASI BOYUTLARI

2.1. Stres, Yaşam Olayları ve Zihinsel Yük

Zihinsel sağlık ve cinsel sağlık karşılıklı etkileşim içindedir. Duygusal zorlanmalar, bireylerde cinsel istekte azalma, orgazma ulaşmada güçlük veya erektil disfonksiyon gibi fiziksel cinsel işlev bozukluklarına yol açabilmektedir. Benzer şekilde, cinsel işlevde yaşanan güçlükler de bireyin ruhsal gerginliği artırarak, stres, hayal kırıklığı, suçluluk ve utanç gibi olumsuz duygulara neden olabilir (Malhi ve Bell, 2022).

Ailede kayıp gibi uzun süreli strese yol açan önemli yaşam olayları, iş yükü, ekonomik kaygılar gibi sürekli veya sık tekrarlayan küçük stresörlerin birikimi sonucunda kronik psikososyal stres düzeyi yüksek olan kadınlarda, vajinal kayganlığın azaldığı ve disparoni yakınmalarının daha sık görüldüğu bildirilmektedir (Hamilton ve Meston, 2013). Nitekim yapılan sistematik bir inceleme, stres düzeyi ile cinsel işlev bozukluğu arasında anlamlı ve güçlü bir ilişki olduğunu göstermiştir (Galanakis ve ark., 2015). Ayrıca, stresin cinsel deneyimleri ve davranışları olumsuz yönde etkilediği; buna karşılık, cinsel deneyimlerin veya davranışların stres düzeyini azaltabileceği de belirtilmiştir (Mües, Markert, Feneberg, ve Nater, 2025).

2.2. Beden İmajı ve Benlik Algısı

Benlik algısı, kişinin kendisi hakkında inanç, duygu ve düşünceleridir. Olumsuz benlik algısına sahip kişiler, kendilerini değersiz, yetersiz ya da sevilemez olarak algılayabilir. Bu durum, kişinin cinsel çekicilik algısını zayıflatabilir, partneriyle kurduğu duygusal bağda bilişsel dikkat dağınlıklığına ve yakınlık kurmada güçlük yaşamasına neden olabilir. Olumsuz beden imajı da cinsel işlevi etkileyebilen önemli diğer bir faktördür. Birey bedeni hakkında

güvensiz hissediyorsa, cinsellikten kaçınabilir veya cinsel aktivite sırasında rahatsız hissedebilir ve bu da cinsel isteksizliğe neden olabilir (Traeen, Markovic ve Kvaalem, 2016). Olumsuz beden imajına sahip kadınların ve olumsuz genital imaja sahip erkeklerin, cinsel doyum düzeylerinin daha düşük olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, beden imajı olumsuz olan erkeklerin daha sık mastürbasyon davranışı gösterdikleri, ancak buna rağmen cinsel doyumlarının daha düşük olma eğiliminde oldukları saptanmıştır (Fischer ve Træen, 2022). Kadınların erkeklere kıyasla bedenlerinden daha az memnun oldukları bilinmektedir (Traeen ve ark., 2016). Beden memnuniyetsizliği yaşayan bireylerde cinsel ilişki sırasında uyarılma güçlüğü, düşük cinsel istek ve orgazm zorlukları gibi cinsel işlev sorunlarının daha sık görülebildiği bildirilmektedir. Bu durumun, cinsel aktivite sırasında bireyin kendi bedenine ilişkin olumsuz düşüncelerle meşgul olması, yani bilişsel dikkat dağınıklığı yaşamasından kaynaklandığı belirtilmiştir (Carvalheira, Godinho ve Costa, 2016).

2.3. Dini ve Ahlaki İnançlar

Kültürel ve dini faktörler, bireylerin cinsel sağlık algılarını, bilgi düzeylerini ve gereksinimlerini şekillendirmede önemli bir role sahiptir. Bazı bireyler, çocukluk ve ergenlik dönemlerinde cinselliğe ilişkin katı, baskılayıcı ve olumsuz mesajların yoğun olduğu kültürel ya da dini ortamlarda yetişmektedir. Bunun sonucunda, yetişkinlik döneminde doğal olan cinsel istekler suçluluk, utanç duygularıyla bastırılmakta, bu da sağlıklı bir cinsel kimliğin gelişimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Şahin ve ark., 2006). Yapılan bir çalışma sonucunda, Müslüman üniversite öğrencilerinin yarısından fazlasının üniversite eğitiminden önce cinsel sağlık eğitimi almadığı belirlenmiştir (Karatana, Beyhan ve Ergün, 2025). Bununla birlikte dini inançlar bazı bireylerde cinselliğin düzenlenmesini, partner sadakatini sürdürülmesini ve riskli cinsel davranışlardan kaçınılmasını destekleyerek cinsel sağlığa olumlu katkılar sağlayabilir. Öte yandan, bazı kültürel ve dini bağlamlarda cinselliğin konuşulmasının sınırlı olması, bireylerin cinsel sağlıkla ilgili güvenilir bilgiye, danışmanlığa ve profesyonel desteğe erişimlerini geciktirebilmektedir. Cinsel sorunların mahremiyet veya değer çatışmaları nedeniyle paylaşılmaması, bireylerin uzun süre yardım almadan sorun yaşamasına yol açabilmektedir. Bu nedenle cinsel sağlık hizmetlerinin kültürel ve dini duyarlılıklar gözetilerek sunulması, bireylerin destek arama davranışını kolaylaştırabilir (Maasoumi, Sabetghadam, Keramat, Shabani ve Ghasemi, 2023; Rahman, 2018)

2.4. Travmalar

Travma, çocukluk çağında yaşanan cinsel, fiziksel ve duygusal istismar ve ihmalin yanı sıra, yetişkinlikte maruz kalınan travmatik olayları kapsamaktadır. Travmatik deneyimlerin her zaman cinsel nitelikte olması gerekmez (Malhi ve Bell, 2022).

DSÖ, dünya genelinde kadınların yaklaşık %30' unun yaşamları boyunca yakın partnerleri tarafından fiziksel ve/veya cinsel şiddete maruz kaldığını bildirmektedir (World Health Organization, 2019). Ayrıca ABD'de yürütülen bir çalışmada, erkeklerin yaklaşık dörtte birinin yaşamları boyunca istenmeyen cinsel temasa maruz kaldığı belirtilmiştir (Basile, Smith, Kresnow, Khatiwada ve Leemis, 2022). Cinsel istismar öyküsü bulunan kadınlarda cinsel istekte azalma, uyarılma güçlüğü, disparoni ve orgazm bozukluğu gibi cinsel işlev sorunlarının daha sık görüldüğü bildirilmektedir. Travma sonrası gelişen olumsuz inançlar ve öğrenilmiş stres tepkileri, cinsel uyarılmayı baskılayarak cinsel ilişkiden kaçınma davranışını artırmaktadır (Aşçı, Bal ve Koçoğlu, 2024).

Diğer yandan kadın genital mutilasyon uygulanan kadınların cinsel yaşamlarından daha az memnun kaldıkları, cinsel isteksizlik, düşük cinsel uyarılma, orgazm bozukluğu ve disparoni yaşama olasılıklarının daha yüksek olduğu bilinmektedir (van Moorst ve ark., 2018). Nitekim, travmalar, biyolojik stres sistemlerini, duygusal düzenlemeyi ve ilişki bağlanmasını etkileyerek

çok yönlü biçimde cinsel işlevi bozmaktadır. Dolayısıyla travma odaklı müdahaleler cinsel iyilik halinin yeniden sağlanmasında önemli rol oynamaktadır (Wang ve ark.,2022).

2.5. Cinsel Performans ve Başarı Kaygısı

Olumsuz bir cinsel deneyim, bireyde olumsuz beklentilerin gelişmesine ve performans kaygısının ortaya çıkmasına neden olabilir. Bu durum tekrarlandıkça başarısızlık düşüncesi pekişir ve bireyde kaygı, utanma, suçluluk duyguları ile cinsellikten kaçınma davranışı görülebilir. Zamanla bu döngü, cinsel isteksizlik, anksiyete ve depresyon gibi psikolojik sorunlara yol açabilir (Malhi ve Bell, 2022).

Cinsel performans kaygısı yaşayan bireyler partnerlerine karşı yetersizlik algısı geliştirmekte, fizyolojik olarak daha düşük düzeyde uyarılma göstermekte ve bilişsel dikkat dağınıklığı yaşamaktadır. Ayrıca, bu bireylerde cinsel işlev sorunlarının daha yaygın olduğu ve cinsel doyum düzeylerinin anlamlı biçimde daha düşük olduğu belirlenmiştir (Bockaj, Muise, Belu, Rosen ve O'Sullivan, 2024) Başka bir çalışmada, erkeklerin cinsel performansına ilişkin dikkat dağınıklığı yaşadıklarında kadınlara kıyasla daha fazla kaygı hissettikleri saptanmıştır (Carvalho ve ark., 2016). Sonuç olarak, cinsel performans ve başarı beklentileri bireyde kaygı ve yetersizlik algısını artırarak bilişsel dikkat dağınıklığına, uyarılma ve haz süreçlerinde bozulmaya, cinsel doyumda azalmaya ve partner ilişkisinde gerginliğe yol açan temel psikososyal faktörlerdendir (Rowland ve Kirana, 2025).

2.6. Psikiyatrik Bozukluklar ve İlaçlar

Ruhsal hastalıklar, cinsel sağlığı olumsuz etkileyebilecek pek çok psikolojik ve fizyolojik mekanizmayı etkileyebilmektedir. Depresyon ve anksiyete sıklıkla bir arada görülür ve diğer psikiyatrik bozukluklarla da ilişkilidir. Bu durumlar, cinsel istekte azalma, orgazma ulaşmada güçlük ve genel cinsel tatminde azalma gibi benzer belirtilerle cinsel işlevi olumsuz etkileyebilir (Malhi ve Bell, 2022). Liu ve arkadaşlarının (2018) yaptığı çalışma, depresyonun erektil disfonksiyon riskini artırdığını göstermektedir.

Ruhsal hastalıklar genellikle düşük benlik saygısı, damgalanma ve olumsuz benlik algısı ile birlikte görülerek bireyin benlik bütünlüğünü tehdit edebilir (Malhi ve Bell, 2022). Pozza ve arkadaşlarının (2020) çalışması, obsesif-kompulsif eğilimlerin genel popülasyonda cinsel işlev bozuklukları ve düşük cinsel doyum ile ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Obsesif-kompulsif bozukluk (OKB) tanılı bireylerde cinsel işlev bozukluğu ve düşük cinsel doyumun başlıca nedenlerinden birinin ise kullanılan psikiyatrik ilaçlar olduğu belirlenmiştir.

Buna ek olarak, Montejo ve arkadaşlarının (2019) yaptığı çalışma, antidepresan kullanımına bağlı cinsel işlev bozukluklarının hem erkeklerde hem de kadınlarda benzer sıklıkta ve şiddette görüldüğünü, ancak bu yan etkinin kadınlar tarafından daha az tolere edildiğini göstermiştir. Dolayısıyla psikiyatrik bozukluklar ve bu bozuklukların farmakolojik tedavileri, nörobiyolojik süreçler, duygudurum değişiklikleri, benlik algısı ve bilişsel süreçler üzerinden cinsel işlevi karmaşık ve çok boyutlu bir şekilde etkileyebilmektedir (Herder ve ark.,2023; Herder ve ark., 2025).

2.7. Yetiştirilme Tarzı ve Aile Dinamikleri

Çocukluktan yetişkinliğe geçiş süreci, her iki cinsiyet için heyecan verici bir dönem olarak tanımlanabilir ve yaşamda önemli bir değişimin başlangıcını temsil eder. Ancak bu dönem, toplumsal normlar ve kültürel değerler nedeniyle cinsiyetlere göre farklı biçimlerde deneyimlenmektedir. Erkek çocukları ergenlik döneminde cinsel duyguların ortaya çıkışını daha olumlu bir gelişim göstergesi olarak değerlendirirken, kız çocukları cinsellik, bekâret, doğurganlık ve kadınlık rolleri gibi karmaşık toplumsal beklentilerle karşı karşıya kalabilmektedir. Bu farklılaşma, bireylerin cinselliği algılama ve ifade etme biçimlerini

yetişkinlikte de etkileyebilmektedir. (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO], 2018).

Psikodinamik yaklaşıma göre, çocukluk döneminde ebeveynlerle kurulan ilişki, bireyin ileriki yaşlarda kuracağı romantik ve cinsel ilişkilerin temellerini şekillendirir. Anneye yönelik aşırı bağımlılık ya da sağlıklı ayrışmanın gerçekleşmemesi, ilerleyen dönemlerde yakın ilişki kurma ve cinselliği deneyimleme süreçlerinde zorluklara yol açabilir (Şahin ve ark., 2006). Nitekim yapılan bir çalışma, annesine karşı bağımlı tutumlar sergileyen erkeklerde ilişki çatışmalarının daha sık görüldüğünü ve bu durumun performans kaygısı ile erken ejakülasyon gibi cinsel işlev sorunları ile ilişkili olduğunu göstermiştir (Yalçın, Taşkıran ve Öztüren, 2023). Aile ortamında cinselliğin tabu olarak görülmesi, duygusal ifade becerilerinin sınırlı olması, aşırı koruyucu veya otoriter ebeveyn tutumları da bireyin cinsellik ve beden algısı üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir. Sessiz iletişim, utanç temelli mesajlar ve cinselliğin “tehlikeli/ayıp” bir kavram olarak aktarılması, yetişkin dönemde suçluluk duygusu, kaçınma ve kaygı temelli cinsel tutumlara yol açabilmektedir (Uluyol, 2019; Yalçın ve ark., 2023).

2.8. Gebelik Korkusu ve Doğum Süreci Etkileri

Bazı kadınlar, gençlik algılarından vazgeçmek istemedikleri, anneliğin gerektirdiği sorumluluklara hazır hissetmedikleri ya da doğum yapma korkusu taşıdıkları için gebelikten bilinçli veya bilinçdışı şekilde kaçınabilirler. Bu durum, cinsel istekte azalmaya veya cinsel ilişkiden uzak durmaya yol açabilir. Benzer şekilde erkeklerde de eşinin hamile kalması ya da anne olması, kadının bilinçdışı düzeyde “anne figürü” ile özdeşleştirilmesine neden olabilmekte ve bu durum cinsel istekte azalma ya da erektil işlev sorunları ile sonuçlanabilmektedir (Şahin ve ark., 2006).

Her doğum deneyimi, hem kadın hem de çift açısından yaşamın tüm boyutlarını etkileyen önemli bir dönüm noktasıdır. Bu etkiler yalnızca fiziksel iyileşme süreciyle sınırlı kalmayıp, ilişkiler, duygusal yakınlık ve cinsellik alanlarını da kapsamaktadır. Doğum sürecinde kadınların maruz kaldığı fiziksel müdahaleler, mahremiyetin ihlali ve duygusal zorluklar, hem kadının hem de partnerinin cinsel sağlığı ve ilişkisel samimiyeti üzerinde olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Özellikle geçmişte cinsel travma öyküsü bulunan bireylerde, doğum sırasında gerçekleştirilen vajinal muayene gibi bazı rutin uygulamalar travmatik anıları tetikleyerek yoğun kaygı ve kontrol kaybı hissine neden olabilmektedir (Gianotten, Mivsek ve Geuens, 2023).

Doğum sonrasında kadınların yaşadığı fiziksel ve hormonal değişiklikler, emzirme süreci, annelik rolüne uyum ve bebek bakımına ilişkin sorumluluklar; erkeklerin ise güçlü erkek imajını sürdürme çabası, eş tarafından reddedilme ya da ilginin azalması yönündeki kaygıları, stres faktörleriyle birlikte çiftlerin cinsel işlevini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Hajimirzaie ve ark., 2021).

2.9. Evlilik ve Çift İlişkisi Dinamikleri

Cinsel işlev bozuklukları, psikolojik ve kişilerarası yanıtların karmaşık etkileşiminden kaynaklandığı için partner ilişkileri önemli bir rol oynamaktadır. Eşler arasındaki cinsel sıklık, ilişki beklentileri, cinsel aktivitelerin çeşitliliği, cinsel etkileşim, mastürbasyonun kabul edilebilirliği, cinsel fanteziler ve seks oyuncaklarının kullanımı, cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlar, tıbbi problemlerle uyum ve cinsel tercihlere ilişkin iletişim düzeyi cinsel işlev açısından belirleyici faktörler arasında yer almaktadır (Metz, Epstein ve McCarthy, 2017). Yapılan bir çalışmada partnerle algılanan yakınlık düzeyinin cinsel tatmin üzerinde en güçlü etkilerden biri olduğu bildirilmiştir (Traeen ve ark., 2016). Ancak cinsel işlev bozuklukları; utanç, çatışma, memnuniyetsizlik veya cinsel ilişkiden kaçınma gibi sorunlara yol açtığında, bu durum ilişkisel problemleri de beraberinde getirebilir. Bu süreç genellikle çiftler arasında duygusal uzaklaşma, yabancılaşma ve ilişki doyumunda azalma ile sonuçlanabilmektedir.

Nitekim ilişki doyumunun hipoaktif cinsel istek bozukluğu ile negatif yönde ilişkili olduğu bildirilmiştir (Dosch ve ark., 2015; Tetik ve Yalçınkaya Alkar, 2023). Dolayısıyla çift ilişkilerindeki duygusal yakınlık, iletişim ve güvenin desteklenmesi, cinsel işlevin sürdürülmesinde ve olası işlev bozukluklarının önlenmesinde kritik bir öneme sahiptir (Överup, Hald ve Pavan, 2024).

2.10. Cinsel Kimlik ve Yönelim Problemleri

Cinsel kimlik ve yönelim, bireyin kendini tanımlama süreciyle ilişkili olup bireysel ve kişilerarası düzeyde önemli psikososyal dinamikler barındırmaktadır. Bu süreçte yaşanan belirsizlik, içsel çatışmalar, toplumsal normlara uyum baskısı ve olası aile/çevre tepkileri, bireyin cinsel benlik algısını ve cinsel işlevini etkileyebilmektedir. Aynı cinsiyetli çiftlerin ilişkilerinde, heteroseksüel çiftlerden farklı olarak toplumsal ayrımcılık, partnerlerin açılma süreçlerindeki farklılıklar gibi özgün deneyimler yer alabilmektedir. Bununla birlikte, cinsel işlev bozukluklarının çift dinamikleri bağlamındaki yönleri örneğin güç çatışmaları, iletişim sorunları ve kaçınma davranışları benzer biçimlerde görülebilmektedir (Metz, Epstein ve McCarthy, 2017). Özellikle içselleştirilmiş damgalama, gizlilik zorunluluğu ve sosyal destek yetersizliği, ilişki doyumu ve cinsel sağlığı olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu nedenle cinsel yönelim ve kimlik süreçlerinin değerlendirilmesi, cinsel işlev bozukluklarının anlaşılması ve uygun destekleyici müdahalelerin planlanması açısından önemlidir (Garcia vd., 2025).

3. SONUÇ

Cinsel işlev bozuklukları, bireyin fiziksel, duygusal ve sosyal yaşamını çok yönlü biçimde etkileyen yaygın bir sorun olup hem kişisel hem de kişilerarası düzeyde belirgin sıkıntılara yol açabilmektedir. Bu bozukluklar, yaşam kalitesinin azalması, ilişki çatışmalarının artması ve psikolojik iyi oluşun olumsuz etkilenmesi ile ilişkilidir. Cinselliğin biyopsikososyal yapısı göz önünde bulundurulduğunda, etiyolojik faktörlerin doğru değerlendirilmesi ve bireye özgü yaklaşım stratejilerinin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Sağlık profesyonellerinin konuya ilişkin bilgi düzeyi ve duyarlılığı, erken tanılama, uygun danışmanlık ve gerekli durumlarda uzman yönlendirmesi gerçekleştirerek hem bireylerin hem de çiftlerin yaşam kalitesini ve ilişkisel uyumunu artırma potansiyeline sahiptir. Bu nedenle cinsel sağlık eğitimi, klinik değerlendirme becerilerinin güçlendirilmesi ve multidisipliner iş birliği, cinsel işlev bozukluklarının yönetiminde temel bileşenler olarak ele alınmalıdır.

4. KAYNAKÇA

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). American Psychiatric Publishing.
- Aşçı, Ö., Bal, M. D. and Koçoğlu, F. (2024). *The impact of childhood sexual abuse on adult female sexual function and sexual distress: A systematic review and meta-analysis. Turkish Journal of Psychiatry, 35*(1), 63–74.
- Basile, K. C., Smith, S. G., Kresnow, M., Khatiwada, S. and Leemis, R. W. (2022). *The National Intimate Partner and Sexual Violence Survey: 2016/2017 report on sexual violence*. National Center for Injury Prevention and Control, Centers for Disease Control and Prevention.
- Başar, K. (2025). *ICD-11’de cinsel sağlık ve işlev bozuklukları ile ilgili değişiklikler ve değişikliklerin klinik uygulamaya etkileri. Türk Psikiyatri Dergisi, 36*, 31.
- Bockaj, A., Muise, M. D., Belu, C. F., Rosen, N. O. and O’Sullivan, L. F. (2024). *Under pressure: Men’s and women’s sexual performance anxiety in the sexual interactions of adult couples. The Journal of Sex Research, 62*(8), 1442–1454.

- Brotto, L. A., Atallah, S., Carvalho, J., Gordon, E., Pascoal, P. M., Reda, M., Stephenson, K. R. and Tavares, I. M. (2025). *Psychological and interpersonal dimensions of sexual function and dysfunction: Recommendations from the fifth international consultation on sexual medicine (ICSM 2024)*. *Sexual Medicine Reviews*, 13(2), 118–143.
- Carvalho, A., Godinho, L. and Costa, P. (2016). *The impact of body dissatisfaction on distressing sexual difficulties among men and women: The mediator role of cognitive distraction*. *The Journal of Sex Research*, 53(7), 850–861.
- Dosch, A., Rochat, L., Ghisletta, P., Favez, N. and Van der Linden, M. (2015). *Psychological factors involved in sexual desire, sexual activity, and sexual satisfaction: A multi-factorial perspective*. *Archives of Sexual Behavior*, 45(8), 2029–2045.
- Fischer, N. and Traeen, B. (2022). *A seemingly paradoxical relationship between masturbation frequency and sexual satisfaction*. *Archives of Sexual Behavior*, 51, 3151–3167.
- Galanakis, M., Kallianta, M.-D., Katsira, C., Liakopoulou, D., Chrousos, P. G. and Darviri, C. (2015). *The association between stress and sexual dysfunctionality in men and women: A systematic review*. *Psychology*, 6(14), 1710–1720.
- Garcia, M. M., Peixoto, M. M., Armstrong, H. L., Kelley, E., Knudson, G., Mattawanon, N., and Wheldon, C. W. (2025). *Sexual function and dysfunction in the LGBTQIA+ community—including before and after gender-affirming surgery: Recommendations from the Fifth International Consultation on Sexual Medicine (ICSM 2024)*. *Sexual Medicine Reviews*, 13(3), 283–300.
- Gianotten, W., Mivsek, A. and Geuens, S. (2023). *Various sexual consequences of interventions in midwifery practice*. In *Sexuality and Sexual Health in Midwifery* (pp. 349–363). Springer.
- Hajimirzaie, S. S., Tehranian, N., Razavinia, F., Khosravi, A., Keramat, A., Haseli, A., Mirzaii, M. and Mousavi, S. A. (2021). *Evaluation of couple's sexual function after childbirth with the biopsychosocial model: A systematic review of systematic reviews and meta-analysis*. *Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research*, 26(6), 469–478.
- Hamilton, L. D. and Meston, C. M. (2013). *Chronic stress and sexual function in women*. *The Journal of Sexual Medicine*, 10(10), 2443–2454.
- Herder, T., Spoelstra, S. K., Niemeijer, A. S. and Knegtering, H. (2025). *Sexual dysfunctions related to use of antipsychotics: A protocol for a systematic review and meta-analysis*. *PLoS ONE*, 20(8), e0329559.
- Herder, T., Spoelstra, S. K., Peters, A. W. M. and Knegtering, H. (2023). *Sexual dysfunction related to psychiatric disorders: A systematic review*. *The Journal of Sexual Medicine*, 20(7), 965–976.
- Karatana, Ö., Beyhan, A. ve Ergün, A. (2025). *Effectiveness and acceptability of a sexual health education program for Muslim countries: An intervention study*. *Archives of Sexual Behavior*, 54(4), 1617–1626.
- Köroğlu, E. (Çev.). (2013). *DSM-5 Tanı Ölçütleri Başvuru El Kitabı* (s. 205-217). Hekimler Yayın Birliği.
- Malhi, G. S. and Bell, E. (2022). *Questions in psychiatry (QuiP): Psychological basis for sexual dysfunction in psychiatry*. *Bipolar Disorders*, 24(8), 830–833.
- Maasoumi, R., Sabetghadam, S., Keramat, A., Shabani, F. and Ghasemi, M. (2023). *Help-seeking challenges for female sexual concerns: A qualitative study from Iran*. *BMC Health Services Research*, 23, Article 713.
- Metz, M., Epstein, N. and McCarthy, B. (2017). *Cognitive-behavioral therapy for sexual dysfunction* (1st ed.). Routledge.

- Montejo, A. L., Calama, J., Rico-Villademoros, F., Montejo, L., González-García, N., Pérez, J. and SALSEX Working Study Group. (2019). *A real-world study on antidepressant-associated sexual dysfunction in 2144 outpatients: The SALSEX I study. Archives of Sexual Behavior*, 48(5), 1327–1338.
- Mües, H. M., Markert, C., Feneberg, A. C. and Nater, U. M. (2025). *Bidirectional associations between daily subjective stress and sexual desire, arousal, and activity in healthy men and women. Annals of Behavioral Medicine*, 59(1), kaaf007.
- Pozza, A., Veale, D., Marazziti, D., Delgadillo, J., Albert, U., Grassi, G., Prestia, D. and Dèttore, D. (2020). *Sexual dysfunction and satisfaction in obsessive compulsive disorder: Protocol for a systematic review and meta-analysis. Systematic Reviews*, 9(1), 8.
- Rahman, S. (2018). *Female sexual dysfunction among Muslim women: Increasing awareness to improve overall evaluation and treatment. Sexual Medicine Reviews*, 6(4), 535–547.
- Rowland, D. L. and Kirana, P.-S. (2025). *A theoretical model for sexual performance anxiety (SPA) and a clinical approach for its remediation (SPA-R). Sexual Medicine Reviews*, 13(2), 184–201.
- Qian, L., Zhang, Y., Wang, J., Li, S., Cheng, Y., Guo, J., Tang, Y., Zeng, H. and Zhu, Z. (2018). *Erectile dysfunction and depression: A systematic review and meta-analysis. The Journal of Sexual Medicine*, 15(8), 1073–1082.
- Överup, C. S., Hald, G. M. and Pavan, S. (2024). *Sociodemographic predictors of sexual communication and sexual communication as a predictor of sexual, relationship, and life satisfaction in Denmark, Finland, France, Norway, Sweden, and the United Kingdom. Sexuality & Culture*, 28, 2668–2697.
- Şahin, D., Şimşek, F. ve Seyisoğlu, H. (2006). *Cinsel yaşam ve sorunları. Cinsel Eğitim Tedavi ve Araştırma Derneği (CETAD)*
- Tetik, S. and Yalçınkaya Alkar, Ö. (2023). *Incidence and predictors of low sexual desire and hypoactive sexual desire disorder in women: A systematic review and meta-analysis. Journal of Sex & Marital Therapy*, 49(7), 842–865.
- Træen, B., Markovic, A. and Kvale, I. L. (2016). *Sexual satisfaction and body image: A cross-sectional study among Norwegian young adults. Sexual and Relationship Therapy*, 31(2), 123–137.
- Uluyol, F. M. (2019). *Bağlanma, duygu düzenleme süreçleri ve cinsel işlev bozukluğu arasındaki ilişki: Bir model önerisi. Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 11, 220–233.
- UNESCO. (2018). *International technical guidance on sexuality education: An evidence-informed approach. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.*
- van Moorst, B. R., das Dores, S., van Lunsen, R. H. W. and Laan, E. T. M. (2018). *Seksueel en psychisch welbevinden na vrouwelijke genitale verminking [Sexual and psychological well-being after female genital mutilation: A narrative systematic review]. Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, 162, D2196.
- Wang, S.-J., Chang, J.-J., Cao, L.-L., Li, Y.-H., Yuan, M.-Y., Wang, G.-F., and Su, P.-Y. (2022). *The relationship between child sexual abuse and sexual dysfunction in adults: A meta-analysis. Trauma, Violence, & Abuse*, 24(4), 2772–2788.
- World Health Organization. (2015). *Sexual health, human rights and the law. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241564984> (Erişim tarihi: 01.11.2025)*
- World Health Organization. (2019). *Preventing violence against women: RESPECT women. <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-RHR-18.19> (Erişim tarihi: 01.11.2025)*
- Yalçın, H., Taşkıran, M. ve Öztüren, A. (2023). *Çocukluk yaşantılarının etkilediği cinsel işlev bozukluğu ve bir vakada bilişsel-davranışçı danışmanlık. İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(3), 312–330.

EŞ DESTEKLİ DOĞUM: BRADLEY MODELİ

ESRA ÇINAR¹, Dr. Öğr. Üyesi ŞÜKRAN BAŞGÖL²

¹ Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Ebelik Anabilim Dalı,
24280311@stu.omu.edu.tr ORCID: 0009-0006-6085-5141

² Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü,
sukran.basgol@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9451-4544

ÖZET

Doğum; biyolojik, psikolojik ve kültürel süreçleri kapsayan doğal bir süreç olup her kadında farklılık göstermektedir. Kadınların doğum sürecini yönetebilmeleri ve daha olumlu bir doğum deneyimi yaşayabilmeleri için desteklenmeleri önemlidir. Bu noktada, sosyal destek kaynakları içinde özellikle eş/partner desteği ön plana çıkmaktadır. Eşin doğuma aktif katılımı; kadının ağrı ve stres düzeyinin azalmasına, müdahaleli doğum olasılığının düşmesine, evlilik doyumunun ve güven duygusunun artmasına katkı sağlamakta; ayrıca doğum sonrası anne-bebek bağlanmasını kolaylaştırmakta ve babaların da bebeklerine yönelik bağlanma duygusunu güçlendirmektedir. Bu derlemede, eş destekli doğal doğum yaklaşımı olan Bradley modeli literatür doğrultusunda tartışılacaktır.

Bradley Modeli, çiftlikte büyüyen bir kadın doğum uzmanı Robert A. Bradley tarafından, hayvanların içgüdüsel doğum yapma biçiminden yola çıkılarak geliştirilmiş eş destekli doğal doğum yaklaşımıdır. Model, çiftleri gereksiz tıbbi müdahalelerden ve ilaç kullanımından uzak, doğal doğuma hazırlamayı amaçlamaktadır. Doğumun doğal bir süreç olduğunu vurgulamakta; ağrı ile baş etmede ilaçsız yöntemleri savunmakta ve kontrollü solunum ile gevşemenin bedensel rahatlığı artırdığını öne çıkarmaktadır. Dr. Bradley'ye göre doğal doğumun gerçekleşebilmesi için belirli koşulların sağlanması gerekmektedir. Bunlar arasında; karanlık ve sessiz bir ortam, yalnızlık hissinin korunması, doğumun erken evrelerinde fiziksel rahatlığın sağlanması, gevşeme, kontrollü solunum ve kapalı gözlerle uyku hâline benzer bir gevşeme görünümü yer almaktadır. Bradley Modeli'nin temelinde, kadının bu süreçte destekleyici bir eş tarafından yönlendirilmesi bulunmaktadır.

Sonuç olarak, doğum süreci yalnızca biyolojik değil, aynı zamanda psikolojik ve sosyal boyutları da içeren bütüncül bir deneyimdir. Bu süreçte kadının hem profesyonel destek hem de eş desteği ile güçlendirilmesi, doğumun daha olumlu, güvenli ve tatmin edici şekilde gerçekleşmesine katkı sağlamaktadır. Bradley modeli, doğal doğumun koşullarını vurgulayarak kadına eş desteği temelinde sunulan bütüncül yaklaşımın önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Doğum, Eş desteği, Bradley Modeli

PARTNER-SUPPORTED CHILDBIRTH: THE BRADLEY METHOD

ESRA ÇINAR¹, Dr. Öğr. Üyesi ŞÜKRAN BAŞGÖL²

¹ Ondokuz Mayıs University, Graduate School of Education, Department of Midwifery,
24280311@stu.omu.edu.tr, ORCID: 0009-0006-6085-5141

² Ondokuz Mayıs University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery,
sukran.basgol@omu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9451-4544

ABSTRACT

Childbirth is a natural process that encompasses biological, psychological, and cultural dimensions, varying across women. Supporting women during labor is crucial for their ability to manage the process and achieve a more positive birth experience. Among social support sources, the role of the spouse/partner is particularly significant. Active partner involvement in childbirth contributes to reducing maternal pain and stress levels, lowering the likelihood of instrumental deliveries, and enhancing marital satisfaction and trust. Furthermore, it facilitates mother–infant bonding in the postpartum period and strengthens paternal attachment to the newborn. This review discusses the Bradley Method, a partner-supported natural childbirth approach, in light of the literature.

The Bradley Method was developed by obstetrician Robert A. Bradley, who grew up on a farm and was inspired by the instinctive way animals give birth. It prepares couples for natural childbirth without unnecessary medical interventions or medications. The model emphasizes birth as a natural process, advocates for non-pharmacological pain management, and highlights the role of controlled breathing and relaxation in promoting physical comfort. According to Dr. Bradley, certain conditions are essential for natural birth, including a dark and quiet environment, maintenance of a sense of privacy, ensuring physical comfort during the early stages of labor, relaxation, controlled breathing, and a sleep-like appearance with closed eyes. At the core of the Bradley Method lies the principle that the woman is guided and supported throughout labor by her partner.

In conclusion, childbirth is not only a biological event but also a holistic experience that includes psychological and social dimensions. Strengthening women through both professional care and partner support contributes to safer, more positive, and more satisfying birth outcomes. By emphasizing the conditions for natural childbirth, the Bradley Method underscores the importance of a holistic approach based on partner support.

Keywords: Childbirth, Spousal Support, Bradley Method

1.GİRİŞ

Doğum, anne ve baba adayları açısından yaşamın en özel ve anlamlı deneyimlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Oveysi & Apay, 2021). Doğal ve özel olan bu süreçte, kadınlar heyecan, mutluluk, stres ve korku gibi olumlu ve olumsuz birçok duyguları deneyimleyebilmektedirler. Nitekim, olumsuz doğum deneyimleri kadınların ruh sağlıklarını etkilemekle birlikte, üremeye ilişkin gelecek kararlarını da etkileyebilmektedir. Dolayısıyla, kadınların olumlu bir doğum deneyimi yaşamaları hem fiziksel hem de ruhsal sağlıkları açısından büyük önem taşımaktadır (Başgöl, 2022).

Kadınlar doğum sürecini daha etkili bir biçimde yönetebilmeleri ve olumlu bir doğum deneyimi yaşayabilmeleri için profesyonel ve sosyal desteğe gereksinim duyarlar (Bohren et al. 2017; Kaçar & Yazıcı, 2020; WHO, 2020). Cochrane sistematik derlemesine dahil edilen 27 çalışmada toplam 15.858 kadın incelenmiş ve sürekli doğum desteği alan kadınlarda vajinal doğum oranlarının daha yüksek, intrapartum analjezi kullanımının daha düşük olduğu; doğum süresinin kıaldığı ve sezaryen oranlarının azaldığı belirlenmiştir. Ayrıca, bu gruptaki kadınlarda doğum sonrası depresif semptomların daha az görüldüğü saptanmıştır (Bohren et al., 2017).

Doğum sırasında kadına sağlanan sosyal destek; fiziksel ve duygusal rahatlığın artırılması, gereksinimlerin karşılanması ve cesaretlendirilmesi yoluyla doğum deneyimini kolaylaştırmakta, memnuniyet ve doyumunu artırmaktadır (Demir, 2023). Literatürde, doğum sürecinde güven duyulan bir kişinin varlığının kadınlar için önemli olduğu ve bu durumun doğum deneyimini anlamlı düzeyde olumlu etkilediği bildirilmektedir (Bohren et al., 2017; Kaçar & Yazıcı, 2020; WHO, 2020). Bu bağlamda, sosyal destek kaynakları arasında en etkili unsurun eş veya partner desteği olduğu da vurgulanmaktadır (Başgöl, 2022). Gebelik döneminde sağlanan eş desteğinin, gebelerin kaygı ve stres düzeylerini azaltarak doğuma yönelik öz yeterliliklerini artırdığı bildirilmiştir (Kucukkaya & Başgöl, 2023). Doğum sürecinde eş desteği ise sezaryen oranlarını azaltmakta, doğum korkusunu hafifletmekte ve doğum memnuniyetini artırmaktadır. Bu durum, olumlu bir doğum deneyimi sağlayarak hem annenin hem de babanın ebeveynliğe uyum sürecinde psikolojik iyi oluşunu güçlendirmektedir (Wang et al., 2018; Hoffmann et al., 2023).

Eş desteğinin merkezde yer aldığı yaklaşımlardan biri olan **Bradley Modeli**, “eş destekli doğum” anlayışıyla tanımlanmaktadır. Bu modelde temel unsur, doğum sürecine partnerin aktif katılımıdır. Eş, kadına fiziksel, duygusal ve psikolojik destek sağlayarak doğumun doğal, fizyolojik, ilaçsız ve tıbbi müdahaleden olabildiğince uzak bir şekilde gerçekleşmesine katkıda bulunmaktadır (Walker et al., 2009).

Bu bildirinin amacı, doğum sürecinde eş desteğinin önemini vurgulamak ve doğumun; fizyolojik, doğal ve müdahalesiz gerçekleşmesini teşvik eden Bradley Modeli çerçevesinde bu rollerin kadınların doğum deneyimine etkilerini ortaya koymaktır.

2.DOĞUMDA BABA ADAYLARININ ROLLERİ VE DOĞUMA ETKİLERİ

Gebeler, doğum eylemi sırasında eşlerinden fiziksel rahatlık oluşturmasını, ruhsal olarak desteklenmesini ve motive etmesini beklerler. Eşlerin el tutması, yürümeye yardımcı olmaları, solunum egzersizlerinde destek olması, gebenin alnındaki terini silmesi, birlikte egzersiz yapmaları, duş almaları örnek gösterilebilir (Uyanık vd., 2023). Özellikle de doğum sürecinde verilen eş desteğinin kadının ağrısını, stresini ve kontrol kaybını azalttığı, müdahaleli doğum oranlarını düşürdüğü, evlilik doyumunu, güven duygusunu ve bağlanmayı artırdığı, kadını daha güçlü hissettirdiği bildirilmektedir (Başgöl, 2022). Doğum sürecinde kadınlara eşlik eden erkek partnerlerin varlığı, çoğunlukla anne ve yeni doğan bebek ile olan ilişkiler üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır (WHO, 2020). Bununla birlikte babanın doğumda bulunmasının doğum sonrası bebeği ile bağlanma sürecini de kolaylaştırmakta, bebeklerine daha yoğun bir bağlanma duygusu hissetmelerini sağlamaktadır (Çağan vd., 2021).

Beklenen modern babalık; ekonomik sorumlulukların yanı sıra fiziksel, duygusal ve sosyal rollerin üstlenilmesini, çocukla güçlü bir bağ kurulmasını, ebeveynlik görevlerinin anne ile paylaşılmasını ve perinatal süreç ile çocuk bakımında aktif rol alınmasını gerektirmektedir. Bu doğrultuda, 1960'lı yıllardan itibaren Batı toplumlarında erkekler ebeveyn eğitime katılmaya, doğuma eşlik etmeye ve çocukla erken bağ kurmaya teşvik edilmiştir. Benzer şekilde, dünyada babaların gebelik ve doğuma katılımı giderek artmış, ülkemizde de son yıllarda babalık rolünde önemli değişiklikler gözlenmiştir (Karaçam & Karatepe, 2020).

2.1. Doğumda Babalık Rollerini

Chapman'ın 1992 senesinde San Francisco'da beş farklı doğumhanede 20 çift ile yaptığı çalışma ile Baba adaylarının doğum salonunda yer aldığı rollerini açıklamıştır. Araştırma sonucunda üç farklı rol belirlenmiştir. Bunlar koç rolündeki babalar doğum deneyiminin lideri olarak eşlerini desteklerken, ekip üyesi rolündeki babalar bir takım arkadaşı, tanık rolündeki babalar ise gözlemci olarak yer almaktadır (Chapman, 1992).

2.1.1. Koç rolü: Doğumda eşini aktif olarak destekleyen erkeklerdir. Ağrı ve stresin azaltılması, fiziksel ve psikolojik desteğin sağlanması, sağlık ekibi ile iletişim ve koordinasyonda aktiftir (Chapman, 1992; Uyanık vd., 2023).

2.1.2. Ekip üyesi rolü: Erkekler eşlerinin fiziksel ihtiyaçlarını karşılamakla birlikte eşlerine ruhen de destek sağlarlar (Chapman, 1992; Uyanık vd., 2023).

2.1.3. Tanık rolü: Pasif olarak da adlandırılan bu rol erkekler tarafından sıklıkla benimsenmektedir. Doğumu izlemek ve bebeğin doğum anına tanıklık olmak için ortamda bulunurlar (Chapman, 1992; Uyanık vd., 2023).

Erkeklerin doğuma katılımını etkileyen birçok kolaylaştırıcı ya da engelleyici faktörler bulunmaktadır. Doğum öncesi eğitim sınıflarına katılması, ebe ve hemşirelerin desteği ve teknoloji kullanımı gibi faktörler kolaylaştırıcı faktörler olarak görülebilirken, sağlık personeli ile zayıf iletişim, ilaç kullanımı, riskli gebelikler, babaları doğumdan dışlayan kültürel yapı ve hastane politikaları, destek eksikliği, yabancılaşma ve saygısızlık duyguları, hazırlıksızlık, karşılanmamış beklentiler, doğumun medikalizasyonu, aile merkezli bakım eksikliği ve doğum korkusu engelleyici faktörler arasında sayılabilir (Uyanık vd., 2023).

3. BRADLEY YÖNTEMİ

1940'lı yıllara kadar erkeklerin doğum sırasında bayılabilecekleri ve enfeksiyon riskini arttıracığı inancı sebebiyle doğuma katılmaları tıp dünyası tarafından reddedilmekteydi. 1940'lı yılların sonlarında baba adaylarının doğumda yer almasının doğum eylemini kolaylaştırdığı fikri ile birlikte "Bradley Metodu" ortaya çıkmıştır (Ergin ve Özdilek, 2014).

Bradley Yöntemi, çiftleri gereksiz tıbbi müdahaleler veya ilaçlar olmadan normal ve doğal bir şekilde doğum yapmaya hazırlamak için tasarlanmış, eş tarafından yönetilen doğal doğum modelidir. Model, Nebraska'da bir çiftlikte büyüyen bir kadın doğum uzmanı/jinekolog olan Robert A. Bradley tarafından geliştirilmiştir. Modeli, hayvanların içgüdüsel doğum yapma biçimini hastane ortamındaki yapay koşullarla karşılaştırdıktan ve bu koşulların kadınların doğum yapma biçimini nasıl olumsuz etkilediğini gözlemledikten sonra geliştirmiştir (Walker et al, 2009).

Yöntem, bebeğe zarar verebileceği düşüncesi ile tıbbi müdahalelerden kaçınılması gerekliliğini savunur. Ağrıyla baş etmede müdahale ve ilaç kullanımına izin vermez ve solunumun kontrol altına alınması genel vücut rahatlığını destekler. Gevşemede beyin-beden arasındaki ilişkiyi vurgular (Elmas vd., 2017). Bradley Yöntemi'nin amacı doğal doğumu öğretmek ve doğumu doğal bir süreç olarak görmektir. Uygun eğitim, hazırlık ve sevgi dolu ve destekleyici bir koçun yardımıyla çoğu kadının doğal doğum yapmayı öğrenebileceğine inanmaktadır (Varner, 2015). **Amerikan Kadın Doğum ve Jinekologlar Koleji (ACOG)** da doğumda kadının seçtiği bir destek kişinin varlığının, doğum deneyimini olumlu yönde etkilediğini ve müdahale oranlarını azalttığını vurgulamaktadır (ACOG, 2019).

Bradley Yöntemi'nde, eşlerin doğum sürecinde aktif rol üstlenmelerinin, doğumun fiziksel ve duygusal gelişiminin değişiminin varlığının önemi vurgulanmıştır. Bu yaklaşım, doğumda eşlerin ve kocaların birbirlerine güvendikleri, çoğaldıkları ve doğum sürecinin daha sağlıklı bir şekilde ilerlemesini sağlamaktadır (Walker et al, 2009). Dr. Bradley'e göre, doğum yapan bir kadının süreci sağlıklı ve doğal bir biçimde ilerletebilmesi için belirli çevresel koşullar gereklidir. Bu koşullar arasında karanlık, sessizlik, yalnızlık, fiziksel rahatlık, gevşeme, kontrollü solunum ve uyku hâlini andıran bir dinginlik yer almaktadır. Bradley Modeli, bu ortamın yanı sıra doğum sürecinde kadına destek sağlayan bir koç ya da eşin varlığını temel unsur olarak kabul etmektedir (Varner, 2015). Literatürde Bradley Metodu çoğunlukla doğum eğitimi programlarının **etkililik karşılaştırmaları** veya **doğum eğitimi modellerine ilişkin derlemeler** bağlamında incelenmiştir (Varner, 2015; Shorey, Ang, & Chee, 2019). Bradley modeli kapsamında verilen doğuma hazırlık eğitimleri; gebelikte sağlıklı yaşam alışkanlıklarının kazandırılmasını, doğumun fizyolojik sürecinin anlaşılmasını ve doğuma aktif katılımın teşvik edilmesini amaçlamaktadır. Eğitim içeriğinde beslenme ve egzersizin önemi, gevşeme ve rahatlama teknikleri, doğumun evreleri ve ağrı yönetimi ele alınmakta; ayrıca eşlerin doğum sürecinde "doğum koçu" olarak kadına fiziksel ve duygusal destek sağlamaları öğretilmektedir (Varner, 2015; Elmas vd., 2017).

Doğumlarda eş desteğinin sağlanabilmesi için hastane veya doğumhane ortamı düzenlenmelidir (WHO, 2018). Ülkemizde anne dostu hastane programı, anne adaylarının güvenli ve kaliteli doğum hizmetine erişimini artırmayı amaçlamakta; bu kapsamda kadınların doğum sürecinde mahremiyetlerinin korunması, fiziksel ve duygusal açıdan desteklenmeleri ve seçtikleri bir refakatçiyle birlikte doğum yapabilmeleri teşvik edilmektedir. Bu yaklaşım, gebenin doğum sürecine aktif katılımını, doğal doğumun desteklenmesini, gereksiz tıbbi müdahalelerin azaltılmasını ve doğumun sakin, güvenli bir ortamda gerçekleşmesini esas almaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2025a). Ayrıca gebe okulları ve doğum öncesi eğitim programlarıyla; çiftlerin, doğum öncesi, doğum ve doğum sonrası konularında bilgi sahibi olmakta, bilgilerini güncelleyebilmekte, anne ve baba adayları vajinal doğum eylemi, ağrı yönetimi ve yeni rollerini benimsemesi konusunda bilgi ve beceri kazanmaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2025b).

4. SONUÇ

Bradley Modeli kapsamında eş destekli doğum yaklaşımı, kadının doğum sürecini daha kontrollü, güvenli ve olumlu bir deneyim olarak yaşamasına katkı sağlamaktadır. Eşlerin koç,

ekip üyesi ve tanık olarak aktif rol üstlenmeleri, yalnızca kadının fiziksel ve duygusal gereksinimlerini karşılamakla kalmamakta, aynı zamanda aile bütünlüğünü güçlendirerek ebeveynlik sürecine uyumu da kolaylaştırmaktadır. Bu doğrultuda, doğum bakımında eşlerin etkin katılımını destekleyen yaklaşımların sağlık profesyonelleri tarafından teşvik edilmesi, bu konuda sağlık politikalarının güçlendirilmesi ve eş katılımını artırmaya yönelik eğitim programlarının düzenlenmesi büyük önem taşımaktadır.

5. KAYNAKÇA

American College of Obstetricians and Gynecologists. (2019). **Approaches to limit intervention during labor and birth** (Committee Opinion No. 766). *Obstetrics & Gynecology*, 133(2), e164–e173. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000003074>

Başgöl, Ş. (2022). Doğumda Eş Desteğine İlişkin Erkek Öğrencilerin Görüşleri. *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 31(2), 90-94.

Bohren, M. A., Hofmeyr, G. J., Sakala, C., Fukuzawa, R. K., & Cuthbert, A. (2017). *Continuous support for women during childbirth*. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(7), CD003766. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003766.pub6>

Chapman, L. L. (1992). *Expectant fathers' roles during labor and birth*. *Journal of Obstetric, Gynecologic & Neonatal Nursing*, 21(2), 114–120. <https://doi.org/10.1111/j.1552-6909.1992.tb01791.x>

Çağan, E. S., Saydam, B. K., Ate, S. G., Rabia, E. K. T. İ., & Turfan, E. Ç. (2021). Baba-Bebek Bağlanmasını Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. *Gevher Nesibe Journal Of Medical And Health Sciences*, 6(14), 1-7.

Demir, R. (2023). Kadınların Doğumda Sosyal Destek Tercihleri ve Deneyimleri: Nitel Bir Çalışma. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(1), 201-210.

Elmas, S., Saruhan, A., & Yeyğel, Ç. (2017). Doğum öncesi eğitim modelleri eşliğinde doğal doğum. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 20(4), 299-303.

Ergin, A., & Özdilek, R. (2014). Değişen babalık rolü ve erkek sağlığına etkileri. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 11(1), 3–8.

Hoffmann, L., Hilger, N., Riolino, E., Lenz, A., & Banse, R. (2023). *Partner support and relationship quality as potential resources for childbirth and the transition to parenthood*. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 23(435). <https://doi.org/10.1186/s12884-023-05748-6>

Kaçar, N., & Yazıcı, S. (2020). Ebe tarafından verilen sürekli doğum desteğinin mesleki ve obstetrik sonuçlara etkisi. *Ebelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(3), 214–224.

Karaçam, Z., & Karatepe, E. (2020). Babaların doğum eylemine katılma konusundaki görüşleri ve gereksinimleri. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(3), 360–366.

Kucukkaya, B., & Basgol, S. (2023). The effect of perceived spousal support on childbirth self-efficacy on pregnant women in turkey. *BMC pregnancy and childbirth*, 23(1), 173. <https://doi.org/10.1186/s12884-023-05508-6>

Oveysi, M., & Apay, S. E. (2021). Doğumda Algılanan Destekleyici Bakım ve Memnuniyet Düzeyi Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. *Genel Tıp Dergisi*, 31(3), 232–238. <https://doi.org/https://doi.org/10.54005/geneltip.996756>

Shorey, S., Ang, L., & Chee, C. Y. I. (2019). A systematic mixed-studies review on mindfulness-based childbirth education programs and maternal outcomes. *Nursing Outlook*, 67(6), 696–706. <https://doi.org/10.1016/j.outlook.2019.05.004>

T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2025a). *Anne dostu hastane programı*. Erişim: 04.11.2025, <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/programlar-2/anne-dostu-hastane-programi.html>

T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2025b). *Gebe bilgilendirme sınıfı programı*. Erişim: 04.11.2025, <https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/programlar-2/gbs-prgrm.html>

Uyanık, A., Sadıç, E., & Kaplan, N. (2023). Baba oluyorum: Değişen rollerime uyum sağlıyorum. *Balkan Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2(2), 79–86.

Varner, C. A. (2015). Comparison of the Bradley Method and HypnoBirthing childbirth education classes. *The Journal of Perinatal Education*, 24(2), 128–136.

Walker, D. S., Visger, J. M., & Rossie, D. (2009). Contemporary childbirth education models. *Journal of midwifery & women's health*, 54(6), 469–476.

Wang, M., Song, Q., Xu, J., Hu, Z., Gong, Y., Lee, A. C., & Chen, Q. (2018). *Continuous support during labour in childbirth: A cross-sectional study in a university teaching hospital in Shanghai, China. BMC Pregnancy and Childbirth*, 18(480). <https://doi.org/10.1186/s12884-018-2119-0>

World Health Organization. (2020). Companion of choice during labour and childbirth for improved quality of care Erişim: 04.10.2025 <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-SRH-20.13>

World Health Organization. (2018). *WHO recommendations: Intrapartum care for a positive childbirth experience*. Geneva: WHO. (Section 3.1, pp. 48–50).

CLİNICAL AND DEMOGRAPHIC CHARACTERISTICS OF MALIGNANT TUMORS IN VAN PROVINCE AND ITS SURROUNDINGS

Uzm. Dr. Ayvaz Yeler¹, Doç. Dr. Aydın Aytakin²

¹Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı,
ayvazyeler@hotmail.com

²Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Tıbbi Onkoloji Bilim
Dalı, draydinaytekin@gmail.com, Orcid ID: 0000-0002-7001-3945

Objective: Although previous reports from Van Province (Türkiye) and its surrounding region have suggested a disproportionately high incidence of gastric and esophageal cancers compared with national and global statistics, detailed investigations on this topic appear limited. The objective of this study was to address this gap by determining the frequency of all cancer types in this region and characterizing their variability across demographic strata within the Lake Van basin.

Materials and Methods: In this retrospective cross-sectional study, we included all adult patients (≥ 18 years) who presented to Van Yüzüncü Yıl University Dursun Odabaş Medical Center between January 2010 and October 2019 and had a pathologically confirmed cancer diagnosis.

Results: Among 4,967 cases, 2,376 (47.8%) were female. The median age for the entire cohort was 58 years (range, 18–111). In the overall population, the most common malignancy was gastric cancer with 917 cases (18.5%), followed by breast (10.2%), esophageal (8.8%), colorectal (7.8%), and head and neck cancers (7.3%). In males, the most frequent malignancy was gastric cancer with 575 cases (22.2%), followed by head and neck (9.7%), lung (8.7%), colorectal (8.0%), and leukemia (7.3%).

In females, the most frequent malignancy was breast cancer with 497 cases (20.9%), followed by gastric (14.4%), esophageal (11.5%), thyroid (7.8%) and colorectal cancers (7.6%). Proportionally higher frequencies of gastric (20.2% vs 18.5%) and esophageal cancers (12.0% vs 11.5%) were observed among residents within the Lake Van basin compared with those residing outside the basin.

Conclusion: Our study demonstrates that, in the Lake Van basin, gastric and esophageal cancers rank among the leading malignancies and occur at higher proportions than reported in national Turkish datasets. Given their high regional prevalence, we recommend the development of screening programs aimed at the early detection of gastric and esophageal cancers.

Keywords: Cancer; Cancer epidemiology; Lake Van basin; Gastric cancer; Esophageal cancer.

INVESTIGATING THE ASSOCIATION BETWEEN TREATMENT RESPONSE TO CDK4/6 INHIBITORS AND PRE-/POST-TREATMENT PERIPHERAL BLOOD PARAMETERS AND PROGNOSTIC NUTRITIONAL INDEX IN BREAST CANCER PATIENTS RECEIVING CDK4/6 INHIBITOR THERAPY

Uzm. Dr. Mert Munis¹, Doç. Dr. Aydın Aytekin²

¹Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, mert21373@gmail.com

²Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Tıbbi Onkoloji Bilim Dalı, draydinaytekin@gmail.com, Orcid ID: 0000-0002-7001-3945

Objective: There is no standard approach to evaluating response to CDK4/6 inhibitors. This retrospective study aimed to assess the association of pre-treatment hematologic and inflammatory markers and prognostic nutritional index (PNI) with treatment response and survival in patients receiving CDK4/6 inhibitors.

Introduction: Metastatic breast cancer carries a poor prognosis. While it has long been treated with hormonotherapy, the promising outcomes achieved with CDK4/6 inhibitors have led to their incorporation into standard care in combination with hormonotherapy in recent years. However, response prediction using widely used yet easily accessible biomarkers remains limited in the context of CDK4/6 inhibition. The prognostic value of peripheral blood-derived inflammation scores and PNI is under investigation.

Results: A total of 186 patients were included; the median age was 54 years, and 99.5% (n=185) were female. Best responses to CDK4/6 inhibitors were as follows: complete response 23.1% (n=43), partial response 51.6% (n=96), stable disease 11.8% (n=22), and progressive disease 13.4% (n=25); Objective response rate (ORR) was 74.7% (n=139) and Clinical benefit rate (CBR) was 86.6% (n=161). Compared with post-treatment values, pre-treatment values of white blood cell (WBC) count, neutrophils, lymphocytes, neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR), platelets, monocytes, hemoglobin, calcium, lactate dehydrogenase (LDH), and the PNI changed at statistically significant levels. Pre-treatment CBR was negatively associated with neutrophils (NEU), NLR, monocytes (MONO), hemoglobin (HGB), C-reactive protein (CRP), carcinoembryonic antigen (CEA), and CA15-3, and positively associated with lymphocyte-to-monocyte ratio (LEU/MONO), albumin, and PNI (all $p < 0.05$). ORR was negatively associated with elevated CRP and CEA, and positively associated with higher albumin ($p < 0.05$). Post-treatment, CBR and/or ORR were negatively associated with WBC, NEU, NLR, MONO, CRP, LDH, and CEA, and positively associated with LEU/MONO, albumin, calcium, and PNI (all $p < 0.05$). PFS correlated negatively with post-treatment WBC, NEU, NLR, MONO, CRP, CEA, and CA15-3, and positively with albumin, calcium, and PNI (all $p < 0.05$). OS correlated positively with pre-treatment albumin and PNI; and with post-treatment albumin, calcium, and PNI, while correlating negatively with CRP and CA15-3 (all $p < 0.05$). Post-treatment neutropenia was associated with ORR and OS, while anemia was associated with lower CBR.

Conclusion: Pre-treatment inflammatory markers and PNI are significantly associated with response and survival under CDK4/6 inhibition.



Keywords: CDK4/6 inhibitors; breast cancer; albumin; prognostic nutritional index; treatment response; peripheral blood parameters

ANKİLOZAN SPONDİLİT HASTALARINDA HASTALIK AKTİVİTESİ İLE PANİMMÜN İNFLAMASYON İNDEKSİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Dr. Öğretim Üyesi Osman Cüre¹, Uz. Dr. Bayram Kizilkaya²

¹Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Tıp Fakültesi, creosman61@gmail.com-0000-0001-5848-6363

²Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Eğitim ve Araştırma Hastanesi,
dr.bayram_kizilkaya@hotmail.com-0000-0003-4508-2516

Özet

Ankilozan spondilit (AS), omurga ve sakroiliak eklemleri etkileyen kronik inflamatuvar bir hastalıktır. Hastalık aktivitesinin doğru değerlendirilmesi, tedavi ve prognoz için önemlidir. Geleneksel yöntemler Bath Ankilozan Spondilit Hastalık Aktivite İndeksi (BASDAI), Ankilozan Spondilit Hastalık Aktivite Skoru – C reaktif protein (ASDAS-CRP) ve akut faz reaktanlarını (CRP, eritrosit sedimentasyon hızı (ESR)) içerirken, subklinik inflamasyonu her zaman yansıtmayabilir. Son dönemde, tam kan sayımı parametrelerinden türetilen panimmün inflamasyon indeksi (PII, nötrofil sayısı x trombosit sayısı x monosit sayısı) / lenfosit sayısı) sistemik inflamasyonu gösterebilen potansiyel bir biyobelirteç olarak öne çıkmıştır. Bu kesitsel çalışmada 174 AS hastası ve 174 kontrol değerlendirildi. Aktif AS grubunda CRP, ESR, trombosit, ASDAS-CRP ve PII anlamlı olarak yüksekti. Multivariate analizde cinsiyet, ASDAS-CRP ve PII aktif hastalıkla ilişkili bulundu. PII'nin ROC analizi AUC = 0.717 ile orta düzeyde performans gösterdi. Sonuç olarak, PII AS'de hastalık aktivitesini yansıtan basit ve etkili bir biyobelirteç aday olabilir.

Anahtar kelimeler: Ankilozan spondilit, panimmün inflamasyon indeksi, hastalık aktivitesi

Giriş:

Ankilozan spondilit (AS), omurga ve sakroiliak eklemleri tutan kronik inflamatuvar bir romatizmal hastalıktır. Hastalık aktivitesinin doğru değerlendirilmesi, tedaviye yanıt ve prognoz açısından kritik öneme sahiptir (1). Geleneksel olarak Bath Ankilozan Spondilit Hastalık Aktivite İndeksi (BASDAI) ve akut faz reaktanları (C-reaktif protein (CRP), eritrosit sedimentasyon hızı (ESR) kullanılır. Ancak bu parametreler subklinik inflamasyonu veya düşük düzeyde aktiviteyi her zaman yansıtmayabilir (2). Son dönemde yapılan çalışmalarda, tam kan sayımı parametrelerinden türetilen "panimmün inflamasyon indeksi" (PII) sistemik inflamasyonun göstergesi olarak önerilmiştir ve bazı romatizmal hastalıklarda hastalık aktivitesiyle ilişkili bulunmuştur. Özellikle romatoid artrit (RA) hastalarında yapılan bir çalışmada, PII'nin hastalık aktivitesini değerlendirmede potansiyel bir biyomarker olarak kullanımı araştırılmıştır. Bu çalışma, PII'nin RA hastalarında hastalık ilerlemesi ve tanısı ile

ilişkili olabileceğini göstermektedir (3). AS hastalarında PII'nin hastalık aktivitesi ile ilişkisini inceleyen çalışmalar sınırlıdır. AS hastalarında hastalık aktivitesi ile panimmün inflamasyon indeksi arasındaki ilişkiyi değerlendirmeyi amaçlandı.

Materyal ve Metod:

Kesitsel çalışmaya, 2010 ASAS kriterlerine göre AS tanısı alan hastalar dahil edildi. Hastalar, BASDAI skorlarına göre remisyon (<4) ve aktif hastalık (≥ 4) gruplarına ayrıldı. Demografik bilgiler, hastalık süresi ve komorbiditeler kaydedildi. Laboratuvar değerlendirmeleri tam kan sayımı (WBC, nötrofil, lenfosit, monosit, hemoglobin, trombosit, MPV, CRP ve ESR'i içerdi. PII, nötrofil sayısı x trombosit sayısı x monosit sayısı / lenfosit sayısı ile hesaplandı. BASDAI, ASDAS-CRP, CRP, ESR ve PII arasındaki ilişkiler korelasyon analizi ile değerlendirildi. PII'in hastalık aktivitesini belirlemedeki performansı ROC analizi ile incelendi (AUC, kesme değeri, duyarlılık, özgüllük). İstatistiksel analizler SPSS 26.0 kullanılarak $p < 0.05$ anlamlı kabul edildi.

Sonuç:

Çalışmaya dahil edilen 174 kontrol ve 174 AS hastasının yaş ortalamaları sırasıyla 41,8 ve 41,8 yıl olarak bulundu. Kontrol grubunun ortalama BMI'si 27,89, AS grubunun ise 27,38'di. Erkek oranı kontrol grubunda %55,7, AS grubunda %54,6 olarak saptandı (**Çizelge 1**). Aktif hastalık grubunda CRP, ESR, trombosit, ASDAS-CRP ve PII düzeyleri anlamlı olarak yüksekti ($p < 0.001$) (**Çizelge 2**). Multivariate analizde, BASDAI ≥ 4 ile anlamlı ilişkili faktörler cinsiyet, ASDAS-CRP ve PII idi. Erkek hastalarda hastalık aktivitesi kadınlara göre düşüktü (OR = 0.042, $p = 0.008$). Yüksek ASDAS-CRP (OR = 208.4, $p < 0.001$) ve PII (OR = 1.010, $p = 0.007$) aktif hastalık riskini artırıyordu. ROC analizinde PII için AUC = 0.717, duyarlılık %69, özgüllük %68 bulundu (**Çizelge 3, Görsel 1**). PII, AS'de hastalık aktivitesini yansıtan basit ve etkili bir biyobelirteç adaydır; ancak sonuçların doğrulanması için geniş, prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kaynaklar

1. Machado, P., Navarro-Compán, V., Landewé, R., van Gaalen, F. A., Roux, C., & van Der Heijde, D. (2015). Brief report: calculating the Ankylosing Spondylitis Disease Activity Score if the conventional C-reactive protein level is below the limit of detection or if high-sensitivity C-reactive protein is used: an analysis in the DESIR cohort.
2. Sadioglu Cagdas, O., Gokcen, N., Yazici, A., & Cefle, A. (2024). Monitoring disease activity and treatment response in ankylosing spondylitis: a retrospective study of hematologic inflammatory markers. *Rheumatology International*, 45(1), 10.
3. Tutan, D., Doğan, A. G., & DOĞAN, A. G. (2023). Pan-immune-inflammation index as a biomarker for rheumatoid arthritis progression and diagnosis. *Cureus*, 15(10).

Çizelge 1. Kontrol ve Ankilozan Spondilit (AS) Hastalarında Demografik ve Klinik ve

Aile öyküsü (+/-) 0/174 76/98 –

Laboratuvar Bulgularının Karşılaştırılması

Yaş (yıl)	41 (19–79)	40 (19–74)	0.909
BMI (kg/m ²)	27.69 (17.19–42.7)	26.88 (16.33–43.28)	0.261
Cinsiyet (K/E)	77/97	79/95	0.829
Aile öyküsü (+/-)	0/174	76/98	–
Komorbidite (+/-)	33/141	46/128	0.041
WBC (10 ³ /μL)	6.57 (3.92–11.9)	7.59 (4.09–15.6)	<0.001
Nötrofil (10 ³ /μL)	3.62 (1.78–8.62)	4.51 (2.13–11.39)	<0.001
Lenfosit (10 ³ /μL)	2.20 (0.71–4.15)	2.29 (0.91–4.34)	0.108
Monosit (10 ³ /μL)	0.41 (0.20–0.85)	0.48 (0.23–0.99)	<0.001
Hgb (g/dL)	14 (7.5–17.5)	13.85 (10–17)	0.032
MPV (fL)	10.3 (6.7–13.9)	10 (7.8–13.8)	0.038
Trombosit (10 ³ /μL)	253 (114–416)	278.5 (173–547)	<0.001
CRP (mg/L)	2.03 (0.1–24)	5 (0.15–94)	<0.001
ESR (mm/saat)	8 (2–31)	11 (2–62)	0.003
HLA-B27 (+)	–	112 (64.4)	–
BASDAI	–	4.41 ± 2.22	–
ASDAS-CRP	–	2.18 ± 0.91	–
PII	175.83 (45.86–986.97)	287.53 (58.39–1972.06)	<0.001
NLR	1.69 (0.8–8.73)	1.97 (0.77–5.96)	0.002
PLR	117.09 (48.18–341.56)	123.41 (44.67–401.83)	0.033
MLR	0.18 (0.10–0.56)	0.21 (0.09–0.51)	0.001

BMI: Vücut Kitle İndeksi, **WBC:** Beyaz Kan Hücreleri Sayısı, **CRP:** C-Reaktif Protein, **ESR:** Eritrosit Sedimentasyon Hızı, **BASDAI:** Bath Ankilozan Spondilit Hastalık Aktivite İndeksi, **ASDAS-CRP:** Ankilozan Spondilit Hastalık Aktivite Skoru – CRP. **PII:** Panimmün İnflamasyon İndeksi, **NLR:** Nötrofil/Lenfosit Oranı, **PLR:** Trombosit/Lenfosit Oranı, **MLR:** Monosit/Lenfosit Oranı,

Çizelge 2. AS hastalarında BASDAI düzeylerine göre demografik, klinik ve Laboratuvar bulgularının karşılaştırılması

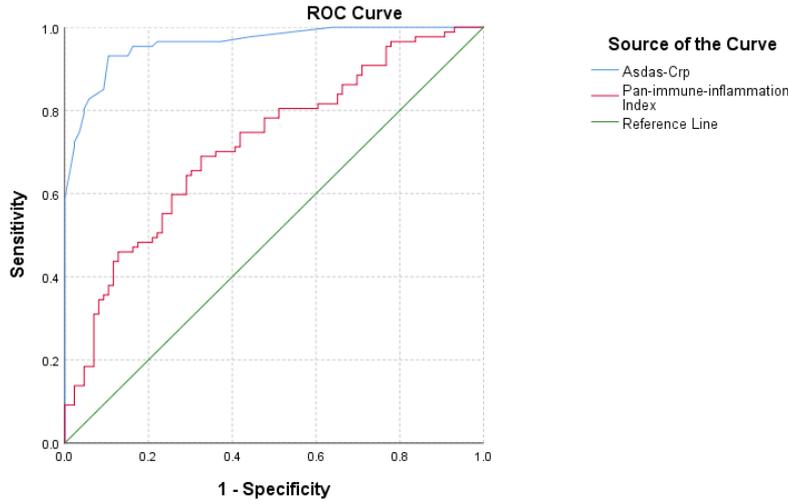
Değişkenler	<4 (Remisyon, n=87)	≥4 (Aktif, n=87)	p
Yaş (yıl)	41 (19–74)	39 (19–68)	0.122
BMI (kg/m ²)	26.75 ± 4.75	28.01 ± 5.59	0.113
Cinsiyet (K/E)	24/63	55/32	<0.001
Aile öyküsü (+/-)	35/52	41/46	0.359
Hastalık süresi (yıl)	7 (1–37)	6 (1–30)	0.091
Komorbidite (+/-)	30/57	19/68	0.041
Eklem/entezit bulgusu (+/-)	27/60	32/55	0.454
Üveit (+/-)	18/69	13/74	0.436
Sakroiliit (MR) (+/-)	83/4	82/5	0.182
Kullanılan ilaç (NSAİİ/anti-TNF/anti-IL17)	22/63/2	41/45/1	0.007
HLA-B27 (+/-)	60/27	52/35	0.205
WBC (10 ³ /µL)	7.57 ± 1.64	8.06 ± 2.17	0.095
Nötrofil (10 ³ /µL)	4.35 ± 1.33	5.10 ± 1.68	0.001
Lenfosit (10 ³ /µL)	2.51 (1.29–4.03)	2.10 (0.91–4.34)	0.006
Hgb (g/dL)	14 (11–17)	13 (10–16)	<0.001
Trombosit (10 ³ /µL)	260 (173–458)	301 (183–547)	<0.001
CRP (mg/L)	3.69 (0.15–61.1)	6.60 (0.32–94)	0.003
ESR (mm/saat)	9 (2–51)	12 (2–62)	0.005
PII	216.4 (58.4–715.9)	357.2 (89.7–1972.1)	<0.001
NLR	1.76 (0.77–4.69)	2.27 (0.79–5.96)	<0.001
PLR	110.5 (44.7–264.7)	138.8 (65.7–401.8)	<0.001
MLR	0.19 (0.09–0.42)	0.23 (0.11–0.51)	0.001
BASDAI	2.7 (0.4–3.9)	5.8 (4–10)	<0.001
ASDAS-CRP	1.3 (0.9–2.6)	2.9 (1.3–5.1)	<0.001

AS: Ankilozan spondilit, **BMI:** Vücut Kitle İndeksi, **WBC:** Beyaz Kan Hücresi Sayısı, **CRP:** C-Reaktif Protein, **ESR:** Eritrosit Sedimentasyon Hızı, **PII:** Panimmün İnflamasyon İndeksi, **NLR:** Nötrofil/Lenfosit Oranı, **PLR:** Trombosit/Lenfosit Oranı, **MLR:** Monosit/Lenfosit Oranı, **BASDAI:** Bath Ankilozan Spondilit Hastalık Aktivite İndeksi, **ASDAS-CRP:** Ankilozan Spondilit Hastalık Aktivite Skoru – CRP.

Çizelge 3. BASDAI aktif hastalık düzeyinde ASDAS-CRP ve Panimmün İnflamasyon İndeksi için ROC analizi sonuçları

Değişken	AUC (95% CI)	p	Cut-off	Duyarlılık (%)	Özgüllük (%)
ASDAS-CRP	0.961 (0.936–0.987)	<0.001	≥ 2.1	93.1	89.5
PII	0.717 (0.641–0.793)	<0.001	≥ 285.81	69.0	67.8

PII: Panimmün İnflamasyon İndeksi, **BASDAI:** Bath Ankilozan Spondilit Hastalık Aktivite İndeksi, **ASDAS-CRP:** Ankilozan Spondilit Hastalık Aktivite Skoru – CRP.



Görsel 1. Asdas-crp ve panimmün inflamasyon indeksi için ROC eğrileri

TOPUK DİKENİ OLAN HASTALARDA PLANTAR FASYA, GASTROCNEMIUS VE SOLEUS KAS BİYOMEKANİKLERİNİN İNCELENMESİ: PİLOT ÇALIŞMA

FZT. NAGİHAN ÇETİN, DR. ÖĞR. ÜYESİ DERYA AZİM

Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Lisansüstü Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

Bandırma Onyediy Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

nagihancetin@ogr.bandirma.edu.tr -0009 0006 5085 7004

dazim@bandirma.edu.tr - 0000-0002-5011-8723

ÖZET:

Amaç: Topuk dikenini, plantar topuk ağrılarının sık görülen nedenlerinden biridir. Radyolojik olarak genel popülasyonda %11–32 oranında saptanmasına rağmen çoğu vakada asemptomatiktir. Topuk dikenini ile ilişkili ağrının yalnızca plantar fasya patolojisinden değil, aynı zamanda alt ekstremitte kaslarının biyomekanik özelliklerindeki değişikliklerden de kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı, topuk dikenini olan bireylerde plantar fasya, gastrocnemius ve soleus kaslarının tonus, sertlik ve elastikiyet parametrelerini Myoton®PRO cihazı ile değerlendirilerek hasta ve sağlam taraf sonuçlarını karşılaştırmaktır.

Materyal ve Metot: Bandırma Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Polikliniğine plantar topuk ağrısı şikâyeti ile başvuran ve topuk dikenini tanısı alan 11 birey (10 kadın, 1 erkek) çalışmaya dahil edildi. Katılımcıların yaş ortalaması $52,27 \pm 9,45$ yıl, ağrı süresi ortalaması $264,54 \pm 197,10$ dakika idi. Ölçümler gastrocnemius medial, gastrocnemius lateral, soleus kasları ve plantar fasya üzerinden, hem patolojik hem sağlam tarafta yapıldı. Normal dağılım Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi; normal dağılmayan veriler Wilcoxon Signed-Rank Testi ile karşılaştırıldı. Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

Bulgular: Hasta taraf gastrocnemius medial, gastrocnemius lateral ve soleus kaslarında kas frekansı ve sertlik değerlerinin sağlam tarafa göre anlamlı derecede azaldığı bulundu ($p < 0,05$). Kas elastikiyetinde anlamlı fark saptanmadı ($p > 0,05$). Plantar fasya ölçümlerinde üç parametre için de anlamlı farklılık izlenmedi ($p > 0,05$).

Sonuç: Topuk dikenini olan bireylerde ağrı mekanizmasının plantar fasyadan çok gastro-soleus kas kompleksindeki mekanik değişikliklerle ilişkili olabileceği görülmüştür. Bu nedenle rehabilitasyon programlarında plantar fasyaya ek olarak gastro-soleus kas grubuna yönelik tedavilerin önceliklendirilmesi önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: topuk dikenini, kalkanealspur, epincalcanei, myotonpro

EXAMINATION OF PLANTAR FASCIA, GASTROCNEMIUS, AND SOLEUS MUSCLE BIOMECHANICS IN PATIENTS WITH HEEL SPURS: A PILOT STUDY

SUMMARY:

Purpose: Plantar fasciitis is one of the common causes of heel pain, with heel spur being a significant contributor. Although it is radiologically detected in 11-32% of the general population, most cases are asymptomatic. It is believed that pain associated with heel spurs may arise not only from plantar fascia pathology but also from alterations in the biomechanical properties of the lower extremity muscles. The aim of this study is to compare the myotonometric parameters of tone, stiffness, and elasticity of the plantar fascia, gastrocnemius, and soleus muscles in individuals with heel spurs using the Myoton®PRO device, assessing differences between affected and unaffected sides.

Materials and Methods: The study included 11 individuals (10 females, 1 male) who presented with plantar heel pain and were diagnosed with heel spurs at the Bandırma Training and Research Hospital Physical Medicine and Rehabilitation Outpatient Clinic. The mean age of the participants was 52.27 ± 9.45 years, and the mean duration of pain was 264.54 ± 197.10 minutes. Measurements were taken from the medial gastrocnemius, lateral gastrocnemius, soleus muscles, and plantar fascia on both the pathological and healthy sides. Normal distribution was assessed using the Shapiro-Wilk test; non-normally distributed data were compared using the Wilcoxon Signed-Rank test. A significance level of $p < 0.05$ was accepted.

Results: It was found that the muscle frequency and stiffness values of the medial gastrocnemius, lateral gastrocnemius, and soleus muscles on the affected side were significantly lower compared to the healthy side ($p < 0.05$). No significant difference was detected in muscle elasticity ($p > 0.05$). No significant differences were observed in the three parameters measured in the plantar fascia ($p > 0.05$).

Conclusion: In individuals with heel spurs, it appears that the pain mechanism may be more related to mechanical changes in the gastro-soleus muscle complex than to the plantar fascia. Therefore, it is recommended to prioritize treatment targeting the gastro-soleus muscle group in rehabilitation programs, in addition to addressing the plantar fascia.

Keywords: heel spur, calcaneal spur, epineuritis, myotonpro

1. GİRİŞ VE AMAÇ:

Topuk dikenini (kalkaneal spur, epineuritis) toplumda sıklıkla görülen ayak ağrısı nedenlerindedir. Çoğu zaman kalkaneus medial tüberositasındaki plantar fasyanın tutunma yerinde meydana gelir. Sıklığı radyolojik açıdan bakıldığında daha yüksektir fakat hastalar genellikle semptom göstermezler. Topuk dikenini hastalarının toplum içindeki prevalansı çeşitli çalışmalarda %11-32 olarak bulunmuştur. [1-6]

Topuk dikenini olan bireyler genellikle 40 yaş ve üzerindedir. Obezite, cinsiyette kadın, hızlı kilo değişimleri, aşırı egzersiz yapma ve yanı sıra görülen ayak deformiteleri gibi risk faktörleri belirlenmiş olsa da, bu durumun etyolojisi hakkında kesin bir bilgi yoktur. [1, 7-9]

Hastalar özel olarak günün erken vakitlerinde ilk ayağa kalktıkları zaman olan topuk ağrısından şikayetçi olmaktadır. Ağrı, yanıcı tipte bir ağrı olup topuktan ayak bileği ve baldıra doğru dağılım gösterebilir. Birkaç adım attıktan sonra semptomlarda fark edilir derecede rahatlama gözlemlense de çoğu zaman gün içerisinde özellikle de uzun süreli ayakta bekleme ve yürüme esnasında şikâyetler izlenmektedir. Muayenede temel olarak gözlenen bulgu kalkaneusun distal ve medialinde basınçla oluşan ağrıdır. Tanısı hastalarda çekilen lateral yönden ayak grafisi ile kesinleştirilir. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) ile Ultrasonografi (USG) detanını kesinleştirmede kullanılan diğer yöntemler olsa da birçok hastada rutin olarak elzem görülmemektedir. Patogenezine ilişkin en yaygın yorum, plantar fasyanın kalkaneusun medial tarafına bağlanma noktasında meydana gelen kronik tekrarlayıcı mikro hasarların, o bölgede kıkırdak elastisitesinin azalmasına yol açması ve bunun sonucunda tetiklenen rejenerasyon süreciyle oluşan skar dokusunun kalsifiye olmasıyla kalkaneal spur görüntüsünün ortaya çıkmasıdır.

Tedavi yöntemleri içerisinde, oral ve topikal non-steroidal antiinflatuvar ilaçlar (NSAİİ), tabanlıklar vs. ile ayağa uygun destek sağlanması ve bindirilen yükün azaltılması, fizyoterapi yöntemleri, Ekstrakorporeal Şok Dalga Tedavisi (ESWT- Extracorporeal Shock Wave Therapy), kortikosteroid ve plateletten zengin plazma (PRP- Platelet Rich Plasma) enjeksiyonları gibi farklı seçenekler bulunmaktadır. Geleneksel tedavilerden iyi sonuç alınamayan ender vakalarda ise cerrahi yöntem lazım olabilir. Hazır satılan değişik numaralı tabanlıklar ve topuk pedleri bu hastalarında sık olarak kullanılmaktadır. Lakin her hastanın ayak yapısının farklılık göstermesi nedeniyle her zaman yeterli olmamakta ve bazı hastalarda nasır meydana gelmesi ya da ağrıyı çoğaltma gibi negatif tesiri de olabilmektedir. Podometrik basınç analizi uygulanarak bireyselleştirilmiş tabanlıkların daha elverişli bir destek sağladığı ve ağrı üzerine daha pozitif tesirleri olduğu sanılmaktadır. Üstelik bu hastalarda eşlik eden ayak deformiteleri için de destek sunmaktadır. [10]

Kasların özellikleri, kas performansı üzerinde saptayıcı bir etkiye sahip olmaktadır [11]. Bu özelliklerdeki farklılıklar, fiziksel güç sonrası yaşanan hız kaybı, zıplama sonrası artan sertlik ve tenis oyuncularında gözlemlenen artan kas sertliğiyle ilişkili yaralanma oranlarının giderek artması gibi durumlarla belli olmaktadır [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18]. Yüksek kas sertliği seviyeleri, sadece kas performansının artışıyla değil, aynı zamanda kas yaralanma riskinin de büyümesiyle ilişkilidir [12, 19, 20, 21, 22]. Sporcular içerisinde en yaygın görülen kas yaralanmaları arasında şiddetli hareketler sırasında gergin kasların aşırılıkla gerilmesi, kas lifi yırtıkları ve kas zorlanmaları neticesinde oluşan kas yırtıkları bulunmaktadır [23, 24, 25]. Bu yaralanmalar sıklıkla artan kas sertliği ile de ilişkili olabilir [11, 24, 26, 27]. İlâveten, kas sertliğinin yalnızca kas gerginliği ile ilişkili olarak değil, bununla birlikte yaşlanma ile de arttığını vurgulamak önemli görülmektedir [24]. Bunun yanı sıra, kas özelliklerinde görülen değişiklikler felç durumlarında [28] ve felç sonrası süreçlerde [29] de meydana gelebilmektedir.

Kas tonusunu değerlendirmede hem klinik ölçekler gibi enstrümantal olmayan yöntemler hem de elektrofizyolojik veya mekanik ölçümler gibi enstrümantal araçlar tercih edilebilir. Klinik ölçekler, öznel değerlendirme araçları iken, elektrofizyolojik veya mekanik yöntemler, kas tonusu hakkında daha nesnel veriler sunabilmektedir. Klinik ortamlarda, kullanıcı açısından pratik, kolayca kullanılabilir ve maliyeti uygun cihazların var olması önemli yer tutar.

MyotonPro (Myoton AS Tallinn, Estonya), kasların viskoelastik ve biyomekanik özelliklerini ayrıntılı bir biçimde analiz etmek için sunulan non-invaziv ve yenilikçi bir yöntemdir. Bu gelişmiş cihaz, sertlik, elastikiyet (azalma), sürünme, gevşeme süresi ve tonus (frekans) gibi önemli parametrelerin değerlendirilmesine imkân tanıyarak kas fonksiyonelliği üzerinde geniş bir araştırma yapabilmeyi sağlar [30,31]. MyotonPro'nun yeni teknolojisi, kasların mekanik

hareketlerinin detaylı ve hassas bir biçimde anlaşılmasını mümkün hale getirerek, dinamik özellikleri ve muhtemel fonksiyonel etkileri hakkında değerli bilgiler sunmaktadır.

Yumuşak dokuların dış etkilere karşı gösterdiği direnç, sertlik ile ifade edilir ve bu parametre, entegre bir ivmeölçer aracılı ile sönümlü doğal titreşimlerin analiziyle hesaplanır. Kas tonusunun niceliği ise, ivme sinyalinin doğal frekansından elde edilerek kasın içsel özellikleri hakkında değerli bilgiler sunmaktadır. Ayrıyeten, kas deformasyonundan sonra ilk şeklini alırken oluşan ardışık salınımların analizi, kas elastikiyetinin azalmasıyla ters orantılı olarak değerlendirilir [32].

Gevşeme süresi, kasın iyileşme süresini gösteren bir ölçü olarak, kasın orijinal durumuna geri gelebilmesi için geçen süreyi belirtir [32, 33]. Kas sürünmesi ise, kasın sabit bir çekme gerilimi altında aşamalı bir şekilde gerilmesi olarak açıklanabilmektedir [30, 33]. Bu durum, kasın yapısal özellikleri ve sürekli yüklemelere karşı oluşan tepki hakkında değerli bilgiler vererek, viskoelastik davranışının anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. MyotonPro, gelişmiş teknolojisi dolayısıyla bu çeşitli parametreleri kapsamlı olarak inceleme olanağı sağlamaktadır, ayrıca kasların komplike biyomekaniği ve viskoelastik özellikleri hakkında bütünsel bir perspektif sunmaktadır.

Bu tür ölçümlerle elde edilen sonuçların geçerliliği ve güvenilirliği açısından, ölçüm cihazlarının ve araçlarının güvenilirliği fazlasıyla önemli bir etkiye sahiptir. Güvenilirlik, bir ölçüm veya değerlendirme aracının benzer koşullar altında tutarlı sonuçlar elde etme kapasitesiyle ilgilidir. Bu çerçevede, güvenilirlik iki ana kategoriye ayrılabilir: değerlendirici içi ve değerlendiriciler arası güvenilirlik. Her iki tür güvenilirlik, bir ölçüm aracının geçerliliğini analiz etmede önemli bir rol oynamaktadır. Değerlendirici içi güvenilirlik, yalnızca bir değerlendiricinin sonuçlarına odaklanırken, değerlendiriciler arası güvenilirlik en az iki bağımsız değerlendiriciyi gerektirir. Özellikle klinik uygulamalar açısından değerlendiriciler arası güvenilirliğin, gerçek hayattaki uygulamaları daha iyi yansıttığını vurgulamak önem taşımaktadır [34].

Çalışmamızdaki amaç, topuk dikenli olan hastalarda plantar fasya, gastrocnemius ve soleus kas tonusunu, kas sertliğini ve kas esneklik düzeylerini Myoton®PRO Dijital Palpasyon Cihazı ile ölçüm yaparak incelemektir.

2. GEREÇ VE YÖNTEM:

Bu çalışmanın evrenini topuk dikenli olan 18-65 yaş arası bireyler oluşturmaktadır. Örneklemine Bandırma Eğitim ve Araştırma Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Departmanına başvurup dahil edilme kriterlerine uyan hastalar oluşturacaktır. Ramezani, Araştırma için örneklem büyüklüğünün belirlenmesi amacıyla G*Power 3.1.9.7 programı kullanılarak önsel güç analizi (prioripoweranalyze) yapılmış ve %95 güven aralığı ve %80 güç için Ramezani E ve ark (2017) yaptıkları çalışmada her bir grup için en az 16 kişi alınarak toplamda en az 48 kişi ile çalışmanın tamamlanması hedeflenmiştir. Pilot çalışmaya 12 kişi dahil edilmiştir.

2.1.Araştırmada incelenecek bağımlı-bağımsız değişkenler:

Çalışmanın bağımlı değişkenleri:

Kas tonusu

Kas sertliği

Kas esneklik düzeyi

Çalışmanın bağımsız değişkenleri:

Topuk dikenini

2.2.Araştırmaya alınma ya da alınmama kriterleri:

Dahil Edilme Kriterleri:

18-65 yaş arası olmak

Topuk dikenini(kalkanealspur) tanısı ile başvurmuş olmak/ Direk radyografide gösterilmiş topuk dikenini varlığı

En az 1 aydır devam eden topuk ağrısı

Çalışmaya katılmaya gönüllü olmak

Dışlanma Kriterleri:

Ayak ve ayak bileğinde herhangi bir ameliyat geçmişinin bulunmaması

18 yaşından küçük olan hastalar

Romatolojik hastalık tanısı olan hastalar (romatoid artrit,ankilozanspondilit vs.)

Alt ekstremite tuzak nöropatisi olanlar

Gebeler

Aktif enfeksiyonu olanlar

Malignitesi olanlar

Son 6 hafta içinde topuk bölgesinden FTR (tens,ultrason,hotpack vs.) almış olanlar

Kalp pili olanlar

2.3.Veri toplama:

Demografik Bilgi Toplama Formu:

Gönüllü olarak çalışmaya katılmayı kabul eden tüm bireylerin demografik özellikleri "Demografik Bilgi Toplama Formu" ile sorgulandı. Değerlendirmeler deneyimli fizyoterapist tarafından yapıldı. Formda katılımcıların yaşı, boyu, kilosu, cinsiyeti, beden kitle indeksi, ağrılı bölge, toplam semptom süresi, uygulanan önceki tedaviler vb. şeyler sorgulandı.

Myoton® PRO ile Değerlendirme:

Logaritmik azalma (D), Dinamik Sertlik [N/m] (S) ve Salınım Frekansı [Hz] (f) değerleri Myoton® PRO ile elde edilir.

Salınım frekansı (f), herhangi bir gönüllü kasılma olmaksızın test edilen kasın tonunu (içsel gerginlik) gösterir. Değer ne kadar düşükse, ton veya gerginlik durumu o kadar düşüktür.

Dinamik sertlik (S), bir kasın kasılmaya veya ilk şeklini saptıran bir dış kuvvete karşı direnci tanımlayan biyomekanik özelliğidir. Değer ne kadar düşükse, sertlik o kadar düşüktür.

Bir kasın doğal salınımının logaritmik azalması, kasın elastikiyetini ve doku deformasyondan kurtulduğunda mekanik enerjinin dağılımını gösterir. Elastikiyet, bir kasın dış bir kuvvetin veya kasılmanın ortadan kaldırılmasından sonra ilk şeklini geri kazanma yeteneğini tanımlayan biyomekanik özelliğidir. Logaritmik azalmanın değeri ne kadar düşükse elastikiyet o kadar yüksek ve doku şeklini geri kazandığında mekanik enerjinin dağılımı o kadar düşüktür.[35,36]

Miyoton değerlendirmeleri sırasında, katılımcılardan terapötik bir yatakta yüzüstü yatmaları istendi. Gastroknemius kaslarının medial ve lateral kısımlarında, soleus kasında ve plantar fasyada ölçülecek noktalar belirlendi ve bir kalemle işaretlendi. Katılımcılara değerlendirmeden önce sakin ve rahat kalmaları söylendi ve daha sonra, MyotonPro cihazı ile işaretlenen noktalarda değerlendirmeler yapıldı. Yapılan değerlendirmeler sağ ve sol topuk için kaydedildi.

3. BULGULAR:

3.1.İstatistiksel Analiz:

Araştırmada elde edilen verilerin analizi IBM SPSS Statistics programı kullanılarak gerçekleştirildi. Sürekli değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri ortalama, standart sapma, medyan ve çeyrekler arası aralık (IQR) olarak raporlandı. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro-Wilk testi ve grafiksel yöntemler (histogram, Q-Q grafiği) ile değerlendirildi. Normal dağılıma uymayan değişkenlerde hasta taraf ile sağlam taraf karşılaştırmalarında Wilcoxon Signed-Rank Testi kullanıldı.

Kategorik değişkenler ise sayı ve yüzde (%) ile ifade edildi. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

3.2.Bulgular:

Çizelge 1. Hastaların Demografik Özellikleri

Çalışmaya toplam 11 birey (10 kadın, 1 erkek) dahil edildi. Katılımcıların yaş ortalaması $52,27 \pm 9,45$ yıl idi. Ağrı süresi ortalaması $264,54 \pm 197,10$ dakika olarak bulundu. Topuk dikenini tarafı dağılımı incelendiğinde %54,5 sol, %45,5 sağ tarafta patoloji izlendi.

Değişken	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Kategoriler	Frekans	Yüzde (%)
Yaş	11	36,00	64,00	52,27	9,45	-	-	-
Ağrı Süresi (dk)	11	30,00	720,00	264,55	197,10	-	-	-
Cinsiyet	11	-	-	-	-	Kadın	10	90,9%
						Erkek	1	9,1%
Topuk Dikeni Tarafı	11	-	-	-	-	Sağ	5	45,5%
						Sol	6	54,5%

Çizelge 2. Sağlam ve Hasta Taraf Kas Biyomekanik Özelliklerin Karşılaştırılması

Kas / Doku	Değişken	Hasta Medyan (IQR)	Sağlam Medyan (IQR)	p
Gastrocnemius Medial	Kas Frekansı	15,50 (1,30)	19,90 (1,60)	0,001
	Kas Sertliği	289,00 (21,00)	398,00 (113,25)	0,001
	Kas Elastikiyeti	1,28 (0,21)	1,74 (0,30)	0,206
Gastrocnemius Lateral	Kas Frekansı	16,80 (1,55)	21,60 (2,55)	0,001
	Kas Sertliği	308,00 (25,50)	413,00 (75,00)	0,001
	Kas Elastikiyeti	1,29 (0,22)	1,66 (0,27)	0,206
Soleus	Kas Frekansı	15,40 (1,00)	19,38 (1,94)	0,001
	Kas Sertliği	309,00 (39,00)	371,50 (70,00)	0,001
	Kas Elastikiyeti	1,41 (0,19)	1,56 (0,28)	0,206
Plantar Fasya	Kas Frekansı	24,70 (3,30)	25,20 (2,70)	0,333
	Kas Sertliği	536,00 (126,50)	508,00 (128,00)	0,577
	Kas Elastikiyeti	1,36 (0,18)	1,33 (0,37)	0,541

Kas özelliklerine ait karşılaştırmalarda, hasta taraf ile sağlam taraf arasındaki farklar Wilcoxon Signed-Rank Testi ile değerlendirildi. Kas frekansı ve kas sertliği değerleri üç kas grubunda hasta tarafta anlamlı derecede düşük bulundu ($p < 0,05$). Buna karşın kas elastikiyeti açısından azalma gözlemlenirken anlamlı fark saptanmadı ($p > 0,05$). Plantar fasya ölçümlerinde ise kas frekansında azalma ile kas sertliğinde ve elastikiyetinde artış bulundu. Üç parametrede de istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı.

4. TARTIŞMA

Yaptığımız çalışma sayesinde myotonpro cihazını kullanarak topuk dikenini mevcut olan ve olmayan taraftaki kasların tonus, sertlik ve elastikiyeti açısından nasıl farklılık gösterebileceğini görmüş olduk. Bu çalışma, bize topuk dikenini varlığında gastrocnemius ve soleus kaslarının da büyük etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Lucy Aird ve arkadaşları 2012'de yaptıkları çalışmada kuadriseps kasının tonus, sertlik ve elastikiyeti bakımından günler arası değerlendirmeci içi güvenilirliği ve yaşlı erkeklerdeki kuadrisepslerin mekanik özelliklerinin taraflar arası simetrisini araştırmışlardır. Yirmi sağlıklı erkek çalışmaya alınmıştır. MyotonPRO ile rektus femoris kas salınımlarını tetiklemek için art arda iki set 10 vuruş uygulanmış ve bu vuruşlardan degradasyon (elastikiyet), frekans (ton) ve sertlik ölçümleri elde edilmiştir. Testler, bir hafta arayla, haftanın aynı günü ve saatinde iki kez gerçekleştirilmiştir. Tekrarlanan ölçümler, gün içinde ve günler arasında çok yüksek güvenilirliğe sahip bulunmuştur. Baskın ve baskın olmayan kasların kas mekanik özellikleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır; bu da simetriye işaret etmektedir bu da bize MyotonPRO cihazının güvenilirliğini göstermektedir. [37]

Y.N Feng ve arkadaşları 2018'de yaptıkları çalışmada, gastrocnemius kası ve aşıl tendonunun sertliğini kesme dalgası ultrason elastografisi (SWUE) ile MyotonPRO cihazını karşılaştırarak güvenilirliğini test etmişlerdir. Klinisyenler gastrocnemius kasının ve Aşıl tendonunun sertliğini çoğunlukla manuel palpasyonla tespit ederler. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte yumuşak dokuların sertliğini ölçen cihazlar geliştirilmiştir. SWUE'nin kullanımı kolay, neredeyse gerçek zamanlı ve taşınabilir olması gibi bir avantajı vardır. Ancak, ultrason probu ile cilde hafif bir dokunuş gerekir ve bu da kolayca enine doku yer değiştirmesine neden olur. Manuel kompresyon, test edilen dokuların mekanik özelliklerini değiştirebilir. Buna karşılık, MyotonPRO' nun, yüzeysel iskelet kaslarının objektif ve invaziv olmayan dijital palpasyonu için benzersiz, güvenilir, doğru ve hassas bir yol sağladığını kanıtlamışlardır. [38]

AnhPhong David Nguyen ve arkadaşları da yaptıkları çalışmada MyotonPro cihazını altın standart olarak belirlenen farklı elastik özelliklere sahip üç silikon polimer, ile kıyaslamış ve el bilek biyomekanik ve viskoelastik özelliklerini incelemişlerdir. Sonuç olarak MyotonPro'nun, elastik sertliği ölçmek için geçerli bir cihaz olmasının yanı sıra sağlıklı bireylerde miyofasyal dokunun biyomekanik özelliklerini ve viskoelastisitesini ölçmek için taşınabilir, uygun fiyatlı ve kullanımı kolay bir araç olduğu gösterilmiştir. [39]

Bu çalışmalar bize kolay taşınabilir, invaziv olmayan, maliyeti düşük ve son derece yenilikçi bir cihaz olan MyotonPRO' nun güvenilirliğini kanıtlamış ve çalışmamızın ne kadar geçerli olabileceğini bize göstermektedir.

Muhammed Esed Arif ve arkadaşları yaptıkları çalışmada plantarfasiit tedavisinde gastroknemius-soleus germe programı ile aşil tendonu germe egzersizlerinin sonuçlarını karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Kronik plantarfasiitli, her iki cinsiyetten, 30-70 yaş aralığındaki hastalar çalışmaya dahil edilmiş ve randomize olarak iki gruba ayrılmıştır. Sonuç olarak gastroknemius-soleus germe egzersizleri erişkin popülasyonda plantarfasiit semptomlarını azaltmada etkisi daha büyük bulunmuştur.

Bu da bizim çalışmamızda olduğu gibi gastroknemius ve soleus kaslarının ayak tabanı hastalıklarında (topuk dikenini ve plantarfasiit gibi) önemli derecede etkilenen ve terapide üzerinde durulması gereken bir kas grubu olduğunu göstermektedir. [40]

PraphullaShrestha ve arkadaşları posterior ve plantar topuk ağrısı olan hastalarda ayak bileği dorsifleksiyonunun dijital gonyometre ile ölçümünü yapmış ve gastroknemius kontraktürü gözlemlemişlerdir. Radyografilerde vakaların %50,0'sinde plantar topuk dikenini, %38,3'ünde ise posterior kalkaneal diken görülmüştür. Çalışma, gastroknemius kontraktürü nedeniyle ayak bileği dorsifleksiyonunun azalmasının hem plantar hem de posterior topuk ağrısının gelişimine katkıda bulunduğu sonucuna varmıştır. [41]

Yapılan çalışma ile bizim çalışmamızın ortak yönü, topuk ağrısı olanların çoğunda topuk dikenini vakası görülmesi ve azalmış bir dorsifleksiyon açısıdır. Buna bağlı olarak gastroknemius ve soleus kasları tedaviye eklenmelidir sonucunu çıkarabiliriz.

5. SONUÇ:

Topuk dikenini olan bireylerde ağrı mekanizmasının plantar fasyadan çok gastro-soleus kas kompleksindeki mekanik değişikliklerle ilişkili olabileceği görülmüştür. Bu nedenle rehabilitasyon programlarında plantar fasyaya ek olarak gastro-soleus kas grubuna yönelik tedavilerin önceliklendirilmesi önerilmektedir.

Örneklem büyüklüğünün sınırlı olması, genellenebilirliği kısıtlamaktadır. Daha çok sayıda topuk dikenine sahip bireylerde ölçüme ihtiyaç vardır.

Topuk dikenini tedavi ve rehabilitasyonunda kas tonusu, sertlik ve elastikiyetin bütüncül değerlendirilmesi ve hedefe yönelik planlama önerilmektedir.

6. KAYNAKÇA:

1. Menz, H. B., Hiller, C. E., Boulton, A. J., &McFarlane, J. R. (2008). Plantarcalcanealspurs in olderpeople: Longitudinaltractionorverticalcompression? *Journal of FootandAnkleResearch*, 1(1), 7. <https://doi.org/10.1186/1757-1146-1-7>
2. Toumi, H., Kadi, H., & Dali, M. (2014). Changes in prevalence of calcanealspurs in men &women: A randompopulationfrom a traumaclinic. *BMC MusculoskeletalDisorders*, 15, 87. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-87>
3. Martin, R. L., Reischl, S. F., &McPoil, T. G. (2014). Heel pain-plantarfasciitis: Revision 2014. *Journal of Orthopaedic& Sports PhysicalTherapy*, 44(11), A1-A33. <https://doi.org/10.2519/jospt.2014.0012>
4. Kirkpatrick, J., Yassaie, O., &Mirjalili, S. A. (2017). Theplantarcalcanealspur: A review of anatomy, histology, etiologyandkeyassociations. *Journal of Anatomy*, 230(6), 743-751. <https://doi.org/10.1111/joa.12605>

5. Riepert, T., Toepfer, A., & Schmidt, R. (1995). [The incidence, age dependence and sex distribution of the calcaneal spur. An analysis of its x-ray morphology in 1027 patients of the central European population]. *Rofo*, 162(6), 502-505. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1058787> (Noter: Bu kaynak tercüme içermektedir. English title: "The incidence, age dependence and sex distribution of the calcaneal spur.")
6. Beytemur, O., & Oncu, M. (2018). The age-dependent change in the incidence of calcaneal spur. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 52(5), 367-371. <https://doi.org/10.1016/j.aott.2018.03.002>
7. Sahin, N., Oztürk, A., & Atıcı, T. (2011). Foot mobility and plantar fascia elasticity in patients with plantar fasciitis. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 44, 385-391. <https://doi.org/10.3944/AOTT.2011.2480>
8. Butterworth, P. A., & Lunt, M. (2012). The association between body mass index and musculoskeletal foot disorders: A systematic review. *Obesity Reviews*, 13(7), 630-642. <https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2012.01014.x>
9. Sobhani, S., & Afsari, M. (2013). Epidemiology of ankle and foot overuse injuries in sports: A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 23(6), 669-686. <https://doi.org/10.1111/sms.12002>
10. Yörük, Ö., & Kırdı, N. (2014). Ekstrakorporeal şok dalga tedavisi / Extracorporeal shock wave therapy. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 21(2), 62-69. <https://doi.org/10.15314/sdutfd.516008>
11. Gleim, G. W., & McHugh, M. P. (1997). Esneklik ve spor yaralanmaları ve performans üzerindeki etkileri. *Spor Hekimliği*, 24, 289-299.
12. Brazier, J., Maloney, S., Bishop, C., Read, P. J., & Turner, A. N. (2019). Alt Ekstremitte Sertliği: Test, Performans Geliştirme ve Yaralanma Riski İçin Hususlar. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33, 1156-1166. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002995>
13. Raiteri, B. J., Cresswell, A. G., & Lichtwark, G. A. (2018). Kas-tendon uzunluğu ve kuvveti, insan tibialis anterior merkezi aponevroz sertliğini in vivo etkiler. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 115, E3097-E3105. <https://doi.org/10.1073/pnas.1714127115>
14. McMahan, T. A., & Cheng, G. C. (1990). Koşmanın mekaniği: Sertlik hızla nasıl birleşiyor? *Journal of Biomechanics*, 23(Suppl 1), 65-78. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(90\)90053-H](https://doi.org/10.1016/0021-9290(90)90053-H)
15. Hobara, H., Muraoka, T., Omuro, K., Gomi, K., Sakamoto, M., Inoue, K., & Kanosue, K. (2009). Diz sertliği, maksimum atlama sırasında bacak sertliğinin önemli bir belirleyicisidir. *Journal of Biomechanics*, 42, 1768-1771. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.05.005>
16. Kekelekis, A., Nikolaidis, P. T., Moore, I. S., Rosemann, T., & Knechtle, B. (2020). Tenis oyuncularında üst ekstremitte yaralanmaları için risk faktörleri: Sistemik bir inceleme. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 2744. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082744>
17. Padua, D. A., Arnold, B. L., Perrin, D. H., Gansneder, B. M., Carcia, C. R., & Granata, K. P. (2006). Yorgunluk, dikey bacak sertliği ve erkeklerde ve kadınlarda sertlik kontrol stratejileri. *Journal of Athletic Training*, 41, 294-304. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-41.3.294>
18. Dugailly, P. M., Coucke, A., Salem, W., & Feipel, V. (2018). Kronik boyun ağrısı hastalarında aksel rotasyonda servikal sertliğin değerlendirilmesi: Manipülatif olmayan osteopatik tedavi çerçevesinde bir deneme. *Clinical Biomechanics*, 53, 65-71. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2018.02.005>

19. Leppilahti, J., &Orava, S. (1998). Aşil tendonunun tamamen kopması. Bir inceleme. *Sports Medicine*, 25, 79–100. <https://doi.org/10.2165/00007256-199825020-00002>
20. Flanagan, E. P., Galvin, L., & Harrison, A. J. (2008). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonundan sonra kuvvet üretimi ve reaktif güç yetenekleri. *Journal of Athletic Training*, 43, 249–257. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.3.249>
21. Pruyne, E. C., Watsford, M. L., Murphy, A. J., Pine, M. J., Spurrs, R. W., Cameron, M. L., & Johnston, R. J. (2012). Profesyonel Avustralya futbolu'nda bacak sertliği ile alt vücut yaralanmaları arasındaki ilişki. *Journal of Sports Science*, 30, 71–78. <https://doi.org/10.1080/02640414.2011.618848>
22. McHugh, M. P., Connolly, D. A. J., Eston, R. G., Kremenec, I. J., Nicholas, S. J., & Gleim, G. W. (1999). Egzersiz kaynaklı kas hasarının semptomlarında pasif kas sertliğinin rolü. *American Journal of Sports Medicine*, 27, 594–599. <https://doi.org/10.1177/03635465990270050701>
23. Lee, W. C., Ng, G. Y., Zhang, Z. J., Malliaras, P., Masci, L., & Fu, S. N. (2020). Sporcularda tendon sertliği ve klinik sonuçlardaki değişiklikler ekzantrik egzersizden sonra patellartendinopati ile ilişkilidir. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 30, 25–32. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000319>
24. Hess, G. W. (2010). Aşil tendonu kopması: Etiyoloji, popülasyon, anatomi, risk faktörleri ve yaralanma önleme incelemesi. *Foot and Ankle Specialist*, 3, 29–32. <https://doi.org/10.1177/193864001000300104>
25. Maloney, S. J., Richards, J., Nixon, D. G., Harvey, L. J., & Fletcher, I. M. (2017). Sertlik ve asimetrik yön değiştirme performansını öngörüyor mu? *Journal of Sports Science*, 35, 547–556. <https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1180842>
26. Hamill, J., Gruber, A. H., & Derrick, T. R. (2014). Farklı adımlama düzenleriyle koşarken alt ekstremitte eklem sertliği özellikleri. *European Journal of Sport Science*, 14, 130–136. <https://doi.org/10.1080/17461391.2013.786115>
27. Maquirriain, J. (2012). Aşiltendinopatisi olan sporcularda bacak sertliği değişiklikleri. *International Journal of Sports Medicine*, 33, 567–571. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1299920>
28. Gracies, J. M. (2005). Spastik parezinin patofizyolojisi. I: Parezi ve yumuşak doku değişiklikleri. *Muscle & Nerve*, 31, 535–551. <https://doi.org/10.1002/mus.20273>
29. Thibaut, A., Chatelle, C., Ziegler, E., Bruno, M. A., Laureys, S., & Gosseries, O. (2013). İnme sonrası spastisite: Fizyoloji, değerlendirme ve tedavi. *Brain Injury*, 27, 1093–1105. <https://doi.org/10.3109/02699052.2013.774269>
30. Wu, Z., Ye, X., Ye, Z., Hong, K., Chen, Z., Wang, Y., Li, C., Li, J., Huang, J., Zhu, Y., & Diğ. (2022). Tek taraflı kronik bel ağrısı olan yaşlı hastalarda paravertebral kasın asimetrik biyomekanik özellikleri: Ön çalışma. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10, 814099. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.814099>
31. Watsford, M. L., Murphy, A. J., McLachlan, K. A., Bryant, A. L., Cameron, M. L., Crossley, K. M., & Makdissi, M. (2010). Profesyonel Avustralya kurallı futbolcularda alt vücut sertliği ile hamstring yaralanması arasındaki ilişkinin prospektif bir çalışması. *American Journal of Sports Medicine*, 38, 2058–2064. <https://doi.org/10.1177/0363546510366491>
32. Morgan, G. E., Martin, R., Williams, L., Pearce, O., & Morris, K. (2018). Aşiltendinopatisinde sertliğin objektif değerlendirmesi: MyotonPRO kullanan yeni bir yaklaşım. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 4, e000446. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000446>

33. Guduru, R. K. R., Domeika, A., & Domeikienė, A. (2022). Hareketsiz çalışanlarda üst vücut kaslarının miyotonometrik ölçümleri üzerindeki yuvarlak ve kambur omuz duruşlarının etkisi. *Applied Sciences*, 12, 3333. <https://doi.org/10.3390/app12073333>
34. Królikowska, A., Reichert, P., Karlsson, J., Mouton, C., Becker, R., & Prill, R. (2023). Ortopedi ve spor hekimliğinde ölçümlerin güvenilirliğinin artırılması. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 31, 5277–5285. <https://doi.org/10.1007/s00167-023-07181-0>
35. Marvulli, R., Megna, M., Citraro, A., Vacca, E., Napolitano, M., Gallo, G., Fiore, P., & Ianieri, G. (2019). Botulinumtoxin type A and physiotherapy in lower limb spasticity due to amyotrophic lateral sclerosis. *Toxins*, 11(7), 381. <https://doi.org/10.3390/toxins11070381>
36. Schneider, S., Peipsi, A., Stokes, M., Knicker, A., Abeln, V., & diğerleri. (2015). Feasibility of monitoring muscle health in microgravity environments using Myoton technology. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 53, 57–66. <https://doi.org/10.1007/s11517-014-1235-3>
37. Aird, L., Samuel, D., & Stokes, M. (2012). Quadriceps muscle tone, elasticity, and stiffness in older men: Reliability and symmetry using MyotonPRO. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 55(3), 740–744. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2012.03.005>
38. Feng, Y. N., Li, Y. P., Liu, C. L., & Zhang, Z. J. (2018). Evaluation of the elastic properties of skeletal muscle and tendon using shear wave ultrasound elastography and MyotonPRO. *Scientific Reports*, 8, Article 17064. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34719-7>
39. Nguyen, A. P., Detrembleur, C., Fiset, P., Selves, C., & Mahaudens, P. (2022). MyotonPRO is a valid device for assessing wrist biomechanical stiffness in healthy young adults. *Frontiers in Sports*, 4, Article 797975. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.797975>
40. Arif, M. E., & Hafeez, S. (2022). Effectiveness of gastrocnemius-soleus stretching program in plantar fasciitis treatment. *Cureus*, 14(2), e22532. <https://doi.org/10.7759/cureus.22532>
41. Shrestha, P., Chalise, P. K., & Mishra, A. K. (2025). Measurement of ankle dorsiflexion in patients with heel pain. *Nepal Medical College Journal*, 27(2), 102–106. <https://doi.org/10.3126/nmcj.v27i2.80536>

GEBELERDE EKSOJEN MELATONİN UYGULAMASININ YAVRUYA VE ANNEYE ENDİKASYONLARI

Veteriner Hekim, ALPASLAN GEZER¹, Dr. Öğr. Üyesi, HANDE SULTAN ŞAHİNER²

¹ AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Veterinerlik Farmakoloji ve Toksikolojisi Anabilim Dalı, 2321000201@stu.adu.edu.tr- ORCID ID: 0009-0008-8649-3155

² AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ, Veteriner Fakültesi, Veterinerlik Farmakoloji ve Toksikolojisi Anabilim Dalı, hyalinkilinc@adu.edu.tr - ORCID ID: 0000-0003-2811-3579

ÖZET

Melatonin, epifiz bezinden salgılanan ve sirkadiyen ritmi düzenlemedeki temel rolünün yanı sıra, güçlü bir antioksidan ve antiinflamatuvar ajan olarak da bilinen bir indolamindir. Gebelik sırasında melatonin seviyeleri artmakta ve plasentada otokrin/parakrin etkiler göstermektedir. Bu derlemede temel amacımız, melatoninin yapısı, metabolizması ve genel fizyolojik fonksiyonları hakkında bilgi vermenin yanı sıra özellikle eksojen melatonin uygulamasının gebelerde anne ve yavru sağlığı üzerindeki potansiyel olumlu etkilerini ve etki mekanizmalarını incelemektir. Elde edilen veriler, eksojen melatoninin antioksidan, antiinflamatuvar ve nöroprotektif etkileri sayesinde, gebelikte sıkça rastlanan preeklampsi, hiperglisemi ve intrauterin büyüme kısıtlaması gibi komplikasyonların önlenmesi ve tedavisi için umut verici bir terapötik potansiyel taşıdığını desteklemektedir; ancak hamilelik ve emzirme dönemindeki uzun vadeli kullanım güvenliği ve etkinliğinin tam olarak belirlenmesi için daha kapsamlı klinik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gebelik, Melatonin, Yavru

GESTATIONAL AND NEONATAL IMPLICATIONS OF EXOGENOUS MELATONIN ADMINISTRATION

ABSTRACT

Melatonin is an indoleamine secreted by the pineal gland, known for its fundamental role in the regulation of circadian rhythm, as well as for its potent antioxidant and antiinflammatory properties. During pregnancy, melatonin levels increase and exert autocrine and paracrine effects within the placenta. The main objective of this review is to provide an overview of the structure, metabolism, and general physiological functions of melatonin, as well as to specifically examine the potential beneficial effects and mechanisms of action of exogenous

melatonin on maternal and fetal health during pregnancy. Current evidence indicates that, due to its antioxidant, antiinflammatory, and neuroprotective effects, exogenous melatonin has promising therapeutic potential in preventing and managing pregnancy-related complications such as preeclampsia, hyperglycemia, and intrauterine growth restriction. However, more comprehensive clinical studies are needed to fully determine the long-term safety and efficacy of its use during pregnancy and lactation.

Keywords: Pregnancy, Melatonin, Offspring

1. GİRİŞ

Sirkadiyen ritim memelilerde biyolojik saatlerin en önemlilerinden biri olup, gece ve gündüz ritmini kontrol eder. Sirkadiyen ritmin regülasyonunu pineal bez (epifiz bezi) ve suprakiazmatik nükleus (SCN) sağlamaktadır. Pineal bez memelilerde fotik bilgileri nöroendokrin sinyallere çevirmektedir. Melatonin pineal bezden karanlıkta ve sirkadiyen ritimde üretilip salgılanan bir hormon olup, hormonal sistemin düzenlenmesi, immun sistemin kuvvetlendirilmesi ve üreme faaliyetlerinin organizasyonunun sağlanması gibi işlevleri vardır (Bocheva ve diğerleri, 2024). Pineal bezin tarihsel olarak tanımlanışı, M.Ö. 3. yüzyılda Herophilus'un bu bezin beyin ventrikülleri içindeki düşünce akışında önemli bir rol oynadığını öne sürmesinden sonra şekillenmeye başlamıştır. Yaklaşık 450 yıl sonra Galen, pineal bezin beyinde farklı bir yapısal konuma sahip olduğunu belirlemiş ve lenf düğümlerine benzer bir işlev gösterebileceğini öne sürmüştür (Atasoy, 2019). Melatoninin bu devirde “melanophorecontracting hormon” olarak isimlendirilmiştir. Bu ismin tercih edilmesinde, melatoninin kurbağa derisindeki melanofor hücrelerinde beyazlaşmaya neden olması ve serotoninden üretilmiş bir bileşik olması etkili olmuştur (Şener, 2010). Melatoninin pineal bez tarafından salgılandığı ilk kez 1958 yılında Lerner ve diğerleri tarafından ortaya konmuştur (Yazıcı ve Köse, 2004). 1900'lü yıllarda bu bezin ekstraksiyonu aracılığıyla araştırmalara hız verilmiş, pinealoma teşhisi konulan bir gençte pubertenin erken geliştiği izlenmiş, pineal bezin puberte ile bir alakası olabileceği fikri düşünülmüştür (Claustrat ve Leston, 2015). Bu derlemede melatoninin yapısı, sentezi, organizmadaki işlevi, gebeler ve yavru için olumlu etkilerinden bahsedilecektir.

2. MELATONİN

Melatonin (N-asetil 5-metoksitriptamin), doğada geniş bir şekilde bulunan 232 g/mol molekül ağırlığına sahip bir moleküldür (Lee ve diğerleri, 2019). Latince siyah manasına gelen “melas” ve iş manasına gelen “tosos” sözcüklerinin birleşmesi nedeniyle bu molekül “melatonin” olarak isimlendirilmiştir. Amerikalı dermatolog Lerner ve diğerleri (1958) tarafından kurbağa ve balıkların melanositlerinde keşfedilen bir renk pigmenti olarak tanımlanmış; fakat sonraları melatoninin tüm memeli hayvanlarda var olan, pineal bezden salgılanan ve canlıların biyolojik saatini düzenleyen bir hormon olduğu ortaya çıkarılmıştır (Minich ve diğerleri, 2022). Melatonin oldukça iyi bir serbest radikal karşıtı olmasının yanı sıra redoks olaylarında görevli enzimler için düzenleyicidir. Bu etkileri nedeniyle hayvanlarda ve insanlarda oldukça değerli olan bir molekül olarak tanımlanır (Şener, 2010). Omurgalılarda endojen melatonin yüksek oranda epifiz bezinden salgılanır. Buna ek olarak diffüz nöroendokrin sistem ve hematopoetik

sistem hücrelerinin (retina, kemik iliği hücreleri, trombositler, gastrointestinal sistem, cilt ve lenfositler) de melatonin sentez yerleri olduğu ortaya çıkarılmıştır (Tan ve diğerleri, 2015). Son dönemlerde melatonin insomniada, üreme fonksiyonların düzenlenmesinde, yaşlanmanın geciktirilmesinde, serbest radikallerin toksik etkilerinin engellenmesinde kullanım alanı bulmaktadır. Melatoninin söz konusu işlevleri gerçekleştirilmesi reseptör aracılı yollarla olmaktadır. Bu şekilde melatonin uykunun regülasyonunda, sirkadiyen ritimlerin koordinesinde, bağışıklığın artırılmasında çok fonksiyonlu bir onkostatik ajan olarak görev görürken, nispeten reseptörden bağımsız süreçlerle oksidatif stresi azaltma yeteneğinin de bulunduğu bildirilmiştir (Reiter ve diğerleri, 2017; Celorrio San Miguel ve diğerleri, 2024).

2.1. MELATONİN UYGULAMALARININ ENDİKASYONLARI

2.1.1. Melatoninin Antioksidan ve Antiinflamatuvar Olarak Rolü

Melatonin, doğası sebebiyle çok farklı fonksiyonlara sahiptir. Üreme fizyolojisinde plasentada endokrin, otokrin, intrakrin ve parakrin etkileri vardır (Celorrio San Miguel ve diğerleri, 2024). Melatonin plasenta bariyerini kolayca geçebilir, fetal büyümeyi artırmak ve fetüsün sirkadiyen ritmini düzenlemek amacıyla fetal dolaşıma girebilir (Chuffa ve diğerleri, 2020). Gebelik esnasında, melatonin seviyeleri artar ve zirveye ulaşır. Artan melatonin seviyeleri plasental trofoblast hücrelerinin hayatta kalmasını uyarırken hormonal sentezi düzenler. Sirkadiyen düzenleyici bir hormon olmasına ek olarak, melatonin serbest radikallerin etkilerini dengeleyebilen, reaktif oksijen türlerini (ROS) temizleyebilen güçlü bir antioksidan ve iltihap gidericidir (Chitimus ve diğerleri, 2020). Melatonin serbest radikaller üzerinde doğrudan veya reseptörleri tarafından antioksidan enzimleri uyararak dolaylı bir etki gösterebilir (Vine ve diğerleri, 2022). Bunun yanı sıra hem hidrofilik hem de lipofildir, bu da hücrel bölmeler arasında kolayca geçiş yapabildiği ve mitokondri tarafından üretilen ROS'a erişebildiği anlamına gelir (Reiter ve diğerleri, 2017). Oksidatif stresin varlığında, melatonin plasental trofoblast hücrelerini olası zarara karşı korur; ayrıca antioksidan enzimlerin (süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz, glutatyon redüktaz ve katalaz) ekspresyonunu ve aktivitesini yükselterek ROS düzeylerini azaltır. Bunların yanı sıra, oksidatif stres oluştuğunda trofoblastları apoptozdan korur (Soliman ve diğerleri, 2015; Vázquez ve diğerleri, 2018). Melatonin, gebelik komplikasyonlarını önleyebilir. Mark ve diğerleri (2017) bağışıklık sistemi zayıflamış gebelerde yaptıkları araştırmada, melatoninin suprafizyolojik dozajının hem anne hem de fetüs için bu komplikasyonların etkilerini tersine çevirdiğini bildirmişlerdir. Aynı çalışmada ayrıca plasenta işlev bozukluğu ve oksidatif stres gibi durumların, preeklampsi veya erken doğum gibi olumsuzluklara neden olabileceği de ifade edilmiştir.

2.1.2. Melatoninin *In Vitro* Fertilizasyonda (İVF) Etkisi

Kısırlık, 1 yıllık düzenli korunmasız cinsel ilişkiden sonra gebe kalamamak olarak tanımlanır. Nedenleri dişiler için; tüp hastalığı, yumurtlama disfonksiyonu ve endometriozis olarak sayılabilir (Poojar ve diğerleri, 2017). Endometriozis, uterusun endometriyal tabakasına benzer dokunun uterus dışında büyümesiyle karakterize bir hastalıktır. Bu durum, kadınların fertilitite potansiyelini olumsuz yönde etkileyen önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir (Chuffa

ve ark., 2020). Endometriozis lezyonları en sık yumurtalıklarda ve pelvik peritonda görülmekle birlikte; vajina, karın duvarı, mesane, fallop tüpleri, bağırsak ve serviks gibi diğer bölgelerde de gelişebilmektedir. Ayrıca endometriozis, yalnızca yumurtalık rezervini azaltmakla kalmayıp, oosit kalitesini, olgunlaşmayı, morfolojik özellikleri ve dölllenme oranlarını da olumsuz etkileyebilmektedir (Saunders ve Horne, 2021). *In vitro* fertilizasyon/intrasitoplazmik sperm enjeksiyonu (IVF/ICSI) geçiren endometriozisli kadınlarda, özellikle 3 cm'den büyük endometriozis olgulu kadınlarda, olgunlaşmamış oosit sayısında artış olabilir (Orazov ve diğerleri, 2019). Oksidatif stres, otoimmünite ve bağışıklık sistemi düzensizliği endometriozisle ilişkili faktörlerdir. Endometriozisin granüloza hücrelerinde apoptozis, inflamasyon, oksidatif stres ve steroidogenez bozukluğu gibi birçok faktör aracılığıyla oosit kalitesini olumsuz etkilediği ortaya çıkmıştır (Chuffa ve diğerleri, 2020). Antiinflamatuvar ve antioksidan özelliklere sahip doğal bir molekül olan melatonin, östrojen proliferasyonunu, inflamasyonu düzenleyerek ve uyku kalitesini iyileştirerek endometriozis kaynaklı strese karşı tedavide umut vaat etmektedir (Fan ve diğerleri, 2023). Yapılan çalışmalarda, melatonin yumurtalık yaşlanmasını geciktirerek IVF embriyo transferinin (IVF-ET) sonucunu iyileştirdiği ve *in vitro* kültüre eklendiğinde oosit olgunlaşmasına destek olmasının yanı sıra PCOS vakalarında mitokondriyal hasara karşı koruma sağladığı belirtilmiştir (Yong ve diğerleri, 2021). Lin ve diğerleri, (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada, *in vitro* matürasyon (IVM) sırasında melatonin eklenmesinin oosit kalitesini iyileştirdiği ve ROS üretimini ve apoptozu azalttığı gösterilmiştir. Melatonin hem IVM hem de *in vitro* kültüre eklemenin embriyonik gelişimi ve sağlığı artırdığı ortaya koyulmuştur. Bao ve diğerleri (2022) yürüttükleri bir çalışmada, kültür ortamının melatonin ile zenginleştirilmesinin, düşük kaliteli embriyolara sahip hastalarda iyi kaliteli embriyo oranını artırdığı gösterilmiştir.

2.1.3. Hiperglisemik Gebelerde Eksojen Melatonin Kullanımı

Hiperglisemi insülin salgılanması ve metabolizması kusurlardan kaynaklanan metabolik bir durumdur. Gebelik diyabeti, hamilelik sırasında başlayan veya ilk kez fark edilen herhangi bir derecedeki glikoz intoleransı olarak tanımlanır. 2014 yılı itibarıyla gebelikte hipergliseminin dünya çapındaki sıklığı %16,9, vakaların çoğunluğu (%13,4) düşük-orta gelirli ülkelerde görülmüştür (Kiiza ve diğerleri, 2020). Fang ve diğerleri 2016'da insanlarda yaptıkları çalışmada, hiperglisemili gebelerde görülen yenidoğan komplikasyonlarında melatonin ve kuersetinin etkilerini karşılaştırmışlardır. Melatonin grubundaki kadınlar, hamileliğin 15. haftasından 33. haftasına kadar günde 10 mg melatonin kullanmışlardır. Yenidoğan komplikasyonlarının, melatonin grubunda kuersetin grubuna göre önemli oranda düşük olduğu tespit edilmiştir. Söz konusu komplikasyonlardan üçünün (hipoglisemi, ölü doğum/yenidoğan ölümü, doğum yaralanması) melatonin grubundaki hiçbir yenidoğanda görülmediği belirtilmiştir. Diğer komplikasyonların (fototerapi ihtiyacı, solunum sıkıntısı, makrozomi) melatonin grubunda düşük yüzdelerde görüldüğü ifade edilmiştir. Bunlara ek olarak, melatonin grubu gebelerde glisemik kontrolünün daha iyi olduğu, hiperglisemili gebelerin sağaltımı melatoninin kuersetinden klinik olarak daha etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Söz konusu çalışmada gebelerde melatonin kullanımına ilişkin herhangi bir güvenlik endişesi bulunmadığı belirtilmiştir.

2.1.4. Preeklampsili Gebelerde Eksojen Melatonin Kullanımı

Preeklampsisi, maternal ve perinatal morbidite ve mortalitenin önde gelen nedenlerinden biri olmaya devam etmektedir. Yapılan çok sayıda araştırmaya rağmen, bu hastalığın etkin tedavisine yönelik anlamlı bir ilerleme sağlanamamıştır (Aversa ve diğerleri, 2012). Marseglia ve diğerleri (2016) yaptıkları *in vitro* bir ksantin/ksantin oksidaz (X/XO) plasental eksplant modelinde, melatoninin oksidatif stresi azalttığını (8-izoprostan) ve antioksidan belirteçlerini (Nrf2 translokasyonu, HO-1) arttırdığını; ancak anti-anjiyojenik faktörlerin (sFlt, sEng, aktivin A) eksplant üretimini etkilemediğini belirtmişlerdir. İnsan göbek kordonu endotel hücre (HUVEC) kültürlerinde yapılan çalışmalarda, melatonin uygulamasının tümör nekroz faktörü alfa (TNF- α) ile indüklenen vasküler hücre adezyon molekülü ekspresyonunu azalttığı ve endotel monolayer bütünlüğündeki bozulmayı düzelttiği, ancak endotel aktivasyonu ve disfonksiyonuna ilişkin diğer belirteçler üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmadığı bildirilmiştir. Hobson ve diğerleri (2018), *in vitro* plasental eksplant modeli kullanarak yaptıkları çalışmada melatoninin preeklampsisi için potansiyel bir antioksidan tedavi olarak etkinliğini araştırmışlardır. Bulgular, melatoninin oksidatif stresi azalttığını ve antioksidan belirteçlerin düzeyini artırdığını ortaya koymuştur. Bu çalışmada, erken başlangıçlı preeklampsisi tanısı alan 20 gebe kadında, tanı anından doğuma kadar günde üç kez 10 mg olmak üzere toplam 30 mg melatonin uygulamasını içeren bir faz I klinik çalışma yürütülmüştür. Bu çalışmada, melatoninin preeklampsili gebeler ve fetüsleri açısından güvenli olduğu bildirilmiş; annelerde, fetüslerde veya yenidoğanlarda herhangi bir advers ilaç reaksiyonu gözlenmemiştir. Ayrıca melatonin uygulamasının, tanı ile doğum arasındaki süreyi ortalama 6 gün uzattığı ve antihipertansif ilaç gereksinimini azalttığı belirlenmiştir. Nakamura ve arkadaşları (2001), şiddetli preeklampsisi olan kadınlarda yaptıkları araştırmada melatonin düzeylerini karşılaştırmıştır. Hafif preeklampsisi vakalarına ya da 32. gebelik haftasından sonra normal seyreden gebeliklere kıyasla şiddetli preeklampsisi olan kadınlarda melatonin seviyelerinin belirgin şekilde düşük olduğunu ortaya koymuşlardır.

2.1.5. İntrauterin Büyüme Kısıtlamasında Eksojen Melatonin Kullanımı

İntrauterin büyüme kısıtlaması (IUGR) fetüsün daha küçük olması ve/veya tipik olandan daha yavaş bir oranda gelişmesi durumudur. İntrauterin büyüme kısıtlaması gebeliğin herhangi bir aşamasında ortaya çıkabilir. Gelişen fetüsü beslemek için düzgün çalışmayan bir plasenta, IUGR'nin en sık görülen nedenidir (Peng ve diğerleri, 2021). Miller ve diğerleri (2014) yaptıkları çalışmada, fetal büyüme kısıtlamasının uygulandığı koyun modelinde, anneye melatonin uygulamasının oksidatif stresi azalttığı ve gelişmekte olan IUGR beyninin normal yapısını ve işlevini desteklediğini göstermişlerdir. Ancak fetal büyüme kısıtlamasıyla komplike olan gebeliklerde doğum öncesi melatonin uygulamasının plasental oksidatif stres belirteçlerini önemli ölçüde azaltsa da doğum sonrasında nörogelişimsel gecikmeyi engelleyemediği belirtilmiştir. Çalışmada IUGR nörogelişimsel gecikmenin altında yatan beyin hasarının nedeninin ağırlıklı olarak lipid peroksidasyonu ile ilişkili beyaz cevher hipomiyelinizasyonu ve akson hasarından oluştuğu ifade edilmiştir. Söz konusu araştırmada, gebelikten doğuma kadar melatonin uygulamasının beyin lipid peroksidasyonunun ve yavrunun beynindeki beyaz cevher ve akson hasarını iyileştirdiği raporlanmıştır. Bunların yanı sıra maternal melatonin

uygulamasının azalan nöropatolojiye, IUGR kuzularının davranışsal kapasitelerinde önemli bir iyileşmeye neden olduğu belirlenmiştir. Bu çalışma, Eixarch ve arkadaşlarının (2012) IUGR'lu tavşan yavrularında lokomotor ve davranışsal eksiklikler tespit ettikleri bulgularla uyumluluk göstermektedir. Söz konusu araştırmada, beyin yapısal değişikliklerini değerlendirmek amacıyla manyetik rezonans görüntüleme tekniği kullanılmış; beyin hacminde azalma ve beyaz cevherde fraksiyonel anizotropi artışı olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, IUGR'lu yavrularda beyaz cevher yollarındaki azalmış organizasyonun bir göstergesi olarak yorumlanmıştır.

2.1.6. Melatoninin Fetüsteki Uyku Evrelerine ve Beyin Gelişimine Etkisi

Gebeliğin son üç ayında fetüs, hormonal düzeyler, davranış ve uyku düzenindeki dalgalanmalar aracılığıyla maternal sirkadiyen ritimlere yanıt veren bir biyolojik saat geliştirmektedir (Serón-Ferré ve diğerleri, 2001). Bu ritimlerin varsayılan düzenleyicisi, plasentayı kolayca geçen melatonindir. Melatonin reseptörleri fetal beynin tamamında bulunur (Wu ve diğerleri, 2006). Gebeliğin son üç ayı ve yenidoğan döneminde uyku süresinin çoğunu kapsayan hızlı göz hareketlerinin görüldüğü uyku evresi (REM), beyin gelişimiyle karakterize edilmektedir. Hayvan fetüslerinde REM uyku evrelerinin kesintiye uğraması durumunda beyin büyümesinde azalma görüldüğünü bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Maternal melatoninin, fetal REM uykusunu düzenleyen faktörlerden biri olabileceği öne sürülmektedir. Ayrıca melatoninin nörogenesi ve çeşitli dokulardaki epitel hücrelerinin proliferasyonunu uyardığı; salgılanma düzeylerinin genellikle gece en yüksek, öğleden sonra ise en düşük olduğu bildirilmektedir (Marra ve diğerleri, 1994).

2.1.7. Melatoninin Kan Basıncına Etkisi

Melatonin kan basıncını kontrol etmede önemli bir rol oynar. Kan basıncı normalde sirkadiyen dalgalanmalara uğrar ve gündüz yüksek seviyelerdeyken geceleri düşük seviyelerde bulunur. Bu dalgalanmalar gebelik sırasında da meydana gelir ve dolayısıyla yavruyu etkiler. Gebelik sırasında oluşabilecek yüksek tansiyonun annede ve yavruda birçok olumsuzluğa yol açabileceği düşünülmektedir (Tranquilli ve diğerleri, 2004). Melatonin uygulamasının hem sistolik hem de diyastolik basıncı düşürdüğü ve hipertansif kişilerin geceleri daha düşük kan melatonin konsantrasyonları değerlerine sahip olduğu gösterilmiştir (Maggioni ve diğerleri, 2005). Scheer ve diğerleri (2004) yaptıkları çalışmada, hipertansif hastalarda melatonin takviyesinin gece kan basıncının düştüğünü raporlamışlardır.

2.1.8. Anne Sütündeki Melatoninin Formül Mamalara Göre Kolik Ataklarına Etkisi

Melatonin hormonu uykunun düzenlenmesinde rol oynar ve anne sütü aracılığıyla yavruya geçerek, yavruda çeşitli olumlu fizyolojik süreçlerin düzenlenmesine katkı sağlar (Nakamura ve diğerleri, 2001). Engler ve diğerleri (2012) yaptıkları bir çalışmada anne sütü ve formül mamalardaki melatonin seviyelerini karşılaştırmışlardır. Melatoninin anne sütünde belirgin bir sirkadiyen ritim izlediğini, ancak formül mamalarda melatoninin saptanamadığını

belirtmişlerdir. Bu çalışmada annelere anket de uygulanmıştır. Sadece anne sütüyle beslenen bebeklerde mamayla beslenen bebeklere göre kolik ve sinirlilik ataklarının önemli ölçüde daha az gözleendiği belirlenmiştir. Bununla birlikte emzirilen bebeklerin daha uzun gece uykusu gösterdiği ifade edilmiştir. Anket verileri ile süt ve mama analiz sonuçlarını birleştiren araştırmacılar, bebek koliklerine ilişkin olarak emzirmenin mamaya göre daha avantajlı olmasının nedeninin, anne sütünün bebeğin gastrointestinal sistemi aracılığıyla melatonin emiliminde oynadığı rol olabileceğini raporlamışlardır.

3. SONUÇ

Sirkadiyen ritmin temel düzenleyicisi olan melatoninin canlı fizyolojisindeki önemi tartışmasızdır; ancak, bu derlemede vurgulanan olumlu bulgular ve melatoninin organizma üzerindeki çok yönlü etkilerine rağmen, konuya ilişkin araştırmalar hâlen sürmekte olup, daha aydınlatıcı verilerin elde edilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Mevcut veriler, melatoninin geniş kapsamlı endikasyonları göz önüne alındığında, her bir kullanım alanına yönelik daha derinlemesine ve kapsamlı araştırmaların yürütülmesi gerekliliğini desteklemektedir. Özellikle hamilelik ve emzirme dönemindeki uzun vadeli kullanım güvenliği ve etkinliğinin tam olarak belirlenmesi için daha kapsamlı klinik çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır. Melatonin üzerine yürütülen araştırmaların artmasıyla birlikte, bu indolaminin insan ve hayvan sağlığı üzerinde yeni ve çeşitli yararlı etkilerinin ortaya konulacağı öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- Atasoy, N. (2019). Melatonin ve Antioksidan Etkileri. *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(3), 196–201. doi:10.33631/duzcesbed.492547
- Austin, M., Kildea, S. ve Sullivan, E. (2007). for prevention in the Australian setting. *World Health*, 186(7).
- Aversa, S., Pellegrino, S., Barberi, I., Reiter, R. J. ve Gitto, E. (2012). Potential utility of melatonin as an antioxidant during pregnancy and in the perinatal period. *Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine*. doi:10.3109/14767058.2011.573827
- Bao, Z., Li, G., Wang, R., Xue, S., Zeng, Y. ve Deng, S. (2022). Melatonin Improves Quality of Repeated-Poor and Frozen-Thawed Embryos in Human, a Prospective Clinical Trial. *Frontiers in Endocrinology*, 13(May), 1–10. doi:10.3389/fendo.2022.853999
- Bocheva, G., Bakalov, D., Iliev, P. ve Tafradjiiska-Hadjiolova, R. (2024). The Vital Role of Melatonin and Its Metabolites in the Neuroprotection and Retardation of Brain Aging. *International Journal of Molecular Sciences*, 25(10). doi:10.3390/ijms25105122
- Celorio San Miguel, A. M., Roche, E., Herranz-López, M., Celorio San Miguel, M., Mielgo-Ayuso, J. ve Fernández-Lázaro, D. (2024). Impact of Melatonin Supplementation on Sports Performance and Circulating Biomarkers in Highly Trained Athletes: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. *Nutrients*, 16(7). doi:10.3390/nu16071011
- Chitimus, D. M., Popescu, M. R., Voiculescu, S. E., Panaitescu, A. M., Pavel, B., Zagrean, L. ve Zagrean, A. M. (2020). Melatonin's impact on antioxidative and anti-inflammatory reprogramming in homeostasis and disease. *Biomolecules*, 10(9), 1–28. doi:10.3390/biom10091211

- Chuffa, L. G. de A., Lupi, L. A., Cuciolo, M. S., Silveira, H. S., Reiter, R. J. ve Seiva, F. R. F. (2020). Melatonin promotes uterine and placental health: Potential molecular mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(1), 1–21. doi:10.3390/ijms21010300
- Claustrat, B. ve Leston, J. (2015). Melatonin: Physiological effects in humans. *Neurochirurgie*, 61(2–3), 77–84. doi:10.1016/j.neuchi.2015.03.002
- Engler, A. C., Hadash, A., Shehadeh, N. ve Pillar, G. (2012). Breastfeeding may improve nocturnal sleep and reduce infantile colic: Potential role of breast milk melatonin. *European Journal of Pediatrics*, 171(4), 729–732. doi:10.1007/s00431-011-1659-3
- Eixarch, E., Bataille, D., Illa, M., Muñoz-Moreno, E., Arbat-Plana, A., Amat-Roldan, I., Figueras, F., & Gratacos, E. (2012). Neonatal neurobehavior and diffusion MRI changes in brain reorganization due to intrauterine growth restriction in a rabbit model. *PLoS one*, 7(2), e31497. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031497>
- Fan, W., Yuan, Z., Li, M., Zhang, Y. ve Nan, F. (2023). Decreased oocyte quality in patients with endometriosis is closely related to abnormal granulosa cells. *Frontiers in Endocrinology*. doi:10.3389/fendo.2023.1226687
- Fang, J. H., Zhang, S. H., Yu, X. M. ve Yang, Y. (2016). Effects of quercetin and melatonin in pregnant and gestational diabetic women. *Latin American Journal of Pharmacy*, 35(6), 1420–1425.
- Hobson, S. R., Gurusinge, S., Lim, R., Alers, N. O., Miller, S. L., Kingdom, J. C. ve Wallace, E. M. (2018). Melatonin improves endothelial function in vitro and prolongs pregnancy in women with early-onset preeclampsia. *Journal of Pineal Research*, 65(3), 0–2. doi:10.1111/jpi.12508
- Kiiza, F., Kayibanda, D., Tumushabe, P., Kyohairwe, L., Atwine, R., Kajabwangu, R., & Kiconco, R. (2020). Frequency and Factors Associated with Hyperglycaemia First Detected during Pregnancy at Itojo General Hospital, South Western Uganda: A Cross-Sectional Study. *Journal of diabetes research*, 2020, 4860958. <https://doi.org/10.1155/2020/4860958>
- Lee, J. Y., Song, H., Dash, O., Park, M., Shin, N. E., McLane, M. W., ... Burd, I. (2019). Administration of melatonin for prevention of preterm birth and fetal brain injury associated with premature birth in a mouse model. *American Journal of Reproductive Immunology*, 82(3), 1–12. doi:10.1111/aji.13151
- Lin, T., Lee, J. E., Kang, J. W., Oqani, R. K., Cho, E. S., Kim, S. B. ve Il Jin, D. (2018). Melatonin supplementation during prolonged in vitro maturation improves the quality and development of poor-quality porcine oocytes via anti-oxidative and anti-apoptotic effects. *Molecular Reproduction and Development*, 85(8–9), 665–681. doi:10.1002/mrd.23052
- Maggioni, C., Cornélissen, G., Otsuka, K., Halberg, F., Consonni, D. ve Nicolini, U. (2005). Circadian rhythm of maternal blood pressure and fetal growth. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 59(SUPPL. 1), 86–91. doi:10.1016/S0753-3322(05)80015-0
- Mark, P. J., Crew, R. C., Wharfe, M. D. ve Waddell, B. J. (2017). Rhythmic Three-Part Harmony: The Complex Interaction of Maternal, Placental and Fetal Circadian Systems. *Journal of Biological Rhythms*, 32(6), 534–549. doi:10.1177/0748730417728671
- Marra, G., Anti, M., Percesepe, A., Armelao, F., Ficarelli, R., Coco, C., ... D’Arcangelo, E. (1994). Circadian variations of epithelial cell proliferation in human rectal crypts. *Gastroenterology*, 106(4), 982–987. doi:10.1016/0016-5085(94)90757-9

- Marseglia, L., D'Angelo, G., Manti, S., Reiter, R. J. ve Gitto, E. (2016). Potential Utility of Melatonin in Preeclampsia, Intrauterine Fetal Growth Retardation, and Perinatal Asphyxia. *Reproductive Sciences*, 23(8), 970–977. doi:10.1177/1933719115612132
- Miller, S. L., Yawno, T., Alers, N. O., Castillo-Melendez, M., Supramaniam, V. G., Vanzyl, N., ... Wallace, E. M. (2014). Antenatal antioxidant treatment with melatonin to decrease newborn neurodevelopmental deficits and brain injury caused by fetal growth restriction. *Journal of Pineal Research*, 56(3), 283–294. doi:10.1111/jpi.12121
- Minich, D. M., Henning, M., Darley, C., Fahoum, M., Schuler, C. B. ve Frame, J. (2022). Is Melatonin the “Next Vitamin D”? A Review of Emerging Science, Clinical Uses, Safety, and Dietary Supplements. *Nutrients*, 14(19). doi:10.3390/nu14193934
- Nakamura, Y., Tamura, H., Kashida, S., Takayama, H., Yamagata, Y., Karube, A., ... Kato, H. (2001). Changes of serum melatonin level and its relationship to feto-placental unit during pregnancy. *Journal of Pineal Research*, 30(1), 29–33. doi:10.1034/j.1600-079X.2001.300104.x
- Orazov, M. R., Radzinsky, V. Y., Ivanov, I. I., Khamoshina, M. B. ve Shustova, V. B. (2019). Oocyte quality in women with infertility associated endometriosis. *Gynecological Endocrinology*, 35(sup1), 24–26. doi:10.1080/09513590.2019.1632088
- Park, E. M., Meltzer-Brody, S. ve Stickgold, R. (2013). Poor sleep maintenance and subjective sleep quality are associated with postpartum maternal depression symptom severity. *Archives of Women's Mental Health*, 16(6), 539–547. doi:10.1007/s00737-013-0356-9
- Peng, X., Cai, X., Li, J., Huang, Y., Liu, H., He, J., ... Wu, D. (2021). Effects of melatonin supplementation during pregnancy on reproductive performance, maternal–placental–fetal redox status, and placental mitochondrial function in a sow model. *Antioxidants*, 10(12). doi:10.3390/antiox10121867
- Poojar, B., Ommurugan, B., Adiga, S., Thomas, H., Sori, R. K., Poojar, B., ... Gandigawad, P. (2017). Methodology Used in the Study. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 7(10), 1–5. doi:10.4103/jpbs.JPBS
- Reiter, R. J., Rosales, S., Dun, C., Tan, X., Jie, M., Galano, A. ve Xu, B. (2017). Melatonin as a mitochondria - targeted antioxidant : one of evolution ' s best ideas. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 74(21), 3863–3881. doi:10.1007/s00018-017-2609-7S
- Saunders, P. T. K. ve Horne, A. W. (2021). Endometriosis: Etiology, pathobiology, and therapeutic prospects. *Cell*. Elsevier Inc. doi:10.1016/j.cell.2021.04.041
- Scheer, F. A. J. L., Van Montfrans, G. A., Van Someren, E. J. W., Mairuhu, G. ve Buijs, R. M. (2004). Daily Nighttime Melatonin Reduces Blood Pressure in Male Patients with Essential Hypertension. *Hypertension*, 43(2 I), 192–197. doi:10.1161/01.HYP.0000113293.15186.3b
- Şener, G. (2010). Hormone of darkness: Melatonin. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 14(3), 112–120. doi:10.12991/201014445
- Serón-Ferré, M., Torres-Farfán, C., Forcelledo, M. L. ve Valenzuela, G. J. (2001). The development of circadian rhythms in the fetus and neonate. *Seminars in Perinatology*, 25(6), 363–370. doi:10.1053/sper.2001.29037
- Soliman, A., Lacasse, A. A., Lanoix, D., Sagrillo-Fagundes, L., Boulard, V. ve Vaillancourt, C. (2015). Placental melatonin system is present throughout pregnancy and regulates

- villous trophoblast differentiation. *Journal of Pineal Research*, 59(1), 38–46.
doi:10.1111/jpi.12236
- Tranquilli, A. L., Turi, A., Giannubilo, S. R. ve Garbati, E. (2004). Circadian melatonin concentration rhythm is lost in pregnant women with altered blood pressure rhythm. *Gynecological Endocrinology*, 18(3), 124–129. doi:10.1080/09513590410001667841
- Vázquez, J., Grillitsch, K., Daum, G., Mas, A., Torija, M. J. ve Beltran, G. (2018). Melatonin minimizes the impact of oxidative stress induced by hydrogen peroxide in *Saccharomyces* and Non-conventional yeast. *Frontiers in Microbiology*, 9(AUG), 1–12. doi:10.3389/fmicb.2018.01933
- Vine, T., Brown, G. M. ve Frey, B. N. (2022). Melatonin use during pregnancy and lactation: A scoping review of human studies. *Brazilian Journal of Psychiatry*. doi:10.1590/1516-4446-2021-2156
- Wu, Y. W., Croen, L. A., Shah, S. J., Newman, T. B. ve Najjar, D. V. (2006). Cerebral palsy in a term population: Risk factors and neuroimaging findings. *Pediatrics*, 118(2), 690–697. doi:10.1542/peds.2006-0278
- Yazıcı, C. ve Köse, K. (2004). Melatonin: Karanlığın Antioksidan Gücü Melatonin: The Antioxidant Power Of Darkness. *Journal of Health Sciences*, 13(2), 56–65.
- Yong, W., Ma, H., Na, M., Gao, T., Zhang, Y., Hao, L., ... Deng, X. (2021). Roles of melatonin in the field of reproductive medicine. *Biomedicine and Pharmacotherapy*. Elsevier Masson SAS. doi:10.1016/j.biopha.2021.112001

SEDANter BİREYLERİN FİZİKSEL VE PSİKOLOJİK ÖZELLİKLERİ ARASINDAKİ İLİŞKİNİN İNCENLENMESİ

Prof. Dr., Umut CANLI

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi/Spor Bilimleri Fakültesi,
ucanli@nku.edu.tr - 0000-0001-8603-3492

ÖZET

Fiziksel hareketsizlik, inme, kalp krizi, hipertansiyon gibi kardiyovasküler hastalıkların yanı sıra, diyabet ve obezite gibi metabolik hastalıklara da neden olabilir. Fiziksel rahatsızlıkların yanı sıra bireylerin duygusal durumunu da olumsuz etkiler. Bu çalışmanın amacı, sedanter bireylerin fiziksel ve psikolojik özellikleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Örneklem grubu, 7 erkek ve 25 kadın olmak üzere toplam 32 gönüllü bireyden oluşmuştur (yaş ortalaması = 46.61 ± 7.33). Katılımcıların boyu ve vücut kompozisyonları ölçülmüştür. Ardından, merkez (core) izometrik kas kuvvetleri ölçülmüştür. Denge performansını belirlemek amacıyla statik, dinamik ve proprioseptif denge düzeyleri değerlendirilmiştir. Fonksiyonel hareket kapasitesini belirlemek için Fonksiyonel Hareket Taraması (FMS) test protokolü uygulanmıştır. Depresyon, Anksiyete ve Stres Ölçeği-21, depresyon, anksiyete ve stres düzeylerini belirlemek için kullanılmıştır. Çalışmanın bulgularında; depresyon, anksiyete ve stres skorları ile kor kuvveti, denge performansı ve FMS toplam skorları arasında herhangi bir ilişki tespit edilmemiştir ($p > 0,05$). Sonuç olarak, alan yazında yer alan araştırmalar incelendiğinde genel sağlık durumunun fiziksel, fizyolojik ve psikolojik unsurlar açısından tam bir iyilik hali ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Katılımcı grubumuzda ise fiziksel ve psikolojik unsurlar arasında bir ilişkinin olmadığı ortaya konulmuştur. Bu durumun en önemli nedeni olarak örneklem sayısı yetersizliği düşünülmektedir. Bu tarz kesitsel araştırmalarda anlamlı bulgular elde edilmesi için daha yüksek sayıda örneklem grubuna ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kuvvet, denge, fonksiyonel hareket kapasitesi, depresyon, anksiyete

1. GİRİŞ

Fiziksel aktivitenin birçok hastalık için hem önleyici hem de tedavi edici etkileri bulunmaktadır (Akyol ve ark., 2008; Penedo & Dahn, 2005; Warburton, Nicol, & Bredin, 2006; Demirli ve ark., 2024). Düzenli fiziksel aktiviteye katılım, yetişkinlerde kronik hastalıkların önlenmesi veya tedavisinde, tedavinin desteklenmesinde ve yaşam kalitesinin artırılmasında önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir (Fiuza-Luces ve ark., 2024; Bhat & Balakrishnan, 2024; Akbayrak ve ark., 2008). Fiziksel hareketsizlik, bulaşıcı olmayan hastalıkların artan yüküne katkıda bulunduğu için bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) yakın tarihli bir raporuna göre, dünya genelinde yetişkin nüfusun dörtte birinden fazlası yetersiz düzeyde fiziksel aktiviteye sahiptir (WHO, 2018). Yeterli düzeyde fiziksel aktivitenin geniş kapsamlı faydalarına rağmen, hareketsiz yaşam tarzı dünya genelinde

artan bir ölçekte yaygınlaşmış ve hareketsizliğe bağlı fiziksel ve psikolojik sorunların endişe verici boyutlara ulaştığı bildirilmiştir (Yüncüoğlu & Güçlüöver, 2024).

Günümüzde, morbiditeye (hastalık oranına) ve kronik hastalık riskine sinsi bir etken olan fiziksel hareketsizlik, en yaygın ölüm nedenlerinden biri olarak görülmektedir (Bull ve ark., 2020). Yetersiz fiziksel aktivite; inme, kalp krizi, hipertansiyon gibi kardiyovasküler hastalıklara ve diyabet, obezite gibi metabolik hastalıklara neden olabilir (Silva ve ark., 2020; Booth, Roberts ve Laye, 2012). Ayrıca, kanser, cinsel işlev bozuklukları, kas ağrıları (miyalji), eklem ağrıları (artralji), osteoporoz, osteoartrit, sarkopeni ve denge bozuklukları gibi birçok sorunun temelini oluşturur. Fiziksel rahatsızlıkların yanı sıra, fiziksel hareketsizlik bireylerin duygusal durumunu da olumsuz yönde etkiler (Thivel ve ark., 2018; WHO, 2020). Fiziksel aktivite, bu olumsuz sonuçların ortadan kaldırılmasında en önemli strateji olarak kabul edilmektedir. Düzenli fiziksel aktivite; kalp-damar hastalıkları, tip 2 diyabet, hipertansiyon, iskemik inme, meme ve kolon kanseri gibi bulaşıcı olmayan hastalıkların önlenmesi ve yönetiminde koruyucu bir faktördür. Ayrıca ruhsal ve duygusal sağlık üzerinde faydalıdır, uyku kalitesini artırır, yağ dokusunu azaltır, sağlıklı kilo ve genel iyilik hâlinin korunmasına katkı sağlar (Schuch ve ark., 2016; King ve ark., 2018; Hegde ve Solomon, 2015). Fiziksel aktivitenin kemik mineral yoğunluğunu ve kas gücünü artırdığı, omurga hareketliliği ve esnekliğini geliştirdiği bilinmektedir. Aynı zamanda vücut kompozisyonunu iyileştirdiği, kas gücünü artırdığı, düşmeleri azalttığı, eklem ağrılarını ve depresyonu azalttığı, yaşam kalitesini ve süresini artırdığı da bilinmektedir (Kılınç ve ark., 2014). Fiziksel aktivite, özellikle basit ruh hâli bozuklukları ve anksiyete gibi birçok psikolojik soruna çözüm üretebilir (Keskin ve ark., 2018; Sekban ve ark., 2021; Akdeniz ve ark., 2021). Ayrıca, kronik stresin yol açtığı olumsuz ruh hâlini ortadan kaldırmaya yardımcı olduğu ve yorgunluk, uyku ve sağlık durumunu olumlu etkilediği de bildirilmiştir (Morgan, 1997; Curtin, Warner ve Hedegaard, 2016).

2. YÖNTEM

2.1. Çalışma Tasarımı ve Katılımcılar

Çalışmaya başlamadan önce etik kurul onayı alınmıştır. Bu çalışma için etik onay, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınmış olup onay numarası: 2023.135.06.21'dir. Çalışma, Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun olarak yürütülmüştür (Shrestha ve Dunn, 2019).

Üniversitede çalışan akademik ve idari personel ile Tekirdağ ilinde yaşayıp dahil edilme kriterlerini karşılayan her birey gönüllü olarak çalışmaya katılmıştır.

Dahil edilme kriterleri şunlardı:

- 40–60 yaş aralığında olmak,
- Fiziksel olarak bağımsız olmak,
- Kardiyak, ortopedik veya kas-iskelet sistemi disfonksiyonu bulunmamak,
- Çalışma başlamadan önceki son 5 ay içinde haftada birden fazla düzenli fiziksel aktiviteye katılmamış olmak.

Hariç tutulma kriterleri ise şunlardır:

- Son 6 ay içinde kronik ayak bileği instabilitesi veya alt ekstremitte kas-iskelet yaralanması geçirmiş olmak,
- Hormon replasman tedavisi almak,
- Kontrolsüz diyabet veya hipertansiyon tanısına sahip olmak.

Tüm bu koşulları sağlayan ve araştırma sürecini tamamlayan örneklem grubu, yaş ortalaması $46,61 \pm 7,33$ olan toplam 32 gönüllü bireyden oluşmuştur. Bu katılımcıların 7'si erkek, 25'i kadındır.

2.2. Veri Toplama

2.2.1. Kuvvet Testi

Merkez Bölge (Core) Stabilite Performans Ölçümü: Core stabilite performans ölçümünde, Mackenzie (2005) tarafından geliştirilen protokol kullanılmıştır. Sporcuya özgü core kas gücü ve stabilitesini değerlendiren plank testinin geçerlilik ve güvenilirlik çalışması (%95 güven aralığı, 0.94–0.99) Tong ve ark. (2014) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu 180 saniyelik test, sporcularda core (merkez bölge) kas gücü ve stabilite gelişimini gözlemlemek için kullanılmaktadır. Test için düz bir zemin, bir mat, bir kronometre ve bir asistan gereklidir. Asistanın görevi, sporcuyu bir sonraki harekete geçmesi için uyarmaktır. Test, sporcunun 60 saniye boyunca plank pozisyonunda kalmasıyla başlar. Daha sonra sporcu, 15 saniyelik bölümlerde karşılıklı kol ve bacak kaldırarak (örneğin sağ kol-sol bacak) pozisyonu sürdürmeye çalışır. Son 30 saniyede ise sporcu başlangıç pozisyonu olan plank pozisyonuna geri döner ve 180 saniyelik testi tamamlar.

2.2.2. Denge Testi

Denge, hareketli bir platform (Sensbalance MiniBoard; Sensamove®, Utrecht, Hollanda) kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu cihaz, etkileşimli bir antrenman aracı olarak kullanılmaktadır. Katılımcı, denge tahtası üzerindeyken, ekranda gösterilen denge değişkenine göre topu belirtilen konuma getirmeli veya orada sabit tutmalıdır. Bu işlem 30 saniye boyunca yapılır. Katılımcılar, iki farklı denge görevi altında, her biri iki kez tekrarlanacak şekilde test edilmiştir:

- Birinci görevde: Katılımcı, topu ekranda gösterilen belirli bir konumda sabit tutmalıdır. Bu sırada MiniBoard, tüm yönlere yaklaşık 10° eğilebilmektedir (statik denge testi).
- İkinci görevde: Katılımcının, topu ekranda belirtilen yeni bir konuma hareket ettirmesi beklenmiştir. Bu esnada, katılımcı dengesini MiniBoard üzerinde korumalıdır (dinamik denge testi).

MiniBoard, denge zorluklarının karmaşıklığını artırmak için tasarlanmış, sağlam bir ahşap ekipmandır ve çok yönlü veya çift yönlü eğim yapabilmeye kapasitesine sahiptir. Test sırasında ölçüm alınan postür (duruş) ve ekran görüntüsü, Şekil 1'de gösterilmiştir. Cihaz, yenilikçi ve invaziv olmayan bir teknoloji ile gerçek zamanlı veri kaydı sağlar. Veriler not defteri (txt), Excel ve grafik dosyası formatlarında saklanabilmektedir. Bu araç, katılımcıların statik ve

dinamik denge ile ayak bileği eklem hareketliliği testlerinin yapılmasına olanak sağlamaktadır (Liviu ve Ilie, 2018). Denge cihazı, katılımcıların statik ve dinamik denge performanslarını otomatik olarak yüzde (%) cinsinden hesaplamaktadır.

2.2.3.Fonksiyonel Hareket Tarama (FMS) Test Protokolü

Fonksiyonel Hareket Tarama Sistemi (Functional Movement Screen – FMSTTM), Gray Cook, Lee Burton ve Keith Fields tarafından geliştirilmiş bir sistemdir. Bu sistem, sporcularda olası yaralanma risklerini belirlemek, bireylerin hareket paternlerinin kalitesini değerlendirmek, nöromüsküler kontrol zayıflıklarını tespit etmek ve spor performansını artırmak amacıyla kullanılmaktadır. Uzman rehberliğinde uygulanan bu tarama sistemi, bireylerin temel hareket paternlerini değerlendirmeye yönelik tasarlanmıştır. Bu tür tarama sistemleri; yaralanma öngörüsü, ameliyat sonrası rehabilitasyon sürecini tamamlamış bireylerin spora dönüşe hazır olup olmadığını değerlendirme ve spora katılım öncesi muayenelerde de önemli bir araç olarak kullanılabilir (Cook ve ark., 2014).

Fonksiyonel Hareket Tarama testi, 7 farklı temel hareketten oluşur:

1. Derin çömelme (deep squat)
2. Engel adımı (hurdle step)
3. Tek çizgide yürüme (in-line lunge)
4. Omuz mobilitesi (shoulder mobility)
5. Aktif düz bacak kaldırma (active straight leg raise)
6. Gövde stabilite sınavı (trunk stability push-up)
7. Rotasyonel stabilite (rotary stability)

FMS puanlaması, 0 ila 3 arasında dört farklı puanlama seçeneği ile yapılır. En yüksek puan 3'tür. Toplamda alınabilecek maksimum puan 21'dir. 14 puanın altında alan bireylerin, sakatlık riski taşıdığı düşünülmektedir (Cook ve ark., 2014).

2.2.4.Depresyon, Anksiyete ve Stres Değerlendirmesi

Bu çalışmada, katılımcıların depresyon, anksiyete ve stres düzeylerini belirlemek amacıyla Depresyon, Anksiyete, Stres Ölçeği-21 (DASÖ-21) kullanılmıştır. Ölçeğin Türkçe versiyonu ve psikometrik özellikleri, normal ve klinik örneklemde üzerinde değerlendirilmiştir.

Geçerlilik çalışması kapsamında yapı geçerliği (construct validity) ve ölçüt geçerliği (criterion validity) uygulanmıştır. Ölçüt geçerliği çalışmasında, Depresyon, Anksiyete, Stres Ölçeği-42 (DASÖ-42) referans alınmıştır.

Güvenirlilik analizinde, iç tutarlılık katsayısı (Cronbach's Alpha) ve test-tekrar test güvenirliliği değerlendirilmiştir. Açıklayıcı faktör analizi sonucunda, 21 maddelik ölçek üç alt boyutta toplanmıştır. Doğrulayıcı faktör analizi sonuçlarına göre, bu üç faktörlü yapı, normal örnekleme kabul edilebilir, klinik örnekleme ise mükemmel uyum indeks değerleri göstermiştir. Faktör yükleri 0.42 ile 0.72 arasında değişmiştir.

Ölçüt geçerliği çalışmasında, DASÖ-42 ile DASÖ-21 arasında pozitif yönde anlamlı korelasyonlar bulunmuştur. Klinik örnekleme Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı:

- Depresyon alt boyutu için $\alpha = 0.87$

- Anksiyete alt boyutu için $\alpha = 0.85$
- Stres alt boyutu için $\alpha = 0.81$ bulunmuştur.

Normal örnekleme test-tekrar test korelasyon katsayıları ise:

- Depresyon: $r = 0.68$
- Anksiyete: $r = 0.66$
- Stres: $r = 0.61$ olarak bulunmuştur.

Ayrıca, madde-toplam korelasyon katsayıları klinik örnekleme 0.43 ile 0.77 arasında değişmiştir.

İkinci çalışmada, DASÖ-21 ölçeği; hastalar ile normal bireyler arasında anlamlı farklar ortaya koymuştur. Ortalama puanlar şu şekildedir:

- Hastalar için: depresyon = 10.83, anksiyete = 10.39, stres = 11.85
- Normal bireyler için: depresyon = 5.88, anksiyete = 5.37, stres = 7.90
($U = 5310.50; 4748.50; 5562.50, p = 0.00$)

Bu psikometrik özelliklere göre, DASÖ-21, bireylerin depresyon, anksiyete ve stres düzeylerini geçerli ve güvenilir bir şekilde değerlendiren bir ölçme aracıdır (Sarıçam, 2018).

2.2.5. İstatistiksel Analiz

Veriler, SPSS v.18.0 istatistik programı (SPSS Inc., Chicago, ABD) kullanılarak analiz edilmiştir. Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir. Herhangi bir analiz yapılmadan önce, tüm veriler, Normallik açısından Shapiro-Wilk testi ile, kontrol edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler, ortalama (mean) ve standart sapma (SD) olarak sunulmuştur. Değişkenler arasında ilişkilerin belirlenmesinde Pearson Sıra Korelasyon Analizi testi kullanılmıştır.

3.BULGULAR

Tablo 1. Değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren veriler

		Statik denge	Proprioseptif	Kor kuvveti	FHT skoru
Depresyon	r	0,006	0,233	-0,214	-0,219
	p	0,972	0,200	0,240	0,228
Anksiyete	r	-0,244	-0,184	-0,280	-0,333
	p	0,179	0,315	0,121	0,063
Stres	r	-0,058	-0,019	-0,145	-0,235
	p	0,751	0,919	0,427	0,195
Genel toplam	r	-0,108	0,013	-0,241	-0,303
	p	0,556	0,943	0,184	0,092

4.SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Sonuç olarak, alan yazında yer alan araştırmalar incelendiğinde genel sağlık durumunun fiziksel, fizyolojik ve psikolojik unsurlar açısından tam bir iyilik hali ile ilişkili olduğu

belirtilmektedir. Katılımcı grubumuzda ise fiziksel ve psikolojik unsurlar arasında bir ilişkinin olmadığı ortaya konulmuştur. Bu durumun en önemli nedeni olarak örneklem sayısı yetersizliği düşünülmektedir. Bu tarz kesitsel araştırmalarda anlamlı bulgular elde edilmesi için daha yüksek sayıda örneklem grubuna ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

Akbayrak, T.; Kaya, S.; Tedavi, F. *Pregnancy and Exercise*. Klasmat Publishing: Ankara, Turkey, 2008.

Akdeniz, H.; Sekban, G.; Keskin, Ö.; Türedi, O. Managing emotions in amateur soccer players: a case study. *Apuntes Universitarios* **2021**, *11(4)*, 486–499.

Akyol, A.G.A.; Bilgiç, A.G.P.; Ersoy, G. *Physical Activity, Nutrition and Healthy Living*. Ankara: Klasmat Publishing, Ankara, Turkey, 2008.

Amare, F.; Alemu, Y.; Enichalew, M.; Demilie, Y.; Adamu, S. Effects of aerobic, resistance, and combined exercise training on body fat and glucolipid metabolism in inactive middle-aged adults with overweight or obesity: a randomized trial. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation* **2024**, *16(1)*, 189.

American College of Sports Medicine. ACSM guidelines for strength training. <https://www.acsm.org/blog-detail/acsm-certified-blog/2019/07/31/acsm-guidelines-for-strength-training-featured-download>, 2019, (accessed 27 Mar 2023).

Asadi, A.; De Villarreal, E.S.; Arazi, H. The Effects of Plyometric Type Neuromuscular Training on Postural Control Performance of Male Team Basketball Players. *J. Strength Cond. Res.* **2015**, *29*, 1870–1875. [CrossRef]

Bhat, S.; Balakrishnan, G. Role of exercise in the prevention and treatment of metabolic syndrome. In *Metabolic Syndrome*, Academic Press: 2024, pp. 367-381.

Booth, F.W.; Roberts, C.K.; Laye, M.J. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Comprehensive physiology* **2012**, *Apr;2(2)*, 1143—1211.

Bull, F.C.; Al-Ansari, S.S.; Biddle, S.; Borodulin, K.; Buman, M.P.; Cardon, G.; Carty, C.; Chaput, J.P.; Chastin, S.; Chou, R.; Dempsey, P.C. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British journal of sports medicine.* **2020**, *Dec 1;54(24)*, 1451-1462.

Cook, G.; Burton, L.; Hoogenboom, B.J.; Voight, M. Functional movement screening: the use of fundamental movements as an assessment of function-part 1. *International journal of sports physical therapy* **2014**, *9(3)*, 396.

Cunningham, C.; O'Sullivan, R.; Caserotti, P.; Tully, M.A. Consequences of physical inactivity in older adults: A systematic review of reviews and meta-analyses. *Scandinavian journal of medicine & science in sports* **2020**, *May;30(5)*, 816-27.

Curtin, S.C.; Warner, M.; Hedegaard H. Increase in suicide in the United States, 1999-2014. US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics, 2016.

- Demirli, A.; Yıldırım, S.; Akyüz, Ö.; Özkara, A.B. Exercise and Health in the Elderly: Effective Approaches and Outcomes. *Journal of Sports and Science* **2024**, *2(2)*, 89-104.
- Di Lorito, C.; Long, A.; Byrne, A.; Harwood, R.H.; Gladman, J.R.; Schneider, S.; Logan, P.; Bosco, A.; van der Wardt, V. Exercise interventions for older adults: A systematic review of meta-analyses. *Journal of Sport and Health Science* **2021**, *10(1)*, 29–47. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.003>
- Drummond, F.A.; Soares, D.S. P-54 Muscle strength evaluation with a digital manual dynamometer. *British Journal of Sports Medicine* **2016**, *50*, A61-A62.
- Ergen, E.; Ülkar, B.; Eraslan, A. Review article: proprioception and coordination. *Turkish Journal of Sports Medicine* **2007**, *42(2)*, 057-083.
- Fiuza-Luces, C.; Valenzuela, P.L.; Gálvez, B.G.; Ramírez, M.; López-Soto, A.; Simpson, R.J.; Lucia, A. The effect of physical exercise on anticancer immunity. *Nature Reviews Immunology* **2024**, *24(4)*, 282-293.
- Fragala, M.S.; Cadore, E.L.; Dorgo, S.; Izquierdo, M.; Kraemer, W.J.; Peterson, M.D.; Ryan, E.D. Resistance training for older adults: Position statement from the national strength and conditioning association. *The Journal of Strength & Conditioning Research* **2019**, *33(8)*, 2019–2052. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003230>
- Fröhlich, M.; Emrich, E.; Pieter, A.; Stark, R. Outcome effects and effects sizes in sport sciences. *Int J Sports Sci Eng* **2009**, *3*, 175–179.
- Gordon, B.R.; McDowell, C.P.; Hallgren, M.; Meyer, J.D.; Lyons, M.; Herring, M.P. Association of efficacy of resistance exercise training with depressive symptoms: metaanalysis and meta-regression analysis of randomized clinical trials. *JAMA psychiatry* **2018**, *75*, 566–576.
- Gordon, B.R.; McDowell, C.P.; Lyons, M.; Herring, M.P. Resistance exercise training for anxiety and worry symptoms among young adults: a randomized controlled trial. *Scientific reports* **2020**, *10(1)*, 17548.
- Gordon, B.R.; McDowell, C.P.; Lyons, M.; Herring, M.P. Resistance exercise training among young adults with analogue generalized anxiety disorder. *Journal of affective disorders* **2021**, *281*, 153-159.
- Grgic, J.; Garofolini, A.; Orazem, J.; Sabol, F.; Schoenfeld, B.J.; Pedisic, Z. Effects of resistance training on muscle size and strength in very elderly adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Sports Medicine* **2020**, *50(11)*, 1983–1999. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01331-7>
- Hagstrom, A.D.; Marshall, P.W.; Halaki, M.; Hackett, D. A. The effect of resistance training in women on dynamic strength and muscular hypertrophy: a systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine* **2020**, *50(6)*, 1075-1093.
- Hegde, S.M.; Solomon, S.D. Influence of physical activity on hypertension and cardiac structure and function. *Current hypertension reports* **2015** *Oct;17(10)*, 1-8. [doi:10.1007/s11906-015-0588-3](https://doi.org/10.1007/s11906-015-0588-3).

- Hewitt, J.; Goodall, S.; Clemson, L.; Henwood, T.; Refshauge, K. Progressive Resistance and Balance Training for Falls Prevention in Long-Term Residential Aged Care: A Cluster Randomized Trial of the Sunbeam Program. *J. Am. Med. Dir. Assoc.* **2018**, *19*, 361–369. [CrossRef]
- Jamka, M.; Makarewicz-Bukowska, A.; Bokayeva, K.; Śmidowicz, A.; Geltz, J.; Kokot, M.; Walkowiak, J. Comparison of the effect of endurance, strength and endurance-strength training on glucose and insulin homeostasis and the lipid profile of overweight and obese subjects: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2022**, *19*(22), 14928.
- Keskin, Ö.; Demir, A.; Şenol, B. Reviewing assertiveness level of elite male and female athletes in different sports branches. *Journal of Human Sciences* **2018**, *15*(4), 1924–1932.
- Kikuchi, N.; Ohta, T.; Hashimoto, Y.; Mochizuki, Y.; Saito, M.; Kozuma, A.; Okamoto, T. Effect of online home-based resistance exercise training on physical fitness, depression, stress, and well-being in middle-aged persons: a pilot study. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **2023**, *20*(3), 1769.
- Kılınç, H.; İrez, G.B.; Saygın, Ö. The Effects of Swisball and Theraband exercise on quality of life and some physical parameters of people aged 65 years and over. *International Journal of Human Sciences* **2014**, *11*, 678-690.
- King, A.C.; Marquez, D.X.; Napolitano, M.A.; Buman, M.P.; Whitt-Glover, M. Shaping the Future of Physical Activity Promotion: Highlights from the 2018 Pa Guidelines Scientific Advisory Committee Review. *Annals Of Behavioral Medicine* **2018**, *Apr 1*;52, 173
- Lephart, S.M.; Pincivero, D.M.; Giraldo, J.L.; Fu, F.H. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med.* **1997**, *25*, 130-137
- Liviu, M.; Ilie, M.; Fernando, G. Determination of balance parameters as physical training factors in Athletics. *J. Phys. Educ. Sport* **2018**, *18*, 2054.
- Mackenzie, B. Performance evaluation tests. *London: Electric World plc* **2005**, *24*(25), 57-158.
- Mañas, A.; Gómez-Redondo, P.; Valenzuela, P.L.; Morales, J.S.; Lucía, A.; Ara, I. Unsupervised home-based resistance training for community-dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Ageing Research Reviews* **2021**, *69*, 101368. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2021.101368>
- Marcos-Pardo, P.J.; Espeso-García, A.; Vaquero-Cristóbal, R.; Abelleira-Lamela, T.; González-Gálvez, N. The Effect of Resistance Training with Outdoor Fitness Equipment on the Body Composition, Physical Fitness, and Physical Health of Middle-Aged and Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Healthcare* **2024**, *12*(7), 726.
- Marques, D.L.; Neiva, H.P.; Marinho, D.A.; Marques, M.C. Manipulating the resistance training volume in middle-aged and older adults: a systematic review with meta-analysis of the effects on muscle strength and size, muscle quality, and functional capacity. *Sports Medicine* **2023**, *53*(2), 503-518.

- Marques, E.A.; Wanderley, F.; Machado, L.; Sousa, F.; Viana, J.L.; Moreira-Gonçalves, D.; Moreira, P.; Mota, J.; Carvalho, J. Effects of resistance and aerobic exercise on physical function, bone mineral density, OPG and RANKL in older women. *Exp. Gerontol* **2011**, *46*, 524–532. [CrossRef] [PubMed]
- Martins, R.; Coelho, E.; Silva, M.; Pindus, D.; Cumming, S.; Teixeira, A.; Veríssimo, M. Effects of strength and aerobic-based training on functional fitness, mood and the relationship between fatness and mood in older adults. *J. Sports Med. Phys. Fitness* **2011**, *51*, 489–496.
- Mentiplay, B.F.; Perraton, L.G.; Bower, K.J.; Adair, B.; Pua, Y.H.; Williams, G.P.; Clark, R.A. Assessment of lower limb muscle strength and power using hand-held and fixed dynamometry: a reliability and validity study. *PloS one* **2015**, *10(10)*, e0140822.
- Morgan, W.P. *Physical Activity and Mental Health*. Taylor & Francis: London, 1997.
- Moro, T.; Marcolin, G.; Bianco, A.; Bolzetta, F.; Berton, L.; Sergi, G.; Paoli, A. Effects of 6 weeks of traditional resistance training or high intensity interval resistance training on body composition, aerobic power and strength in healthy young subjects: A randomized parallel trial. *International journal of environmental research and public health* **2020**, *17(11)*, 4093.
- O'Connor, P.J.; Herring, M.P.; Carvalho, A. Mental health benefits of strength training in adults. *Am. J. Lifestyle Med* **2010**, *4*, 377-396.
- Penedo, F.J.; Dahn, J.R. Exercise and well-being: A review of mental and physical health benefits associated with physical activity. *Current Opinion in Psychiatry* **2005**, *18(2)*, 189-193.
- Pucci, G.C.M.F.; Neves, E.B.; de Santana, F.S.; de Almeida Neves, D.; Saavedra, F.J.F. (2021) Effect of resistance training and pilates on the quality of life of elderly women: a randomized clinical trial. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia* **2021**, *23(5)*, 200283. <https://doi.org/10.1590/1981-22562020023.200283>
- Šarabon, N.; Kozinc, Ž. Effects of resistance exercise on balance ability: Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Life* **2020**, *10(11)*, 284.
- Sarıçam, H. The psychometric properties of Turkish version of Depression Anxiety Stress Scale-21 (DASS-21) in health control and clinical samples. *Journal of Cognitive Behavioral Psychotherapies and Research* **2018**, *7(1)*, 19.
- Sarıtaş, N.; Özkarafakı, İ.; Pepe, O.; Büyükipekçi, S. Evaluation of body fat percentage of male university students according to three different method. *Journal of Health Sciences* **2011**, *20(2)*, 107-115.
- Schuch, F.B.; Vancampfort, D.; Richards, J.; Rosenbaum, S.; Ward, P.B.; Stubbs, B. Exercise as a treatment for depression: A meta-analysis adjusting for publication bias. *J Psychiatr Res* **2016**, *77*, 42–51.
- Sekban, G.; Keskin, Ö.; Akdeniz, H. Reviewing of trait anger and level of anger expression styles of ice hockey players. *Journal of ROL Sports Sciences* **2021**, *2(2)*, 33-44.

Shiotsu, Y.; Yanagita, M. Comparisons of low-intensity versus moderate-intensity combined aerobic and resistance training on body composition, muscle strength, and functional performance in older women. *Menopause* **2018**, *25*, 668–675. [CrossRef] [PubMed]

Shrestha B, Dunn L. The declaration of Helsinki on medical research involving human subjects: a review of seventh revision, 2019.

Silva, D.A.; Tremblay, M.S.; Marinho, F.; Ribeiro, A.L.; Cousin, E.; Nascimento, B.R.; Valença Neto, P.D; Naghavi, M.; Malta, D.C. Physical inactivity as a risk factor for all-cause mortality in Brazil (1990–2017). *Population health metrics* **2020 Sep**;18(1), 1-9.

Singh, N.A.; Clements, K.M.; Fiatarone, M.A. A randomized controlled trial of progressive resistance exercise in depressed elders. *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci* **1997**, *52*, M27-M35.

Socha, M.; Fraćzak, P.; Jonak, W.; Sobiech, K. A. (2016). Effect of resistance training with elements of stretching on body composition and quality of life in postmenopausal women. *Przegląd Menopauzalny= Menopause Review* **2016**, *15(1)*, 26–31. <https://doi.org/10.5114/pm.2016.58770>

Thivel, D.; Tremblay, A.; Genin, P.M.; Panahi, S.; Rivière, D.; Duclos, M. Physical activity, inactivity, and sedentary behaviors: definitions and implications in occupational health. *Frontiers in public health* **2018**, *Oct 5*;6, 288.

Thompson, P.D.; Arena, R.; Riebe, D.; Pescatello, L.S. ACSM's new preparticipation health screening recommendations from ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. *Curr Sports Med Rep* **2013**, *12*, 215–7.

Tong, T.K.; Wu, S.; Nie, J. Sport-specific endurance plank test for evaluation of global core muscle function. *Physical Therapy in Sport* **2014**, *15(1)*, 58-63.

Valenzuela, P.L.; Castillo-Garcia, A.; Morales, J.S.; Izquierdo, M.; Serra-Rexach, J.A.; Santos-Lozano, A.; Lucia, A. Physical exercise in the oldest old. *Age* **2019**, *5*, 11-16.

Warburton, D.E.R.; Nicol, C.W.; Bredin, S.S.D. Health benefits of physical activity: The evidence. *Canadian Medical Association Journal*, **2006**, *174(6)*, 801-809. doi:10.1503/cmaj.051351

World Health Organisation. Who Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour. World Health Organization Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO; **2020**.

World Health Organization. Global action plan on physical activity 2018–2030: more active people for a healthier world. Geneva: World Health Organization; **2018**.

Yüncüoğlu, S. N.; Güçlüöver, A. (2024). Physical activity and exercise prescription. *Physical Activity and Health-II*, 129. Editor: Fatih, Hazar., Ed.; Efe Akademi Publishing: Ankara, Turkey, **2024**.

ORTAOKUL ÖĞRENCİLERİNDE GÖRSEL ÇALIŞMA BELLEĞİ VE FİZİKSEL PERFORMANS ARASINDAKİ İLİŞKİ

Prof. Dr., Umut CANLI

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi/Spor Bilimleri Fakültesi,
ucanli@nku.edu.tr - 0000-0001-8603-3492

ÖZET

Fiziksel aktivite, çocuk ve genç nüfusun fiziksel ve bilişsel gelişiminin sürdürülmesi ve desteklenmesinde en önemli olgulardan biri olarak kabul edilmektedir. Bir fiziksel aktivite programına katılım, çocuklar ve gençler için çok çeşitli fizyolojik ve psikolojik faydalar sağlamaktadır. Bu çalışmanın amacı, ilköğretim çağındaki çocukların görsel çalışma belleği ve fiziksel performans unsurları arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Araştırmaya, beşinci sınıfa öğrenim 56 öğrenci (ortalama yaş = 10.59 ± 0.31 ; 28 kız, 28 erkek) gönüllü olarak katılmıştır. Fiziksel performans unsurları; dikey sıçrama (CMJ) ve çeviklik testleri ile değerlendirilmiştir. Yürütücü işlevlerden görsel çalışma belleği Corsi Blok Testi kullanılarak ölçülmüştür. Araştırmada istatistiksel analiz olarak ise Pearson Sıra Korelasyon Analizi kullanılmıştır. Araştırmanın bulguları neticesinde; katılımcıların dikey sıçrama ve çeviklik performansı ile görsel çalışma belleği skorları arasında bir ilişki tespit edilmemiştir ($p > 0,05$). Alan yazındaki bilimsel araştırmalar analiz edildiğinde; özellikle okul tabanlı fiziksel aktivite programlarının ilköğretim çağındaki öğrencilerin fiziksel uygunluk performansları ve bilişsel fonksiyonları üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmektedir. Bu araştırma sonuçlarında ise yürütücü işlevlerden biri olarak kabul edilen görsel çalışma belleği ile katılımcıların dikey sıçrama ve çeviklik performansları arasında bir ilişkinin olmadığı ortaya konulmuştur. Bunun en önemli sebebinin ise örneklem sayısının yetersizliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. İleride konu ile ilgili yapılacak araştırmaların daha yüksek sayıda örneklem gruplarına ulaşması tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kuvvet, çeviklik, yürütücü işlev

1. GİRİŞ

Fiziksel aktivite (FA), çocuk ve genç nüfusun fiziksel ve bilişsel gelişiminin sürdürülmesi ve desteklenmesinde en önemli unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir (Latino ve Tafuri, 2024). FA programlarına katılım, çocuklar ve gençler için çok çeşitli fizyolojik ve psikolojik faydalar sağlamaktadır (Andersen ve ark., 2016). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), çocuklar ve ergenlerin haftada en az 60 dakika boyunca, çoğunlukla aerobik türde, orta ila yüksek şiddette fiziksel aktiviteye katılmalarını önermektedir (Bull ve ark., 2020). Ancak, dünya genelinde birçok ülkede çocukların ve gençlerin bu önerilere yeterince uymadığı bildirilmektedir

(Andersen ve ark., 2016; Johansen ve ark., 2018; Department of Health and Human Services, 2019; Cooper ve ark., 2015; Hallal ve ark., 2012).

Bu durum Türkiye için de geçerlidir. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırmasına göre, 6–11 yaş arası çocukların %58,4'ü, günlük en az 30 dakika süren düzenli bir FA programına katılmamaktadır. Ayrıca bu yaş grubunda TV, bilgisayar, internet, ödev ve ders çalışma gibi hareketsiz geçirilen sürelerin günlük ortalama 6 saat olduğu belirlenmiştir (Demirel, Kayıhan, Özmert & Doğan, 2014).

Araştırmalar, okul saatleri içinde FA düzeylerinin ve hareketsiz davranışların büyük ölçüde değişiklik gösterdiğini ortaya koymuştur. Örneğin, en az aktif okullarda eğitim gören 5. sınıf öğrencilerinin, okul günlerinde ortalama sadece 37,3 dakika veya daha az süreyle fiziksel olarak aktif olduğu bildirilmiştir (Pedersen ve ark., 2020). Türkiye’de beden eğitimi derslerinin haftada sadece 2 saat olması ve teneffüs sürelerinin kısa olması da göz önüne alındığında, Türk çocuklarının okul saatleri içerisinde fiziksel aktivite düzeylerinin düşük olabileceği düşünülmektedir. Bu noktada, çocukların günlük FA düzeyini artırmak için birçok yöntem mevcuttur (Bangsbo ve ark., 2016). Bu yöntemlerden biri, çocukların okul dışı saatlerde bir spor organizasyonuna katılmalarıdır. Nielsen ve çalışma arkadaşları tarafından yapılan bir araştırmada, okul sonrasında bir spor kulübünde futbol oynayan kız ve erkek çocuklarının, akranlarına kıyasla günlük orta ve yüksek şiddette FA düzeylerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Nielsen, Bugge ve Andersen, 2016).

Bir diğer yöntem ise okul temelli müdahale programları tasarlamaktır. Örneğin, bir okul temelli programda, beden eğitimi derslerinin süresinin artırılmasının çocukların fiziksel kapasitelerini geliştirdiği bulunmuştur (Sollerhed ve Ejlerthsson, 2008). Yine çok bileşenli bir okul temelli FA müdahalesi, FA düzeylerini ve fiziksel uygunluğu artırmış ve obeziteyi azaltmıştır (Kriemler ve ark., 2010). Ayrıca, okul temelli fiziksel aktivite müdahalelerinin, okul dışı müdahalelere göre daha yüksek katılım oranlarına ulaştığı da bildirilmiştir (Fox, Cooper ve McKenna, 2004; Harris ve ark., 2009).

2. YÖNTEM

2.1. Katılımcılar

Bu çalışma, 10–11 yaşlarında, 5. sınıfta öğrenim gören toplam 56 çocuğun (28 erkek, 28 kız) gönüllü katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalara dayanarak (Alesi ve ark., 2015; Alesi ve ark., 2016), tek yönlü hipotez, büyük etki büyüklüğü, 0.05 anlamlılık düzeyi ve 0.80 test gücü (power) esas alınarak yapılan güç analizi sonucunda, her iki grupta toplam 50 katılımcının yeterli olabileceği belirlenmiştir (Hulley ve ark., 2013).

Çalışmaya başlamadan önce, ilgili okul yönetimi ve İl Milli Eğitim Müdürlüğü’nden resmi izinler alınmıştır. Ayrıca, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın

Etik Kurulu'ndan etik onay da alınmıştır. Çalışma prosedürleri çocuklara ve ebeveynlerine detaylı bir şekilde açıklandıktan sonra, aydınlatılmış onam formu doldurularak katılım onayları alınmıştır. Dahil edilme ve hariç tutulma kriterleri aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

Dahil edilme kriterleri:

- Tipik gelişim gösteren çocuklar,
- Herhangi bir ilaç kullanmayanlar,
- Ortopedik, kardiyovasküler, nörolojik veya psikiyatrik hastalığı bulunmayanlar. Bu kriterleri karşılamayan çocuklar çalışmaya dâhil edilmemiştir.

2.2. Veri Toplama

2.2.1. Çeviklik Değerlendirmesi (Pro-Agility Testi)

Pro-Agility Testi (20-Yard Shuttle olarak da bilinir), hızlı yön değiştirme ve hızlanma kabiliyetini değerlendirmek amacıyla uygulanmaktadır. Bu çalışmada üç koni kullanılmıştır: biri başlangıç çizgisine yerleştirilen orta koni, diğer ikisi ise orta koninin sağ ve soluna 5 yard (4,57 m) mesafede yerleştirilmiştir. Telemetrik fotosel zamanlama kapıları (SinarFotosel, Karabük, Türkiye) orta çizgiye kurularak kesin zaman ölçümü sağlanmıştır.

Katılımcılar orta konide başlayarak:

1. Sağ koniye doğru hızlı bir şekilde hareket etmiş,
2. Hemen ardından yön değiştirerek sol koniye dokunmuş,
3. Son olarak orta koniye dönerek testi tamamlamıştır.

Bu sağ → sol → merkez dizilimi boyunca geçen toplam süre, fotosel sistemi ile ölçülmüştür. Her katılımcı testi iki kez uygulamış ve her deneme arasında 2–3 dakikalık dinlenme süresi verilmiştir. İki denemeden en kısa süre (saniye cinsinden) analizde kullanılmış olup, bu süre bireyin çeviklik ve reaksiyon hızını yansıtmaktadır (Vescovi & McGuigan, 2008).

2.2.2. Countermovement Jump (CMJ) Değerlendirmesi

Countermovement jump (CMJ) performansı, bir ivmeölçer sistemi (IVMES; Ankara, Türkiye) kullanılarak değerlendirilmiştir. Cihaz, bir kemer aracılığıyla katılımcının bel hizasına dikey olarak yerleştirilmiştir. Katılımcılardan, dikey sıçrama yüksekliğini etkileyebilecek istemsiz hareketlerden kaçınmaları ve maksimum yükseklikte sıçrama yapmaları istenmiştir. Test sırasında, gerçek sıçrama koşullarını taklit edebilmek adına kol salınımına izin verilmiştir. Ayrıca, tutarlılığı artırmak amacıyla, katılımcılara uçuş fazında bacaklarını uzatmaları talimatı verilmiştir.

Cihaz, sıçrama sırasında gerçekleşen tüm hareketleri — başlangıçtaki çömelme (diz fleksiyonu), yerden ayrılma, uçuş ve iniş — boyunca dikey ivmeyi kaydetmiştir. Test iki kez

gerçekleştirilmiş olup, denemeler arasında 30–60 saniyelik dinlenme süresi verilmiştir. Ham ivme verileri, standart kinematik denklemler kullanılarak analiz edilmiş ve genellikle yerden ayrılma anındaki maksimum dikey hız dikkate alınarak sıçrama yüksekliği (cm) hesaplanmıştır. Hesaplamalar ± 0.1 cm hassasiyetle yapılmış ve iki denemeden elde edilen en yüksek değer istatistiksel analizde kullanılmıştır (Markovic ve ark., 2004).

2.2.3. Corsi Blok Testi Değerlendirmesi

Corsi Blok Testi, görsel-uzaysal dikkat ve görsel çalışma belleğini değerlendirmek amacıyla yaygın olarak kullanılan, nörobilişsel bir testtir (Kessels ve ark., 2000). Bu çalışmada testin bilgisayar tabanlı bir versiyonu kullanılmıştır. Test ekranında, 1'den 9'a kadar numaralandırılmış dokuz adet küp şeklinde blok yer almaktadır. Test, bilgisayarın iki bloğu sırayla aydınlatmasıyla başlar. Katılımcı, bu blokları aydınlatıldığı sırayla tıklayarak yanıt verir. Her doğru yanıtın ardından, blok dizisi bir blok daha uzatılarak testin zorluk seviyesi artırılır. Katılımcı, aynı uzunluktaki dizileri arka arkaya iki kez doğru şekilde hatırlayamadığında, test sona erer. Katılımcının Corsi span skoru, en az iki kez doğru hatırlanan en uzun blok dizisi olarak tanımlanır ve bireyin görsel-uzaysal bellek kapasitesini yansıtır. Tipik olarak, performans 5 ila 7 blok arasında değişirken, maksimum skor 9 bloktur. Testin toplam süresi, yönergeler ve uygulama aşamaları da dâhil olmak üzere yaklaşık 5 dakika sürmektedir. Testin güvenilirliği yüksektir; güvenilirlik katsayıları $r = 0.81$ ile $r = 0.89$ arasında rapor edilmiştir (Corsi, 1972; Latino, Cataldi & Fischetti, 2021).

2.2.5. İstatistiksel Analiz

Veriler, SPSS v.18.0 istatistik programı (SPSS Inc., Chicago, ABD) kullanılarak analiz edilmiştir. Anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak belirlenmiştir. Herhangi bir analiz yapılmadan önce, tüm veriler, Normallik açısından Shapiro-Wilk testi ile, kontrol edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler, ortalama (mean) ve standart sapma (SD) olarak sunulmuştur. Değişkenler arasında ilişkilerin belirlenmesinde Pearson Sıra Korelasyon Analizi testi kullanılmıştır.

3.BULGULAR

Tablo 1. Değişkenler arasındaki ilişkiyi gösteren veriler

	CMJ	Çeviklik
r	-,009	-,036
Corsi Blok	,946	,794
N	56	56

4.SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

Alan yazındaki bilimsel araştırmalar analiz edildiğinde; özellikle okul tabanlı fiziksel aktivite programlarının ilköğretim çağındaki öğrencilerin fiziksel uygunluk performansları ve bilişsel fonksiyonları üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmektedir. Bu araştırma sonuçlarında ise yürütücü işlevlerden biri olarak kabul edilen görsel çalışma belleği ile katılımcıların dikey sıçrama ve çeviklik performansları arasında bir ilişkinin olmadığı ortaya konulmuştur. Bunun en önemli sebebinin ise örneklem sayısının yetersizliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. İleride konu ile ilgili yapılacak araştırmaların daha yüksek sayıda örneklem gruplarına ulaşması tavsiye edilmektedir.

KAYNAKÇA

Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., ... & Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British journal of sports medicine*, 54(24), 1451-1462. Doi:<https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>

Andersen, L. B., Mota, J., & Di Pietro, L. (2016). Update on the global pandemic of physical inactivity. *The Lancet*, 388(10051), 1255-1256. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30960-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30960-6). Sep.

Johansen, D. L. N., Christensen, B. F. N., Fester, M., Koch, B., Kristensen, P. L., Larsen, L. R., ... & Skovgaard, T. (2018). Results from Denmark's 2018 report card on physical activity for children and youth. *Journal of Physical Activity and Health*, 15(s2), S341-S343.

Department of Health and Human Services, 2019. In: Executive Summary Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd edition. Exec. Summ. Phys. Act. Guidel. Am. 2nd Ed. Dep. Heal. Hum. Serv. USA, USA, pp. 1-7. pp. 1-7, 2019, [Online]. Available: <https://www.health.gov/PAGuidelines/>.

Cooper, A. R., Goodman, A., Page, A. S., Sherar, L. B., Esliger, D. W., van Sluijs, E. M., ... & Ekelund, U. (2015). Objectively measured physical activity and sedentary time in youth: the International children's accelerometry database (ICAD). *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 12, 1-10.

Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., & Ekelund, U. (2012). Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The lancet*, 380(9838), 247-257. doi:[10.1016/S0140-6736\(12\)60646-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60646-1).

Demirel, H., Kayıhan, H., Özmert, E. N., & Doğan, A. (2014). Türkiye fiziksel aktivite rehberi. TC Sağlık Bakanlığı, Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, 2.

Bangsbo, J., Krstrup, P., Duda, J., Hillman, C., Andersen, L. B., Weiss, M., ... & Elbe, A. M. (2016). The Copenhagen Consensus Conference 2016: children, youth, and physical activity in schools and during leisure time. *British journal of sports medicine*, 50(19), 1177-1178. Doi: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096325>

Nielsen, G., Bugge, A., & Andersen, L. B. (2018). The influence of club football on children's daily physical activity. In *Football and Health Improvement: an Emergent Field* (pp. 84-96). Routledge.

Sollerhed, A. C., & Ejlertsson, G. (2008). Physical benefits of expanded physical education in primary school: findings from a 3-year intervention study in Sweden. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 18(1), 102-107. Doi:<https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2007.00636.x>

- Kriemler, S., Zahner, L., Schindler, C., Meyer, U., Hartmann, T., Hebestreit, H., ... & Puder, J. J. (2010). Effect of school based physical activity programme (KISS) on fitness and adiposity in primary schoolchildren: cluster randomised controlled trial. *Bmj*, 340. doi: <https://doi.org/10.1136/bmj.c785>
- Fox, K. R., Cooper, A., & McKenna, J. (2004). The School and Promotion of Children's Health-Enhancing Physical Activity: Perspectives from the United Kingdom. *Journal of teaching in physical education*, 23(4).
- Harris, K. C., Kuramoto, L. K., Schulzer, M., & Retallack, J. E. (2009). Effect of school-based physical activity interventions on body mass index in children: a meta-analysis. *Cmaj*, 180(7), 719-726.
- Fuller, C. W., Junge, A., DeCelles, J., Donald, J., Jankelowitz, R., & Dvorak, J. (2010). 'Football for Health'—a football-based health-promotion programme for children in South Africa: a parallel cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, 44(8), 546-554.
- Fuller, C. W., Thiele, E. S., Flores, M., Junge, A., Netto, D., & Dvorak, J. (2015). A successful nationwide implementation of the 'FIFA 11 for Health' programme in Brazilian elementary schools. *British Journal of Sports Medicine*, 49(9), 623-629.
- Fuller, C. W., Junge, A., Dorasami, C., DeCelles, J., & Dvorak, J. (2011). '11 for Health', a football-based health education programme for children: a two-cohort study in Mauritius and Zimbabwe. *British journal of sports medicine*, 45(8), 612-618.
- Madsen, M., Elbe, A. M., Madsen, E. E., Ermidis, G., Ryom, K., Wikman, J. M., ... & Krstrup, P. (2020). The "11 for Health in Denmark" intervention in 10-to 12-year-old Danish girls and boys and its effects on well-being—a large-scale cluster RCT. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(9), 1787-1795. doi: <https://doi.org/10.1111/sms.13704>
- Larsen, M. N., Elbe, A. M., Madsen, M., Madsen, E. E., Ørntoft, C., Ryom, K., ... & Krstrup, P. (2021). An 11-week school-based 'health education through football programme' improves health knowledge related to hygiene, nutrition, physical activity and well-being—and it's fun! A scaled-up, cluster-RCT with over 3000 Danish school children aged 10–12 years old. *British journal of sports medicine*, 55(16), 906-911. Doi: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103097>
- Ørntoft, C., Larsen, M. N., Madsen, M., Sandager, L., Lundager, I., Møller, A., ... & Krstrup, P. (2018). Physical fitness and body composition in 10–12-year-old Danish children in relation to leisure-time club-based sporting activities. *BioMed research international*, 2018(1), 9807569. Doi: <https://doi.org/10.1155/2018/9807569>
- Ørntoft, C., Fuller, C. W., Larsen, M. N., Bangsbo, J., Dvorak, J., & Krstrup, P. (2016). 'FIFA 11 for Health' for Europe. II: effect on health markers and physical fitness in Danish schoolchildren aged 10–12 years. *British Journal of Sports Medicine*, 50(22), 1394-1399.
- Fuller, C. W., Ørntoft, C., Larsen, M. N., Elbe, A. M., Ottesen, L., Junge, A., ... & Krstrup, P. (2017). 'FIFA 11 for Health' for Europe. 1: effect on health knowledge and well-being of 10-to 12-year-old Danish school children. *British Journal of Sports Medicine*, 51(20), 1483-1488.
- Latino, F., & Tafuri, F. (2024). Physical activity and cognitive functioning. *Medicina*, 60(2), 216.
- Pedersen, N. H., Toftager, M., Grøntved, A., Kristensen, P. L., Brønd, J. C., Larsen, K. T., & Møller, N. C. (2020). Bevægelse i skolen: En kortlægning af børn og unges fysiske aktivitet og stillesiddende adfærd i skoletiden.
- Alesi, M., Bianco, A., Padulo, J., Luppina, G., Petrucci, M., Paoli, A., ... & Pepi, A. (2015). Motor and cognitive growth following a Football Training Program. *Frontiers in psychology*, 6, 1627.

- Alesi, M., Bianco, A., Luppina, G., Palma, A., & Pepi, A. (2016). Improving children's coordinative skills and executive functions: the effects of a football exercise program. *Perceptual and motor skills*, 122(1), 27-46.
- Hulley, S. B., Cummings, S. R., Browner, W. S., Grady, D. G. & Newman, T. B. Designing Clinical Research) 4th edn (Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2013).
- Emerson, R. W. (2015). Convenience sampling, random sampling, and snowball sampling: How does sampling affect the validity of research?. *Journal of visual impairment & blindness*, 109(2), 164-168.
- Emerson, R. W. (2021). Convenience sampling revisited: Embracing its limitations through thoughtful study design. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 115(1), 76-77.
- Chtourou, H., & Souissi, N. (2012). The effect of training at a specific time of day: a review. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(7), 1984-2005.
- Bosy-Westphal, A., Later, W., Hitze, B., Sato, T., Kossel, E., Glüer, C. C., ... & Müller, M. J. (2008). Accuracy of bioelectrical impedance consumer devices for measurement of body composition in comparison to whole body magnetic resonance imaging and dual X-ray absorptiometry. *Obesity facts*, 1(6), 319-324.
- Norton, K. I. (2018). Standards for anthropometry assessment. In *Kinanthropometry and exercise physiology* (pp. 68-137). Routledge.
- Norton, K., & Olds, T. (Eds.). (1996). *Anthropometrica: a textbook of body measurement for sports and health courses*. UNSW press.
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & science in sports & exercise*, 34(4), 689-694.
- Baxter-Jones, A. D., Maffulli, N., Mirwald, R. L. 2003. "Does elite competition inhibit growth and delay maturation in some gymnasts? Probably not", *Pediatr Exerc Sci.*, 15(4):373-82.
- Vescovi, J. D., & McGuigan, M. R. (2008). Relationships between sprinting, agility, and jump ability in female athletes. *Journal of sports sciences*, 26(1), 97-107.
- Liviu, M., Ilie, M., & Fernando, G. (2018). Determination of balance parameters as physical training factors in Athletics. *Journal of Physical Education and Sport*, 18, 2054.
- Markovic, G., Dizdar, D., Jukic, I., & Cardinale, M. (2004). Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(3), 551-555.
- Farah, M. J. (2003). Cognitive Neuropsychological Issues. *Behavioral neurology and neuropsychology*, 393-399.
- Madsen, E. E., Krstrup, P., Hansen, T., Aggestrup, C. S., Ntoumanis, N., Larsen, C. H., ... & Elbe, A. M. (2023). Motivational predictors of children's involvement in out-of-school activities: An application of a football program. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 33(1), 72-83.
- Ørntoft, C., Larsen, M. N., Madsen, M., Sandager, L., Lundager, I., Møller, A., ... & Krstrup, P. (2018). Physical fitness and body composition in 10–12-year-old Danish children in relation to leisure-time club-based sporting activities. *BioMed research international*, 2018(1), 9807569.

- Madsen, E. E., Krstrup, P., Møller, T. K., Hansen, T., Larsen, M. N., Madsen, M., ... & Larsen, C. H. (2022). Implementation facilitation of the “11 for Health in Denmark”: A case study in a Danish 5th grade class. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 32(1), 152-164.
- Schiff, R., & Vakil, E. (2015). Age differences in cognitive skill learning, retention and transfer: The case of the Tower of Hanoi Puzzle. *Learning and Individual Differences*, 39, 164-171.
- Vakil, E., & Heled, E. (2016). The effect of constant versus varied training on transfer in a cognitive skill learning task: The case of the Tower of Hanoi Puzzle. *Learning and Individual Differences*, 47, 207-214.
- Tottori, N., Morita, N., Ueta, K., & Fujita, S. (2019). Effects of high intensity interval training on executive function in children aged 8–12 years. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(21), 4127.
- Fansher, M., Shah, P., & Hélie, S. (2022). The effect of mode of presentation on Tower of Hanoi problem solving. *Cognition*, 224, 105041.
- Mitani, K., Rathnayake, N., Rathnayake, U., Dang, T. L., & Hoshino, Y. (2022). Brain Activity Associated with the Planning Process during the Long-Time Learning of the Tower of Hanoi (ToH) Task: A Pilot Study. *Sensors*, 22(21), 8283.
- Kessels, R. P., Van Zandvoort, M. J., Postma, A., Kappelle, L. J., & De Haan, E. H. (2000). The Corsi block-tapping task: standardization and normative data. *Applied neuropsychology*, 7(4), 252-258.
- Corsi, P. M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain.
- Latino, F., Cataldi, S., & Fischetti, F. (2021). Effects of a coordinative ability training program on adolescents' cognitive functioning. *Frontiers in Psychology*, 12, 620440.
- Skoradal, M. B., Purkhús, E., Steinholm, H., Olsen, M. H., Ørntoft, C., Larsen, M. N., ... & Krstrup, P. (2018). “FIFA 11 for Health” for Europe in the Faroe Islands: Effects on health markers and physical fitness in 10-to 12-year-old schoolchildren. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 28, 8-17.
- Jakobsen, M. D., Sundstrup, E., Krstrup, P., & Aagaard, P. (2011). The effect of recreational soccer training and running on postural balance in untrained men. *European journal of applied physiology*, 111, 521-530.
- Helge, E. W., Aagaard, P., Jakobsen, M. D., Sundstrup, E., Randers, M. B., Karlsson, M. K., & Krstrup, P. (2010). Recreational football training decreases risk factors for bone fractures in untrained premenopausal women. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20, 31-39.
- Larsen, M. N., Terracciano, A., Møller, T. K., Aggestrup, C. S., Buono, P., Krstrup, P., & Castagna, C. (2023). An 11-week school-based “health education through football” programme improves musculoskeletal variables in 10–12-yr-old Danish school children. *Bone Reports*, 18, 101681.
- Ryom, K., Christiansen, S. R., Elbe, A. M., Aggestrup, C. S., Madsen, E. E., Madsen, M., ... & Krstrup, P. (2022). The Danish “11 for Health” program raises health knowledge, well-being, and fitness in ethnic minority 10-to 12-year-olds. *Scandinavian journal of Medicine & Science in sports*, 32(1), 138-151.
- Ørntoft, C., Fuller, C. W., Larsen, M. N., Bangsbo, J., Dvorak, J., & Krstrup, P. (2016). ‘FIFA 11 for Health’ for Europe. II: effect on health markers and physical fitness in Danish schoolchildren aged 10–12 years. *British Journal of Sports Medicine*, 50(22), 1394-1399.

- Kiely, K. M. (2014). Cognitive function. In A. C. Michalos (Ed.), *Encyclopedia of quality of life and well-being research* (pp. 974–978). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0753-5_426
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64(1), 135-168.. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental cognitive neuroscience*, 18, 34-48. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.11.005>
- Bailey, B. A., Andrzejewski, S. K., Greif, S. M., Svingos, A. M., & Heaton, S. C. (2018). The role of executive functioning and academic achievement in the academic self-concept of children and adolescents referred for neuropsychological assessment. *Children*, 5(7), 83. doi: <https://doi.org/10.3390/children5070083>
- Medeiros, W., Torro-Alves, N., Malloy-Diniz, L. F., & Minervino, C. M. (2016). Executive functions in children who experience bullying situations. *Frontiers in psychology*, 7, 1197. Doi: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01197>
- Lind, R. R., Geertsen, S. S., Ørntoft, C., Madsen, M., Larsen, M. N., Dvorak, J., ... & Krstrup, P. (2018). Improved cognitive performance in preadolescent Danish children after the school-based physical activity programme “FIFA 11 for Health” for Europe—A cluster-randomised controlled trial. *European Journal of Sport Science*, 18(1), 130-139.
- Skoradal, M. B., Olsen, M. H., Madsen, M., Larsen, M. N., Mohr, M., & Krstrup, P. (2023). “11 for Health” in the Faroe Islands: Popularity in schoolchildren aged 10–12 and the effect on well-being and health knowledge. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 33(6), 1010-1020.
- Li, Z., Krstrup, P., Randers, M. B., Xu, B., Yang, W., Huang, Z., & Mao, L. (2023). “11 for Health” in China—Effects on physical fitness in 9–11-year-old schoolchildren. *European Journal of Sport Science*, 23(12), 2291-2298.
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howerter, A., & Wager, T. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49–100. doi:10.1006/cogp.1999.0734
- Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive function in as a predictor of children’s mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273–293. doi:10.1207/S15326942DN1903
- Alloway, T. P., & Alloway, R. G. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106(1), 20–29. doi:10.1016/j.jecp.2009.11.003
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), R136–40. doi:10.1016/j.cub.2009.12.014
- Koutsandréou, F., Wegner, M., Niemann, C., & Budde, H. (2016). Effects of motor versus cardiovascular exercise training on children’s working memory. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(6), 1144–1152. doi:10.1249/MSS.0000000000000869
- van der Niet, A. G., Smith, J., Oosterlaan, J., Scherder, E. J. A., Hartman, E., & Visscher, C. (2016). Effects of a cognitively demanding aerobic intervention during recess on children’s physical fitness and executive functioning. *Pediatric Exercise Science*, 28(1), 64–70. doi:10.1123/pes.2015-0084
- Lind, R. R., Beck, M. M., Wikman, J., Malarski, K., Krstrup, P., Lundbye-Jensen, J., & Geertsen, S. S. (2019). Acute high-intensity football games can improve children's inhibitory control and



neurophysiological measures of attention. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 29(10), 1546-1562.

Mao, F., Yin, A., Zhao, S., & Fang, Q. (2024). Effects of football training on cognitive performance in children and adolescents: a meta-analytic review. *Frontiers in Psychology*, 15, 1449612.

ADVANCED NANOTECHNOLOGY APPLICATIONS IN FOOD PRESERVATION AND SAFETY

Zhandos Akhmetov

Department of Food Science and Technology, Nazarbayev University, Kazakhstan

Abstract

Nanotechnology offers revolutionary approaches to food preservation and safety by enhancing the efficiency and efficacy of traditional methods. This paper reviews the latest advances in nanomaterials and nano-delivery systems designed specifically for food packaging, antimicrobial coatings, and contaminant detection. By integrating nanotechnology, food industries can improve shelf-life, reduce spoilage, and ensure safety from pathogenic microorganisms. The study discusses various applications including nanocomposites for packaging that inhibit microbial growth, nanosensors that detect chemical and biological contaminants in real-time, and nanoencapsulation methods that protect nutritional content. Furthermore, the review addresses health and environmental concerns related to nanomaterials in food products, highlighting regulatory frameworks and risk assessments. The implications of these advancements suggest significant potential for improving food quality and consumer safety while minimizing waste, contributing to sustainable food systems worldwide. The paper calls for multidisciplinary collaboration to accelerate nanotech integration in food industries with rigorous safety evaluations.

Keywords: nanotechnology, food preservation, food safety, antimicrobial packaging, nanosensors



SUSTAINABLE FOOD PROCESSING METHODS FOR REDUCING ENVIRONMENTAL IMPACT IN GASTRONOMY

Assoc. Prof. Dr. Rakhim Zhumabayev, Dinara Kassenova, Prof. Dr. Yerlan Abilkhan
Department of Environmental Engineering, Al-Farabi Kazakh National University,
Kazakhstan

Abstract

This research investigates sustainable food processing techniques aimed at reducing the environmental footprint of gastronomic industries. By evaluating current processing methods, including thermal, enzymatic, and emerging green technologies, the study identifies approaches that lower energy consumption, reduce water usage, and minimize waste generation. Special attention is given to innovative methods such as high pressure processing, pulsed electric fields, and ultrasound-assisted extraction as eco-friendly alternatives to conventional processing. The paper assesses the ability of these methods to preserve nutritional and sensory qualities while enhancing sustainability. Life cycle analysis and environmental impact assessments are employed to quantify benefits and trade-offs. The findings support the adoption of sustainable practices in food manufacturing to meet ecological goals and consumer demand for environmentally responsible products. Policies promoting green technology and industry collaboration are recommended to foster sustainable gastronomy in Kazakhstan and beyond.

Keywords: sustainable food processing, environmental impact, green technology, gastronomy, energy efficiency

INNOVATIVE FERMENTATION TECHNIQUES FOR DEVELOPING FUNCTIONAL FOODS AND BEVERAGES

Aigerim Bektemir, Dr. Saltanat Orazbayeva

Department of Food Biotechnology, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Abstract

This paper explores innovative fermentation technologies to develop functional foods and beverages with health-promoting properties. The study reviews traditional fermentation practices alongside recent advances including controlled mixed cultures, probiotic enrichment, and metabolite profiling. Emphasis is placed on enhancing bioactive compound production such as vitamins, antioxidants, and peptides that contribute to health benefits. Analytical techniques to monitor fermentation dynamics and product quality are discussed. Examples of functional foods produced through fermentation include dairy alternatives, fermented cereals, and beverages enriched with prebiotics and probiotics. The research provides insights into optimizing fermentation parameters for improved nutritional quality and safety. Challenges related to scaling up, consumer acceptance, and regulatory compliance are addressed. The paper highlights fermentation as a sustainable, cost-effective bioprocess with significant potential for innovation in functional food industries, particularly within Kazakhstan's evolving market.

Keywords: fermentation, functional foods, probiotics, biotechnology, health benefits



DEVELOPMENT OF PLANT-BASED PROTEINS AND THEIR INDUSTRIAL APPLICATIONS IN FOOD ENGINEERING

Sana Riaz, Assoc. Prof. Dr. Muhammad Ahsan

Department of Food Engineering, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

Abstract

The growing consumer demand for plant-based proteins stimulates research and development in sustainable protein sources for food engineering applications. This paper reviews contemporary extraction, purification, and processing technologies for plant proteins derived from legumes, cereals, and oilseeds. It discusses their nutritional profiles, functional properties, and potential for industrial-scale production. The study examines applications of plant proteins in meat analogs, dairy substitutes, and bakery products, highlighting challenges such as texture, flavor masking, and allergenicity. Advances in protein modification and formulation are presented to improve sensory acceptance and nutritional quality. Environmental benefits of plant proteins over animal proteins are analyzed, emphasizing reduced greenhouse gas emissions and resource usage. The paper underscores the integration of plant protein technologies in addressing food security and sustainability goals globally. Future prospects encourage cross-disciplinary innovation to enhance product development and consumer adoption.

Keywords: plant-based proteins, food engineering, sustainability, meat alternatives, nutrition



APPLICATION OF MICROENCAPSULATION TECHNOLOGY TO ENHANCE FLAVOR AND NUTRITIONAL VALUE

Bilal Khan, Assis. Prof. Dr. Hira Javed, Assoc. Prof. Dr. Fatima Zahra
Department of Food Science, University of Lahore, Pakistan

Abstract

Microencapsulation technology enables the protection and controlled release of sensitive ingredients like flavors, vitamins, and bioactive compounds in food products. This study focuses on recent advancements in microencapsulation methods such as spray drying, coacervation, and liposome entrapment, emphasizing their impact on food flavor enhancement and nutritional quality. The technology's application in masking undesirable tastes, improving shelf-life, and targeted delivery of nutrients is critically analyzed. The paper highlights case studies involving encapsulated essential oils, antioxidants, and probiotics in diverse food matrices. Safety, stability, and scalability issues associated with microencapsulation are discussed, along with consumer acceptance factors. The research concludes that microencapsulation offers significant opportunities for food innovation, enabling functional food development aligned with health trends and consumer preferences. Recommendations stress interdisciplinary research to optimize encapsulation techniques for varied food applications.

Keywords: microencapsulation, flavor enhancement, nutrition, food science, controlled release



ADVANCES IN SMART KITCHEN TECHNOLOGIES FOR GASTRONOMIC INNOVATION AND FOOD SAFETY

Assis. Prof. Dr. Usman Ali

Department of Food Technology, University of Lahore, Pakistan

Abstract

Smart kitchen technologies leverage IoT, AI, and automation to revolutionize culinary experiences and food safety practices. This paper reviews recent developments in smart appliances, sensors, and software solutions designed to optimize food preparation, minimize waste, and ensure hygiene standards. The integration of smart refrigerators, cooking devices, and quality monitoring sensors facilitates real-time data collection and decision-making. Applications include automated cooking adjustments, spoilage detection, and personalized nutrition management. The paper discusses challenges such as cybersecurity, cost, and user acceptance while demonstrating how smart kitchens contribute to gastronomy innovation and safety assurance. The environmental benefits through efficient resource utilization and waste reduction are also highlighted. The study envisions smart kitchens as key enablers of sustainable and health-conscious food consumption patterns, urging further technological advancements and regulatory frameworks to support widespread adoption.

Keywords: smart kitchen, IoT, food safety, automation, gastronomic innovation



EVALUATION OF TRADITIONAL AND MODERN FOOD PRESERVATION METHODS IN EXTREME CLIMATES

Dr. Rahimullah Wardak, Fariba Nazari, Ahmad Shah
Department of Food Science, Kabul University, Afghanistan

Abstract

This paper evaluates traditional and modern food preservation techniques utilized in extreme climates, focusing on their effectiveness, limitations, and suitability. Traditional methods such as drying, smoking, and fermentation have been practiced for centuries in harsh environments but often lack standardized control measures. Modern methods including refrigeration, freezing, and high-pressure processing offer improved efficacy but face challenges in accessibility and cost. The study compares the microbiological safety, nutritional retention, and sensory quality of preserved foods using these methods across cold, arid, and high-altitude regions. It highlights the importance of integrating traditional knowledge with technological innovations to address food security in climatic extremes. The research advocates for context-specific, cost-effective preservation solutions that balance cultural practices with scientific advances. Policy recommendations emphasize capacity building and infrastructure development to support resilient food systems in vulnerable areas.

Keywords: food preservation, extreme climates, traditional methods, modern technology, food security

APPLICATION OF NATURAL FOOD COLORANTS AND FLAVOR ENHANCERS IN MODERN CUISINE

**Layla Karam, Prof. Dr. Omar Benyamina, Assoc. Prof. Dr. Nabil Salim, Youssef
Bensalem**

Department of Food Science, University of Cairo, Egypt

Abstract

The application of natural food colorants and flavor enhancers in contemporary cuisine merges consumer demand for clean-label products with culinary creativity. This paper explores various natural pigments and flavor compounds derived from plants, insects, and microorganisms, evaluating their chemical properties, stability, and sensory impacts. The study presents methods of extraction, purification, and incorporation into diverse food products. Emphasis is placed on the benefits of natural additives over synthetic counterparts, particularly in terms of health safety and regulatory approval. Challenges such as color fading, flavor volatility, and interaction with food matrices are addressed. Case studies illustrate successful applications in bakery, beverages, and savory dishes. The paper concludes that natural colorants and flavor enhancers offer sustainable, consumer-friendly alternatives that support innovation and nutritional quality in modern gastronomy. Further research is recommended to optimize their functional properties and industrial scalability.

Keywords: natural colorants, flavor enhancers, clean-label, food science, modern cuisine

ENHANCED POWER ELECTRONICS STRATEGIES FOR SMART GRID AND RENEWABLE ENERGY SYSTEMS

Dr. Ahmed Saleh

Department of Electrical Power and Machines Engineering, Cairo University, Egypt

Prof. Dr. Mona El-Gohary

Department of Electronics and Electrical Communications Engineering, Ain Shams
University, Egypt

Abstract

This paper presents advanced power electronics control and conversion strategies to enhance the performance, reliability, and flexibility of smart grids with high penetration of renewable energy sources. The study focuses on photovoltaic, wind, and hybrid systems interfaced to the grid through multilevel converters, modular power electronic building blocks, and intelligent control algorithms. Particular attention is given to grid-forming and grid-following inverter technologies, which are compared in terms of stability support, fault ride-through capability, and power quality under variable renewable generation. The proposed strategies integrate model predictive control, adaptive droop mechanisms, and advanced pulse-width modulation schemes to optimize dynamic response, reduce switching losses, and mitigate harmonics. Simulation models and hardware-in-the-loop experiments demonstrate that coordinated operation of distributed power electronic interfaces can significantly improve voltage regulation, frequency stability, and congestion management in distribution networks with large shares of distributed generation. The work also addresses cyber-physical aspects, highlighting the role of real-time monitoring, communication delays, and cybersecurity constraints in the deployment of power-electronics-dominated smart grids. The results indicate that, when properly designed, power electronics strategies enable seamless islanding and resynchronization, improved utilization of storage systems, and more efficient peak-shaving and demand-response programs. The paper concludes with implementation guidelines and research directions for integrating these strategies into future grid codes and utility planning practices.

Keywords: power electronics, smart grid, renewable energy integration, grid-forming inverters, stability

HIGH-FREQUENCY AND LOW-POWER CIRCUIT DESIGN FOR IOT AND WEARABLE DEVICES

Assoc. Prof. Dr. Giorgi Khutsishvili

Faculty of Informatics and Control Systems, Georgian Technical University, Georgia

Assis. Prof. Dr. Nino Beridze

Faculty of Electrical and Computer Engineering, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University,
Georgia

Abstract

This paper investigates design methodologies for high-frequency, low-power integrated circuits tailored to Internet of Things (IoT) nodes and wearable devices operating under stringent energy and area constraints. The study addresses key building blocks, including ultra-low-power oscillators, frequency synthesizers, low-noise amplifiers, and power management units, optimized for sub-GHz and 2.4 GHz ISM bands commonly used in wireless sensor networks and short-range body-area communications. Emphasis is placed on techniques such as sub-threshold and near-threshold operation, duty-cycled biasing, and digitally assisted analog design, all aimed at minimizing power consumption without compromising communication range or robustness. The proposed architectures make extensive use of on-chip passive optimization and inductorless topologies to reduce die area and cost in advanced CMOS processes. Measurement results from prototype implementations show substantial reductions in current consumption compared to conventional designs, while maintaining adequate phase noise, gain, and linearity for low-data-rate protocols such as BLE and custom IoT standards. The paper also examines system-level co-design issues, including trade-offs between computation and communication energy, energy harvesting compatibility, and reliability under process, voltage, and temperature variations. The findings confirm that careful co-optimization of RF, analog, and power-management circuits is essential to extending battery life and enabling maintenance-free, always-connected wearable and IoT platforms.

Keywords: low-power circuits, IoT, wearable electronics, high-frequency design, CMOS

INNOVATIVE SEMICONDUCTOR MATERIALS FOR ENERGY-EFFICIENT AND HIGH-PERFORMANCE ELECTRONICS

Assoc. Prof. Dr. Nikola Jovanovic

Department of Microelectronics and Technical Physics, University of Belgrade, Serbia

Abstract

This work reviews and analyzes emerging semiconductor materials that promise significant gains in energy efficiency and performance for next-generation electronic systems. Beyond conventional silicon, the study focuses on wide-bandgap and ultra-wide-bandgap semiconductors such as GaN, SiC, and Ga₂O₃, as well as two-dimensional materials like graphene and transition-metal dichalcogenides. The paper evaluates their key physical properties—bandgap, carrier mobility, breakdown field, thermal conductivity, and interface behavior—and maps these characteristics to application domains ranging from power conversion and RF amplifiers to high-speed logic and sensing. Experimental and reported device results, including high electron mobility transistors, vertical power devices, and nanoscale FETs, are compared to identify realistic performance and efficiency improvements over state-of-the-art silicon technologies. Reliability considerations, such as defect states, trapping effects, and gate degradation, are discussed alongside challenges in wafer growth, substrate availability, and integration with existing CMOS manufacturing. The study highlights promising heterointegration approaches, including GaN-on-Si and 2D material stacking on silicon platforms, enabling hybrid systems that exploit the strengths of each material. Techno-economic analysis suggests that, while cost and process maturity remain obstacles, targeted adoption of innovative semiconductors in high-value applications—such as fast chargers, data-center power delivery, and 5G/6G front-ends—can deliver substantial system-level energy savings. The paper concludes by outlining research directions for scalable fabrication, packaging, and thermal management to fully unlock the potential of these materials.

Keywords: wide-bandgap semiconductors, GaN, SiC, energy-efficient electronics, advanced materials

OPTIMIZED MICROCONTROLLER-BASED EMBEDDED SYSTEMS FOR AUTOMATED INDUSTRIAL APPLICATIONS

Assis. Prof. Dr. Luka Dimitrov

Department of Computer Systems and Control, Technical University of Sofia, Bulgaria

Dr. Elena Stoyanova

Department of Computer Systems and Control, Technical University of Sofia, Bulgaria

Prof. Dr. Stefan Markovic

Department of Computer Systems and Control, Technical University of Sofia, Bulgaria

Abstract

This paper presents design and optimization techniques for microcontroller-based embedded systems deployed in automated industrial environments, such as process control, robotics, and smart manufacturing lines. The study addresses the growing demand for compact, reliable, and energy-efficient controllers capable of real-time decision-making, robust networking, and integration with higher-level supervisory systems. A modular architecture is proposed that combines 32-bit microcontrollers with integrated communication interfaces, deterministic real-time operating systems, and configurable I/O subsystems supporting a wide range of sensors and actuators. Optimization focuses on three dimensions: real-time performance, energy consumption, and fault tolerance. Techniques such as static and dynamic task scheduling, low-power operating modes, and hardware-assisted safety features are evaluated through representative use cases, including conveyor control, robotic arm coordination, and condition-based maintenance. Experimental results from laboratory testbeds and pilot industrial installations show reduced cycle times, improved energy utilization, and higher system availability compared with legacy PLC-based solutions. The paper also discusses cybersecurity and interoperability challenges associated with connecting embedded controllers to industrial Ethernet and IIoT platforms, proposing lightweight encryption and secure boot mechanisms suited to resource-constrained hardware. The overall findings demonstrate that carefully optimized microcontroller-based designs can provide a scalable and cost-effective backbone for Industry 4.0 automation, particularly in small and medium-sized enterprises transitioning from conventional control architectures.

Keywords: embedded systems, microcontrollers, industrial automation, real-time control, Industry 4.0

RECONFIGURABLE AND MULTI-BAND ANTENNA TECHNOLOGIES FOR 5G AND BEYOND

Dr. Aibek Tulegenov

Department of Radio Engineering, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Assoc. Prof. Dr. Marat Akhmetov

Department of Electrical and Electronics Engineering, Nazarbayev University, Kazakhstan

Abstract

This paper investigates reconfigurable and multi-band antenna technologies designed to meet the stringent performance requirements of 5G and beyond wireless networks. The study surveys state-of-the-art approaches, including electronically tunable antennas using PIN diodes, varactors, and RF-MEMS, as well as pattern- and polarization-reconfigurable structures suitable for massive MIMO, beamforming, and millimeter-wave communications. A series of compact antenna prototypes covering sub-6 GHz and mmWave bands are proposed and analyzed using full-wave electromagnetic simulations and experimental measurements. Key design goals include achieving wide tunability, high radiation efficiency, low profile, and compatibility with handset, base-station, and IoT form factors. The paper details techniques to control mutual coupling in dense antenna arrays, manage substrate and housing effects, and integrate reconfigurable elements without excessive losses. Measurement results demonstrate that the proposed designs can dynamically switch between multiple operating bands and beam states, enabling spectrum reuse and adaptive coverage in heterogeneous network scenarios. The study also discusses system-level implications for link reliability, spectral efficiency, and handover performance in dynamic propagation environments. Future research directions include the use of intelligent reflecting surfaces, AI-assisted antenna control, and additive manufacturing for low-cost, highly integrated reconfigurable solutions.

Keywords: reconfigurable antennas, multi-band, 5G, massive MIMO, beamforming

INTELLIGENT SENSOR NETWORKS AND DATA FUSION TECHNIQUES FOR INDUSTRIAL AUTOMATION

Prof. Dr. Bakhtiyar Yusupov

Department of Computer Engineering, Baku State University, Azerbaijan

Assis. Prof. Dr. Rustam Karimov

Department of Automation and Control, Azerbaijan State Oil and Industry University,
Azerbaijan

Abstract

This paper proposes architectures and data fusion strategies for intelligent sensor networks aimed at improving monitoring, control, and predictive maintenance in industrial automation. The work addresses multi-sensor nodes equipped with heterogeneous sensing modalities, local processing capabilities, and industrial communication interfaces, forming distributed networks across production lines and process plants. A hierarchical data fusion framework is introduced, combining low-level signal fusion, feature-level extraction, and high-level decision fusion using Bayesian inference, Dempster–Shafer theory, and machine-learning-based classifiers. Case studies in vibration-based fault detection for rotating machinery, environmental monitoring in chemical plants, and energy management in manufacturing facilities demonstrate the benefits of the proposed methods. Experimental results show reduced false-alarm rates, improved detection sensitivity, and more accurate remaining-useful-life estimation compared with single-sensor solutions. The paper also analyzes communication constraints, addressing bandwidth optimization, synchronization, and robustness to packet loss in wired and wireless industrial networks. Security and resilience considerations are integrated into the design through anomaly detection algorithms and redundant sensor placement. The findings indicate that intelligent sensor networks, when combined with effective data fusion, can significantly enhance situational awareness and decision-making, thereby increasing overall plant availability, safety, and energy efficiency.

Keywords: intelligent sensor networks, data fusion, industrial automation, predictive maintenance, condition monitoring

ADVANCEMENTS IN FLEXIBLE, WEARABLE, AND BIOCOMPATIBLE ELECTRONICS

Assoc. Prof. Dr. Kiril Nikolov

Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies, Ss. Cyril and Methodius
University in Skopje, North Macedonia

Dr. Petar Ivanovski

Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies, Ss. Cyril and Methodius
University in Skopje, North Macedonia

Prof. Dr. Stefan Boskovic

Faculty of Electrical Engineering and Information Technologies, Ss. Cyril and Methodius
University in Skopje, North Macedonia

Abstract

This paper reviews recent advances in flexible, wearable, and biocompatible electronics, focusing on materials, device architectures, and integration strategies that enable seamless interaction with the human body. The study surveys flexible substrates, including elastomers, textiles, and biodegradable polymers, as well as stretchable conductors based on metallic nanowires, conductive polymers, and liquid metals. It highlights progress in thin-film transistors, sensors, energy harvesters, and wireless communication modules that maintain stable electrical performance under bending, stretching, and repeated mechanical deformation. Particular emphasis is placed on skin-mounted and textile-integrated systems for physiological monitoring, motion tracking, and therapeutic stimulation. Biocompatibility and long-term wearability are analyzed through reported in vitro and in vivo evaluations, addressing issues such as skin irritation, moisture management, and mechanical fatigue. The paper also explores power-management challenges, including the integration of flexible batteries and energy-harvesting solutions such as triboelectric and thermoelectric generators. System-level examples, such as flexible ECG patches, smart bandages, and athletic performance garments, illustrate the potential of these technologies in healthcare, sports, and human-machine interaction. Remaining barriers—including large-scale manufacturing, packaging, and data security—are discussed, along with emerging directions such as fully biodegradable electronics and AI-enhanced on-device processing.

Keywords: flexible electronics, wearable devices, biocompatible materials, soft sensors, smart textiles

ADVANCES IN SURGICAL AND MINIMALLY INVASIVE TECHNIQUES FOR SMALL ANIMALS

Dr. Kaveh Shams, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Iran
Assoc. Prof. Dr. Marjan Nezami, Faculty of Veterinary Medicine, Shiraz University, Iran

Abstract

Recent advances in small animal surgery have transformed clinical practice by shifting from highly invasive, open procedures to refined surgical and minimally invasive techniques that reduce pain, shorten hospitalization time, and improve long-term outcomes. This abstract provides an overview of key developments in three major areas: soft tissue surgery, orthopedic interventions, and endoscopic or laparoscopic procedures. In soft tissue surgery, refined approaches to gastrointestinal, hepatobiliary, and urinary tract operations emphasize meticulous tissue handling, improved suture materials, and evidence-based perioperative care, resulting in fewer complications and better wound healing. Orthopedic surgery has benefited from advanced internal fixation systems, including locking plates, angle-stable screws, and customized implants designed through three-dimensional imaging. These innovations permit more accurate fracture reduction, earlier weight-bearing, and improved functional recovery. Minimally invasive techniques such as laparoscopy, thoracoscopy, arthroscopy, and interventional radiology have increasingly replaced traditional open procedures in selected cases, decreasing surgical trauma, infection risk, and postoperative pain. Nevertheless, these techniques require substantial investment in specialized equipment and intensive training to ensure consistent, high-quality outcomes. Anesthetic and analgesic protocols have also evolved, integrating multimodal pain management, regional blocks, and enhanced recovery concepts to support surgical innovation. The abstract further considers ethical and economic aspects, including client expectations, cost-benefit assessments, and the need for clinical outcome studies to guide decision-making. Collectively, these advances demonstrate that modern small animal surgery is moving toward precision, minimal invasiveness, and individualized patient care, while highlighting the necessity of structured training programs and practice guidelines to safely disseminate new techniques in routine veterinary practice.

Keywords: small animal surgery, minimally invasive techniques, laparoscopy, orthopedic surgery, perioperative care

EVALUATING THE IMPACT OF NUTRITIONAL SUPPLEMENTS AND DIETARY INTERVENTIONS ON LIVESTOCK HEALTH

Dr. Arman Daryaei, Department of Animal Science, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
Dr. Sahar Khosravi, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Iran

Abstract

The health and productivity of livestock are closely linked to nutritional status, and recent research has focused on the targeted use of supplements and dietary interventions to optimize performance while reducing reliance on chemotherapeutic agents. This abstract synthesizes current evidence on the effects of vitamins, trace minerals, probiotics, prebiotics, phytogetic additives, and functional fibers on immune function, metabolic health, and disease resistance in cattle, sheep, and goats. Studies indicate that balanced supplementation of micronutrients such as selenium, zinc, and vitamin E enhances antioxidant capacity, improves vaccine responses, and lowers the incidence of periparturient disorders. Probiotics and prebiotics modulate the gut microbiome, promote intestinal integrity, and reduce the prevalence of enteric infections and subclinical inflammation, ultimately supporting better weight gain and feed conversion efficiency. Phytogetic compounds, including essential oils and plant extracts, have shown promise as alternatives to antibiotic growth promoters by exerting antimicrobial, antioxidant, and anti-inflammatory effects, although responses are influenced by formulation, dosage, and diet composition. The abstract also addresses the importance of diet design during critical physiological stages such as transition, lactation, and finishing, where energy–protein balance and fiber quality profoundly affect liver health, rumen function, and reproductive performance. Economic analyses underscore that well-designed nutritional strategies can decrease veterinary costs and improve profitability, but inappropriate or excessive supplementation may lead to toxicity, antagonistic interactions, or environmental contamination through manure. The overall conclusion is that dietary interventions and supplements should be evidence-based, species-specific, and integrated into comprehensive herd health plans developed collaboratively by veterinarians, nutritionists, and producers.

Keywords: livestock nutrition, dietary supplements, gut health, immune function, productivity

GENETIC SELECTION AND BIOTECHNOLOGICAL APPROACHES TO IMPROVE DISEASE RESISTANCE IN POULTRY

Dr. Lorenzo Vitale, Department of Animal Science, University of Milan, Italy
Assis. Prof. Dr. Alessio Romano, Faculty of Veterinary Medicine, University of Turin, Italy

Abstract

Improving disease resistance in poultry is a central objective for sustainable production systems facing increasing pressure from infectious diseases, restrictions on antimicrobial use, and growing welfare and food-safety expectations. This abstract reviews genetic and biotechnological strategies designed to enhance resistance to key pathogens such as avian influenza virus, Newcastle disease virus, and *Salmonella* spp. It first summarizes traditional selection programs based on phenotypic performance and survival under field conditions, noting their limitations in disentangling resistance traits from production parameters. Advances in quantitative genetics and genomics have enabled the identification of heritable resistance indicators, including immune response profiles, pathogen load, and specific behavioral patterns related to robustness. Marker-assisted and genomic selection approaches now allow breeders to incorporate resistance-associated loci into breeding indices, accelerating genetic progress while monitoring potential trade-offs with growth, reproduction, and product quality. Parallel developments in biotechnology complement these efforts. High-throughput sequencing and transcriptomic analyses provide insights into host–pathogen interactions and reveal candidate genes and pathways linked to innate and adaptive immunity. Genome editing tools and transgenic techniques, although still subject to ethical and regulatory debate, offer experimental models for validating gene function and may eventually support the development of lines with targeted resistance. The abstract also discusses the integration of genetic strategies with vaccination, biosecurity, and management interventions, emphasizing that disease resistance is a multifactorial trait influenced by environment and microbiome as well as host genotype. Ultimately, a balanced approach that combines conventional breeding, modern genomic tools, and prudent biotechnology holds the greatest promise for producing poultry populations that are both productive and resilient, thereby reducing disease burden and antimicrobial dependence.

Keywords: poultry, disease resistance, genetic selection, genomics, biotechnology

EMERGING AND RE-EMERGING PARASITIC INFECTIONS AFFECTING DOMESTIC ANIMALS

Bianca Rinaldi , Dr. Matteo Lombardi,

Department of Veterinary Sciences, University of Padua, Italy

Abstract

Parasitic diseases of domestic animals are undergoing significant shifts in distribution, prevalence, and clinical importance under the combined influences of climate change, animal movement, changes in farming practices, and evolving drug resistance. This abstract examines key emerging and re-emerging parasitic infections affecting ruminants, horses, companion animals, and swine, with emphasis on epidemiological patterns, diagnostic challenges, and control strategies. Vector-borne parasites such as *Leishmania*, *Babesia*, and *Theileria* are expanding into previously non-endemic areas as competent vectors alter their geographic range and seasonal activity. Gastrointestinal nematodes and coccidia continue to cause considerable production losses, with resistance to common anthelmintics and anticoccidials limiting the effectiveness of traditional control programs. Companion animals increasingly present with imported or travel-associated parasitoses, complicating diagnosis and raising public-health concerns for zoonotic transmission. The abstract highlights advances in molecular diagnostics, including PCR and serological assays, which improve sensitivity and specificity but may be limited by cost and access in field settings. Integrated control strategies that combine targeted selective treatment, pasture management, vector control, and monitoring of drug efficacy are discussed as sustainable alternatives to blanket chemoprophylaxis. The importance of surveillance systems and international data sharing is underscored, as timely detection of changing parasitic patterns is crucial for effective response. Additionally, the role of client education and veterinary training is emphasized in ensuring appropriate use of antiparasitic drugs and preventing the spread of resistant strains. Overall, emerging and re-emerging parasitic infections require a One Health perspective that recognizes the interconnections among animal, human, and environmental health.

Keywords: parasitic infections, emerging diseases, anthelmintic resistance, vector-borne parasites, One Health

NOVEL VACCINATION STRATEGIES AND IMMUNIZATION PROGRAMS FOR RABIES CONTROL IN WILD ANIMALS

Dr. Nikolai Baranov

Department of Veterinary Medicine, Saint Petersburg State University, Russia

Assoc. Prof. Dr. Yelena Morozova,

Institute of Experimental Veterinary Science, Moscow, Russia

Prof. Dr. Anton Sidorov

Faculty of Veterinary Medicine, Kazan Federal University, Russia

Abstract

Rabies remains a nearly always fatal zoonotic disease, and control in wildlife reservoirs is essential for reducing transmission to domestic animals and humans. This abstract reviews current advances in vaccination strategies and immunization programs targeting wild carnivores such as foxes, raccoon dogs, and stray dogs in peri-urban environments. Oral rabies vaccination (ORV) campaigns using baited vaccine formulations have dramatically reduced rabies incidence in several regions; however, optimizing bait distribution, uptake, and immunogenicity remains a major research focus. Novel vaccine technologies—including recombinant vaccinia and adenovirus vectors, as well as stabilized oral formulations—aim to improve safety, thermostability, and immunologic memory in free-ranging populations. The abstract discusses modeling studies that integrate ecological data, population dynamics, and spatial movement patterns to design more efficient vaccination coverage scenarios and to predict thresholds needed for herd immunity. Monitoring strategies, including serological surveillance and molecular typing of field isolates, are essential for evaluating program success and identifying residual foci of infection. Socioeconomic and regulatory considerations are also examined, particularly regarding cross-border coordination, public communication, and the allocation of limited veterinary public-health resources. While vaccination of domestic dogs remains the cornerstone of global rabies elimination efforts, wildlife-oriented programs are critical to preventing re-introduction and maintaining long-term disease freedom. The evidence suggests that combining innovative vaccine platforms, data-driven deployment, and strong institutional collaboration can substantially accelerate progress toward regional and global rabies elimination goals.

Keywords: rabies, wildlife vaccination, oral vaccines, disease control, zoonosis

ANTIMICROBIAL RESISTANCE TRENDS AND MANAGEMENT STRATEGIES IN LIVESTOCK PATHOGENS

Assis. Prof. Dr. Irina Belova, Dr. Dmitry Frolov, Dr. Pavel Smirnov,

Faculty of Veterinary Medicine, Saint Petersburg State University, Russia
Department of Microbiology, Moscow State Academy of Veterinary Medicine, Russia
Institute of Veterinary Research, Novosibirsk, Russia

Abstract

Antimicrobial resistance (AMR) in livestock pathogens poses a major threat to animal health, farm productivity, and public health due to the potential transfer of resistant bacteria and resistance genes along the food chain and into the environment. This abstract synthesizes current knowledge on resistance trends in key bacterial species affecting cattle, pigs, and poultry, including *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, and *Pasteurella multocida*. Surveillance data from veterinary diagnostic laboratories and farm-level studies indicate rising resistance to commonly used antimicrobials such as tetracyclines, macrolides, and third-generation cephalosporins, with alarming reports of multidrug-resistant strains in intensive production systems. The underlying drivers include inappropriate metaphylactic and prophylactic use, subtherapeutic dosing, inadequate diagnostics, and insufficient biosecurity. In response, evidence-based management strategies are being implemented, encompassing antimicrobial stewardship programs, vaccination, improved hygiene and housing, optimized nutrition, and precision medicine approaches that rely on culture and susceptibility testing. The abstract emphasizes the importance of integrated One Health surveillance linking veterinary and human health data, as well as molecular tools that track resistance genes across ecosystems. Educational initiatives aimed at veterinarians and producers are crucial for changing prescribing behaviors and increasing acceptance of non-antibiotic interventions. The overall conclusion is that reducing AMR in livestock requires coordinated efforts across regulation, farm management, diagnostics, and research, recognizing that preserving antimicrobial efficacy is a shared responsibility and a prerequisite for sustainable animal production and food safety.

Keywords: antimicrobial resistance, livestock pathogens, stewardship, One Health, food safety

ADVANCED DIAGNOSTIC IMAGING TECHNIQUES FOR EARLY DETECTION OF ANIMAL DISEASES

Prof. Dr. Alina Kozlova , Dr. Mikhail Novikov, Assoc. Prof. Dr. Tatiana Vasilieva,

, Department of Veterinary Clinical Sciences, Moscow State Academy of Veterinary
Medicine, Russia

Faculty of Veterinary Medicine, Saint Petersburg State University, Russia

Institute of Veterinary Radiology, Kazan Federal University, Russia

Abstract

Diagnostic imaging has undergone rapid technological advancement in veterinary medicine, providing powerful tools for the early detection and monitoring of diseases in companion animals and livestock. This abstract reviews the clinical applications and comparative advantages of modalities such as ultrasonography, digital radiography, computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), and emerging techniques including positron emission tomography (PET) and contrast-enhanced imaging. Ultrasonography, widely available and non-invasive, enables real-time evaluation of soft tissues, cardiovascular structures, and abdominal organs, facilitating early recognition of inflammatory, neoplastic, and congenital conditions. Digital radiography remains indispensable for assessing skeletal disorders, thoracic pathology, and dental disease, with image processing algorithms enhancing diagnostic accuracy and workflow efficiency. CT and MRI have become increasingly accessible in referral centers, offering high-resolution cross-sectional and multiplanar views that support precise localization and characterization of lesions in the central nervous system, musculoskeletal system, and complex anatomical regions such as the skull and spine. Advanced imaging also plays a pivotal role in oncologic staging, treatment planning, and follow-up, enabling more personalized therapeutic decisions. The abstract highlights the integration of imaging with interventional procedures, including image-guided biopsies, drainage, and minimally invasive surgeries, which reduce patient morbidity and improve diagnostic yield. Limitations such as cost, equipment availability, and the need for specialized training are acknowledged, particularly in general practice and rural settings. Nevertheless, the overall trend points toward broader adoption of advanced imaging, supported by tele-consultation, teleradiology, and continuing education. Early and accurate diagnosis through modern imaging ultimately enhances animal welfare, optimizes treatment outcomes, and contributes to more efficient use of veterinary resources.

Keywords: diagnostic imaging, ultrasonography, CT, MRI, early disease detection

HEALTHCARE ACCESS AND QUALITY IN RURAL AREA IN RUSSIA

Dr. Alexei Smirnov

Department of Public Health, Lomonosov Moscow State University, Russia

Assoc. Prof. Dr. Olga Ivanova

School of Population Medicine, Sechenov University, Russia

Assis. Prof. Dr. Dmitry Volkov

Faculty of Social Sciences, Higher School of Economics, Russia

Abstract

This study examines disparities in healthcare access and quality between rural and urban populations in Russia, with a specific focus on structurally disadvantaged remote regions. The research aims to identify how geographic isolation, workforce shortages, and infrastructural limitations shape the availability, affordability, and effectiveness of core health services such as primary care, maternal and child health, and emergency treatment. Using a mixed-methods design, the study combines regional health statistics with semi-structured interviews conducted with physicians, nurses, local administrators, and patients in selected rural districts. Quantitative indicators show persistent gaps in physician density, diagnostic capacity, and preventive service coverage when compared with major urban centers, despite ongoing federal programs intended to equalize access. Qualitative findings illuminate how transport barriers, informal payment practices, and limited health literacy further reduce the ability of rural residents to obtain timely and appropriate care. Respondents report that telemedicine initiatives and mobile clinics have begun to mitigate some access problems, yet these interventions remain unevenly implemented and constrained by digital infrastructure and staffing limitations. The analysis argues that policy measures focusing only on physical infrastructure, without parallel investment in human resources, community engagement, and health-system governance, will have limited impact on long-term rural health outcomes. The study concludes by proposing an integrated strategy that links financial incentives for rural practitioners, expansion of digital health tools, and participatory planning with local communities to improve both the perceived and actual quality of care. These results contribute to broader debates on regional health equity in large, geographically diverse countries.

Keywords: rural health, healthcare access, health equity, Russia, primary care

EVALUATION OF THE INFLUENCE OF AIR POLLUTION ON CHILDREN'S RESPIRATORY HEALTH IN MOSCOW

Dr. Elena Kuznetsova

Department of Environmental Medicine, Pirogov Russian National Research Medical
University, Russia

Prof. Dr. Sergei Mikhailov –

Faculty of Medicine, Lomonosov Moscow State University, Russia

Assoc. Prof. Dr. Natalia Vasilyeva

Institute of Public Health, Sechenov University, Russia

Assis. Prof. Dr. Vasily Orlov

Department of Epidemiology, Higher School of Economics, Russia

Abstract

This paper evaluates the impact of ambient air pollution on respiratory health outcomes among school-aged children living in Moscow, a megacity with substantial traffic-related and industrial emissions. The study aims to quantify associations between key pollutants—particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), nitrogen dioxide, and ozone—and the prevalence of asthma, bronchitis, and recurrent respiratory infections. A cohort of primary and lower-secondary school children was followed over two heating and non-heating seasons, combining spirometry testing, standardized respiratory symptom questionnaires, and geo-referenced air-quality monitoring data. Statistical models controlled for confounders such as second-hand smoke exposure, socio-economic status, and housing characteristics. The findings reveal that higher short- and medium-term exposure to fine particulate matter and nitrogen dioxide is significantly associated with reduced lung function parameters and increased risk of wheeze and chronic cough. Children attending schools near major transport corridors showed the highest burden of symptoms and more frequent use of inhaled medications. The study also documents parents' and teachers' limited awareness of pollution-related risks, as well as gaps in school-level mitigation measures such as ventilation management and activity scheduling on high-pollution days. The analysis suggests that existing regulatory standards, while broadly aligned with national norms, remain less stringent than current international health-based guidelines, and enforcement is uneven across districts. The paper concludes that coordinated interventions—tightening air-quality standards, reducing traffic emissions near schools, and integrating environmental health education into school curricula—are necessary to protect children's respiratory health in Moscow and similar urban environments.

Keywords: air pollution, children's health, respiratory disease, Moscow, environmental epidemiology

THE IMPACT OF NUTRITIONAL EDUCATION ON ADOLESCENT EATING HABITS IN MILAN

Dr. Marco Bianchi

Department of Public Health, University of Milan, Italy

Ass. Prof. Dr. Lucia Ricci

Faculty of Education, University of Milan-Bicocca, Italy

Prof. Dr. Giovanni Russo

School of Medicine, University of Pavia, Italy

Assoc. Prof. Dr. Stefano Martini

Department of Psychology, University of Milan-Bicocca, Italy

Abstract

This study investigates the effectiveness of school-based nutritional education programs in improving eating habits and nutrition-related knowledge among adolescents in Milan. Recognizing rising rates of overweight, obesity, and unhealthy dietary patterns in Italian youth, the project assesses whether structured interventions embedded in the school curriculum can promote more balanced food choices and long-term behavior change. A quasi-experimental design was implemented in lower- and upper-secondary schools, with intervention classes receiving a multi-component program that combined interactive lessons, peer-led activities, cafeteria menu adaptations, and parental information sessions. Control schools continued with standard curricula. Baseline and follow-up data were collected using validated dietary frequency questionnaires, knowledge tests, and self-efficacy scales over one academic year. Results indicate significant improvements in daily fruit and vegetable consumption, reduced intake of sugar-sweetened beverages and ultra-processed snacks, and higher scores on nutrition knowledge and label-reading skills in the intervention group compared with controls. Qualitative feedback from students and teachers highlighted the value of experiential activities—such as cooking workshops and supermarket visits—in translating abstract guidelines into practical skills. However, the study also identifies barriers to sustaining changes, including strong marketing of unhealthy products, social norms around snacking, and limited time allocated to health education in an already crowded curriculum. The findings suggest that nutritional education is most effective when reinforced by supportive food environments in schools and communities, and when parents are actively engaged. The paper recommends scaling up integrated, evidence-based programs across the Milan metropolitan area and monitoring medium-term outcomes to consolidate gains in adolescent dietary behavior and health.

Keywords: nutritional education, adolescents, eating habits, Milan, school-based intervention

EFFECTIVENESS OF REHABILITATION PROGRAMS FOR PTSD PATIENTS IN ALGERIA

Dr. Amir Boulahrouz – Department of Psychiatry, University of Algiers 1, Algeria

Dr. Nadia Ait Elhaj – Faculty of Psychology, University of Oran 2, Algeria

Assis. Prof. Dr. Rachid Benmoussa – Department of Clinical Psychology, University of Constantine 2, Algeria

Abstract

This article evaluates the effectiveness of multidisciplinary rehabilitation programs for patients diagnosed with post-traumatic stress disorder (PTSD) in Algeria, a country where populations have been exposed to political violence, accidents, and occupational trauma. The study focuses on outpatient and day-hospital programs offered in public university-affiliated clinics, which integrate pharmacotherapy, cognitive-behavioral therapy (CBT), group sessions, and family counseling. A cohort of adult patients meeting standardized diagnostic criteria for PTSD was followed over twelve months, with assessments at intake, six months, and program completion. Outcome measures included symptom severity scales, functional status indices, and quality-of-life questionnaires. The results show statistically significant reductions in re-experiencing, avoidance, and hyperarousal symptoms for the majority of participants, alongside improvements in social functioning and work reintegration. Subgroup analyses suggest that patients receiving combined trauma-focused CBT and family-inclusive interventions exhibit better and more sustained outcomes than those in pharmacotherapy-only pathways. Interviews with clinicians and patients highlight cultural factors—such as stigma, family roles, and religious coping—that influence help-seeking, treatment adherence, and perceptions of recovery. Structural challenges include limited availability of specialized therapists outside major cities, long waiting lists, and inconsistent follow-up after program completion. The study concludes that rehabilitation programs in Algeria can be effective when they are comprehensive, culturally sensitive, and longitudinal in design. It recommends strengthening community-based mental-health networks, training more professionals in evidence-based trauma therapies, and integrating peer-support components to enhance resilience and reduce relapse. These findings contribute to the sparse empirical literature on PTSD rehabilitation in North African contexts.

Keywords: PTSD, rehabilitation, mental health services, Algeria, trauma-focused therapy

DEVELOPMENT OF PLANT-BASED PROTEINS AND THEIR INDUSTRIAL APPLICATIONS IN FOOD ENGINEERING

Sana Riaz

Department of Food Science and Technology, University of Lahore, Pakistan

Assoc. Prof. Dr. Muhammad Ahsan

Faculty of Agricultural Engineering, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

Abstract

This paper reviews recent advances in the development of plant-based proteins and analyzes their industrial applications within the field of food engineering. In response to growing consumer interest in sustainable, health-oriented diets and concerns about the environmental impact of animal agriculture, plant proteins derived from pulses, oilseeds, and cereals have gained prominence as functional ingredients. The study synthesizes findings from experimental and industrial research on extraction, isolation, and modification techniques, including wet fractionation, dry milling, enzymatic hydrolysis, and texturization. Particular emphasis is placed on how processing conditions influence techno-functional properties such as solubility, emulsification, gelation, and water-holding capacity, which are critical for developing meat analogues, dairy alternatives, and high-protein bakery products. Case examples illustrate successful formulation strategies for plant-based burgers, yogurts, and beverages, highlighting sensory optimization and nutritional fortification. The review also addresses challenges such as off-flavors, allergenicity, and variability in raw-material quality, discussing emerging solutions like fermentation, flavor-masking systems, and protein blending. From an engineering perspective, scaling up plant-protein processing requires energy-efficient unit operations, integrated process design, and life-cycle assessment to minimize environmental footprints. The paper concludes that plant-based proteins represent a key pillar in future food systems, provided that research continues to refine their functional performance and that industry-academia partnerships support innovation and technology transfer in regions with high agricultural potential.

Keywords: plant-based proteins, food engineering, meat analogues, functional properties, sustainable foods

APPLICATION OF MICROENCAPSULATION TECHNOLOGY TO ENHANCE FLAVOR AND NUTRITIONAL VALUE

Bilal Khan

Department of Food Technology, University of Lahore, Pakistan

Assis. Prof. Dr. Hira Javed

Institute of Food and Nutritional Sciences, University of Sargodha, Pakistan

Assoc. Prof. Dr. Fatima Zahra

Department of Food Engineering, University of Agriculture Faisalabad,

AbstractPakistan

This study explores the application of microencapsulation technology as a strategy to improve both flavor stability and nutritional value in processed foods. Microencapsulation involves entrapping sensitive compounds—such as volatile flavorings, essential oils, vitamins, and polyunsaturated fatty acids—within protective matrices, thereby shielding them from oxidation, heat, moisture, and interactions with other ingredients. The paper reviews common encapsulation techniques employed in the food industry, including spray drying, coacervation, fluidized-bed coating, and extrusion, and compares their efficiency, cost, and suitability for different core and wall materials. Experimental data from pilot-scale trials with encapsulated citrus aromas and omega-3 oils are presented to illustrate gains in shelf-life, sensory quality, and controlled release behavior during processing and storage. The study further investigates how particle size, encapsulation efficiency, and wall composition influence flavor perception and bioavailability of nutrients in finished products such as beverages, bakery items, and instant soups. Findings indicate that optimized microcapsules can significantly reduce flavor loss during thermal treatments and enhance retention of labile nutrients over extended storage periods. However, challenges remain related to process scaling, consumer acceptance of modified textures, and regulatory constraints on novel encapsulating agents. The paper concludes that microencapsulation provides a versatile toolbox for food engineers seeking to design high-value, health-promoting products, and calls for continued research on natural wall materials, clean-label solutions, and in-vivo validation of nutritional benefits.

Keywords: microencapsulation, flavor stability, nutrient protection, food processing, spray drying

ADVANCES IN SMART KITCHEN TECHNOLOGIES FOR GASTRONOMIC INNOVATION AND FOOD SAFETY

Assis. Prof. Dr. Usman Ali

Department of Food Science and Technology, University of Lahore, Pakistan

Abstract

This article examines recent advances in smart kitchen technologies and assesses their potential to drive gastronomic innovation while enhancing food safety in domestic and professional settings. Smart kitchens integrate interconnected appliances, sensors, and data-driven control systems based on the Internet of Things (IoT), enabling real-time monitoring and automated adjustments during food preparation and storage. The study reviews state-of-the-art devices such as intelligent ovens with temperature and humidity profiling, sensor-equipped refrigerators that track expiry dates and storage conditions, and digital thermometers and surface sensors designed to prevent undercooking and cross-contamination. Through case studies from restaurant test kitchens and early-adopter households, the paper explores how these technologies support precision cooking, reduce food waste, and facilitate compliance with safety guidelines. Survey results suggest that users value convenience and consistency but often underutilize advanced features due to interface complexity and limited digital literacy. The analysis also highlights cybersecurity and data-privacy concerns, given that consumption patterns and household routines can be inferred from device logs. The article argues that for smart kitchen technologies to achieve broad public-health benefits, design must prioritize usability, transparent data practices, and interoperability across brands. Partnerships between technologists, chefs, food-safety experts, and behavioral scientists are essential to align system capabilities with real-world cooking practices. The paper concludes that, if thoughtfully implemented, smart kitchens can become important tools for reducing foodborne illness, supporting personalized nutrition, and fostering creativity in everyday cooking.

Keywords: smart kitchen, IoT, food safety, precision cooking, gastronomic innovation

EVALUATION OF TRADITIONAL AND MODERN FOOD PRESERVATION METHODS IN EXTREME CLIMATES

Dr. Rahimullah Wardak

Department of Food Science, Kabul University, Afghanistan

Fariba Nazari

Faculty of Agriculture, Kabul University, Afghanistan

Ahmad Shah

Department of Nutrition and Food Technology, Kabul University, Afghanistan

Abstract

This study compares traditional and modern food preservation methods used in regions with extreme climatic conditions, focusing on arid and high-altitude areas where temperature fluctuations and limited infrastructure pose major challenges to food security. Traditional practices such as sun-drying, smoking, salting, and fermentation have long enabled communities to store grains, dairy, and meat products with minimal technological input. In contrast, modern methods—including refrigeration, freezing, pasteurization, and modified-atmosphere packaging—offer higher and more predictable levels of microbial control but require stable energy supplies and capital investment. The research combines laboratory analyses of microbial load, moisture content, and nutrient retention with field surveys of households and small-scale producers in selected Afghan provinces. Results indicate that, when correctly practiced, traditional methods can achieve acceptable safety levels and retain cultural food qualities, but are vulnerable to contamination from dust, insects, and inconsistent environmental conditions. Modern methods demonstrate superior control of spoilage organisms and extended shelf-life, yet their adoption is hindered by cost, unreliable electricity, and limited technical expertise. The study emphasizes the potential of hybrid strategies, such as solar dryers, small-scale fermentation with standardized starters, and community cold-storage facilities powered by renewable energy. These approaches build on local knowledge while incorporating scientific principles of preservation. The article concludes that policy support, training programs, and micro-financing mechanisms are essential to scale up context-appropriate preservation technologies, thereby reducing post-harvest losses and improving dietary diversity in climate-stressed regions.

Keywords: food preservation, traditional methods, extreme climates, food security, Afghanistan

ADVANCED NANOTECHNOLOGY APPLICATIONS IN FOOD PRESERVATION AND SAFETY

Dr. Zhandos Akhmetov

Department of Food Science and Technology, Al-Farabi Kazakh National University,
Kazakhstan

Prof. Dr. Leyla Mammadova

Department of Food Engineering, Baku State University, Azerbaijan

Abstract

This study examines advanced nanotechnology-based strategies designed to improve food preservation and ensure safety across the supply chain. The work focuses on three main application domains: intelligent and active packaging, nano-enabled antimicrobial systems, and nanosensors for real-time contamination monitoring. In packaging, nanocomposite films incorporating clay, silver, or zinc oxide nanoparticles are evaluated for their barrier properties against oxygen, moisture, and light, as well as for their mechanical stability during storage and transport. The research further analyzes how the controlled release of natural antioxidants and antimicrobials from nano-carriers can extend shelf life while reducing reliance on synthetic additives. In the area of food safety, the study reviews the development of colorimetric and electrochemical nanosensors capable of detecting pathogens, toxins, and spoilage markers at very low concentrations, significantly improving early warning capabilities compared to conventional methods. Special attention is given to regulatory and toxicological concerns, including nanoparticle migration from packaging into food matrices, bioaccumulation risks, and the need for standardized safety assessment protocols. Through a critical synthesis of experimental data and recent case studies, the article concludes that nanotechnology offers substantial potential to reduce food waste, enhance product quality, and strengthen consumer protection, provided that transparent risk communication, robust regulations, and interdisciplinary collaboration are maintained.

Keywords: nanotechnology, food preservation, active packaging, nanosensors, food safety

SUSTAINABLE FOOD PROCESSING METHODS FOR REDUCING ENVIRONMENTAL IMPACT IN GASTRONOMY

Assoc. Prof. Dr. Rakhim Zhumabayev

Department of Food Engineering, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Dinara Kassenova

Institute of Environmental Sciences, Nazarbayev University, Kazakhstan

Prof. Dr. Yerlan Abilkhan

School of Hospitality and Gastronomy, Kazakh National University of Arts, Kazakhstan

Abstract

This paper investigates sustainable food processing methods aimed at minimizing the environmental footprint of gastronomy while maintaining high culinary quality. The study begins by outlining the main environmental pressures associated with conventional processing, including high energy consumption, intensive water use, and substantial food and packaging waste. It then evaluates a range of emerging technologies such as high-pressure processing, pulsed electric fields, ohmic heating, and ultrasound-assisted extraction, emphasizing their potential to reduce resource use and preserve nutritional and sensory attributes. Life-cycle assessment data are used to compare the energy and carbon profiles of these technologies against traditional thermal treatments in selected product categories, such as ready-to-eat meals and minimally processed vegetables. The research also considers organizational and behavioral dimensions, examining how kitchen workflow design, menu planning, and staff training influence the adoption of sustainable practices in restaurants and catering operations. Case examples from pilot projects demonstrate that combining efficient technologies with circular strategies—such as upcycling by-products, optimizing portion sizes, and integrating renewable energy—can significantly lower environmental impact without compromising gastronomic creativity. The article concludes by proposing a framework that links technological choices, operational practices, and sustainability metrics, offering a practical roadmap for chefs, food technologists, and policymakers seeking to align gastronomy with climate and resource goals.

Keywords: sustainable food processing, gastronomy, energy efficiency, life-cycle assessment, resource conservation

INNOVATIVE FERMENTATION TECHNIQUES FOR DEVELOPING FUNCTIONAL FOODS AND BEVERAGES

Assoc. Prof. Dr. Getachew Yilma

Department of Food Science and Postharvest Technology, Addis Ababa University, Ethiopia

Dr. Muluaem Desta

Center for Biotechnology, Addis Ababa University, Ethiopia

Abstract

This article explores innovative fermentation techniques used to develop functional foods and beverages with enhanced health benefits and tailored sensory profiles. The study synthesizes recent advances in controlled mixed-culture fermentations, probiotic and synbiotic product development, and the application of omics technologies to monitor microbial dynamics. Special emphasis is placed on the selection and optimization of lactic acid bacteria, yeasts, and non-traditional microbial strains capable of producing bioactive compounds such as vitamins, biopeptides, exopolysaccharides, and antioxidant metabolites. Examples include fortified cereal-based beverages, non-dairy probiotic alternatives, and fermented fruit products targeting gut health and immune support. Methodologically, the paper examines how precise control of temperature, pH, oxygen levels, and fermentation time, combined with starter culture encapsulation or immobilization, can deliver consistent product quality at industrial scale. Safety aspects, including the characterization of microbial strains and monitoring of biogenic amines and pathogenic contaminants, are also reviewed. The article discusses consumer acceptance and market trends, noting increasing demand for plant-based and culturally inspired fermented foods. It concludes that integrating traditional fermentation knowledge with modern bioprocessing and systems biology enables the rational design of functional products that address nutritional deficiencies and lifestyle-related health issues, particularly in low- and middle-income contexts.

Keywords: fermentation, functional foods, probiotics, bioactive compounds, bioprocess optimization

DEVELOPMENT OF PLANT-BASED PROTEINS AND THEIR INDUSTRIAL APPLICATIONS IN FOOD ENGINEERING

Sana Riaz

Department of Food Science and Human Nutrition, University of Agriculture Faisalabad,
Pakistan

Dr. Muhammad Ahsan

Department of Food Engineering, University of Agriculture Faisalabad, Pakistan

Abstract

This paper reviews current advances in the development and industrial application of plant-based proteins as alternatives to animal-derived ingredients in food engineering. The discussion begins with an overview of major botanical sources—including legumes, cereals, oilseeds, and emerging crops such as quinoa and peas—highlighting their amino acid profiles, functional properties, and sustainability advantages. Various extraction and fractionation techniques, such as alkaline extraction, isoelectric precipitation, membrane filtration, and dry fractionation, are compared in terms of yield, functionality, and environmental impact. Subsequently, the paper examines texturization methods, including high-moisture extrusion and shear-cell technology, used to create fibrous, meat-like structures for plant-based burgers, sausages, and shredded products. Special attention is paid to challenges related to flavor off-notes, allergenicity, color, and mouthfeel, and to strategies such as fermentation, enzymatic modification, and flavor masking to improve sensory acceptance. Case studies from industrial-scale applications demonstrate successful incorporation of plant proteins into dairy analogues, bakery items, and high-protein snacks. The article also considers nutritional and labeling aspects, including protein quality evaluation, fortification with vitamins and minerals, and regulatory frameworks governing claims such as “high protein” or “plant-based.” It concludes that plant proteins offer a promising route toward more sustainable and ethical food systems, provided that research continues to refine processing technologies and address consumer expectations for taste, texture, and clean labels.

Keywords: plant-based protein, food engineering, meat analogues, extrusion, sustainability

APPLICATION OF MICROENCAPSULATION TECHNOLOGY TO ENHANCE FLAVOR AND NUTRITIONAL VALUE

Dr. Niko Gvinepadze

Department of Food Technology, Tbilisi State University, Georgia

Prof. Dr. Mariam Kalandia

Department of Food Science, Agricultural University of Georgia, Georgia

Assis. Prof. Dr. Lasha Giorgadze

Institute of Food Processing and Preservation, Tbilisi State University, Georgia

Abstract

This study investigates the use of microencapsulation technologies to protect and deliver sensitive flavor compounds and nutrients in complex food matrices. It begins by outlining the key principles of microencapsulation, including core-shell structures, wall materials, and release mechanisms. Various techniques—such as spray drying, coacervation, fluidized-bed coating, and liposomal entrapment—are compared with respect to encapsulation efficiency, particle size distribution, process cost, and suitability for heat-processed foods. The research focuses on encapsulation of volatile flavor oils, polyunsaturated fatty acids, vitamins, and probiotic bacteria, all of which are prone to degradation during processing and storage. Experimental results and literature data show that appropriate selection of biopolymer carriers, such as maltodextrin, gum arabic, proteins, and modified starches, can significantly improve oxidative stability, control flavor release, and enhance bioavailability. The study further explores how microcapsules can be tailored to respond to specific triggers, including pH, temperature, and enzymatic activity, enabling targeted delivery in the mouth or gastrointestinal tract. Sensory evaluation results from prototype products, such as flavored beverages and fortified bakery goods, indicate improved flavor retention and consumer acceptance. The article concludes that microencapsulation represents a versatile tool for the design of next-generation value-added foods, but stresses the importance of scaling considerations, regulatory compliance, and transparent communication with consumers about the use of encapsulated ingredients.

Keywords: microencapsulation, flavor retention, nutrient delivery, spray drying, functional foods

ADVANCES IN SMART KITCHEN TECHNOLOGIES FOR GASTRONOMIC INNOVATION AND FOOD SAFETY

Assis. Prof. Dr. Nino Bakradze

School of Hospitality and Culinary Arts, Ilia State University, Georgia

Abstract

This paper analyzes recent advances in smart kitchen technologies and their implications for gastronomic innovation and food safety management. Smart kitchens integrate networked appliances, sensor systems, and data-driven software to optimize cooking processes, reduce waste, and improve hygiene control. The article reviews key technological components, including IoT-enabled ovens and hobs, connected refrigeration units, automated temperature logging devices, and AI-based menu planning tools. Through illustrative scenarios in both domestic and professional settings, the study shows how real-time data on ingredient quality, storage conditions, and cooking parameters can guide chefs and home users toward precise, repeatable results while maintaining strict safety standards, such as time-temperature control for pathogen reduction. The research further explores user-interface design and human factors, emphasizing the need for intuitive systems that support, rather than replace, culinary creativity. Potential barriers to adoption—such as data privacy concerns, upfront investment costs, and technological literacy—are also discussed. Drawing on pilot implementations in teaching kitchens and restaurants, the paper demonstrates measurable gains in energy efficiency, inventory management, and compliance with hazard analysis and critical control point (HACCP) protocols. It concludes that smart kitchen ecosystems, if designed with interoperability and inclusivity in mind, can become powerful enablers of innovative, sustainable, and safe gastronomy, while opening new avenues for culinary education and research.

Keywords: smart kitchen, gastronomy, food safety, IoT, culinary innovation

EVALUATION OF TRADITIONAL AND MODERN FOOD PRESERVATION METHODS IN EXTREME CLIMATES

Dr. Abdoulaye Diallo

Department of Food Science, Cheikh Anta Diop University, Senegal

Assis. Prof. Dr. Awa Ndiaye

Institute of Agricultural Research, Cheikh Anta Diop University, Senegal

Assoc. Prof. Dr. Fatou Bâ

Center for Nutrition and Food Technology, Cheikh Anta Diop University, Senegal

Abstract

This study evaluates the performance of traditional and modern food preservation methods in regions characterized by extreme climatic conditions, such as high temperatures, low humidity, or large diurnal variations. Case studies from Sahelian and semi-arid environments are used to compare sun-drying, smoking, fermentation, and salting with refrigeration, freezing, canning, and advanced packaging technologies. The analysis considers microbiological stability, nutrient retention, sensory quality, energy requirements, and economic feasibility. Field surveys reveal that traditional methods remain prevalent due to low cost and cultural familiarity but often suffer from inconsistent process control and vulnerability to contamination. Modern methods offer superior and more predictable shelf life but can be constrained by unreliable electricity supply, high capital costs, and limited technical expertise. The research employs shelf-life testing and hazard analyses for representative products such as dried fish, smoked meat, fermented cereals, and canned vegetables. Results indicate that hybrid approaches—for example, combining solar drying with hermetic storage or integrating fermentation with improved packaging—can achieve substantial improvements in safety and quality while remaining affordable. The article argues that technology transfer must respect local knowledge and resource constraints, advocating participatory development of preservation strategies that align with climate resilience agendas and food-security policies.

Keywords: food preservation, extreme climates, traditional methods, shelf life, food security

APPLICATION OF NATURAL FOOD COLORANTS AND FLAVOR ENHANCERS IN MODERN CUISINE

Layla Karam

Department of Culinary Arts, Lebanese University, Lebanon

Prof. Dr. Omar Benyamina

Department of Food Science, University of Algiers 1, Algeria

Assoc. Prof. Dr. Nabil Salim

Department of Food Technology, University of Algiers 1, Algeria

Youssef Bensalem

Research Center for Mediterranean Gastronomy, University of Algiers 1, Algeria

Abstract

This article examines the use of natural food colorants and flavor enhancers in modern cuisine, focusing on their technological functionality, health implications, and culinary potential. It surveys a diverse range of natural pigments—including carotenoids, anthocyanins, betalains, and chlorophyll derivatives—derived from fruits, vegetables, herbs, and edible flowers, detailing their stability in relation to pH, temperature, light, and oxygen exposure. Similarly, naturally derived flavor enhancers, such as yeast extracts, mushroom concentrates, seaweed-based umami boosters, and fermented seasonings, are evaluated for their ability to reduce sodium and synthetic additive use while maintaining or elevating palatability. Experimental trials in restaurant and pilot-scale kitchen environments demonstrate how formulation adjustments, carrier systems, and processing conditions affect color intensity and flavor release in sauces, desserts, beverages, and plant-based dishes. The article addresses regulatory and labeling aspects, noting growing consumer demand for “clean label” products and the need for transparent sourcing and allergen management. It also highlights challenges, including variability in raw material quality, higher procurement costs, and potential instability leading to color fading or off-flavors. Through collaboration between chefs, food technologists, and nutrition experts, the study proposes design principles for menus and product development that capitalize on the aesthetic and nutritional benefits of natural ingredients. It concludes that natural colorants and flavor enhancers can serve as key drivers of innovation in contemporary gastronomy, supporting both health-oriented and experiential dining trends.

Keywords: natural colorants, flavor enhancers, clean label, gastronomy, sensory quality

NANOSTRUCTURED COATINGS FOR ENHANCED CORROSION RESISTANCE IN METALLIC ALLOYS

Zhandos Akhmetov

Department of Materials Science, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Dr. Aisuluu Bekbolotov

Department of Mechanical Engineering, Kyrgyz State Technical University, Kyrgyzstan

Prof. Dr. Aijan Sulaimanova

School of Engineering, Nazarbayev University, Kazakhstan

Abstract

This study investigates the design, deposition, and performance of nanostructured coatings aimed at enhancing corrosion resistance in metallic alloys used in aggressive service environments. The work focuses on steels and light alloys commonly employed in energy, transportation, and marine applications, where conventional coatings often fail due to localized corrosion, mechanical damage, or thermal cycling. A combination of physical vapor deposition, sol-gel processing, and electrodeposition techniques is used to fabricate multilayer and nanocomposite coatings with controlled grain size, porosity, and phase composition. Surface and cross-sectional morphology are characterized using scanning electron microscopy and atomic force microscopy, while crystallographic features are analyzed by X-ray diffraction to correlate nanostructure with protective performance. Electrochemical impedance spectroscopy and potentiodynamic polarization tests in chloride-containing media are employed to quantify corrosion rates and barrier properties. The results demonstrate that coatings with refined nanocrystalline grains and dense interfaces significantly reduce corrosion current density and delay pitting initiation compared to conventional micro-scale coatings. In addition, the incorporation of ceramic nanoparticles and solid lubricants improves wear resistance and maintains protection under simultaneous mechanical and chemical loading. The study discusses the influence of process parameters on coating adhesion and residual stress, addressing scalability for industrial implementation. Overall, the research highlights nanostructured coatings as a promising, tunable solution for extending component lifetime, reducing maintenance costs, and supporting sustainable operation in demanding metallic infrastructure.

Keywords: nanostructured coatings, corrosion resistance, metallic alloys, electrochemical testing

OPTIMIZATION OF HEAT TREATMENT PROCESSES FOR HIGH-STRENGTH STEEL COMPONENTS

Assoc. Prof. Dr. Nurzat Toktogulov

Department of Metallurgical Engineering, Kyrgyz State Technical University, Kyrgyzstan

Abstract

This work presents a systematic optimization of heat treatment parameters for high-strength steel components intended for structural and automotive applications. The study addresses the challenge of achieving a favorable balance between strength, toughness, and dimensional stability, while minimizing energy consumption and processing time. A series of experimental heat treatments is designed, varying austenitizing temperature, soaking time, quench media, and tempering regimes for medium-carbon alloyed steels. Microstructural evolution is assessed using optical and scanning electron microscopy, focusing on prior austenite grain size, martensite morphology, and the presence of bainitic or retained austenite constituents. Hardness measurements, tensile tests, and Charpy impact tests are used to evaluate mechanical performance, while residual stresses and distortion are monitored on machined components to ensure dimensional accuracy. Statistical design of experiments and response surface methodology are applied to identify optimal process windows that satisfy multiple property targets simultaneously. The results show that moderate austenitizing temperatures combined with controlled quenching and multi-step tempering can significantly improve toughness without sacrificing yield strength. Furthermore, the optimization approach leads to a measurable reduction in cycle time and furnace energy usage, supporting more sustainable production. The paper concludes that integrating microstructural analysis with data-driven optimization provides an effective route to tailoring heat treatment for high-strength steels, and outlines guidelines that can be adapted by industry for various component geometries and alloy chemistries.

Keywords: heat treatment, high-strength steel, microstructure, process optimization

INVESTIGATION OF MICROSTRUCTURAL EVOLUTION IN ALUMINUM ALLOYS DURING DEFORMATION

Samir Bensalem

Department of Materials Engineering, University of Algiers, Algeria
Assoc. Prof. Dr. Ali Mahfoudh

Department of Mechanical Engineering, University of Oran, Algeria

Abstract

This study examines the microstructural evolution of wrought aluminum alloys subjected to controlled deformation, with the aim of understanding how strain path and deformation temperature influence mechanical behavior and formability. Commercial 5xxx and 6xxx series alloys are processed using uniaxial tension, plane-strain compression, and cyclic loading at room and elevated temperatures. The research combines electron backscatter diffraction, transmission electron microscopy, and hardness mapping to track changes in grain size, subgrain structure, dislocation density, and texture. Special attention is given to the onset and development of dynamic recovery and dynamic recrystallization mechanisms under different strain rates. Mechanical testing reveals the relationship between work-hardening behavior, anisotropy, and evolving crystallographic texture, which are critical for predicting springback and failure during forming operations. The results show that tailoring deformation schedules and temperatures can refine grain structure and produce beneficial textures that enhance both strength and ductility. The study also evaluates simple constitutive models against experimental data to assess their ability to capture microstructure-sensitive hardening. Overall, the findings provide practical guidance for optimizing forming processes for aluminum sheet and extrusions, supporting the wider use of lightweight alloys in transport and structural applications.

Keywords: aluminum alloys, microstructural evolution, deformation, texture

ADVANCED WELDING TECHNIQUES FOR LIGHTWEIGHT COMPOSITE METAL STRUCTURES

Prof. Dr. Khaled Mansouri

Department of Welding and Joining Technology, University of Blida, Algeria

Abstract

This paper investigates advanced welding techniques for joining lightweight composite metal structures, focusing on aluminum and magnesium alloys combined with high-strength steels. The motivation stems from the need to reduce vehicle and aircraft weight while maintaining structural integrity under complex loading conditions. The study compares friction stir welding, laser beam welding, and hybrid laser–arc welding with conventional gas metal arc welding in terms of joint quality, mechanical properties, and process efficiency. Weld regions are characterized using optical and electron microscopy to analyze grain refinement, intermetallic compound formation, and defect distribution, including porosity and lack of fusion. Microhardness profiles and tensile and fatigue tests are used to quantify performance, while finite element modeling evaluates residual stress distributions and distortion for representative structural joints. Results indicate that solid-state processes such as friction stir welding produce fine-grained weld zones with improved fatigue resistance and reduced defect content, particularly for aluminum–aluminum joints. For dissimilar metal combinations, hybrid processes offer superior control of heat input, limiting brittle intermetallic layer thickness and improving load-bearing capacity. The study concludes that process selection and parameter optimization must be tailored to material combination and joint geometry, and provides process maps and guidelines for industrial adoption in automotive and aerospace manufacturing.

Keywords: advanced welding, lightweight structures, friction stir welding, laser welding

STUDY ON FATIGUE BEHAVIOR OF STEEL UNDER CYCLIC LOADING

Dr. Giorgi Lomidze

Faculty of Civil Engineering, Georgian Technical University, Georgia
Assoc. Prof. Dr. Nino Bakradze

Department of Mechanical Engineering, Georgian Technical University, Georgia
Assis. Prof. Dr. Levan Giorgadze

Faculty of Civil Engineering, Georgian Technical University, Georgia

Abstract

This research presents an experimental and analytical investigation of the fatigue behavior of structural steels subjected to various cyclic loading conditions representative of bridge, crane, and offshore structures. Standard compact and smooth specimens are tested under fully reversed and tension–tension loading at different stress ratios, using constant and variable amplitude load histories. The S–N curves are determined for multiple steel grades to quantify fatigue strength and identify endurance limits. Fractographic analysis with scanning electron microscopy is conducted to characterize crack initiation sites, propagation mechanisms, and final fracture features, with special emphasis on weld toe regions and surface condition effects. The study further evaluates the influence of mean stress, surface roughness, and residual stresses induced by welding or mechanical treatments such as shot peening. Experimental results are interpreted using classical fatigue design approaches as well as damage-accumulation models like Miner’s rule, highlighting their limitations for variable amplitude loading. The research proposes modified design curves and correction factors tailored to the tested steels and loading scenarios. Findings support more accurate lifetime predictions and inform maintenance planning for steel structures operating under cyclic loads.

Keywords: fatigue behavior, structural steel, cyclic loading, S–N curves

CORROSION INHIBITION MECHANISMS OF ECO-FRIENDLY COATINGS ON STAINLESS STEEL

Prof. Dr. Tamar Kapanadze

Department of Materials Science, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

Abstract

This paper examines the corrosion inhibition mechanisms of eco-friendly, chromium-free coatings applied to stainless steel substrates exposed to chloride-rich environments. In light of tightening environmental regulations and health concerns associated with hexavalent chromium, the study evaluates alternative conversion and sol-gel coatings based on rare-earth salts, organosilanes, and bio-derived inhibitors. Coatings are deposited on austenitic and ferritic stainless steels and characterized by spectroscopy, microscopy, and contact-angle measurements to assess chemical composition, morphology, and surface energy. Electrochemical impedance spectroscopy, open-circuit potential monitoring, and salt-spray testing are employed to quantify corrosion resistance over extended exposure times. The research elucidates how barrier effects, self-healing phenomena, and inhibitor release contribute synergistically to corrosion protection, and examines the influence of coating thickness and curing protocols on performance. Compared to uncoated substrates and conventional primers, optimized eco-friendly coatings substantially reduce pitting susceptibility and maintain passive behavior for longer durations. The study concludes that properly engineered chromium-free systems can provide robust protection while meeting sustainability goals, and offers guidelines for integrating such coatings into industrial surface-treatment lines for stainless steel components.

Keywords: stainless steel, eco-friendly coatings, corrosion inhibition, chromium-free

MECHANICAL CHARACTERIZATION OF NOVEL TITANIUM ALLOYS FOR AEROSPACE APPLICATIONS

Assoc. Prof. Dr. Irakli Gelashvili

School of Materials and Mechanical Engineering, Georgian Aviation University, Georgia
Dr. Mariam Kvaratskhelia

School of Materials and Mechanical Engineering, Georgian Aviation University, Georgia

Abstract

This study presents the mechanical characterization of novel alpha–beta titanium alloys developed for weight-critical aerospace structures operating under demanding thermal and mechanical conditions. The alloys are designed to provide improved strength-to-weight ratio, creep resistance, and damage tolerance compared to conventional Ti-6Al-4V, while remaining compatible with existing processing routes. Laboratory ingots are processed through forging, hot rolling, and solution-treating and aging schedules to tailor microstructure. Tensile, creep, low-cycle fatigue, and fracture toughness tests are conducted over a range of temperatures representative of service conditions in aircraft engines and airframes. Microstructural analysis using optical and electron microscopy is correlated with mechanical behavior, highlighting the role of lamellar versus equiaxed alpha morphology, beta phase distribution, and grain size in controlling properties. The results indicate that selected compositions and heat treatments achieve significant gains in high-temperature strength and fatigue life with limited compromises in ductility. The study also assesses machinability and weldability, key considerations for industrial implementation. Overall, the work provides a comprehensive property database and microstructure–property relationships that support further optimization and qualification of these titanium alloys for aerospace use.

Keywords: titanium alloys, aerospace applications, mechanical properties, microstructure

DEVELOPMENT OF ADDITIVE MANUFACTURING TECHNIQUES FOR METAL COMPONENTS

Dr. Andrei Popescu – Department of Manufacturing Engineering, Politehnica University of Bucharest, Romania

Prof. Dr. Elena Ionescu – Department of Manufacturing Engineering, Politehnica University of Bucharest, Romania

Abstract

This paper investigates the development and optimization of metal additive manufacturing techniques, with a focus on laser powder bed fusion and directed energy deposition for functional components in automotive and aerospace sectors. The research addresses challenges related to build quality, process stability, and mechanical performance of printed parts. A series of experiments is conducted on stainless steel, nickel-based superalloys, and titanium alloys to evaluate the effects of laser power, scan speed, hatch spacing, and layer thickness on density, surface finish, and defect formation such as porosity and lack of fusion. Mechanical testing in tension and fatigue, along with hardness mapping and fractographic analysis, is used to assess performance relative to wrought and cast counterparts. The study also explores scan-strategy optimization and in-situ monitoring techniques to detect anomalies during the build process, enabling closed-loop control. Results show that carefully optimized parameter sets yield near-fully dense components with competitive mechanical properties, while post-processing steps such as hot isostatic pressing and heat treatment further improve reliability. The research concludes that robust process windows and integrated monitoring are essential for certifying additively manufactured metal parts for safety-critical applications, and provides practical guidelines to support industrial adoption.

Keywords: additive manufacturing, metal 3D printing, laser powder bed fusion, process optimization

THERMAL ANALYSIS AND MODELING OF METAL SOLIDIFICATION PROCESSES

Assis. Prof. Dr. Sorin Dumitrescu

Department of Materials and Process Engineering, Politehnica University of Bucharest,
Romania

Abstract

This study combines experimental thermal analysis and numerical modeling to investigate metal solidification processes in casting and additive manufacturing applications. Differential thermal analysis, thermocouple measurements, and infrared imaging are used to capture cooling curves and solidification behavior in aluminum and steel alloys poured into molds of different geometries and materials. These data serve as input and validation for finite element models that simulate heat transfer, phase transformation, and shrinkage. The models incorporate temperature-dependent thermal properties, latent heat, and boundary conditions representing mold–metal interaction and convective heat loss. Comparisons between simulated and experimental results demonstrate good agreement in predicting solidification times, mushy-zone evolution, and hot-spot locations where defects such as porosity and shrinkage cavities are likely to form. The study further explores the impact of process parameters, including pouring temperature, mold preheating, and cooling-rate control, on microstructure refinement and defect mitigation. By integrating thermal analysis with modeling, the work provides a powerful toolset for optimizing casting design and process conditions, reducing trial-and-error in industrial practice.

Keywords: solidification, thermal analysis, numerical modeling, casting processes

QUANTUM ENTANGLEMENT IN MULTI-PARTICLE SYSTEMS

Dr. Aibek Toktogulov,

Department of Physics, Kyrgyz National University, Kyrgyzstan

Prof. Dr. Nurzatbek Bektursunov

Institute of Theoretical Physics, Kyrgyz National University, Kyrgyzstan

Abstract

This paper investigates quantum entanglement in multi-particle systems with a focus on its structural properties, generation mechanisms, and potential applications in emerging quantum technologies. Beginning from the formal framework of composite Hilbert spaces, the study compares bipartite and multipartite entanglement, emphasizing how correlations scale and qualitatively change as the number of particles increases. Particular attention is paid to paradigmatic classes of states such as Greenberger–Horne–Zeilinger (GHZ) states, W states, and cluster states, which illustrate distinct patterns of robustness, nonlocality, and resourcefulness for information processing tasks. The work reviews theoretical criteria for detecting genuine multi-particle entanglement and characterizing its distribution, including entanglement entropy, concurrence-based measures, and entanglement witnesses. Methods for generating entanglement in realistic platforms—such as trapped ions, superconducting qubits, and photonic networks—are discussed with regard to fidelity, scalability, and susceptibility to decoherence. The study also outlines how multi-particle entanglement underpins quantum error correction, measurement-based quantum computation, and enhanced metrology beyond classical limits. Challenges addressed include controlling noise in high-dimensional state spaces, developing efficient tomography or certification protocols, and integrating entangled resources into larger network architectures. By synthesizing recent results and outlining open problems, the paper aims to clarify the conceptual landscape of multi-particle entanglement and to highlight promising avenues for future experimental and theoretical work that seek to harness complex quantum correlations in practical devices.

Keywords: quantum entanglement, multi-particle systems, GHZ states, W states, quantum information

NONLINEAR DYNAMICS AND CHAOS THEORY APPLICATIONS IN PHYSICS

Assoc. Prof. Dr. Zarina Moldokmatova,

Department of Applied Mathematics and Physics, Kyrgyz-Turkish Manas University,
Kyrgyzstan

Dr. Elmira Sadykova

Department of Theoretical Physics, Kyrgyz-Turkish Manas University, Kyrgyzstan

Abstract

This article provides a comprehensive overview of nonlinear dynamics and chaos theory as powerful frameworks for modeling complex physical systems. It begins by outlining the fundamental distinction between linear and nonlinear evolution equations, showing how small changes in initial conditions can generate rich dynamical behavior, including bifurcations, strange attractors, and sensitive dependence on initial states. The paper then surveys standard mathematical tools such as phase-space analysis, Lyapunov exponents, Poincaré sections, and fractal dimension estimates that allow researchers to characterize chaotic regimes in classical and quantum systems. Case studies are drawn from fluid turbulence, plasma confinement, celestial mechanics, and nonlinear optics, illustrating how chaotic dynamics emerges naturally in many realistic physical scenarios. In each case, the study discusses how identifying underlying deterministic chaos improves understanding of transport processes, stability thresholds, and long-term predictability. The authors also examine how control and synchronization techniques can be used to mitigate or exploit chaotic behavior, including applications to secure communications and signal processing. Special attention is given to numerical modeling strategies and the challenges of distinguishing genuine chaos from numerical artifacts in simulations of high-dimensional systems. The article concludes that nonlinear dynamics and chaos theory are not merely theoretical curiosities but essential components of modern physics, offering insight into both the limitations of predictability and the creative use of complexity in technological applications.

Keywords: nonlinear dynamics, chaos theory, Lyapunov exponents, complex systems, numerical modeling

ADVANCED ALGEBRAIC STRUCTURES IN COMPUTATIONAL MATHEMATICS

Prof. Dr. Dwi Santoso

Department of Mathematics, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

Dr. Ratna Wulan

Department of Computer Science, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

Abstract

This paper examines the role of advanced algebraic structures in the design and analysis of computational methods across diverse areas of applied mathematics. Starting from fundamental concepts in group theory, ring theory, and field extensions, the study highlights how abstract algebra provides a unifying language for understanding symmetry, invariants, and structural constraints in algorithms. The discussion then turns to more specialized structures such as modules, algebras over fields, and finite fields, emphasizing their importance in coding theory, cryptography, and symbolic computation. Particular attention is given to Gröbner bases, tensor algebras, and category-theoretic formulations that enable systematic manipulation of polynomial systems, automated theorem proving, and high-level specification of algorithms. The paper also explores how algebraic techniques support numerical methods, for example through the construction of efficient preconditioners, spectral decompositions, and discretization schemes that respect conservation laws or symmetry properties of underlying physical models. Case studies demonstrate how algebraically informed algorithms outperform ad hoc approaches in reliability, scalability, and interpretability. The authors argue that as computational problems grow in complexity and data structures become more intricate, the integration of advanced algebraic frameworks into software libraries and educational curricula will be increasingly critical. This synthesis aims to bridge the gap between abstract algebra and practical computation, encouraging deeper collaboration between pure mathematicians, numerical analysts, and computer scientists.

Keywords: algebraic structures, computational mathematics, Gröbner bases, finite fields, algorithm design

TOPOLOGICAL METHODS IN MODERN PHYSICS

Assis. Prof. Dr. Rizky Maulana

Department of Physics, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

Dr. Indira Sari

Department of Theoretical Physics, Institut Teknologi Bandung, Indonesia

Abstract

This article surveys the expanding use of topological methods in modern physics, highlighting how concepts originating in pure mathematics have become central tools for understanding robust phenomena in condensed matter, field theory, and photonics. The paper begins by introducing core topological notions such as homotopy, homology, and topological invariants, translating them into physical language through examples like winding numbers, Chern numbers, and Berry phases. It then reviews the theory of topological phases of matter, including quantum Hall systems, topological insulators, and superconductors, where non-trivial band topology leads to protected edge states and quantized responses immune to local perturbations. The authors also discuss topological defects—such as vortices, monopoles, and skyrmions—and their role in phase transitions and ordered media. Attention is given to computational approaches for identifying and classifying topological features in realistic models, as well as experimental techniques used to probe them through transport measurements, spectroscopy, and imaging. Beyond condensed matter, the paper touches on topological aspects of gauge theories, knot invariants in quantum field theory, and analogs in classical wave systems. By integrating these developments, the study argues that topology provides a powerful framework for discovering and engineering physical systems with exceptional stability and novel functionality. Future directions include higher-order topological phases, non-Hermitian systems, and topological quantum computation, illustrating that topological thinking will remain at the forefront of theoretical and experimental physics.

Keywords: topology in physics, topological phases, Berry phase, topological invariants, condensed matter

MATHEMATICAL MODELING OF FLUID DYNAMICS IN COMPLEX MEDIA

Dr. Fatemeh Sadeghi

Department of Applied Mathematics, Sharif University of Technology, Iran

Prof. Dr. Kiarash Mahdavi

Department of Mechanical Engineering, Sharif University of Technology, Iran

Assoc. Prof. Dr. Mohammad Rezaei

Department of Physics, Sharif University of Technology, Iran

Abstract

This paper focuses on mathematical modeling techniques for describing fluid dynamics in complex media, including porous materials, non-Newtonian fluids, and multiphase mixtures. The study begins with a review of the Navier–Stokes equations and classical continuum assumptions, then systematically explores how these frameworks must be extended or modified when dealing with heterogeneous microstructures, viscoelastic behavior, or strong coupling between fluid flow and chemical or thermal processes. Representative models such as Darcy–Brinkman equations, Oldroyd and Carreau–Yasuda constitutive laws, and volume-of-fluid formulations for multiphase interfaces are presented and compared. The authors discuss nondimensionalization and scaling analysis as tools for identifying dominant mechanisms and simplifying governing equations in different regimes. Numerical methods, including finite element, finite volume, and lattice Boltzmann approaches, are evaluated for their suitability in capturing complex boundary conditions and multiscale effects. Case studies are drawn from environmental flows, biomedical applications, and industrial processes such as filtration and polymer processing, demonstrating how carefully constructed models provide insight into flow patterns, transport rates, and stability properties that are difficult to access experimentally. The paper emphasizes the importance of model validation and parameter estimation through comparison with laboratory data and high-fidelity simulations. It concludes that advances in computational power and hybrid modeling strategies are enabling increasingly realistic descriptions of fluids in complex media, with significant implications for design optimization and predictive control across engineering and scientific domains.

Keywords: fluid dynamics, complex media, mathematical modeling, non-Newtonian flow, multiphase systems

NUMERICAL SIMULATION TECHNIQUES FOR QUANTUM SYSTEMS

Prof. Dr. Leila Khosravi

Department of Physics, University of Tehran, Iran

Dr. Amir Hossein

Department of Physics, University of Tehran, Iran

Dr. Sajjad Ahmadi,

School of Computational Science, University of Tehran, Iran

Abstract

This article reviews numerical simulation techniques used to investigate quantum systems ranging from few-body models to extended many-body lattices. It outlines the central challenge posed by the exponential growth of Hilbert-space dimension, which renders direct diagonalization infeasible beyond modest system sizes, and motivates the development of approximate yet accurate computational methods. The paper surveys a spectrum of approaches, including exact diagonalization with symmetry reduction, quantum Monte Carlo methods, tensor network algorithms such as density-matrix renormalization group (DMRG) and matrix product states, and time-evolution schemes for open and closed systems. For each class of methods, the authors discuss underlying mathematical principles, typical observables calculated, and key limitations, such as the sign problem in Monte Carlo or entanglement growth in real-time simulations. Specific applications include spin chains, Hubbard-type models, quantum phase transitions, and dissipative dynamics relevant to quantum optics and solid-state devices. The review also addresses emerging hybrid strategies that combine classical simulation with insights from near-term quantum processors, for instance through variational quantum algorithms and data-driven model reduction. Emphasis is placed on verification and benchmarking practices, as well as on the importance of open-source software ecosystems that facilitate reproducibility and community-driven improvement. The article concludes that progress in numerical quantum simulation is central to bridging abstract theory and experiment, guiding the design of quantum materials and technologies while deepening understanding of strongly correlated and nonequilibrium phenomena.

Keywords: quantum simulation, numerical methods, tensor networks, quantum Monte Carlo, many-body systems

APPLIED STATISTICS IN PHYSICAL EXPERIMENTS

Assoc. Prof. Dr. Parvaneh Shafiei

Department of Physics, Isfahan University of Technology, Iran

Prof. Dr. Hamid Rahimi

Department of Statistics, Isfahan University of Technology, Iran

Dr. Zahra Mohammadi

Department of Physics, Isfahan University of Technology, Iran

Abstract

This paper examines the critical role of applied statistics in the design, analysis, and interpretation of physical experiments. It begins by outlining fundamental statistical concepts—such as probability distributions, estimation theory, and hypothesis testing—and demonstrates how they underpin reliable inference in laboratory and field measurements. The authors then discuss experimental design principles, including randomization, replication, and blocking, emphasizing their importance in minimizing systematic error and maximizing the information obtained from limited data. Advanced topics such as Bayesian inference, maximum-likelihood estimation, and resampling techniques are introduced as powerful tools for parameter estimation and uncertainty quantification, particularly in complex experiments with correlated errors or incomplete data. Case studies from particle physics, condensed-matter experiments, and precision metrology illustrate how statistical modeling informs detector calibration, signal extraction from background noise, and confidence level assessment for rare events. The paper also highlights the increasing relevance of multivariate analysis and machine learning, which enable pattern recognition and anomaly detection in high-dimensional datasets produced by modern detectors and simulations. Throughout, the authors stress best practices in data visualization, reporting of uncertainties, and avoidance of common statistical pitfalls such as p-hacking or overfitting. The article concludes that statistical literacy is indispensable for physicists, arguing for deeper integration of applied statistics training into physics curricula and research practice to ensure robust, transparent, and reproducible scientific results.

Keywords: applied statistics, experimental physics, uncertainty analysis, data modeling, hypothesis testing

COMPUTATIONAL METHODS IN HIGH-ENERGY PHYSICS

Dr. Zhandos Akhmetov, Department of Physics, Al-Farabi Kazakh National University,
Kazakhstan

Prof. Dr. Makpal Orozbekova, Institute of Theoretical and Experimental Physics, Al-Farabi
Kazakh National University, Kazakhstan

Abstract

This article surveys computational methods that have become indispensable in high-energy physics, spanning from event generation and detector simulation to data analysis and theory–experiment comparison. It begins by describing the architecture of modern collider experiments, where vast volumes of data are produced by complex detectors and must be processed through multi-stage pipelines. Monte Carlo event generators, incorporating perturbative quantum field theory, parton distribution functions, and phenomenological models of hadronization, are introduced as key tools for modeling signal and background processes. The paper then examines detailed detector simulations based on frameworks such as Geant-like toolkits, which propagate particles through realistic geometries and materials to predict response characteristics and guide detector design. On the analysis side, the authors discuss reconstruction algorithms for tracking, calorimetry, and particle identification, highlighting the interplay between physics modeling, statistical inference, and software engineering. The growing role of high-performance computing, distributed grid infrastructures, and, more recently, GPU-accelerated and machine-learning-based methods is explored, especially in tasks such as jet substructure analysis, anomaly detection, and fast simulation surrogates. Examples from current and proposed collider experiments illustrate how computational advances are essential for improving sensitivity to rare processes and potential signals of physics beyond the Standard Model. The article concludes that as data volumes and model complexities continue to increase, progress in computational methods will be as crucial as hardware innovation, making interdisciplinary collaboration between physicists, computer scientists, and statisticians central to the future of high-energy physics.

Keywords: high-energy physics, computational methods, Monte Carlo simulation, detector modeling, data analysis

INNOVATIVE TARGETED DRUG DELIVERY SYSTEMS FOR CANCER THERAPY: ENHANCING EFFICACY AND REDUCING SIDE EFFECTS

Dr. Ahmed El-Sayed

Department of Pharmacology, Cairo University, Egypt

Prof. Dr. Mona Khalil

Department of Pharmaceutics, Alexandria University, Egypt

Abstract

This study examines recent advances in targeted drug delivery systems for cancer therapy, focusing on how innovative carrier platforms can enhance antitumor efficacy while minimizing systemic toxicity. Conventional chemotherapy remains limited by poor selectivity, narrow therapeutic indices, and severe off-target side effects, prompting intensive research into strategies that preferentially direct cytotoxic agents to malignant tissues. The paper reviews a range of nanocarriers, including liposomes, polymeric nanoparticles, dendrimers, and antibody–drug conjugates, highlighting design features such as surface ligands, pH-sensitive linkers, and stimuli-responsive release mechanisms. Particular emphasis is placed on active targeting approaches that exploit overexpressed receptors on tumor cells or the tumor microenvironment, as well as passive targeting based on the enhanced permeability and retention effect. Preclinical and early clinical data suggest that these systems can increase intratumoral drug concentrations, overcome multidrug resistance, and reduce cumulative toxicity to critical organs such as the heart, liver, and bone marrow. At the same time, the article analyzes translational challenges, including heterogeneity of target expression, scale-up and manufacturing issues, regulatory complexity, and the need for robust biomarkers to identify patients most likely to benefit. Ethical and economic aspects are also considered, given the high development costs and the risk of unequal access. The study concludes that targeted drug delivery systems represent a pivotal evolution in oncology, but their full clinical impact will depend on interdisciplinary collaboration, standardized characterization methods, and carefully designed trials that integrate pharmacokinetic, pharmacodynamic, and patient-reported outcomes to demonstrate clear advantages over existing therapies.

Keywords: targeted drug delivery, cancer therapy, nanocarriers, antibody–drug conjugates, tumor microenvironment

ASSESSING THE EFFICACY OF NATURAL AND HERBAL REMEDIES IN MANAGING CHRONIC DISEASES

Assoc. Prof. Dr. Youssef Mansour

Department of Clinical Pharmacy, Cairo University, Egypt

Dr. Dalia Farouk

Department of Pharmacognosy, Ain Shams University, Egypt

Abstract

This paper provides a critical assessment of the efficacy of natural and herbal remedies in the management of common chronic diseases, including diabetes, cardiovascular disorders, and chronic inflammatory conditions. Growing patient interest in complementary and alternative medicine has led to widespread use of herbal products, often alongside conventional pharmacotherapy, yet the scientific evidence supporting their clinical benefits remains uneven. The study synthesizes data from randomized controlled trials, observational studies, and meta-analyses investigating widely used botanicals such as *Curcuma longa*, *Allium sativum*, *Ginkgo biloba*, and *Trigonella foenum-graecum*. For each condition, the review examines proposed mechanisms of action, including antioxidant effects, modulation of inflammatory pathways, improvement of endothelial function, and influence on glucose and lipid metabolism. Particular attention is given to issues of standardization, variability in active constituents, and dose–response relationships, which complicate the interpretation and comparison of study results. Safety considerations, such as hepatotoxicity, nephrotoxicity, and herb–drug interactions, are also systematically addressed, emphasizing the need for pharmacovigilance and better communication between patients and healthcare providers. The analysis suggests that certain herbal preparations exhibit promising adjunctive benefits when used under medical supervision, whereas others lack robust evidence or carry significant risk when combined with narrow-therapeutic-index drugs. The article concludes that integration of natural remedies into chronic disease management requires rigorously designed clinical trials, standardized extracts, and clear regulatory frameworks. Clinicians should adopt an open yet critical stance, encouraging patients to disclose herbal use and basing recommendations on the best available evidence rather than tradition alone.

Keywords: herbal medicine, chronic disease, complementary therapy, clinical efficacy, herb–drug interactions

PHARMACOVIGILANCE IN GEORGIA: MONITORING AND MANAGING ADVERSE DRUG REACTIONS FOR SAFER THERAPY

Nino Kapanadze

Faculty of Public Health, Tbilisi State Medical University, Georgia

Giorgi Lomidze

Department of Clinical Pharmacy, Tbilisi State Medical University, Georgia

Abstract

This study analyzes the current state of pharmacovigilance in Georgia, focusing on systems for monitoring and managing adverse drug reactions (ADRs) to improve patient safety. As new medicines enter the market and polypharmacy becomes more common, robust post-marketing surveillance is essential to detect rare, serious, or previously unrecognized ADRs that may not emerge during pre-approval clinical trials. The paper provides an overview of the national regulatory framework, reporting mechanisms, and institutional responsibilities, including the roles of healthcare professionals, marketing authorization holders, and regulatory authorities. Using data from ADR reports, hospital records, and surveys of physicians and pharmacists, the research assesses levels of awareness, reporting behavior, and perceived barriers to effective pharmacovigilance. Findings indicate that while the legal basis for ADR reporting exists, under-reporting remains a major limitation, driven by time constraints, uncertainty about causality, limited feedback to reporters, and lack of integration between hospital information systems and national databases. The article discusses educational interventions and electronic reporting tools as potential solutions to strengthen the system. It also highlights the importance of signal detection methods, periodic safety update reviews, and international collaboration for identifying safety trends. The study concludes that improving pharmacovigilance in Georgia requires a multifaceted strategy that includes sustained professional training, user-friendly reporting infrastructure, clear communication of safety information, and a culture that views reporting not as blame but as a core component of quality care.

Keywords: pharmacovigilance, adverse drug reactions, patient safety, Georgia, drug safety monitoring

PHARMACOGENOMICS AND PERSONALIZED MEDICINE: TAILORING DRUG THERAPIES BASED ON GENETIC PROFILES

Assis. Prof. Dr. Ana Dimitrova

Department of Pharmacology, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Georgia

Dr. Tamar Shengelia

Department of Medical Genetics, Tbilisi State Medical University, Georgia

Assoc. Prof. Dr. Levan Bakhtadze

Department of Clinical Pharmacy, Caucasus International University, Georgia

Abstract

This article explores the emerging role of pharmacogenomics in advancing personalized medicine, with particular emphasis on tailoring drug therapies to individual genetic profiles. Traditional prescribing practices often treat patients as homogeneous groups, resulting in significant inter-individual variability in drug response, ranging from therapeutic failure to severe toxicity. Pharmacogenomics seeks to address this challenge by identifying genetic variants in drug-metabolizing enzymes, transporters, and targets that influence pharmacokinetics and pharmacodynamics. The paper reviews key gene–drug pairs—such as CYP2C9/VKORC1 and warfarin, CYP2D6 and antidepressants, and HLA alleles associated with hypersensitivity reactions—and summarizes evidence demonstrating improved dosing accuracy, reduced ADRs, and better clinical outcomes when genetic information is incorporated into decision-making. It also examines the development of pharmacogenomic testing panels, integration into electronic health records, and clinical decision support tools capable of providing real-time prescribing recommendations. Ethical and practical considerations are discussed, including informed consent, data privacy, cost-effectiveness, and the risk of exacerbating health disparities if access to testing is unequal. The article argues that successful implementation of pharmacogenomics depends on interdisciplinary collaboration among clinicians, geneticists, pharmacists, and policymakers, as well as targeted education to increase literacy among healthcare professionals. In conclusion, pharmacogenomics holds considerable promise for transforming prescribing from a trial-and-error process into a more precise and proactive practice, but realizing this potential will require systematic efforts to validate tests, update guidelines, and ensure equitable access.

Keywords: pharmacogenomics, personalized medicine, genetic testing, drug response, clinical implementation

EMERGING ANTIBIOTIC RESISTANCE IN BALKAN COUNTRIES: STRATEGIES FOR PUBLIC HEALTH INTERVENTION

Prof. Dr. Elena Petrova

Department of Microbiology, University of Belgrade, Serbia

Dr. Marko Jovanovic

School of Public Health, University of Belgrade, Serbia

Abstract

This paper investigates emerging patterns of antibiotic resistance in Balkan countries and evaluates strategies for effective public health intervention. The region faces a growing burden of multidrug-resistant bacterial infections, driven by high rates of antibiotic consumption in human medicine, veterinary practice, and agriculture, as well as variable regulatory enforcement. Drawing on surveillance data from hospitals, primary care settings, and national reference laboratories, the study highlights concerning trends in resistance among common pathogens, including *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, and *Staphylococcus aureus*. The article analyzes contributory factors such as over-the-counter antibiotic sales, inadequate infection prevention and control measures, and limited use of diagnostic testing to guide therapy. It then examines regional and national action plans, stewardship programs, and awareness campaigns, assessing their implementation and impact. Particular attention is given to the potential of integrated “One Health” approaches that address antimicrobial use across human, animal, and environmental sectors. The authors argue that successful containment of resistance in the Balkans requires harmonized policies, robust surveillance systems, and sustained investment in laboratory capacity and workforce training. Public engagement and behavior-change initiatives are also critical to reduce inappropriate antibiotic demand. The paper concludes that antibiotic resistance in the region is a solvable but urgent challenge, demanding coordinated public health interventions that link local practices to broader European and global frameworks.

Keywords: antibiotic resistance, Balkans, public health, antimicrobial stewardship, One Health

OPTIMIZING VACCINE FORMULATIONS TO ENHANCE IMMUNE RESPONSE AND PROTECT POPULATIONS

Dr. Stefan Kralj

Institute of Immunology, University of Ljubljana, Slovenia

Abstract

This article reviews current strategies for optimizing vaccine formulations to enhance immune responses and improve population-level protection against infectious diseases. As emerging pathogens and viral variants continue to challenge global health systems, attention has shifted from simply developing new antigens to fine-tuning delivery platforms, adjuvants, and dosing regimens. The study synthesizes evidence from preclinical and clinical research on a range of vaccine technologies, including mRNA platforms, viral vectors, protein subunits, and inactivated vaccines. It examines how formulation components influence antigen presentation, innate immune activation, and the quality, breadth, and durability of adaptive responses. Special focus is placed on adjuvant systems—such as aluminum salts, saponin-based particles, and toll-like receptor agonists—that can skew immunity toward desired Th1/Th2 profiles or enhance mucosal and cellular responses. The paper also discusses strategies for dose-sparing and heterologous prime–boost schedules that may extend vaccine supplies and improve protection against antigenically drifting pathogens. Considerations of safety, reactogenicity, and acceptability are integrated throughout, emphasizing the need to balance immunogenicity with tolerability to maintain public confidence. The article concludes that rational vaccine formulation, informed by systems immunology and real-world effectiveness data, is central to building resilient immunization programs. Tailored approaches for high-risk groups, such as the elderly and immunocompromised, and equitable access to optimized vaccines remain key priorities for global health.

Keywords: vaccine formulation, immunogenicity, adjuvants, mRNA vaccines, population immunity

TRADITIONAL MEDICINAL PLANTS AND THEIR MODERN PHARMACOLOGICAL APPLICATIONS: BRIDGING HERBAL AND MODERN THERAPIES

Dr. Rustambek Akhmedov

Department of Pharmacognosy, Tashkent Pharmaceutical Institute, Uzbekistan

Prof. Dr. Aisuluu Bektemirova

Faculty of Pharmacy, Kazakh National Medical University, Kazakhstan

Abstract

This paper explores the interface between traditional medicinal plant use and modern pharmacology, with the aim of identifying pathways for integrating evidence-based herbal therapies into contemporary healthcare. Many societies have long relied on botanicals to manage pain, infections, metabolic disorders, and inflammatory conditions, yet only a fraction of these remedies have been rigorously evaluated in controlled studies. The article reviews selected plants with strong ethnomedical histories and emerging pharmacological data, focusing on their active constituents, mechanisms of action, and potential therapeutic indications. Examples include species rich in flavonoids, alkaloids, and terpenoids that exhibit antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, or cardiometabolic effects. The study discusses how advances in phytochemical analysis, high-throughput screening, and *in silico* modeling accelerate the identification of promising compounds and their molecular targets. It also addresses critical challenges, such as variability in plant material, standardization of extracts, dose optimization, and the risk of contamination or adulteration. Attention is given to herb–drug interactions, which may either potentiate or diminish the effects of conventional medicines, underscoring the need for careful monitoring in clinical settings. Regulatory frameworks governing herbal products are compared, highlighting differences in classification, quality control, and requirements for clinical evidence. The authors argue that bridging herbal and modern therapies requires rigorous translational research, culturally sensitive communication with patients, and collaboration between traditional practitioners and biomedical professionals. When supported by strong data, standardized herbal preparations may expand the therapeutic arsenal, particularly in resource-limited settings, without romanticizing natural products as inherently safe or effective.

Keywords: traditional medicinal plants, pharmacology, herbal therapy, phytochemicals, herb–drug interactions

ADVANCES IN BIOMARKERS FOR EARLY DISEASE DETECTION: IMPROVING DIAGNOSTIC ACCURACY AND PATIENT OUTCOMES

Assis. Prof. Dr. Murat Tursunov

Department of Clinical Biochemistry, Nazarbayev University, Kazakhstan

Assoc. Prof. Dr. Dilnoza Karimova

School of Medicine, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan

Abstract

This article reviews recent advances in biomarker research aimed at enabling earlier and more accurate detection of disease, thereby improving patient outcomes through timely intervention. Traditional diagnostic approaches often rely on clinical symptoms and imaging findings that manifest only after significant pathological progression, limiting opportunities for prevention or curative treatment. The paper surveys emerging classes of biomarkers—including circulating tumor DNA, microRNAs, proteomic signatures, metabolomic profiles, and autoantibodies—across oncology, cardiovascular disease, and neurodegenerative conditions. For each category, it outlines the biological rationale, assay technologies, and evidence for diagnostic and prognostic utility. Particular emphasis is placed on liquid biopsy approaches, which offer minimally invasive access to dynamic molecular information, and on multi-marker panels combined with machine-learning algorithms to enhance sensitivity and specificity. The article also considers practical challenges, such as pre-analytical variability, cost, standardization across laboratories, and the risk of overdiagnosis or incidental findings that may cause patient anxiety without clear clinical benefit. Ethical and health-systems implications are explored, including issues of equity in access to advanced diagnostics and the need for guidelines on how to act on early biomarker signals. The authors conclude that while biomarker discovery has outpaced routine clinical implementation, robust validation in diverse populations, integration with clinical workflows, and interdisciplinary collaboration between laboratory scientists, clinicians, and data analysts are essential for translating these advances into tangible improvements in screening, risk stratification, and personalized care.

Keywords: biomarkers, early detection, liquid biopsy, diagnostics, personalized medicine

EVALUATION OF URBAN LAND DEVELOPMENT DIRECTION IN KABUL CITY, AFGHANISTAN

Ahmad Sharif Ahmadi
Yoshitaka Kajita

Graduate School of Engineering, Kyoto University, Japan

Abstract

This study evaluates recent patterns and directions of urban land development in Kabul City, with a focus on how rapid population growth, informal expansion, and post-conflict reconstruction have reshaped the spatial structure of the Afghan capital. The research aims to identify prevailing development corridors, land-use transitions, and the extent to which current growth aligns with or deviates from existing master plans. Using a combination of satellite imagery analysis, land-use mapping, and field surveys, the study traces changes in residential, commercial, and public land over the last two decades. Particular attention is paid to hillside settlements, peri-urban agricultural land conversion, and the emergence of new mixed-use clusters along major arterial roads. The findings reveal that unplanned and informal developments have outpaced planned interventions, resulting in fragmented urban form, overburdened infrastructure, and limited access to public services in many districts. At the same time, targeted investments in key corridors and central business areas have produced pockets of higher-density, more efficient land development. The study argues that without a more robust regulatory framework, improved land administration, and participatory planning mechanisms, Kabul risks locking in patterns of spatial inequality and environmental vulnerability. Policy recommendations emphasize the need for updated, realistic land-use plans, regularization strategies for informal neighborhoods, and strategic densification around transit axes to guide future growth toward more sustainable and equitable urban land development.

Keywords: Kabul, urban land development, informal settlements, land-use change, spatial planning

INFLUENCE OF PLACE IDENTITY ON WALKABILITY: A COMPARATIVE STUDY BETWEEN TWO MIXED-USE STREETS CHAHARBAGH ST. ISFAHAN, IRAN AND DEREBOYU ST. LEFKOSA, NORTH CYPRUS

Assis. Prof. Dr. R. Rafiemanzelat

Department of Urban Design, Eastern Mediterranean University, North Cyprus

Abstract

This paper investigates how place identity influences perceived and actual walkability along two historic mixed-use streets: Chaharbagh Street in Isfahan, Iran, and Dereboyu Street in Lefkosa, North Cyprus. The study adopts a comparative case-study approach to understand how physical, social, and symbolic dimensions of place shape pedestrians' experiences and movement patterns in different cultural contexts. Data were collected through on-site behavioral mapping, pedestrian counts, structured questionnaires, and semi-structured interviews with local users, business owners, and planners. The analysis focuses on key indicators such as street enclosure, façade continuity, land-use diversity, presence of cultural landmarks, and quality of public space furniture and greenery. Results show that strong place identity—expressed through coherent architectural language, historical references, and culturally meaningful activities—encourages longer walking trips, higher levels of social interaction, and stronger attachment to the street environment. However, gaps in continuity, traffic intrusions, and commercialization pressures can weaken this positive relationship, especially in areas where recent developments disregard the existing urban character. Comparing the two streets reveals both shared principles and context-specific differences in how place identity supports walkability. The paper concludes that planners and designers should integrate place-based qualities, not merely functional standards, into walkability strategies, ensuring that improvements in accessibility and pedestrian comfort reinforce, rather than erode, the distinctive identity of urban streets.

Keywords: place identity, walkability, mixed-use streets, public space, urban design

RENEWED URBAN WATERFRONT: SPATIAL CONDITIONS OF A CONTEMPORARY URBAN SPACE TYPOLOGY

Assis. Prof. Dr. Beate Niemann

Institute of Urban Planning, HafenCity University Hamburg, Germany

Fabian Pramel

Urban Design Studio, HafenCity University Hamburg, Germany

Abstract

This study analyzes the renewed urban waterfront as an emerging urban space typology characterized by hybrid uses, layered public realms, and complex spatial interfaces between land and water. Focusing on selected European and international waterfront redevelopment projects, the research investigates how planning strategies, architectural forms, and open-space designs contribute to the creation of accessible, attractive, and resilient waterfront environments. The methodology combines morphological analysis, mapping of functional mixes, and systematic observation of user behavior, complemented by document review of planning guidelines and competition briefs. Findings suggest that successful renewed waterfronts tend to balance iconic architecture with fine-grained public spaces, prioritize pedestrian and cycling connections, and integrate ecological features such as soft edges, floodable parks, and restored habitats. At the same time, the study identifies recurring challenges, including privatization of the waterfront edge, mono-functional tourism-oriented programs, and vulnerability to climate-induced flooding. By conceptualizing the renewed urban waterfront as a distinct typology, the paper highlights key spatial conditions—such as permeability, multi-scalar connectivity, and visual openness—that can support both everyday use and event-based activities. The authors argue that future waterfront projects must move beyond image-driven regeneration toward adaptive, climate-sensitive design frameworks that treat water as an active structuring element of urban life.

Keywords: waterfront redevelopment, urban space typology, public realm, morphology, climate resilience

URBAN ECOLOGICAL INTERACTION: AIR, WATER, LIGHT AND NEW TRANSIT AT THE HUMAN SCALE OF BARCELONA'S SUPERILLES

Philip Speranza

Urban Design Studio, HafenCity University Hamburg, Germany

Abstract

This paper examines Barcelona's Superilles (Superblocks) as a framework for enhancing urban ecological interactions—specifically air, water, light, and transit—at the human scale. The research investigates how reconfiguring street networks to reduce through-traffic and prioritize pedestrians and cyclists transforms environmental performance and everyday spatial experience. Using a mixed-methods approach that includes spatial analysis, micro-climatic measurements, and observational studies, the study assesses changes in air quality, noise, solar access, stormwater management, and mobility patterns in selected Superilles. Findings indicate measurable improvements in pedestrian comfort, reductions in vehicular emissions and noise, and increased opportunities for social interaction and urban greening. The analysis reveals that design elements such as permeable surfaces, street trees, furniture clusters, and flexible micro-spaces enable a more responsive relationship between built form and environmental flows. The paper also addresses governance and implementation issues, noting the importance of community engagement, incremental piloting, and inter-departmental coordination in sustaining ecological and social benefits. The Superilles model is discussed as a transferable urban strategy, with attention to how its principles might be adapted in other dense cities seeking to humanize streets while addressing climate and mobility challenges.

Keywords: Superilles, urban ecology, human scale, sustainable mobility, Barcelona

PERFORMANCE EVALUATION OF A ‘PRIORITY-CONTROLLED’ INTERSECTION CONVERTED TO SIGNAL-CONTROLLED INTERSECTION

Prof. Dr. Ezenwa Chinenye Amanamba
Department of Civil Engineering, University of Lagos, Nigeria

Abstract

This study evaluates the operational performance of an urban intersection that was converted from priority control to signal control in response to rising traffic volumes and safety concerns. The research aims to quantify the effects of this conversion on key performance indicators, including delay, queue length, capacity, and crash frequency. Pre- and post-conversion data were collected through field observations, automatic traffic counts, and official crash records over comparable time periods. In addition, microscopic traffic simulation was employed to test alternative signal timings and phasing schemes. The results show that, under the implemented signal plan, average control delay per vehicle decreased during peak hours compared to the former priority-controlled operation, especially for minor approaches that previously experienced long waits and risky gap acceptance behavior. Crash data indicate a reduction in angle and rear-end collisions, though the limited post-conversion period warrants cautious interpretation. The study highlights the importance of optimizing cycle length, coordination with adjacent signals, and provision of pedestrian phases to fully realize safety and efficiency gains. It also stresses the need for continuous monitoring and periodic re-timing as traffic patterns evolve. Overall, the conversion is shown to be beneficial, but the paper argues that signalization should be considered as one tool within a broader toolkit of intersection treatments, selected based on context-specific operational and safety objectives.

Keywords: intersection control, signalization, traffic performance, road safety, traffic simulation

DISCUSSION ABOUT FREQUENT ADJUSTMENT OF URBAN MASTER PLANNING IN CHINA: A CASE STUDY OF CHANGSHOU DISTRICT, CHONGQING CITY

Sun Ailu

School of Urban Planning, Chongqing University, China

Zhao Wanmin

School of Urban Planning, Chongqing University, China

Abstract

This paper critically discusses the phenomenon of frequent adjustments to urban master plans in China through a detailed case study of Changshou District in Chongqing. The research explores the drivers, processes, and consequences of repeated plan revisions, focusing on how shifting economic priorities, administrative restructuring, and land-finance dependence shape long-term spatial strategies. Using document analysis of successive master plans, zoning maps, and policy directives, combined with interviews with planners and local officials, the study reconstructs the evolution of planning visions for Changshou over the past two decades. The findings reveal a pattern of ambitious growth projections, rapid re-designation of land for industrial and real-estate uses, and limited mechanisms for evaluating the outcomes of previous plans before new ones are adopted. This volatility undermines the credibility of planning, encourages speculative behavior, and complicates infrastructure phasing, while also creating tensions between environmental protection goals and development pressures. At the same time, the case shows that plan adjustments sometimes respond to legitimate needs, such as accommodating major transportation projects or addressing unanticipated demographic shifts. The paper argues that rather than eliminating plan revisions, reforms should focus on clearer criteria for when and how revisions are justified, stronger public participation, and robust monitoring frameworks. Such measures would help urban master planning in China evolve from a largely symbolic exercise into a more stable and accountable tool for guiding urbanization.

Keywords: urban master planning, plan adjustment, Changshou District, Chongqing, Chinese urbanization

HYBRID LIVING: EMERGING OUT OF THE CRISES AND DIVISIONS

Yiorgos Hadjichristou

Department of Architecture, University of Nicosia, Cyprus

Abstract

This paper explores the concept of “hybrid living” as a spatial and social response to crises and divisions in contemporary cities, with particular reference to the Cypriot context. Hybrid living refers to dwelling environments that deliberately blur conventional boundaries—between public and private, work and home, local and global—to foster resilience, adaptability, and coexistence. The study combines theoretical reflections on hybridity with empirical analysis of selected architectural and urban projects developed in the aftermath of economic and health crises, as well as in neighborhoods shaped by physical and symbolic lines of division. Through drawings, spatial analysis, and interviews with residents and designers, the research identifies key design strategies, such as flexible layouts, shared courtyards, mixed-use ground floors, and interfaces that encourage everyday encounters across social and cultural lines. The findings suggest that hybrid living environments can mitigate isolation, support informal economies, and provide spaces for collective care, while also challenging rigid zoning and housing regulations. However, the paper also cautions that hybridity can be co-opted as a marketing label for exclusive developments if not grounded in inclusive processes and affordability. The conclusion proposes a framework for integrating hybrid living principles into housing and urban policy, highlighting their potential to address both immediate crises and long-term divisions in fragmented urban societies.

Keywords: hybrid living, urban divisions, resilience, mixed-use housing, Cyprus

CORPORATE GOVERNANCE STRUCTURES AND OVERLAPPING DIRECTORATES IN THE CZECH REPUBLIC

Assis. Prof. Dr. Ondşej Nowak

Faculty of Economics, Charles University, Czech Republic

Abstract

This article investigates corporate governance structures in the Czech Republic with a specific focus on overlapping directorates—situations in which individuals simultaneously hold board positions in multiple companies. Drawing on company registry data, annual reports, and corporate governance codes, the study maps the network of interlocking directorships among major listed and non-listed firms. It analyzes how these overlaps relate to ownership concentration, sectoral clustering, and the presence of foreign strategic investors. The research situates Czech practice within broader debates on whether overlapping directorates enhance coordination and knowledge transfer or create risks of collusion, conflicts of interest, and reduced board independence. Findings indicate that interlocks are particularly prevalent in finance, energy, and holding structures, where cross-shareholdings and historical ties play a significant role. While some overlaps appear to support strategic alignment and access to expertise, others raise concerns about minority shareholder protection and effective board oversight. The article reviews existing legal and self-regulatory provisions governing board composition, independence, and disclosure, highlighting gaps in enforcement and transparency. It concludes that strengthening reporting requirements on interlocks, clarifying criteria for independent directors, and enhancing the role of board committees are crucial steps to ensure that overlapping directorates, where they exist, contribute positively to corporate governance rather than undermining it.

Keywords: corporate governance, overlapping directorates, interlocking boards, Czech Republic, board independence

CUMHURİYETİN İLK YILLARINDA TÜRKİYE’NİN SİHHİ DURUMU (SAĞLIK KURULUŞLARI, PERSONEL, HASTA, HASTANE VE TEDAVİ İSTATİSTİKLERİ HAKKINDA)

TURKEY’S SANITARY SITUATION IN THE EARLY YEARS OF THE REPUBLIC (Healthcare Institutions, Personnel, Patients, Hospitals, and Treatment Statistics)

Mehmet OKUR

Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Tarih Bölümü

Karadeniz Technical University, Faculty of Letters Department of History

ORCID: 0000-0002-8788-9038

ÖZET

Cumhuriyet Türkiye’si bulaşıcı ve salgın hastalıklarla boğuşan bir toplum miras devralmıştı. Hastalıklardan kurtulmak için verilecek savaş, düşmandan kurtulmak için verilen savaş kadar önemliydi. Ülke çok ağır kolera, tifo, tifüs ve benzeri salgın hastalıkları yaşamış, gerek ordu gerekse sivil halkta büyük kayıplar verilmişti. 10 milyon dolayındaki nüfusun neredeyse yarısı sıtmalıydı. Buna karşılık doktor sayısı yok denecek kadar az, hastane sayısı sınırlı ve ekonomik imkânlar kıttı. 29 Ekim 1923 tarihi itibarıyla Türkiye’de toplam sağlık personeli sayısı 1.000 civarındaydı. Bunların 554’ü doktor, geriye kalan ise sağlık memuru, eczacı, hemşire ve ebeydi. Toplam hastane sayısı ise 86 idi. Ülkede hekim başına 20.000, ebeye 88.000’den fazla hasta düşmekteydi. Eczane başına düşen nüfus ise 200.000 civarındaydı. Koruyucu sağlık hizmetleri ve halk sağlığı konusunda neredeyse hiçbir faaliyet görülmemekteydi.

Mustafa Kemal Paşa, çağdaş uygarlık yolunda yürüyecek bir ülkenin öncelikle insanların sağlıklı ve eğitilmiş olması gerektiğini öngören bir vizyonla yeni Cumhuriyetin, eğitim ve sağlık hizmetlerini öncelikli olarak ele alması direktifini verdi. hemen bir program hazırlayarak çalışmalara başlayan Sıhhat ve İttimaî Muavenet Vekaleti (Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığı) ilk olarak hekim, sağlık memuru, ebe ve hemşire gibi sağlık personeli yetiştirmek, numune hastaneleri, doğumevleri, dispanserler açmak, sıtma, frengi, kuduz, trahom ve benzeri hastalıklarla mücadele etmekle işe başladı. Ulaşım sorunları, ekipman yetersizliği ve parasal sıkıntılara rağmen yurdun en ücra köşesine kadar sağlık hizmetleri götürülmeye, halkı bilinçlendirmek için kitapçıklar dağıtılmaya, sıtma, çocuk bakımı, erken teşhis ve ihmalin yaratacağı sorunlar gibi konularda filmler hazırlanmaya çalışıldı.

Arşiv belgelerine dayanarak hazırlamış olduğum ve 1-3 Kasım 2025 tarihleri arasında Dubai’de online ve yüz yüze olarak düzenlenecek olan 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES Kongresi’ne sunmak istediğim bu bildiriye Sıhhat ve İttimai Muavenet Vekâletince hazırlanan raporlardan hareketle Cumhuriyetin ilk yıllarında Türkiye’nin sıhhi durumu (sağlık kuruluşları, personel, hasta, hastane ve yapılan tedaviler) hakkında ayrıntılı bilgiler verilecek, istatistiki veriler sunulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Hasta, Hastane, İlaç, Tedavi, Aşı

ABSTRACT

The Republic of Turkey inherited a society plagued by infectious and epidemic diseases. The fight to eradicate these diseases was as crucial as the fight to rid itself of the enemy. The country had experienced severe cholera, typhoid, typhus and similar epidemic diseases, and both the army and civilians suffered great losses. Almost half of the population of around 10 million had malaria. On the other hand, the number of doctors was almost non-existent, the number of hospitals was limited and economic opportunities were scarce. As of October 29, 1923, the total number of health personnel in Turkey was around 1,000. 554 of them were doctors, the rest were health officers, pharmacists, nurses and midwives. The total number of hospitals was 86. There were 20,000 patients for every doctor and more than 88,000 pregnant women for every midwife. The population per pharmacy was approximately 200,000. There was virtually no preventive health care or public health activity.

Mustafa Kemal Pasha, with a vision that a country that would walk on the path to contemporary civilization needed, first and foremost, its people to be healthy and educated, gave the directive that the new Republic should prioritize education and health services. The Ministry of Health and Social Assistance immediately prepared a program. Firstly, a large number of health personnel such as doctors, health officers, midwives and nurses were trained, sample hospitals, maternity wards and dispensaries were opened, and diseases such as malaria, syphilis, rabies, trachoma and similar diseases began to be combated. Despite transportation problems, equipment shortages, and financial constraints, efforts were made to bring health services to the most remote corners of the country, distribute booklets to raise public awareness, and produce films on topics such as malaria, child care, early diagnosis, and the problems caused by neglect.

In this paper, which I have prepared based on archive documents and would like to present to the 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES, which will be held online and in person in Dubai from 1 to 3 November 2025, detailed information will be given and statistical data will be presented about the health status of Turkey (health institutions, personnel, patients, hospitals and treatments) in the first years of the Republic, based on reports prepared by the Ministry of Health and Social Assistance.

Keywords: Patient, Hospital, Medicine, Treatment, Vaccine

GİRİŞ

XIX. yüzyılın son çeyreğinden başlamak üzere son elli yılını savaşlarla, göçlerle, işgallerle, ulusal kurtuluş savaşıyla geçirmiş, ağır ekonomik sorunlar yaşamış bir toplum yapısı üzerine inşa edilen yeni Türk devleti için sağlık, eğitimle beraber en önemli sorun olarak öne çıkmaktaydı. 10 milyondan biraz fazla nüfusun neredeyse yarısı sıtmalıydı. Halk trahom, verem, frengi, lepra, çiçek, kolera, tifo, tifüs, ankilostom, nekator ve benzeri bulaşıcı hastalıklarla boğuşmaktaydı. Buna karşılık doktor sayısı yok denecek kadar az, hastane sayısı sınırlı ve ekonomik imkânlar kıttı. 29 Ekim 1923 tarihi itibarıyla Türkiye’de toplam sağlık personeli sayısı 1.300 civarındaydı. Bunların 554’ü doktor, 560 sağlık memuru, 59 eczacı, 4 hemşire, 136’da ebe bulunmaktaydı.¹ Toplam hastane sayısı ise 86, yatak kapasitesi ise 6.437 idi. Hastanelerin yalnızca 3’ü devlet hastanesi statüsündeyken, geriye kalanların 6’sı belediye hastanesi, 45’i özel idare hastanesi, 32’si de özel, yabancı ve azınlıklara ait hastanelerdi. Devlet hastanelerinin yatak kapasitesi 950 iken, belediye hastaneleri 630, özel idare hastaneleri 2.430

¹ Muhittin Gül, Atatürk Dönemi Sağlık Politikası”, Gazi Üniversitesi Diş Hekimliği. Fak. Der., 5(1), s. 251.

yatağa sahipti. Özel, yabancı ve azınlıklara ait hastanelerde ise 2.402 yatak bulunmaktaydı.² Ülkede hekim başına 20.000, ebeye 88.000'den fazla hasta düşmekteydi.³ Ülkede hala modern anlamda diplomalı hemşire yoktu. Eczane başına düşen nüfus ise 200.000 civarındaydı. Koruyucu sağlık hizmetleri ve halk sağlığı konusunda neredeyse hiçbir faaliyet görülmemekteydi. Hâlbuki hem nicelik hem de nitelik olarak güçlü bir nüfusa ihtiyaç vardı. Zira üretken nüfus yetersizliği kırsal alanlarda toprakların işlenememesine ve kentlerde iş gücünü olumsuz etkilemekteydi.⁴

Çağdaş uygarlık yolunda yürüyecek bir ülkenin öncelikle insanların sağlıklı ve eğitilmiş olması gerektiğini öngören bir vizyonla çalışmalara başlayan hükümet, başta doktor olmak üzere sağlık personeli yetiştirmek, hastaneler ve tedavi evleri inşa etmek, aşı üretmekle işe başladı. 1923'de İzmir'de Verem Savaş Derneği kurulurken, hemen ertesi yıl Ankara, İstanbul, Sivas, Erzurum ve Diyarbakır'da numune hastaneleri açıldı. 1925'de ilk milli tıp kongresi düzenlenerek sıtma ile savaş konusu ayrıntılı olarak tartışıldı. Aşı sorununu çözmeyi de hedefleyen hükümet, tüberkülozla mücadele için 1927'de BCG (Bacillus Calmette Guerin) aşısı ve serum üreterek bu alanda dikkat çeken gelişmeler sağladı. Hatta birçok aşı ve serum çeşidi yurt dışına ihraç edilmeye başlandı.

CUMHURİYETİN İLK YILLARINDA TÜRKİYE'DE SİHHİ DURUM

Mustafa Kemal Paşa'nın Milli Mücadeleden beri büyük önem verdiği⁵ ve yakından takip ettiği sağlık çalışmaları Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekâleti⁶ tarafından raporlar halinde hem kendisine hem de hükümete sunulmaktaydı. Sıhhiye Vekaleti'nin 1930 tarihli bir raporu, Cumhuriyetin ilk yıllarında Türkiye'nin sıhhi durumunu ve ilk 5 – 6 yılda gösterilen gelişmeyi ortaya koyması açısından önem arz etmektedir. 14 Aralık 1930 tarihinde Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekili İbrahim Refik imzasıyla sunulan ve 55 sayfadan oluşan raporda; 1922 ila 1930 yılları arasında Türkiye'deki sıhhi durumunun yıl yıl özetlenmesi, devlete, belediyelere, azınlık cemaatlerine, şirketlere ve şahıslara ait hastanelerin, dispanserlerin ve darülacezelerin yatak kapasiteleri, frengi, trahom, verem, sıtma gibi salgın hastalıklarla yapılan mücadele, koruyucu sağlık tedbirleri için yapılan yayınlar, ülkedeki toplam sağlık çalışanlarının ayrıntılı dökümü ile yapılan muayeneler, tahliller ve kullanıma hazır hale getirilen aşı, serum ve diğer sağlık malzemeleri hakkında bilgiler yer almaktadır.⁷

² *Sağlık Hizmetlerinde 50. Yıl* (Haz.: Türkiye Cumhuriyeti Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığı), Ayyıldız Matbaası, Ankara, 1973, s. 163-164.

³ Sadet Altay, *Atatürk Dönemi Sağlık Politikalarının Halka Yansımada Öncü Kurumlar: Numune Hastaneleri (1924-1938)*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Ankara, 2015, s. 33.

⁴ Şevket Pamuk, *Türkiye'nin 200 Yıllık İktisadi Tarihi*, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları. İstanbul, 2014, s. 68.

⁵ Mustafa Kemal Paşa, 1925 tarihinde yaptığı meclisi açış konuşmasında şu ifadeleri kullanmıştı: "...Hükümeti Cumhuriyetin başlı başına bir esas olarak muvaffakiyetle takip eylediği sıhhat mücadelesine, gittikçe vesaitini (araçlarını) arttıran bir vüsatle (genişlikle) devam olunmak lazımdır ve mühimdir." *Türkiye Büyük Millet Meclisi Zabıt Ceridesi*, Devre II, Cilt 19, İçtima Senesi III, s. 9.

⁶ *Düster*, Üçüncü Tertip, Cilt I, Ankara, 1953, s. 6; Ceride-i Resmîye, 7 Şubat 1337; 2 Mayıs 1920'de kabul edilen 3 Sayılı, Büyük Millet Meclisi İcra Vekillerinin Suret-i İntihabına Dair Kanun'u ile Sıhhiye ve Muaveneti İçtimaiye Vekâleti teşkil edilmiş, 1929'da bu isim "Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekaleti" olarak değiştirildi. İlk Sıhhiye ve Muavenet-i İçtimaiye Vekilliği'ne ise Dr. Adnan (Adivar) Bey seçilmişti (03.05.1920 -10.03.1921). Adnan Bey TBMM İkinci Başkanı olunca yerine Refik (Saydam) Bey seçilmiş 10.03.1921 – 20.12.1921), onu takiben ise Dr. Rıza Nur (24.12.1921-27.10.1923) Sıhhiye Vekilliğine seçilmiştir. 30.10.1923'de tekrar Sıhhiye Vekilliğine seçilen Refik (Saydam) Bey aynı zamanda Cumhuriyetin ilk sağlık bakanı olmuştur (30.10.1923 – 21.11.1924). Refik Bey, 22.11.1924 – 03.03.1925 arasında yaklaşık 3.5 ay görev yapan Dr. Mazhar Germen'den sonra tekrar vekillığe seçilecek ve bu görevi Aralıksız 1937'ye kadar sürdürecektir. Ali Güler, "Atatürk Dönemi Sağlıkta Gelişmeler", *Anıtkabir Dergisi*, Yıl 20, Sayı 78 (Temmuz 2020), s. 15.

⁷ *Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivi*, Fon 30.10.0.0/Kutu 177/Gömlük 220/Sıra 18.

Sihhat ve İctimaî Muavenet Vekâleti, 1922 ve 1923 yıllarında muhacir ve mültecilerin sevk, iskân ve tedavileri ile ülkenin çeşitli vilayetlerindeki darüleytamların yeniden düzenlenmesiyle meşgul olurken⁸ 1924’de Ankara, Sivas, Erzurum ve Diyarbakır’da bulunan memleket hastaneleri, “Numune Hastaneleri” unvanı ile Vekalet devredilmiş, hastanelerin bilumum tesisatı yeniden gözden geçirilmiştir. Mayıs 1924 senesinden itibaren faaliyete geçen bu hastanelerde 1.200’den fazla hasta muayene edilmiştir.⁹ Ayrıca 250 yataklı çocuk hastanesi, 50 yataklı Zonguldak Hastanesi, 600 yataklı İstanbul Emraz-ı Akliye ve Asabiye Hastanesi, 50 yataklı Heybeliada Verem Sanatoryumu, 100 kadrolu İzmir Sağır Dilsizler ve Körler Mektebi ve Anadolu’nun muhtelif kazalarında 1.500 muayene ve tedavi evi tesis etmiştir.¹⁰ Yine aynı yıl kırsal bölgelerde çalışan hekim sayısını artırmak ve tıp öğrenimini özendirmek, maddi olanakları yetersiz yoksul çocukların okuma fırsatı yaratmak amacıyla İstanbul’da 200 kişilik Leyli Tıp Talebe Yurdu ve 50 kişilik Leyli Kabile Yurdu tesis edilerek bilumum levazımata temin, tedarik ve tekâmüllerine çalışılmıştır. Hastanelerin tıbbî ve idarî yönetilmeleri için de *Hastaneler Talimatnamesi ve Muayene ve Tedavi Evleri Talimatnamesi* çıkarılmıştır.¹¹

Sihhat ve İctimaî Muavenet Vekâletinin 1925 yılında ise Ankara ve Konya’da onar yataklı birer Doğum ve Çocuk Bakım Evi ile Hemşire ve Ebe Mektebi, yine 50’şer yataklı birer Emraz-ı Akliye ve Asabiye Müessesesi açtığı ve belediyelere, cemaatlara ve özel şahıslara ait sağlık kurumlarına nakdi yardımda bulunduğu dikkati çekmektedir. 1925 yılı içerisinde; 9.088 hasta yatırılmak, 245.241 hasta da ayakta tedavi edilirken, Muayene ve tedavi evlerinde ise 3.690 hasta yatırılmak, 170.652 hasta da ayakta tedavi edilmek suretiyle toplam 207.971 kişi tedavi edildiği görülmektedir.¹² 1925 yılında ayrıca Sıhhiye ve İctimai Muavenet Vekili Refik (Saydam) Bey tarafından ilk kez bir çalışma programı hazırlanmış ve şu konuların ele alınması planlanmıştır:

Devletin sağlık örgütlenmesini genişletmek, hekim yetiştirmek, numune hastaneleri açmak, ebe yetiştirmek, küçük sıhhiye memurları yetiştirmek, doğum ve çocuk bakımevleri açmak, verem sanatoryumu açmak, sıtma mücadelesi yapmak, frengi ve diğer sosyal hastalıklarla mücadele etmek, trahom ile mücadele etmek, sıhhi-ictimai örgütlenmeyi köylere kadar taşımak, sıhhi-ictimai kanunlar yapmak, merkez hıfzıssıhha müessesesi açmak ve bir hıfzıssıhha mektebi açmak.¹³

Vekalet, 1926, 1927 ve 1928 senelerinde ise, daha çok hastanelerin ve tıp talebe yurtlarının imkanlarının artırılması, noksanlarının giderilmesi, yeni bölümler inşa edilmesi ve idarî işlerinin düzenlenmesi ile meşgul olurken, tüm yurttaki ve tüm hastanelerde olmak üzere yatarak ve ayakta olmak üzere 1926’da 294.807, 1927’de 286.725, 1928’de ise 214.325 kişi muayene edilmiştir.¹⁴

1929 yılına gelindiğinde Erzurum, Malatya, Kars, Adana ve Çorum’da 10’u kadın ve çocuk olmak üzere 20’şer yataklı birer doğum ve çocuk bakım evleri açılmış, Ankara ve Konya Doğumevlerinin yatak sayıları artırılmıştır. Ayrıca Ankara Numune Hastanesi’nde 210 yataklı yeni bir pavyon inşa edilmeye başlanmış, İstanbul Çocuk Hastanesi’nin mevcut pavyonları

⁸ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-2

⁹ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-2-3.

¹⁰ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-2

¹¹ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-3

¹² BCA, 30.10.0.0/177/220/18-4

¹³ *Sıhhiye Mecmuası Fevkalade Nüshası*, 1942, s. 16; 80. *Yılda Sağlık Hizmetleri*, 1923-2003, s. 4; Güler, a.g.m. s, 19.

¹⁴ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-5-6-7.

genişletilmiş, tıp talebe yurdunun kapasitesi ise 300 kişiye çıkarılmıştır. 1929'da ayakta ve yatarak tedavi edilen kişi sayısı ise 205.549 olmuştur.¹⁵

Özellikle kadın ve çocuk sağlığına büyük önem veren hükümet, hastane inşa etmeye, sağlık teçhizatlarını temin etmeye 1930 yılında da devam etmiştir. Bu yılda Diyarbakır ve Muş'ta Doğum ve Çocuk Bakım Evi açılırken, İstanbul Akliye ve Asabiye Hastanesinin yatak kapasitesi 1.150'ye personel sayısı ise 75'e çıkarılmıştır.¹⁶

1930'a gelindiğinde ülkede; kamuya ait hastane sayısı 26, yatak kapasitesi 2.485, dispanser sayısı 202, yatak kapasitesi 893 olmuştur. Belediyelere, vakıflara, şahıslara, ecnebilere, şirketlere ve azınlık cemaatlerine ait hastane ve dispanserler de dâhil edildiğinde toplam hastane sayısı 179'a, dispanser sayısı 305'e, yatak kapasitesi ise 12.476'ya ulaşmıştır.¹⁷

Cumhuriyetin ilk yıllarında hükümetin karşılaştığı sorunların başında hiç şüphesiz bulaşıcı hastalıklar gelmekteydi. Bulaşıcı hastalıklar kısa sürede büyük salgınlara dönüşerek ciddi can kayıplarına yol açıyordu. Uzun süren savaş yılları, Anadolu'yu her açıdan yıpratmış ve harap etmişti. Bu yıkım, beraberinde salgın hastalıkların yayılmasına neden oldu. Sıtma, trahom, verem, frengi, çiçek, cüzam, amipli dizanteri, difteri, ruam, karahumma, kolera, kızamık, veba, kaba kulak, şarbon, lekeli humma, kuduz, boğmaca gibi onlarca mücadele edilmesi gereken hastalık vardı.¹⁸

Sıhhiye Vekâleti tarafından oluşturulan bir komisyon, mücadele edilmesi gereken başlıca hastalık olarak ise sıtmayı belirledi. Hastalık, ülkenin her köşesinde yaygın olarak görüldüğü için diğerlerinden ayrılıyordu.¹⁹ Öyle ki, Türkiye'nin en doğusunda yer alan Iğdır Ovası'nda halk, sıtma nedeniyle tarımsal faaliyetlerini sürdürüyor ve Ağrı Dağı'na çıkmak zorunda kalıyordu. Samsun'un Çarşamba ve Bafra ovalarında köyler, hastalık yüzünden adeta haritadan siliniyordu. Adana, Bursa, Aydın, Ankara ve Sivas da sıtmanın yoğun şekilde görüldüğü başlıca bölgeler arasında yer alıyordu.²⁰

Hükümet sıtma ile mücadele etmek için *Sıtma Mücadele Müntikaları* kuruldu. Sıtma müntikaları için Adalar, Aydın, Antalya, Ankara, Eskişehir, Bursa-Balıkesir, Kocaeli, Manisa, Konya, Samsun gibi özellikle nüfusu yoğun ve tarımsal üretimi yüksek bölgeler seçilmişti. 1925- 1926 döneminde muayene edilen kişi sayısı 40.186 bin iken 1929-1930 devresinde 986.598'e ulaşmıştı.²¹

Sıhhat ve İctimaî Muavenet Vekaleti'nin yoğun mücadele ettiği bir diğer hastalık da trahomdu. Vekâlet, evvela Adıyaman ve Malatya müntikalarında mücadele tertibatı almış, bu maksatla Adıyaman'da 20 yataklı bir trahom hastanesi ile poliklinik açmış, Malatya merkezde de 10 yataklı bir trahom dispanseri devreye sokmuştur. Yine bu kurumlara ilaveten Adıyaman'da beş seyyar sıhhiye teşkilatı oluşturulmuştur. Başlanılan tedavi sürecinde 1925 yılında; Adıyaman merkezde 850, 48 köyde de toplam 302 trahomlu hasta tedavi edilirken, Malatya trahom dispanserinde de 833 trahomlu hasta tedavi edilmiştir. Adı geçen vilayetlerde trahom tedavisi takip eden yıllarda da artarak devam ettirilmiş, 1927 yılında Adıyaman'ın merkez ve kazalarında 2.030, Malatya'da ise 1971 kişiye trahom tedavisi uygulanmıştır. Hasatlığın

¹⁵ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-8

¹⁶ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-9.

¹⁷ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-10-2

¹⁸ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-11

¹⁹ Sıhhiye Vekâlet'inin 1924 yılında yaptığı bir araştırmaya göre sahil bölgelerinde özellikle nüfus yoğunluğunun fazla olduğu bölgelerde halkın %90'ı sıtmalı olduğu tespit edilmişti. BCA., 0.30.10.0.0.177.219.4.4.

²⁰ Osman Gümüşçü, "Osmanlıdan Cumhuriyete Geçiş ve Cumhuriyetin İlk Yıllarında Halk Sağlığı", *Atatürk Araştırma Merkezi Dergisi*, C: XIX, S.55, Mart 2003, s.141-142.

²¹ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-20-22

yaygınlığına binaen 1928’de Kilis’e trahom dispanseri, 1930’da Adana’ya 40 yataklı trahom hastanesi tesis edilmiş, Gaziantep’te ise trahomla mücadele teşkilatı oluşturulmuştur.²²

Verem, Cumhuriyetin ilk yıllarında hükümetin hususi kurumlarla mücadele ettiği bir başka hastalıktı. Veremle Mücadele Dispanserleri açıldığı gibi, hastalığı tespit etmek üzere röntgen cihazlarının yaygınlaştırılmasına ve laboratuvar kurulumuna önem verilmiş, ayrıca memleketin bütün hastanelerinde veremli hastanelere muayyen yataklar tefrik edilmiştir.²³

Cumhuriyet ilk yıllarında frengi hastalığı ile de yoğun mücadele edilmiş, bir frengi tedavi talimatnamesi hazırlanmış, özel bir komisyon oluşturulmuş, frenginin kesif olarak görüldüğü Bursa’nın Orhaneli ve Sivas merkez kazalarından tedavi sürecine başlanmış, akabinde Ordu, Fatsa, Düzce ve Çarşamba’da birer Frengi Mücadele Merkezleri kurulmuştur.²⁴ Tedavi sürecinde 1925-1927 yılları arasında öncelik verilen yerlerden Sivas’ta 36.366’sı erkek, 38.909’u kadın olmak üzere toplam 75.275, Bursa Orhaneli’de ise 7.687’si erke, 8.825’i kadın olmak üzere 16.512 kişi muayene edilmiştir.²⁵

Hastane inşa eden, doktor, hemşire, ebe yetiştirmek, ilaç tedarik etmek için büyük çaba harcayan Sağlık Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekâleti, aynı zamanda halkı bilinçlendirmek için çok sayıda küçük kitapçık ve rehber yayımlamış, kısa filmler çektiymişti.

Bu meyanda; 30.000 sıtma öğütleri, 10.000 kuş palazı hastalığı nedir ve nasıl korunmalıdır?, 10.000 trahom hakkında halka nasihat, 20.000 kızıl hastalığı ve korunma çareleri, 20.000 sıhhi müze rehberi, 1.000 sıhhi atlas. Ayrıca çocuk bakımı hakkında anneleri aydınlatan ve küçük çocuklara sirayet eden hastalıklardan korunma çareleri için annelere yönelik nasihat yönünde 100.000 risale bastırılarak köylere kadar ulaşılarak ailelere ücretsiz dağıldı.²⁶ Aynı şekilde sağlık sorunları ve bulaşıcı hastalıklar üzerine 19 film çekilerek bütün şehir ve kasabalara gönderildi. “Sıtma”, “çocuk bakımı”, “vaktiyle üç dost idiler” (frengi hakkında), “erken teşhis” (verem hakkında), “senin ağzın” (Ağız Hıfzıssıhhası), “Sinek tehlikesi”, “ihmalin cezası”, “sıhhi su” ve “sıtma mücadelesinde yeni usuller” konulu bu filmler yapılan program uyarınca, memleketin her tarafında halka gösterilmekte ve halkın yoğunluğuna göre gösterimde kalmaktaydı. Hatta birçok kasaba ve köyde sinema ve elektrik olmadığı dikkate alınarak seygar sinema cihazı satın alınmış ve kamyonlarla köylere kadar ulaşılmaya çalışılmıştır.²⁷

Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekâleti her yıl hastalıklarla mücadele ve halkın genel sağlık durumunu gösteren haritalar yayımlamış²⁸, tıp alanında dünyada meydana gelen gelişmeleri takip etmek için bir kütüphane oluşturmuş, tıp kongreleri düzenlemiş ve her ay muntazaman “sıhhiye mecmuası” yayımlamıştır.²⁹

Kastamonu vekili Suat (Soyer) Bey’in 1930 yılı bütçe görüşmelerinde yaptığı konuşma, Osmanlı dönemindeki sıhhi durumu ve Cumhuriyetin ilk yıllarında salgın hastalıklarla mücadelede varılan düzeyi ortaya koyması açısından dikkat çekmektedir. Suat Bey konuşmasında şöyle demektedir:³⁰

“...Arkadaşlar, Cumhuriyetten önce Osmanlı İmparatorluğu’nun sağlık hizmetlerine ayrılan bütçe yalnızca 46 bin liraydı ve bu parayla devlet Yemen’den Kafkasya’ya kadar

²² BCA, 30.10.0.0/177/220/18-20-16-17.

²³ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-20-18

²⁴ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-20-14

²⁵ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-20-14-15.

²⁶ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-20-24.

²⁷ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-20-25.

²⁸ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-20-26.

²⁹ BCA, 30.10.0.0/177/220/18-20-27

³⁰ TBMM Zabıt Ceridesi, Devre 4, Cilt 3, İçtima 27, s. 80-84.

tüm ülkenin sağlık işleri yürütülmeye çalışılıyordu. Halbuki Cumhuriyet döneminde, 1930 yılı sağlık bütçesi 4.5 milyon liraya ulaştı. Bu rakam tek başına bile Cumhuriyet'in halk sağlığına ne kadar önem verdiğini açıkça göstermektedir. Ancak önemli olan yalnızca bütçenin büyüklüğü değil, aynı zamanda bu kaynağı kullanan Vekâletin iş yapma kapasitesidir.

Herkesin bildiği gibi, çok uzaklara gitmeye gerek yoktur. Bir zamanlar Ankara ve çevresi sıtma yatağı olarak anılırken, birkaç yıl içinde sıtmalı bir kimseye rastlanmaz hale gelmiştir. Demek ki Sıhhiye Vekâlet'inin emrine şimdikinden daha fazla kaynak ve personel desteği sağlanırsa, ülkeyi bütünüyle bu hastalıklardan kurtarmaya muktedirdir.

Burada, Sıhhiye Vekili Beyefendiden bir noktaya ehemmiyet vermelerini rica edeceğim: Memleketimizin nüfus meselesi. Diğer meselelere göre daha büyük önem arz etmektedir. Arazi geniş, nüfus ise az olduğu cihetle nüfusu çoğaltmak meselesi ülke savunması kadar önemli bir meseledir. Dünyanın neresinde olursa olsun nüfusa etki eden sıtma, frengi ve veremdir, yoksa kolera ve veba değildir. Sıhhiye Vekaleti, sıtma konusunda ciddi çalışmalar yapmış ve başarı sağlamıştır. Bundan sonra nüfus artışını doğrudan etkileyen verem ve frengiyle mücadelede daha fazla ağırlık verilmesi faydalı olacaktır...”

Esasında Sıhhat ve İctimai Muavenet Vekaleti salgın hastalıklara karşı verdiği mücadele ile dolaylı yünden nüfus artışına da katkıda bulunmaktaydı. Nitekim vekaletin, çocuk ölümleri hakkında; sıtma mücadele mıntıklarını ihtiva eden Bursa, Balıkesir, Aydın, Konya, Adana, Mersin, Cebelibereket vilayetlerinin bazı bölgelerinde 1 Mayıs 1926 tarihinden 1927 senesi Nisan nihayetine kadar bütün doğanlar ile ölenlerin bu meyanda (0-1) yaş arasındaki çocuk vefasının miktarı sıtma mücadelesinde görevli tabip ve sıhhat memurları vasıtasıyla köy köy ve esami itibariyle toplanmış ve bu suretle 1.309 köyde 487,146 nüfus arasında yapılan bu tetkik neticesinde ortalama olarak doğanların binde 39 ve umumi ölümlerin binde 19 olduğu ve bir yaşına kadar ölen çocukların ise binde 156 bulunduğu görülmüştür. Üç yıl sonra aynı bölgelerde ve yine takriben aynı nüfusu ihtiva eden yerlerde yapılan ikinci bir anket doğum hususunda aynı neticeyi vermiş ve fakat umumi ölüm 1929 Kasım ve 1930 Eylül ayları arasındaki yıl zarfında yaklaşık binde 18'e ve çocuk vefatının binde 141,7'ye indiği görülmüştür.³¹ Fakat nüfus artışına destek verecek düzenleme, Umumi Hıfzıssıhha Kanunu daha yeni yürürlüğe girmişti. Bu kanun diğer hastalıklarla mücadelede olduğu gibi çocuk ölümleri meselesinde de çığır açmaktaydı. Zira bu kanundaki hükümler küçük çocukların korunması ve annelere yardım için önemli hususlar ihtiva etmekte ve ilk kez çok çocuklu ailelere yardım esasını getirmekteydi. Yine bu kanun babında 20.000'den fazla nüfusu olan şehir belediyelerini birer süt çocuğu muayene ve müşavere evi ismi altında çocuk hıfzıssıhhasına ait dispanserler açmaya mecbur kılmaktaydı.³²

Sıhhat ve İctimai Muavenet Vekaleti'nin yukarıdaki raporu irdelendiğinde Cumhuriyetin ilk yıllarında, Türkiye'nin büyük sağlık sorunlarıyla mücadele ettiği, salgın hastalıklar nedeniyle ağır kayıplar verildiği fakat planlı ve azimli mücadele sonucunda birkaç yıl içerisinde büyük başarılar elde edildiği ve bu başarıya ulaşılmasında Sağlık hizmetlerinin müstakil bir vekalet (bakanlığa) dönüştürülmesinin ne kadar büyük rolü olduğu dikkati çekmektedir.

³¹ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-57.

³² BCA, 30.10.0.0/176/218/11-59-60.

KAYNAKÇA

Altay, Sadet, *Atatürk Dönemi Sağlık Politikalarının Halka Yansımada Öncü Kurumlar: Numune Hastaneleri (1924-1938)*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Ankara, 2015,

Büyük Millet Meclisi Zabıt Ceridesi

Ceride-i Resmîye

Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivi

Düstur

Gül, Muhittin, "Atatürk Dönemi Sağlık Politikası", *Gazi Üniversitesi Dış Hekimliği. Fak. Dergisi*, 5(1), s. 249-258.

Güler, Ali, "Atatürk Dönemi Sağlıkta Gelişmeler", *Anıtkabir Dergisi*, Yıl 20, Sayı 78 (Temmuz 2020), s. 14-19.

Gümüüşü, Osman, "Osmanlıdan Cumhuriyete Geçiş ve Cumhuriyetin İlk Yıllarında Halk Sağlığı", *Atatürk Araştırma Merkezi Dergisi*, C: XIX, S.55, Mart 2003, s.125-146.

Pamuk, Şevket, *Türkiye'nin 200 Yıllık İktisadi Tarihi*, Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları. İstanbul, 2014.

Sağlık Hizmetlerinde 50. Yıl (Haz.: Türkiye Cumhuriyeti Sağlık ve Sosyal Yardım Bakanlığı), Ayyıldız Matbaası, Ankara, 1973.

Sıhhiye Mecmuası Fevkalade Nüshası, 1942,

CUMHURİYETİN İLK YILLARINDA SAĞLIK TEŞKİLATI: ÇIKARILAN KANUNLAR, NİZAMNAMESLER VE YAPILAN ÇALIŞMALARLA DAİR AYRINTILI BİR RAPOR

HEALTH ORGANIZATION IN THE EARLY YEARS OF THE REPUBLIC: A Detailed Report on the Laws, Regulations, and Work Conducted

Mehmet OKUR

Prof. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Tarih Bölümü
Karadeniz Technical University, Faculty of Letters Department of History
ORCID: 0000-0002-8788-9038

ÖZET

Türkiye’de özellikle Selçuklular döneminde sağlık eğitime ve hizmetlerine önem verilmiş, bîmâristan, dârü’ş-şifâlar, kervansaraylar gibi kurumlar oluşturulmuştu. Nitekim 1206 yılında dünyanın ilk sağlık kuruluşu - ki aynı zamanda dünyanın en eski tıp fakültesi olarak da kabul edilir –ünlü Selçuklu Hükümdarı I. Gıyâseddin Keyhusrev tarafından kız kardeşi Gevher Nesibe Sultan adına Kayseri’de kurulmuştur. Selçuklu döneminde oluşturulan bu sistem Osmanlı devletine intikal etmekle beraber XIX. yüzyıla kadar pek bir ilerleme kaydedildiği söylenemez. Daha çok saray ve ordu merkezli yapılan Osmanlı sağlık sistemi halk sağlığını da kapsayan bir devlet görevi olarak görülmemiş, sağlık faaliyeti hayır kurumları ve vakıflar tarafından yürütülen hizmetlerle sınırlı kalmıştır.

XIX. yüzyılda devletin hemen tüm alanlarda Avrupaî usul ve esaslarda yeniden yapılanma ile beraber sağlık alanında da düzenlemelere gidilmiş, nizamnameler yayımlanmış, devlet tüm halkın sağlık sorunları ile de ilgilenmeye başlamıştır. Fakat müstakil bir sağlık teşkilatı hala mevcut değildi. Sağlık hizmetleri Dahiliye Nezareti’ne bağlı olarak yürütülmekte, o da teknik sorunlar, personel yetersizliği ve ulaşım imkanlarının yoksunluğu nedeniyle sınırlı düzeyde kalmaktaydı. XIX. yüzyıl sonlarından itibaren artan iç siyasal çalkantılar, göçler ve ard arda patlak veren savaşlar sağlık personeli, ilaç ve hastane yoksunluğunu gözler önüne sermiş, insanlar kaderine terkedilmiştir.

Bugünkü kurumsallaşma ve teşkilatlanma anlamında ilk girişimler yaşanan ıstıraplardan ders alınmasının bir sonucu olarak Milli Mücadele sürecinde TBMM tarafından atılmış, Cumhuriyetle beraber halk sağlığını önceleyen kapsamlı bir düzenlemeye gidilmiştir. Çağdaş uygarlık düzeyine çıkılması için öncelikle sağlıklı ve eğitilmiş bir insan kaynağına ihtiyaç vardı. Nitekim Lozan Barışı ve Cumhuriyetin ilanı ile beraber sağlık alanında modern anlamda tam kurumsallaşma çalışmaları başlatıldı.

Arşiv belgelerine dayanarak hazırlamış olduğum ve 1-3 Kasım 2025 tarihleri arasında Dubai’de online ve yüz yüze olarak düzenlenecek olan 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES Kongresi’ne sunmak istediğim bu bildiride, Sıhhat ve İctimai Muavenet Vekâletinin, sağlık alanındaki teşkilatlanma süreci ve yapılan çalışmalar hakkında hazırladığı rapor üzerinde durulacaktır.

Anahtar Kelimeler: Türkiye, Sağlık, Hastane, Tabip, Tedavi

ABSTRACT

In Turkey, especially during the Seljuk period, importance was given to health education and services, and institutions such as bimaristan, hospitals, and caravanserais were established. Indeed, the world's first health institution – which is also considered the world's oldest medical school – was established in Kayseri in 1206 in the name of GevherNesibe Sultan, the daughter of the famous Seljuk ruler Kılıçarslan II. Although this system, which was created during the Seljuk period, was transferred to the Ottoman Empire, it cannot be said that much progress was made until the 19th century. The Ottoman healthcare system, which was structured mostly around the palace and the army, was not seen as a state duty that included public health, and healthcare activities were limited to services provided by charitable institutions and foundations.

In the 19th century, along with the restructuring of the state in almost all areas in line with European methods and principles, regulations were also made in the field of health, regulations were published, and the state began to deal with the health problems of all the people. However, there was still no independent health organization. Health services were provided by the Ministry of Internal Affairs, and even then, they were limited due to technical problems, staff shortages, and lack of transportation. Increasing internal political turmoil, migrations and wars that broke out one after another since the end of the 19th century revealed the lack of medical personnel, medicine and hospitals, and people were left to their fate.

The first attempts at today's institutionalization and organization were taken by the Turkish Grand National Assembly during the War of Independence as a result of learning from the sufferings experienced, and with the establishment of the Republic, a comprehensive regulation that prioritized public health was introduced. To reach the level of contemporary civilization, a healthy and educated human resource was essential. Indeed, with the Treaty of Lausanne and the proclamation of the Republic, efforts to fully institutionalize modern healthcare were initiated.

In this paper, which I have prepared based on archive documents and would like to present to the 10th INTERNATIONAL CONFERENCE ON HEALTH, ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES, which will be held online and face-to-face in Dubai between 1-3 November 2025, I will focus on the report prepared by the Ministry of Health and Social Assistance regarding the organizational process and work carried out in the field of health.

Keywords: Health, Epidemic, Hospital, Doctor, Treatment

GİRİŞ

Sağlık, insanoğlunun varoluş süreci ile beraber önem atfedilen başlıca hususlardan biri olmuştur. Nitekim arkeolojik kazılar tıp biliminin Paleolitik Çağ'ın sonlarından Neolitik Çağ'ın başlarına kadar uzandığını ortaya koymuştur.¹ Yaşamını en iyi sürdürmek çabasında olan insanoğlu, yaşadığı sorunların üstesinden gelmek ve çözüm bulmak için sürekli bir mücadele içerisinde olurken sağlıkla ilgili de çeşitli yöntemler geliştirmiş, tedbirler almış, kurumlar inşa etmiş, ilaçlar geliştirmiştir. Mezopotamya, Anadolu, Antik Mısır, Antik Yunan, Çin ve Hindistan hastalıkların nedenleri ve tedavileriyle ilgili çeşitli teorilerin ortaya atıldığı başlıca coğrafyalar olarak dikkati çekmiştir.²

¹ Yasemin Özmenli – Yılmaz Daşlı, "Osmanlı'dan Günümüze Türkiye'de Sağlık Hizmetlerinin Gelişimi", *International Journal of Social Sciences Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, Yıl: 2025, s. 269.

² Ümit Yoket, Ü., "Eski Çağda Tıp", *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*. 12/2, (2003), s.76-78; Ebru Mandacı Uncu, "Eski Mezopotamya'da Tıp", *History Studies*, 5/5, (Eylül 2013), s. 107-118.

Türk tarihinde de sağlık alanındaki gelişmeleri, Orta Asya'daki Türk topluluklarının yaşamlarına kadar götürmek mümkündür. Yarı göçebe yaşam süren eski Türkler, doğal tedavi yöntemleri ve şamanizmin etkisiyle hastalıkları iyileştirmeye çalışmışlardır. Şamanlar, hem dini lider hem de halk hekimi rolünü üstlenmişlerdir. Türklerde sağlık alanındaki en önemli gelişmeler hiç şüphesiz Selçuklular döneminde cereyan etmiştir. Bu dönemde günümüzdeki tıp fakülteleri rolünde eğitim veren ve tedavi eden hastaneler (dârüşşifâ) inşa edilmiştir ki en ünlüsü Gevher Nesibe Sultan Darüşşifası'dır. Şifahane, 1206'da I. Gıyâseddin Keyhusrev tarafından Kayseri'de inşa ettirilmiştir.³

Selçuklu döneminde oluşturulan bu sistem Osmanlı devletine intikal etmekle beraber XIX. yüzyıla kadar pek bir ilerleme kaydedildiği söylenemez. Zira Osmanlı döneminde devlet eliyle yönetilen sağlık hizmetleri daha çok saraya ve orduya yönelik olmuştur. Devletin sağlık işlerini düzenleyen, tabip, cerrah ve diğer sağlık personelinin atama yetkisini elinde bulunduran Reisul Etibba (Hekim Başı) kurumundan başka kamusal bir örgüt de söz konusu değildi. Diğer bir ifadeyle halk sağlığı bir devlet görevi olarak görülmemiş, sağlık faaliyeti hayır kurumları ve vakıflar tarafından yürütülen hizmetlerle sınırlı kalmış, halkın büyük bir kısmı ya geleneksel yöntemlerle sağlığına kavuşmayı ümit etmiş, ya da serbest çalışan tabip ve cerrahlara ücret karşılığında tedavi olmuşlardır.⁴

XIX. yüzyılda devletin hemen tüm alanlarda Avrupaî usul ve esaslarda yeniden yapılanma ile beraber sağlık alanında da düzenlemelere gidilmiş, nizamnameler yayımlanmış, devlet tüm halkın sağlık sorunları ile de ilgilenmeye başlamıştır. İlk sağlık mevzuatı ise Sultan II. Mahmut devrinin sonlarında 1838'de "Karantina Nizamnamesi" ile başlamıştır. Diğer düzenlemeler 1871'de çıkarılan "Sıhhiye Müfettişleri" ve "Memleket Tabiplikleri Kurulması ve Ataması Hakkında İdare-i Umumiye-i Tıbbiye Mülkiye Nizamnamesi" ile 1877'de yayımlanan sivil hastane bulunmayan yerlerde fakir ve kimsesiz hastaların asker hastanelerinde bakılması, gereken masrafların mahpuslar ve kimsesizler faslından ödenmesi hakkındaki talimatnameydi.⁵

Fakat müstakil bir sağlık teşkilatı hala mevcut değildi. Sağlık hizmetleri Dahiliye Nezareti'ne bağlı olarak yürütülmekte, o da teknik sorunlar, personel yetersizliği ve ulaşım imkanlarının yoksunluğu nedeniyle sınırlı düzeyde kalmaktaydı. XIX. yüzyıl sonlarından itibaren artan iç siyasal çalkantılar, göçler ve ard arda patlak veren savaşlar sağlık personeli, ilaç ve hastane yoksunluğunu gözler önüne sermiş, insanlar kaderine terkedilmiştir.

Türk Milli Hareketi, anayasal kurumsallaşma sürecinde ve savaşın en şiddetli döneminde toplum sağlığını en temel meselelerden biri olarak görmüş, kurulan ilk hükümette Sıhhiye Vekaletine yer vermiştir. 2 Mayıs 1920'de kabul edilen 3 Sayılı, Büyük Millet Meclisi İcra Vekillerinin Suret-i İntihabına Dair Kanun'u ile *Sıhhiye ve Muaveneti İçtimaiye Vekâleti* teşkil edilerek sağlık hizmetleri devletin aslî ve önemli bir görevi haline getirilmiştir.⁶

³ Ahmet Aciduman, "Darüşşifalar Bağlamında Kitabeler, Vakıf Kayıtları ve Tıp Tarihi Açısından Önemleri-Anadolu Selçuklu Darüşşifaları Özelinde", *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 63(1)/(2010), s. 9-15; Muharrem Kesik, M., 2020. "Selçuklularda Sağlık, Sağlık Kurumları ve Tıp Eğitimi", *Tarih Dergisi*, Sayı 71 (2020), s. 116-121.

⁴ Özmen – Daşlı, a.g.m., s.275; Sinem Serin, *Osmanlı Devleti'nde Hekimbaşılık Müessesesi*. (Yayımlanmamış Doktora Tezi), İstanbul, 2020, s. 319.

⁵ *Sıhhiye Mecmuası Fevkalade Nüshası*, 1942, s. 16; 80. *Yılda Sağlık Hizmetleri, 1923-2003*, (Haz.: sağlık Bakanlığı Tedavi Hizmetleri Genel Müdürlüğü), Ankara, 2004, s.4.

⁶ *Düstur*, Üçüncü Tertip, Cilt I, Ankara, 1953, s. 6; *Ceride-i Resmîye*, 7 Şubat 1337. 2 Mayıs 1920'de kabul edilen 3 Sayılı, Büyük Millet Meclisi İcra Vekillerinin Suret-i İntihabına Dair Kanun'u ile Sıhhiye ve Muaveneti İçtimaiye Vekâleti teşkil edilmiş, 1929'da bu isim "Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekâleti" olarak değiştirildi. İlk Sıhhiye ve Muavenet-i İçtimaiye Vekilliği'ne ise Dr. Adnan (Adivar) Bey seçilmişti (03.05.1920 -10.03.1921). Adnan Bey TBMM İkinci Başkanı olunca yerine Refik (Saydam) Bey seçilmiş 10.03.2021 – 20.12.1921), onu takiben ise Dr. Rıza Nur (24.12.1921-27.10.1923) Sıhhiye Vekilliğine seçilmiştir. 30.10.1923'de tekrar Sıhhiye Vekilliğine

TBMM Hükümeti'nin ilk sağlık bakanı olarak seçilen Dr. Adnan (Adıvar) Bey, göreve başladığında, ne yerleşmiş köklü bir örgütlenme⁷ ve alt yapı, ne de ihtiyaçlara cevap verecek yasal bir düzenleme vardı. Her şeyin yeniden ya da yoktan kurulması gerekiyordu. Bu nedenle de, günümüze miras kalan ve tüm ülkeye yayılan sağlık alt yapısının temellerinin bu yıllarda atıldığını söylemek yanlış olmaz. Adnan (Adıvar) Bey'den sonra Sıhhiye Vekili olan Refik (Saydam) Bey, hazırladığı çalışma programında – ki Vekâletin hazırladığı ilk program olarak nitelenebilir - öncelikle şu konuların ele alınması planlamıştı: Devletin sağlık örgütlenmesini genişletmek, hekim yetiştirmek, numune hastaneleri açmak, ebe yetiştirmek, küçük sıhhiye memurları yetiştirmek, doğum ve çocuk bakımevleri açmak, verem sanatoryumu açmak, sıtma mücadelesi yapmak, frengi ve diğer sosyal hastalıklarla mücadele etmek, trahom ile mücadele etmek, sıhhi-içtimai örgütlenmeyi köylere kadar taşımak, sıhhi-içtimai kanunlar yapmak, merkez hıfzıssıhha müessesesi açmak ve bir hıfzıssıhha mektebi açmak.⁸

Böylece halk sağlığını önceleyen kapsamlı çalışmalara başlanmış, bir yandan hastaneler inşa etmek, sağlık personeli yetiştirmek ve salgın hastalıklarla mücadele ile uğraşılırken, diğer taraftan da kurumsal işleyiş, hastaneler, eczaneler, mecburi hizmet ve salgın hastalıklarla mücadele üzerine yasal düzenlemeler yapılarak büyük bir başarıya imza atılmıştır. Aşağıda kısaca özetlemeye çalıştığımız, Cumhuriyetin Onuncu Yılında Hıfzıssıhha İşleri Umum Müdürlüğü tarafından hazırlanan ve Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekili Refik Saydam tarafından Başvekâlete (Başbakanlık) sunulan 11 Temmuz 1933 tarihli bir rapor, işte bu düzenlemeler ve çalışmalar hakkında detaylı bilgiler verdiği gibi hazırlanan ilk çalışma programının da ne kadarının başarıya ulaştırıldığı hususunda bir fikir vermektedir.⁹

CUMHURİYETİN İLK YILLARINDA SAĞLIK TEŞKİLATI, ÇIKARILAN KANUNLAR, NİZAMNAMESLER, YAPILAN ÇALIŞMALAR

Yukarıda da ifade edildiği üzere Hıfzıssıhha İşleri Umum Müdürlüğü tarafından hazırlanan ve Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekili Refik Saydam tarafından Başvekâlete (Başbakanlık) sunulan 11 Temmuz 1933 tarihli rapor; *Teşkilatlanma, Sıhhat Kanunları ve Nizamları, Sâri Hastalıklarla Mücadele, Sıtma Mücadelesi, Zührevi Hastalıklarla Mücadele, Trahom Mücadelesi, Verem Mücadelesi, Çocuk Ölümleri ile Mücadele, Tıbbi ve İçtimai Yardım İşleri, Hıfzıssıhha Müesseseleri, Tedris Müessesesi, Propaganda ve Neşriyat ve Teftiş Mesaisi* ana başlıkları¹⁰ ile Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekâleti merkez, vilayetler, hudut ve sahiller yönetim şemalarından oluşmaktadır.¹¹

Teşkilatlanma hususunda verilen bilgilere göre; Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekâleti Teşkilatı, başlangıçta Hıfzıssıhha ve İçtimai Muavenet şubeleri müdürlükleri ile sicil, muhasebe şubelerinden mürekkep olmakla beraber gerek teknik ve gerek idari memurların sayısı oldukça az ve şube teşkilatı da sınırlı sayıda idi. Cumhuriyetin ilanından sonra yavaş yavaş memleketin

seçilen Refik (Saydam) Bey aynı zamanda Cumhuriyetin ilk sağlık bakanı olmuştur (30.10.1923 – 21.11.1924). Refik Bey, 22.11.1924 – 03.03.1925 arasında yaklaşık 3.5 ay görev yapan Dr. Mazhar Germen'den sonra tekrar vekillığe seçilecek ve bu görevi Aralıksız 1937'ye kadar sürdürecektir. Ali Güler, "Atatürk Dönemi Sağlıkta Gelişmeler", *Anıtkabir Dergisi*, Yıl 20, Sayı 78 (Temmuz 2020), s. 15.

⁷ 1923 yılına gelindiğinde, sağlık teşkilatı merkez ve taşra olarak bölünmüştü. Ankara Merkez'de Sağlık Dairesi, Sicil Dairesi ve Muhasebe ve Evrak Kalemi olmak üzere üç daire bulunuyordu; taşrada ise sağlık müdürlükleri vardı. Sağlık müdürlükleri, hükümet ve belediyenin karantina tabiplikleri ve sıhhiye memurlarından oluşuyordu.

⁸ *Sıhhiye Mecmuası Fevkalade Nüshası, 1942*, s. 16; *80. Yılda Sağlık Hizmetleri, 1923-2003*, s. 6.

⁹ *Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivi*, Fon 30.10.0.0/Kutu 176/Gömlek 218/Sıra 11, BCA, 30.10.0.0/176/218/11

¹⁰ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-1-82

¹¹ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-Şekil 1-4

umumi hayatında istikrar ve gelişme husule geldikçe ve yeni çıkan kanun ve nizamlar tatbik edilmeğe başladıkça sıhhat (sağlık) teşkilatı da genişletilmiş personel sayısı artırılmıştır. Vekâletin (Bakanlığın) merkez teşkilatı, memleket dâhilinde umumi sıhhatin muhafazası, içtimai hastalıklarla mücadele, uyuşturucu ile mücadele, çocuklara ve doğum yapan kadınlara yardım gibi işlerle meşgul olmaktadır.¹²

Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekâleti'nin 1933 yılı itibarıyla vilayetlerde 57 Sıhhat ve İçtimai Muavenet Müdürü, 394 Hükümet tabibi, 541 seyyar ve sabit küçük sıhhat memuru, 101 muayene ve tedavi evleri küçük sıhhat memuru, 259 numune hastaneleri, doğum evleri, hususi idare ve belediye hastaneleri, Emrazı Akliye ve Asabiye hastaneleri ile sıtma, frengi, trahom, verem ve sarî hastalıklarla mücadele eden 146 doktor 440 küçük sıhhat memuru bulunmaktaydı. Ayrıca 227 belediye tabibi ve 400 belediye ebesi de devlet ve hususi idare ve belediye bütçelerine bağlı olarak vazife yapmaktaydılar.¹³ Aynı yılda hudut ve sahillerde 9 sahil sıhhiye merkezi, 14 sahil sıhhiye idaresi, 13 sahil sıhhiye muhafaza memurluğu ile 3 tahaffuzhane, 2 sarî ve salgın hastalıklar hastanesi ve 2 liman ve şehir laboratuvarı olup buralarda 37 tabip ve 369 memur istihdam edilmekteydi.¹⁴

Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekâleti'nin belki de teşkilatlanma açısından yaptığı en önemli işlerden birisi de, memleket hastalıkları ve bilumum ilmi çalışma hakkında tetkikat yapmak, aşı, serum ve diğer hayati sağlık gereklerini hazırlamak, sıhhat (sağlık) memurlarının gelişimini sağlamak, kimya, bakteriyoloji ve sair hayati tahlilleri yapmak üzere Avrupa'daki benzerleriyle bir ayarda hatta onlardan daha modern bir müessesenin (Türkiye Cumhuriyeti Merkez Hıfzıssıhha Müessesesi) kurulmasını sağlamak olmuştur. 32 mütehassıs tabip ve asistan, 1 baytar ve 66 adet muhtelif memurun istihdam edileceği müessese hakiki bir mektep ve memleketimizin yeni yetişen tıp nesli için bir dersane görevi üstlenecektir.¹⁵

Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekâleti, başkentte ve taşrada teşkilatlanma ile birlikte aynı zamanda umumi hıfzıssıhha işleri ve içtimai hastalıklarla mücadeleye mahsus çok sayıda kanun ve nizamnameler hazırlamış, daha önce var olan fakat uygulamada sorunlar yaşanan ya da yetersiz kalan kanunlarda düzenlemelere gitmiştir. Örneğin 1914 senesinde neşredilmiş olan ve memleketimizde ilk defa olarak sarî hastalıkların ihbarını mecburi kılan nizamnameyi ilga etmiş ve onun yerine daha teferruatlı ve daha fenni hükümler koymuştur. Yine zührevi hastalıklarla mücadeleye mahsus daha önce (1921 tarihinde) yürürlüğe giren "*Frengi ile Mücadele Kanunu*" ilga edilmiş ve onun yerine yalnız frenginin değil diğer zührevi hastalıklar için de tedavi mecburiyeti getiren yeni bir kanun çıkarılmıştır. Kanunda zührevi hastalıkların takip ve ihbarından başka bu hastalıkların intikaline vasıta olan unsurlar da nazarı dikkate alınmıştır. Bundan başka memleketimizde ilk defa olarak verem ve trahom hastalıklarıyla mücadele işleri umumi hıfzıssıhha kanunu ile umumi devlet işleri arasına girmiş ve kanuni bir şekil almıştır. Bu kanun ile gerek muhacirine ait işler, amele ve çocuk hıfzıssıhhası, ölülerin defni ve nakli, maden suları ve kaplıcalar, yiyecek ve içeceklerde kullanılacak maddeler, şehir ve kasabalar hıfzıssıhhası yani su, lağım ve mesken işleri, gayri sıhhi müesseseler ve sıhhi

¹² BCA, 30.10.0.0/176/218/11-2-3.

¹³ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-3.

¹⁴ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-4.

¹⁵ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-5.

istatistik ve saireye ait kısımlar Türkiye’de ilk kez telaffuz edilmiş, alınacak tedbirler belli usul ve esaslara bağlanmıştır.¹⁶

Sâri hastalıklarla ilgili bir diğer gelişme ve düzenleme de “Sıtma Mücadele Kanunu”nda yapılmıştır. Türkiye’nin hemen her tarafında asırlardan beri yerleşip kalmış olan sıtma hastalığı halkın sıhhatini, çalışma kudretini ve hatta üreme kabiliyetini kıran en büyük afetlerden biri olmakla beraber imparatorluk yönetimi bu hastalıkla mücadeleye gerekli dikkati vermemiş, birçok kasaba ve köy adeta mezarlık haline gelmiştir.¹⁷

Cumhuriyetin idaresinin tesisi ile birlikte hükümetin ilk işi memleketin bu en büyük derdine bir çare bulmak olmuş ve 1924 yılında önceki kanundan daha detaylı ve ilmi esaslara dayalı yeni bir düzenleme ve teşkilatlanma çalışması başlatılmış, TBMM’sinin onayı ile 1926’da Sıtma ile Mücadele Kanunu” yürürlüğe girmiştir. Bu kanunla sıtma mücadele heyetleri devletin görevleri içerisinde yerini almış ve bütün devlet teşkilatının sıtma mücadelesine katılımı mecbur tutulmuş. Ayrıca yeni sıtma kanunu ile bilhassa sıtma menbalarının, yani sıtmayı nakleden sivrisineklerine üremesine yarayan bataklık vesairenin husulüne sebebiyet vermek menedildiği gibi umumiyetle bu gibi menbaların ortadan kaldırılması için halkın mecburi çalışması da zorunlu kılınmıştır.¹⁸

Cumhuriyetin ilk yıllarında çıkarılan ve toplumun sıhhi durumunu doğrudan ilgilendiren belki de en önemli düzenleme 1926’da çıkarılan “Su Kanunu”dur. İmparatorluk yönetiminde suyun ehemmiyeti takdir edilerek birçok şehir ve kasabalarımıza ihtiyacına göre su getirilmiş ise de bu suların yeni bilgilere göre ıslah edilmesi pek düşünülmemiştir. Cumhuriyet idaresi bu en temel sağlık kaidesini göz önüne alarak şehir ve kasabalara fenni usullerle su getirilmesini için muhtelif makamlara bağlı su dağıtım işini evvela belediyelere bağlamak suretiyle bir elden idaresini sağlamış, daha sonra da belediyelerin şehir ve kasabalara temiz su getirmeleri için kanuni esaslar koymuştur.¹⁹

Bedenen ve ruhen sağlıklı bir toplum inşa etmeye büyük önem veren Cumhuriyet idaresi, günümüzün olduğu gibi geçen yüzyılın da önemli sorunlarından biri olan uyuşturucu kullanımının önüne geçmeye çalışmış, bu itibarla, diğer devletlerle işbirliğine gidildiği gibi 1928’de uyuşturucu üretimi ve satışını sıkı bir takibe alan ayrı bir kanun da çıkarmıştır.²⁰

1927’de çıkarılan “Tababet ve Şubeleri Sanatlarının İcrasına Dair Kanun” Cumhuriyetin bu alandaki en büyük eserlerinden biri olarak kabul edilebilir. Kanunla Türk tabiplerinin hak ve salahiyetleri ile mecburiyetleri ve ihtisas usulleri tespit edilmişti. Bir diğer kanun da 1930’da çıkarılan “Umumi Hıfzıssıhha Kanunu”dur ki o dönemin dünyadaki en ileri ve en kapsamlı sağlık yasalarından biri olmuştur.²¹ Çünkü o dönemde Sovyetler Birliği hariç, ne Türkiye’ye

¹⁶ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-8.

¹⁷ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-9.

¹⁸ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-9.

¹⁹ CA, 30.10.0.0/176/218/11-10.

²⁰ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-10-12.

²¹ O dönemde Sovyetler Birliği ve bazı Avrupa ülkeleri hariç bu düzeyde detaylı bir genel sağlık yasası çıkarılmamıştı. Bu yasa o denli toplumsal bir içerik taşıyordu ki, yasada Vekâletin görevlerini belirleyen 18 maddesinden 15’i “koruyucu sağlık hizmetleri” ile ilgiliydi. BCA, 30.10.0.0/176/218/11-13, 16; Recep Akdur,

komşu ülkelerde ne de Yakın Asya, Orta Doğu ve birçok Avrupa ülkesinde 1593'e benzer genel bir sağlık yasası yoktu. Bu yasa o denli toplumsal bir içerik taşıyordu ki, yasanın ilk maddesi halk sağlığını devletin temel görevleri arasına alırken²², Vekâletin görevlerini belirleyen 18 maddesinden 1'ini ise "koruyucu sağlık hizmetleri" oluşturmaktaydı.

Rapordan da görüldüğü üzere ilk dönem Cumhuriyet hükümetlerinin kanuni düzenlemeleri yalnızca Sıhhi ve İçtimaî Muavenet Vekâleti çalışanlarının özlük hakları ve salgın hastalıklarla mücadele ile sınırlı kalmamış, birçok sıhhi (sağlık) meslek grubuna yönelik de kanun ve nizamnameler çıkarılmıştı. 1926 tarihinde çıkarılan "Eczaneler Kanunu" ile eczanelerin işleyişi, halkın ve eczacılığın menfaatleri ölçüsünde belirlenirken²³, hususi eczanelere yönelik "Eczacılar Kanunu" çıkarılmış ve tıbbi ve kimyevi maddelerin salâhiyeti olmayanlar elinde kalmasına imkân bırakılmamıştır.²⁴ 1927 tarihli "Tababet ve Şubeleri Sanatlarının İcrasına Dair Kanun" ile de Türk tababeti milli bir şekle koyulmuş ve tabiplerin hak ve salâhiyetleri, mecburiyetleri ve ihtisas usulleri tayin edilmiştir.²⁵ Para ile hasta kabul ederek tedavi eden hususi müesseseler için de "Hususi Hastaneler Kanunu" çıkarılmış (1933), ilgili hastanelerin halka karşı sorumlulukları tanzim edilmiştir.²⁶

Laboratuvar Kanunu, Rusumu Sıhhiye Kanunu, Devlet Kinini Kanunu, Türk Kodeksi Kanunu, Tabiplerin Sıtma Stajı Kanunu, Türkiye Cumhuriyeti Merkez Hıfzıssıhha Müessesesi Kanunu, Tıbbi ve İspençiyari Müstahzarlar Kanunu, Umuru Sıhhiye Bütçeleri ve Memurin-i Sıhhiye Hakkında Kanun, Tabiplerin Mecburi Hizmet Kanunu Sıhhat ve İçtimaî Muavenet Vekaleti'nin raporunda bahsi geçen ve Cumhuriyetin ilk yıllarında çıkarılan diğer belli başlı kanunlar olarak sıralanabilir.²⁷

İlk Cumhuriyet hükümetleri tüm bu kanunların tatbiklerini kolaylaştırmak ve bir takım hükümlerini daha açık olarak izah etme üzere umumi sıhhat işlerine ait birçok nizamnameler ve talimatnameler de yayımlamıştır.²⁸

Sıhhat ve İçtimaî Muavenet Vekaleti'nin hazırladığı raporda sıhhi teşkilatın, bazıları yurt dışı kaynaklı olmak üzere salgın hastalıklara karşı verilen mücadeleyi de şu şekilde özetlemek mümkündür:

Son zamanlarda memleketi hariçten gelen en ciddi salgın hastalık veba olmuş, en ciddi tedbirler de bu hastalığa karşı alınmıştır. Bu hastalık umumi harbin bitmesinden sonra İstanbul'da bir salgın ile başlamak üzere memlekette mevcudiyetini göstermiş ve dâhilde alınan tedbirlerle salgın söndürülmüş ise de bütün Akdeniz havzasının bu hastalıkla bulaşmış olması ara sıra

"Cumhuriyetten Günümüze Türkiye'de Sağlık", 12. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi (21-25 Ekim 2008 Ankara), s. 2; Müslim Demir, "Umumi Hıfzıssıhha Kanunu Üzerine Bir İnceleme", *Çalışma ve Toplum*, 3(2019), 2020-2025.

²² Kanunun 1. Maddesinde şöyle yazmaktadır: "Memleketin sıhhi şartlarını ıslah ve milletin sıhhatine zarar veren bütün hastalıklar veya sair muzır amillerle mücadele etmek ve müstakbel neslin sıhhatli olarak yetişmesini temin ve halkı tıbbi ve içtimaî muavenete mazhar eylemek umumi devlet hizmetlerindedir." Nedim Demirel - İlhan Yiğit - Faik Gözenman., Lütfi Tuncay; *Sağlık Mevzuatımız*, Filiz Kitabevi, İstanbul, 1969, s. 5

²³ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-13.

²⁴ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-13.

²⁵ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-13.

²⁶ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-14.

²⁷ Adı geçen kanunların çıkarılma amaçları için bkz.: BCA, 30.10.0.0/176/218/11-13-18.

²⁸ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-14.

Türkiye’de de bazı vakaların görülmesine sebep olmuştur. Gösterilen pek sıkı ihtimam neticesinde tehlike giderek azalmış 1930’lara gelindiğinde İstanbul’da görülen iki ve Antalya’da görülen bir vakadan sonra artık veba hadisesi görülmez olmuştur. Aydı dönemde komşu memleketlerde vebanın can almaya devam etmesi Sıhhat ve İçtimai Muavenet teşkilatının çabasını ve başarısını ortaya koymaktadır.²⁹ Kolera salgını ise hudutlarda alınan sıkı tedbirler ve önleyici aşı tatbikatıyla yurda sirayet etmeden atlatılmıştır.³⁰

Kolera salgını büyük bir başarıyla ülkeye sirayet etmeden atlatılmakla beraber defaten cereyan eden yurt dışı kaynaklı çiçek hastalığı salgınına engel olunamamıştır. Çiçek hastalığı salgının en tehlikesi 1929-1931 yılları arasında cereyan etmişti. Ancak hastalığın Suriye’de başlayarak Türkiye’ye dâhil olduğu anlaşılır anlaşılabilir büyük gayret ve dikkat gösterilerek 1 Ağustos 1929’da başlayarak 30 Haziran 1931 tarihine kadar Mardin, Gaziantep, Cebelibereket, Diyarbakır, Mersin, Siirt ve Elazığ, Maraş, Malatya, Urfa, Adana vilayetlerinde 1.214.839 kişiye aşı yapılarak hastalığın daha fazla yayılmasının ve tehdit oluşturmasının önüne geçilmiştir.³¹

Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekâleti’nin raporundan anlaşıldığı üzere salgın hastalıklara karşı başarı elde edilmesinde salgın hastalıklardan zamanında haberdar olunmasının büyük rolü olmuştur. Bunun için kanunen hastalıkları ihbar mecburiyetinde olan tabiplerin bu mecburiyetlerini kolaylaştırmak üzere postalarla ücretsiz nakledilen haber bildirimleri tertip edildiği gibi köylerde ihtiyar heyetlerinin kanuni ihbar vazifelerini yapmaları hususu şiddetle tavsiye edilmişti.³² Nitekim alınan sıkı tedbirler sonucunda tıpkı, veba³³ ve çiçek³⁴ hastalığı gibi kızıl³⁵, difteri³⁶, ankilostom³⁷, kuduz³⁸ ve amipli dizanteri³⁹ salgınlar en fazla iki üç yıl içerisinde atlatılmıştır.

Cumhuriyetin ilk yıllarında sağlık teşkilatını en fazla meşgul eden hiç şüphesiz sıtma mücadelesi olmuştur. Nitekim Sıhhiye Vekâleti’nin Başbakanlığa sunduğu geçen on yıllık faaliyet raporunda konuyu diğer bulaşıcı hastalıklardan ayrı bir bölüm olarak değerlendirmiştir. Raporda sıtma hastalığı ile yapılan mücadele hakkında özetle şu bilgiler verilmektedir:⁴⁰

²⁹ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-20-21.

³⁰ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-20-22.

³¹ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-23-25.

³² BCA, 30.10.0.0/176/218/11-24.

³³ Başta limanlar olmak üzere ülkeye giriş çıkış mevkilerinde alınan tedbirler, fare mücadelesi ve aşı tatbiki ile veba vakaları sınırlandırılmış, 1929’a gelindiğinde hastalık tamamen ortadan kaldırılmıştır. BCA, 30.10.0.0/176/218/11-25.

³⁴ 1930 yılında kabul edilen Hıfzıssıhha Kanunu ile çiçek hastalığına karşı daha fazla ihtimam gösterilmiş, bilhassa yeni doğan çocukların aşısız kalmamasına özen gösterilmiştir. BCA, 30.10.0.0/176/218/11-26.

³⁵ Kızıl hastalığına karşı hususi bir aşı tatbik edilerek tedavide başarıya ulaşılmıştır. BCA, 30.10.0.0/176/218/11-27.

³⁶ Pek salgın şeklinde görülmeyen bu hastalık serum ve aşı kullanılarak tedavi edilmiştir. BCA, 30.10.0.0/176/218/11-25.

³⁷ Bu hastalık Hopa ve havalisinde harbi umumi esnasında Rus işgali altında iken yerleşmiş ve yavaş yavaş sirayet dairesini arttırarak bazı mahallerde halkın yüzde doksanını musap kılmıştır. Hastalık ankilostom veya nekator tabir olunan parazitin bağırsaklarda yerleşmesi neticesi husule gelir ve yakaladığında umumi zayıflık ve kansızlık husule getirerek çalışma kabiliyetini azaltır, sıhhati ihlal eder ve nihayet ölüme sebep olur. Hastalık bölgeye gönderilen özel bir sıhhiye heyeti ve hususi olarak oluşturulan laboratuvar çalışmasıyla 1933’de büyük ölçüde kontrol altına alınmıştır. BCA, 30.10.0.0/176/218/11-30-31

³⁸ Adı geçen hastalıkla yapılan mücadele hakkında ayrıntılı bilgi için bkz.: BCA, 30.10.0.0/176/218/11-31-34.

³⁹ Bu hastalık en ziyade su ve lağım tesisatının fenni bir şekilde olmaması sebebiyle kolayca ortaya çıktığından ülkenin içinde bulunduğu şartlarından kısa sürede temizlenmesi mümkün olmamıştır. BCA, 30.10.0.0/176/218/11-35.

⁴⁰ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-36-37.

“Sıtma memleketimiz için çok büyük ehemmiyet ve ciddiyetle telakkiye şayan bir hastalık, içtimai bir bela olduğu için Cumhuriyet hükümeti sıhhi programının en başında sıtma ile mücadeleyi bulundurmuş ve sıtma mücadelesi bir hazırlık devresinden sonra 1925 senesinden itibaren başlamıştır. Teşkil edilen ilk mücadele heyetleri evvela Ankara, aydın, Adana mıntıklarında faaliyete geçmiş ve o zamandan bu güne kadar geçen müddet zarfında sıtma mücadele heyetleri hususi kanuna istinat ederek sıhhi teşkilat camiası içinde mühim bir uzviyet halinde inkişaf ve tevessü ederek bugün 24 vilayetin muhtelif sıtmalı kısımlarını ihtiva eden on bir mıntıkaya şamil ve muvaffakiyetli sayileri ile memleket sıhhat ve refahının yükselmesine yardım eden kocaman bir teşekkül olmuştur.

Sıtma mücadele teşkilatı mevcut sıhhat teşkilatından tamamıyla ayrı ve müstakil bir halde olup heyetler doğrudan doğruya sıhhat ve içtimai muavenet vekaletine merbutlardır. Bu teşkilatın masrafları mali kanunlarımıza tevfiik edilmek şartıyla ihdas olunan hususi bir teşekkül vasıtasıyla ve merkezden doğruca tediye edilmekte olup bu hususta da diğer teşkilattan farklıdır. Halen sıtma mücadele teşkilatı 24 vilayetin az veya çok kesif sıtmalı kısımlarına şamil olan 11 heyetten ibarettir.

Bu vilayetler şunlardır: Ankara, Eskişehir, Çankırı, Kırşehir, Yozgat, Konya, Afyonkarahisar, Bilecik, Seyhan, İçel, Gaziantep, Antalya, Denizli, Aydın, Muğla, İzmir, Manisa, Balıkesir, Bursa, Kocaeli, İstanbul, Samsun, Amasya.

Sıtma mücadele heyetleri, bir mütehassıs reisin idaresindedir ve her birisinin başında bir mücadele tabibi bulunan şubelerden müteşekkildir ki bunların adedi mıntıkanın vüs’atine göre dörtten dokuza kadardır. Mücadele reisinin bulunduğu merkezde bir laboratuvar şefinin idaresinde mücadele laboratuvarı bulunmaktadır. Her şube dört veya beş daireye taksim edilmiş olup bu dairelerin her birinde hususi kursta yetişmiş ve imtihan neticesi ehliyeti tebeyyün etmiş küçük sıhhat memurları vardır. Beher sıhhat memuruna mıntıkanın nüfus kesafeti ve saire gibi şeraitine göre tebeddül üzere 8-15 köy isabet etmektedir.

Sıtma mıntıklarında ayrıca ağır sıtmalı şahısların kabul ve tedavisine mahsus 5-10 yataklı sıtma dispanserleri vardır. Yalnız Adana’da (20) yataklı bir sıtma hastanesi mevcuttur. Bu suretle teşekkül eden sıtma mücadele heyetleri memurları doğrudan doğruya sıhhat ve içtimai muavenet vekâleti tarafından tayin ve azledilirler. Halihazırda bütün mıntıklarda müstahdem tabiplerin (Reisler’de dahil olarak) 90 ve küçük sıhhat memurlarının sayısı 313 dür. Mücadele mıntıklarında sıhhat memurları ve şube tabipleri mücadele reisinin daimi murakabe ve teftişi altındadır. Her mıntıkada bu işe mahsus olmak üzere bir hizmet otomobili de mevcuttur...”

Raporda sıtma mücadele heyetlerinin vazifeleri ise şöyle sıralanmıştı:⁴¹

1. Heyetler buldukları mıntıkadaki halkı Nisan ve Kasım aylarında olmak üzere yılda iki defa umumi surette muayene etmek.
2. Her ne şekilde olursa olsun sıtmaya musap olanları tedavi altına almak.
3. Muhitin sıtma menbalarını kanunun kendilerine verdiği salahiyet dairesinde izaleye çalışmak veya izale ettirmeye gayret eylemek.
4. Sivrisinekler ve sürfeler (kurtçuklar) ile mücadele etmek.

Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekâleti, Adana’da açtığı sıtma enstitüsü ile kurslar düzenlemiş, bu hastalıkla mücadelede görevlendirilen sivil ve askerî doktorlara enstitüde staj zorunluluğu getirmiştir.⁴²

⁴¹ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-37.

⁴² BCA, 30.10.0.0/176/218/11-41.

Raporda trahom salgını ile yapılan mücadele hakkında da detaylı bilgiler verilmektedir. Çok eski zamanlardan beri Türkiye’de mevcut olan bu hastalıkla ilk kapsamlı mücadelenin Cumhuriyetle başladığı ifade edilmekte ve özetle şu bilgiler verilmektedir:⁴³

“...1925 tarihinde şark vilayetlerimizde kurulan trahom mücadele teşkilatı sabit ve seyyar olmak üzere iki surette çalışmakta olup sabit teşkilatta her gün poliklinik ve ayakta tedavi icra olunmakta ve lüzumu halinde hasta yatırılarak ameliyat yapılmaktadır. Seyyar teşkilat ise köyleri gezerek hasta aramakta ve köylerde trahom tedavisi icra ve hastalığın tevessü ve intişarına mani olacak tedbirleri ittihaz etmektedir. 1925 de başlayan bu mücadele sahasında 1930 senesine kadar Gaziantep vilayetinin merkez kazası ile Kilis ve Besni kazalarında 10’ar yataklı birer dispanser, Malatya’da keza 10 yataklı bir dispanser ile Adıyaman kazasında 20 yataklı bir hastane ve buna mülhak bir de dispanser; Gaziantep merkez dispanserine mülhak bir seyyar teşkilat kurulmuştur. Trahomla mücadele hastanelerine daha sonra 1930 senesinde Adana’da 40 yataklı bir hastane daha ilave edilmiştir. Ayrıca Gaziantep’te bir trahom mücadele reisliği de ihdas edilmiştir.... Reisliğin vezaifi bütün trahom mücadele teşkilatının faaliyetine nezaret, mücadelenin tarzı icrasını ve mesaiyi murakaba, ihtiyacatı tetkik olup bu makamı vekaletle mücadele teşkilatının yakınından temasını temin etmektedir.

1930 senesi zarfında mevkii meriyete geçen umumi hıfzıssıhha kanununda trahom mücadelesi için çok esaslı hükümler yazılmıştır. İşbu kanun trahom mücadelesi hakkında başlı başına bir fasıl ihtiva etmekte olup 99-102. Maddelerinde trahom mücadele mıntıklarında bu hastalığın ihbarı mecburi kılınmış, sari devredeki trahom hastalarının mektep, fabrika, imalathane veya sair resmi ve hususi müesseselere devamı menedilmiş ve mekteplerde trahom mücadelesinin tarzı icrası için sıhhat vekaleti ile maarif vekaleti beyninde müştereken tedabir ittihazı mecburi yine kılınmıştır.

Umumi hıfzıssıhha kanunu mevkii meriyete geçer geçmez trahom hakkındaki hükümlerinin hemen tatbikine başlanmış, gerek trahom mücadele mıntıklarında ve gerekse memleketimizin resmi göz tabibi bulunan diğer vilayet merkezlerinde mektep talebelerinin trahom nokta-i nazarından umumi muayeneleri icra kılınarak sari devredeki trahomlar tespit olunmuştur. Trahom gibi gayet sari bir hastalığın mektep talebeleri arasında süratle intişarına mani olmak için trahomlu talebesi ziyade olan şehirlerde salim talebeler tefrik olunarak bunlara salim hocalar ve müstahdemin yayın ettirilmiş ve trahomu nispeten az olan mıntıklarda ise trahomlu talebeler salimlerden ayrılarak kendilerinin trahomlu hocalar ve müstahdemini ile beraber mekteplerinde okutulması temin olunmuştur....

...Trahom mücadelesinde halkın bu hastalık hakkında tenvir ve irşadı ve sıhhi bilgisinin yükseltilmesi pek mühim bir muvaffakiyet amili olup bu hastalığın tamamen önüne geçebilmek ancak halkın tam bir müzaheret ile kabil olacağından trahomun vahametini, sirayet ve intişar yollarını, tahaffuz çarelerini resim ve yazı ile gösterir levhalar tertip ettirilmiş ve 1932 senesinde bu levhaların tab’ı ikmal edilerek trahom mücadele mıntıklarında mektep, fabrika, resmi daireler ve diğer umumi mahallerde teşhir ettirilmek üzere daireler ve diğer umumi mahallerde teşhir ettirilmek üzere tevzi olunmuştur.

1932 senesinde eski teşkilata zamimeten Urfa merkezinde 15 yataklı, Maraş ile Siverek’te 10 yataklı birer dispanser ve hastane ile Gaziantep, Besni, Kilis, Malatya, Urfa ve Siverek’te birer seyyar teşkilat ilavesi suretiyle mücadelenin tevsii tensip edilmiş ve bu hususta icabeden alet, edevat, ilaç ve malzemenin münasip binaların tedarik ve teminine başlanmıştır.”

⁴³ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-48-51.

Sihhat ve İctimai Muavenet Vekâlet'inin aldığı tedbirler neticesinde 1925'den 1932 yılına kadar büyük kısmı güney bölgelerde olmak üzere tüm yurttaki 1.914.614 trahom hastası ayakta, 5.380'i yatırılarak ve 37.315'i de ameliyat edilerek tedavi edilmiştir.⁴⁴

Sihhiye Vekâletinin raporundan anlaşıldığına göre verem hastalığına karşı da kısa sürede etkili tedbirler alınmıştır. İlk defa olarak verem mücadele dispanseri İstanbul vilayeti hususi idaresi tarafından vekâletin talep ve tasvibi ile 1923'de teşkil edilmiş ve büyük bir rağbet görmüştür. Hastalığı bir an önce kontrol altına almak adına 1924 senesinde İstanbul'da Heybeliada'daki elli yataklı bir Verem Sanatoryumu açılmış, İstanbul-Haydarpaşa'daki Emrazı Sâriye Hastanesinde de yirmi beş yatak veremlilere tahsis edilmiştir. 1930'da Heybeliada Sanatoryumuna 35 yataklı bir pavyon daha ilave edilmiş, 1932'de de yeniden yapılan ilavelerle veren sanatoryumunun yatak sayısı 130'a çıkarılmıştır. Aynı yıl İstanbul Emrazı Sâriye Hastanesinde de verem yatakları 75'e çıkarılmıştır. Bu arada 1930'da kabul edilen umumî hıfzıssıhha kanunu ile veremle mücadeleye ilk hukuki bir düzenleme de getirilmiş, sari ve açık veremlilerin ihbarı mecburi hale getirilmiştir.⁴⁵

Nüfusun memleket sathına ve üretim kapasitesine göre nüfus yetersizliği Cumhuriyet idaresinin en fazla üzerinde durduğu konulardan biri olmuştu. Türk milletinin geleceği bir an önce nüfusun sağlıklı bir şekilde artmasına ve varlıklı hale gelmesine bağlı idi. Bu nedenle bir hayli yüksek olan çocuk vefatlarının asgariye indirilmesi gerekiyordu. Sihhat ve İctimai Muavenet Vekâleti raporunda bu konuya da ayrıntılı yer vermişti. Sihhiye Vekâletine göre, salgın hastalıkların önlenmesi ile anne ve çocuk ölümlerinin de önüne geçilecekti.⁴⁶ Nitekim vekâlet, çocuk ölümleri hakkında; sıtma mücadele mntıklarını ihtiva eden Bursa, Balıkesir, Aydın, Konya, Adana, Mersin, Cebelibereket vilayetlerinin bazı bölgelerinde 1 Mayıs 1926 tarihinden 1927 senesi Nisan nihayetine kadar bütün doğanlar ile ölenlerin bu meyanda (0-1) yaş arasındaki çocuk vefatının miktarı sıtma mücadelesinde görevli tabip ve sihhat memurları vasıtasıyla köy köy ve esami itibariyle toplanmış ve bu suretle 1.309 köyde 487,146 nüfus arasında yapılan bu tetkik neticesinde ortalama olarak doğanların binde 39 ve umumi ölümlerin binde 19 olduğu ve bir yaşına kadar ölen çocukların ise binde 156 bulunduğu görülmüştür. Üç yıl sonra aynı bölgelerde ve yine takriben aynı nüfusu ihtiva eden yerlerde yapılan ikinci bir anket doğum hususunda aynı neticeyi vermiş ve fakat umumi ölüm 1929 Kasım ve 1930 Eylül ayları arasındaki yıl zarfında yaklaşık binde 18'e ve çocuk vefatının binde 141,7'ye indiği görülmüştür.⁴⁷

Yapılan iki tetkik Sihhiye Vekâletinin yaklaşımını diğer bir ifadeyle salgın hastalıklarla yapılan mücadelenin dolaylı yönden nüfus artışına ve çocukların yaşamına katkısını açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Sihhat ve İctimai Muavenet Vekâletinin çocuk ölümlerini azaltmak amacıyla teşkil ettiği kurumlarda raporda şöyle belirtilmiştir: 1925'de Ankara ve Konya'da, 1929'da Malatya, Kars, Erzurum, Adana ve Çorum'da, 1931'de Balıkesir ve 1933 de de Van'da doğum ve çocuk evleri hizmete açılmıştır.⁴⁸

Rapora göre, 1930'da çıkarılan umumî hıfzıssıhha kanunu, diğer hastalıklarla mücadelede olduğu gibi çocuk ölümleri meselesinde de çığır açmıştır. Zira bu kanundaki hükümler küçük çocukların korunması ve annelere yardım için önemli hususlar ihtiva etmekte ve ilk kez çok çocuklu ailelere yardım esasını getirmekteydi. Yine bu kanun babında 20.000'den fazla nüfusu

⁴⁴ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-52

⁴⁵ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-52-55.

⁴⁶ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-56.

⁴⁷ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-57.

⁴⁸ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-58.

olan şehir belediyelerini birer süt çocuğu muayene ve müşavere evi ismi altında çocuk hıfzıssıhhasına ait dispanserler açmaya mecbur kılmaktadır.⁴⁹

Zührevi hastalıklarla mücadele Sıhhiye Vekâlet'inin bir diğer faaliyet alanı olmuştur. Özellikle frengi hastalığı, XIX. yüzyıl başlarından itibaren Avrupa ile münasebetlerin arttığı bir dönemde İstanbul'dan başlayarak ülkenin diğer şehirlerine sirayet etmiştir. Başlangıçta pek önem verilmeyen bu hastalığın yaygınlaşması üzerine Osmanlı Hükümeti özellikle Kastamonu ve Bolu Sancağı özelinde bir nizamname yayımlamıştı. Hastalığın başlıca kaynağı olan fuhuş da sıkı takibe alınmış ve zührevi hastalıklar nizamnamesi de yeniden yürürlüğe konulmuştur.⁵⁰ Ancak diğer salgın hastalıklarda olduğu gibi frengi hastalığı ile de en ciddi mücadele Sıhhat ve İçtimaî Muavenet Teşkilatının teşekkülü ile birlikte başlamıştır. 1921'de çıkarılan 90 numaralı “*Frenginin Men-i Sirâyet ve İntişârının Tahdidi Kanunu*” ile hastanın kimliği açıklanmadan ihbarı, hastanın kendini tedavi ettirmesinin mecburiyeti, bilerek bulaştırması durumunda cezalandırılması, frengi hastasına zorluk çıkaran tabibin de cezalandırılması gibi maddelerin yer aldığı kanunda frengililerin devlet tarafından parasız tedavisi de mümkün olmuştur.⁵¹ Yine bu kanun mucibince yapılan frengi tedavisi evvelce her tabibin telakkisine ve bilgisine göre ve muhtelif şekillerde ve başka başka ilaçlarla yapıldığı halde 1925 senesinde memleketin belli başlı mütehassıslarının iştirakiyle bir frengi komisyonu teşkil edilmiş ve memleket dâhilinde yapılacak frengi tedavi usulleri ve ilaçları ve miktarları tespit olunmuştur. Komisyonun önerileri doğrultusunda bir frengi tedavi talimatnamesi de hazırlanmıştır. Sıhhat ve İçtimai Muavenet Vekaleti raporuna göre frengi ile mücadele dört farklı şekilde yapılmıştır. Bunlar;

1. Hükümet ve belediye tabipleri, seyyar tabipler ve resmi müesseseler tarafından yapılan müdahale
2. Hususi teşkilat ile yapılan müdahale
3. Tedavi evleri vasıtasıyla yapılan mücadele
4. Evlenme muayenesi

Hemen tüm muayeneler hastanın mahremiyetine azami dikkat edilerek ücretsiz bir şekilde yapılmıştır.⁵²

Sıhhat ve İçtimaî Muavenet Vekaletinin faaliyetleri, isminden de anlaşıldığı üzere yalnızca hastane, yatak kapasiteleri, sağlıkla ilgili hukukî düzenlemeler, tabip ve diğer yardımcı sağlık personeli yetiştirmek ve salgınlarla mücadele etmekle sınırlı değildi. Vekâlet, umumi sıhhat işlerini, hıfzıssıhha meselelerini ve salgın hastalıklarla mücadelelerini tanzim etmekle beraber halka içtimai yardımda bulunmayı dahi en esaslı gayelerinden addetmiş, özellikle kör, dilsiz ve sağırlarla ruhen ve zeka itibariyle geri kalmış çocukları himaye ederek bunları topluma faydalı birey haline gelmesine ve kimsesiz yaşlılara sahip çıkarak son günlerini istirahat içinde geçirmelerine yardımcı olmuştur. İlgili faaliyetler raporda “Tıbbi ve İçtimai Yardım İşleri” başlığı altında sunulmaktadır.⁵³

Sıhhat ve İçtimai Umumiye Vekâlet'inin yoğun gayret gösterdiği alanlardan biri de hiç şüphesiz ülkede hiç karşılanmayacak kadar açık hissi veren sağlık personeli yetiştirmektir. Özellikle

⁴⁹ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-59-60.

⁵⁰ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-42.

⁵¹ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-43; Hilal Özkaya, “Cumhuriyet Döneminde Bulaşıcı Hastalıklarla Mücadele”, *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi*. 2016; 20(2): 77-84

⁵² BCA, 30.10.0.0/176/218/11-43-46.

⁵³ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-31-60-68.

doktor sayısı raporun giriş kısmında da belirtildiği üzere son derece yetersizdi. Başvekâlete sunulan raporun Tedris Müesseseleri başlığında konuyla ilgili özetle şu bilgiler verilmektedir:

Cumhuriyetin ilanından ve sağlık işleriyle ciddi şekilde ilgilenilmeye başlanmasından sonra, bu işlerde başarıya ulaşmanın en önemli şartlarından birinin sağlık memurlarının sayısının azlığı olduğu acı bir şekilde hissedilmeye başlandı. Gerçekten de mevcut doktor ve diğer tıp meslekleri mensuplarının sayısı, büyük ihtiyacı karşılamaktan uzaktı. Ayrıca, Birinci Dünya Savaşı'nın yol açtığı ekonomik ve sosyal bunalımlar nedeniyle bu mesleklere yönelenlerin sayısı da giderek azalmaktaydı.⁵⁴

Sağlık memuru, özellikle de doktor yetersizliğine acil çözüm bulmak gerektiğinden 1923 yılında her şeyden evvel tıp fakültesinden mezun olacak öğrencilerin mecburi hizmete tabi tutulmaları kararlaştırıldı. Ancak bu kanun sayesinde bir ölçüde doktor açığı kapatılabilse de, ihtiyaç duyulan sayıyı karşılaması mümkün değildi. Bu önemli durum göz önünde bulundurularak, lise mezunlarının tüm masraflarının devlet tarafından karşılanması ve ihtiyaçlarının sağlanması suretiyle tıp fakültesinde ve ebe mektebinde okumaları kararlaştırıldı. Öğrencilerin barınması için de “Tıp Talebe Yurdu” ve “Ebe Talebe Yurdu” inşa edildi.⁵⁵

1924 yılında 200 kişilik kapasiteyle inşa edilen yurda, yalnızca lise öğrenimlerini iyi derecede tamamlamış gençler alınmaktaydı. Bu gençler aynı zamanda Tıp Fakültesi'ne kaydedilmekteydi. Yurt, öğrencilere tıbbi eğitimin yanı sıra barınma ve temel ihtiyaçlarını karşılayacak imkânlar da sağlamaktaydı. Böylece hem sağlık alanındaki personel açığının kapatılması hem de ülkenin geleceği için gerekli doktorların yetiştirilmesi sağlanacaktı.⁵⁶

Tıp öğrencileri, belirli bir kanunla eğitim dönemlerinin üçte ikisini tamamladıktan sonra mecburi hizmetten muaf tutulabiliyordu. Yurt, özel bir talimatname ile idare edilmekteydi. Öğrencilerin her türlü ihtiyaçları karşılanıyor, denetim doktorlar aracılığıyla sağlanıyordu. Öğrenciler, yine bu doktorların gözetiminde derslere devam ediyor, eğitimlerini tamamladıktan sonra ise atandıkları yerlerde hizmet vermek suretiyle yavaş yavaş mevcut eksiklikleri kapatmaya başlıyorlardı.⁵⁷

Yurda gösterilen büyük ilgi ve ülkedeki ihtiyaç göz önünde bulundurularak, yurdun kapasitesi sürekli artırılmış, 1929'da mevcut öğrenci sayısı 300'e, 1932'de ise 430'a çıkmıştır. 1924'ten 1932'ye kadar yurda toplam 690 öğrenci kaydolmuş, bunlardan 121'i doktor olarak mezun olmuştur.⁵⁸

Tıp Talebe Yurdu gibi, devlet hesabına öğrencilerin ihtiyaçlarının karşılanacağı bir “Ebe Talebe Yurdu” kuruldu. 1924 yılında 50 kişilik kapasiteyle açılan bu yurttan mezun olanlar, mecburi hizmete tabi tutulmuş, belediyelerin ebe ihtiyacını karşılamak için görevlendirilmişlerdir.⁵⁹

⁵⁴ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-74.

⁵⁵ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-74

⁵⁶ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-74-75.

⁵⁷ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-75.

⁵⁸ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-75.

⁵⁹ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-75.

Sihhat ve İctimai Muavenet Vekâleti, bir kültür – eğitim kurumu gibi faaliyet de göstermişti. Başvekalete sunulan raporda da görüleceği üzere Sıhhiye Vekâleti, halkı bilinçlendirerek imkânları kıt, personeli yetersiz olan bir memlekette salgın hastalıkları atlatmaya, ruhen ve bedenen sağlıklı toplum inşa etmeye çalıştı. Nitekim bu amaçla yurdun dört bir yanında açtığı seyyar müzelerde ve propaganda afişlerinde hastalıklara ait levhalar sergiledi, risaleler yayınladı, filmler çektirip, konferanslar düzenledi.⁶⁰

Sağlık ve İctimai Muavenet Vekâleti, ülkedeki tüm imkansızlıklara rağmen yaklaşık on yılda büyük bir başarı elde etmesinde; çıkardığı tüm kanun ve nizamnamelerin uygulanışını, yapılan çalışmaları, tedrisat düzenini ve sıhhi araç – gereklerini ve aşı üretimlerini, yapılan yardımları takip ve kontrol etmek üzere oluşturduğu “Teftiş Mesaisi” sinin daha doğusu müfettiş teşkilatının da büyük rolü vardı. İrdelediğimiz raporda verilen bilgilere göre, Sihhat ve İctimai Muavenet Vekâleti müfettişleri köylere kadar giderek hem halkın durumunu kontrol etmişler, hem de sıhhi faaliyetleri takip etmişlerdir.⁶¹

SONUÇ

Sihhat ve İctimai Muavenet vekaleti tarafından hazırlanan ve Başvekalete sunulan rapor, Osmanlı dönemindeki sıhhi durum, ülkenin içinde bulunduğu ekonomik şartlar, gelişmiş ülkelere göre oldukça yetersiz sağlık personeli sayısı ve sağlık araç gerek miktarı, nüfusun yaklaşık %80'nin henüz doğru düzgün yolu olmayan kırsalda yaşaması ve %5-10 arasında seyreden okur yazar oranı gibi hemen tüm olumsuz şartların birleştiği bir dönemde mucizevi bir başarıya imza atıldığını göstermektedir. Bu başarıda en büyük pay hiç şüphesiz yeni Türk devletini çağdaş uygarlık düzeyinin üstüne çıkarmayı hedefleyen Mustafa Kemal Paşa'ya aitti. Fakat ona güvenen tüm siyasî, idarî, eğitim ve sıhhi kadroların çabaları takdire şayandı. Özellikle Refik Saydam Bey'in 1925'dekendi el yazısıyla planladığı çalışma programı tümüyle başarılı ve hedeflere ulaşılmıştı. Nitekim tüm bu çalışmalar kapsamında 1920 ve 1938 yılları arasında 49 yasa, 2 kararname, 12 tüzük ve 21 yönetmelik yürürlüğe konulurken, Frengi ile Mücadele Kanunu, Sıtma ile Mücadele Kanunu, Su Kanunu, Umumi Hıfzıssıhha Kanunu hastalıklarla mücadelede süreci başarıya ulaştıran döneme göre devrim niteliğinde düzenlemeler olarak dikkati çekmektedir. Yine hekimlik mesleğini düzenleyen ve halen yürürlükte olan “*tababet ve şüabatı sanatlarının tarzı icrasına dair kanun*” kanun gelişmiş ülkelerdeki benzer yasalar örnek alınarak hazırlanmıştı.

Yapılan kanuni düzenlemeler ve özverili çalışmalar sonucunda 1933 yılı itibarıyla yüzlerle ifade edilebilecek hekim ve ebe sayısına ulaşılmış, 300'den fazla hemşire, bir o kadar eczacı, 1000'den fazla sağlık memuru yetiştirilmiştir. 250'den fazla numune hastanesi, doğum evi,

⁶⁰ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-77-80. Sihhat ve İctimai Muavenet Vekâleti halkı sağlık alanında bilinçlendirmede Diyanet İşleri Başkanlığı ile işbirliği yaparak din hizmetlerinden de yararlanmaya çalıştı. 1926 yılı hutbe konularının önemli bir kısmını temizlik ve sosyal meseleler oluşturmuştu. Hutbe konularının bazıları şunlardı: *Temizlik, Sağlığın Başı Temizliktir, Evlenmek ve Evlat Yetiştirmek, İnsanlara Hürmet ve Yardım, Öksüzleri Himaye Etmek, Kötü Huylardan Sakınma, İçkinin Fenalığı, Kumarın Fenalığı, Hekim, İlaç, Hastalık*. Ali Güler, *Atatürk ve İslamiyet*, Halk Yayınları, İstanbul, 2016, s. 202-203.

⁶¹ BCA, 30.10.0.0/176/218/11-80-81.

dispanser, hususi idare ve belediye hastanesi, Emrazı Akliye ve Asabiye hastaneleri inşa edilmiş, yatak kapasitesi 13.000'e yaklaşmış, binlerce köyde sağlık taraması ve ilaçlama yapılmış, öz bir ifadeyle devlet, hıfzıssıhha kanununda belirtilen görevleri tam anlamıyla yerine getirmeye çalışmıştır.

KAYNAKÇA

80. *Yılda Sağlık Hizmetleri, 1923-2003* (Haz.: Sağlık Bakanlığı Tedavi Hizmetleri Genel Müdürlüğü), Ankara, 2004.

Acıduman, Ahmet, "Darüşşifalar Bağlamında Kitabeler, Vakıf Kayıtları ve Tıp Tarihi Açısından Önemleri- Anadolu Selçuklu Darüşşifaları Özelinde", *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 63(1)/(2010), s. 9-15;

Akdur, Recep, "Cumhuriyetten Günümüze Türkiye'de Sağlık", *12.Ulusal Halk Sağlığı Kongresi* (21-25 Ekim 2008 Ankara).

Ceride-i Resmiye

Demir, Müslim, "Umumi Hıfzıssıhha Kanunu Üzerine Bir İnceleme", *Çalışma ve Toplum*, 3(2019), s. 2015-2029.

Demirel, Nedim, - Yiğit, İlhan - Lütfi, Tuncay, *Sağlık Mevzuatımız*, Filiz Kitabevi, İstanbul, 1969.

Devlet Arşivleri Başkanlığı Cumhuriyet Arşivi

Düstur

Güler, Ali, *Atatürk ve İslam*, Halk Kitabevi, İstanbul, 2016.

Güler, Ali, "Atatürk Dönemi Sağlıkta Gelişmeler", *Anıtkabir Dergisi*, Yıl 20, Sayı 78 (Temmuz 2020), s. 14-19.

Kesik, Muharrem, M, 2020. "Selçuklularda Sağlık, Sağlık Kurumları ve Tıp Eğitimi", *Tarih Dergisi*, Sayı 71 (2020), s. 116-121.

Özkaya, Hilal, "Cumhuriyet Döneminde Bulaşıcı Hastalıklarla Mücadele", *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi*. 2016; 20(2): s. 77-84

Özmenli, Yasemin – Daşlı, Yılmaz, "Osmanlı'dan Günümüze Türkiye'de Sağlık Hizmetlerinin Gelişimi", *International Journal of Social Sciences Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, Yıl: 2025, s. 266-292.

Serin, Sinem, *Osmanlı Devleti'nde Hekimbaşılık Müessesesi* (Yayımlanmamış Doktora Tezi), İstanbul, 2020.

Sıhhiye Mecmuası Fevkalade Nüshası, 1942.

Uncu, Ebru Mandacı, "Eski Mezopotamya'da Tıp", *History Studies*, 5/5, (Eylül 2013), s. 107-118.

Yoket, Ümit, "Eski Çağda Tıp", *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*. 12/2, (2003), s.76-78.

GÖRME ENGELLER İÇİN HAREKETLİ VE SES KOMUTLU GERİ DÖNÜŞÜM KUTUSU TASARIMI (UMKO)

Öğretmen, FİKİRİYE ÇAVUŞOĞLU 1, Öğretmen, TUĞBA YURT ASLAN2

, Öğretmen, MELTEM KÖKSAL 3, Öğrenci, DİLŞAH AYDIN4

Öğrenci, EREN TÖK5, Öğrenci, URAS TOPRAK ERDOĞAN6

1 Yenimahalle Fen Lisesi, fikriyecavusoglu2676@gmail.com – 0009-0009-6695-6674

2 Yenimahalle Fen Lisesi, tuba-yurt@hotmail.com – 0000-0002-7009-3463

3 Yenimahalle Fen Lisesi, mkokssl66@gmail.com- 0000-0002-5960-0049

4 Yenimahalle Fen Lisesi, dilsahaydin.06@gmail.com - 0009-0005-6866-2013

5 Yenimahalle Fen Lisesi, token564@gmail.com - 0009-0004-5130-0940

6 Yenimahalle Fen Lisesi, erdoganurastoprak10@gmail.com - 0009-0000-3785-3064

ÖZET

Projemiz “Görme engelli öğrencilerin atık yönetimine katılımının ve topluma aidiyet duygularının gelişimini nasıl sağlayabiliriz?” fikri ile ortaya çıkmıştır. Amacımız görme engelli bireylerin günlük hayattaki erişilebilirlik, çevre ve topluma karşı sorumluluk bilincinin gelişmesi, karşılaşılabilecekleri sağlık sorunlarına çözüm üretmektir. Bu sayede atık yönetiminde aktif rol alarak sosyal hayatta yer edinmeleri amaçlanmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda görme engelli bireylerin özellikle erişilebilirlik alanında sorunlar yaşadığı tespit edilmiştir. Bu sorun bireylerin sosyal hayata katılımını engellemektedir. Projemizin temeli görme engelli bireylerin engelsiz bir yaşama sahip olarak sosyal hayata katılımı ve atık yönetimine katkı sağlamalarıdır. Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı’nın Engelli ve Yaşlı İstatistik Bülteni 2023 verilerine göre Türkiye nüfusunun %1,4’ünün görme sorunları yaşadığı görülmektedir. Toplumun %1,4’ünün sosyal hayata ve atık yönetimine aktif katılımının hem ülkemizin sosyal yapısında hem de ekonomi (kaynak tüketiminin azaltılması, hammadde ve enerji tasarrufu) ve çevre sorunlarını engellemesi açısından olumlu etkileri olması beklenmektedir. Yerli ve milli tasarımı ile milli teknoloji hamlesini desteklemeyi amaçlamaktadır.

Kapsayıcı tasarımı sayesinde hem atık yönetimi hem de toplumsal bütünleşme ve aidiyet sağlanması UMKO’nun amacıdır.

Fark edilen sorunlar ve ihtiyaçlar karşısında “Görme Engelli Öğrenciler İçin Hareketli ve Ses Komutlu Geri Dönüşüm Kutusu- UMKO(Umut Kovası)” tasarlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: toplum, sosyal yaşam, görme engelli, geri dönüşüm

1.GİRİŞ

Türk Dil Kurumu Sözlükleri'nde görme engelli tanımı "Görme duygusu olmayan (kimse)" şeklinde yapılmıştır. Görme engelli bireyler günlük hayatta; erişilebilirlik, istihdam, eğitim, ulaşım, sağlık ve rehabilitasyon alanlarında güçlükler yaşamaktadır(Gürbüz ve Çiçek, 2023). Sosyal hayatta karşılaştıkları bu zorluklar bireylerin sosyal hayatta dışlanmalarına buna bağlı olarak topluma aidiyet duygularının azalmasına sebep olduğu söylenebilir.

Çevre kirliliği "Doğal kaynakların aşırı ve yanlış kullanılması, tahrip edilmesi sonucunda çevrede dengenin olumsuz yönde bozulması ve birtakım sorunların ortaya çıkması." olarak tanımlanır. 21. yüzyılın en büyük sorunlarından olan çevre kirliliğine karşı savaşmak için en etkili ve yararlı yöntem atık yönetimidir. Atık yönetimi; hızla tüketilen doğal kaynak tüketimini yavaşlatmak ve sınırlamak, atıkların sebep olduğu sorunların önüne geçmek aynı zamanda ekonomik anlamda değerlendirerek tasarruf sağlama gibi amaçlar için önemlidir (Gidakos ve ark., 2006). Atık yönetimi yapabilmek ve çevre kirliliğinin önüne geçebilmek için geri dönüşüm oldukça önemlidir. Geri dönüşüm zamanla artan nüfus ve buna bağlı artan tüketimin olumsuz etkilerini azaltmak için kaynakların tekrar kullanılmasını sağlayan ve tamamen tükenmesini engelleyen bir sistemdir(Kök, Funda, 2021).

Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı'nın Engelli ve Yaşlı İstatistik Bülteni 2023 verilerine göre toplumun %1,4'ünün görme sorunları yaşadığı ve atık yönetimine katılmakta zorluk çektiği tespit edilmiştir. Literatür taraması esnasında daha önce görme engelli bireyler için okul ortamında atık yönetimine katkıda bulunacak uygulama veya tasarım çalışmalarının yapılmadığı görülmüştür.

Özellikle okul çağındaki görme engelli bireylerin sınıf ortamında ortaya çıkan atıkların ayrıştırılması sırasında çöp kovasına temasa bağlı olarak oluşacak hijyen ve sağlık sorunları fark edilmiş ve çözülmesi hedeflenmiştir.

Görsel 1'de görme engelli öğrencilerin atık yönetiminde yaşadığı sorunlar özetlenmiştir:

Karşılaşılan problemler	Açıklama
1. Erişim sorunu	Görme engelli öğrencilerin sabit geri dönüşüm ve çöp kutularına ulaşması veya yerlerini bulmaları(sabit yerinden hareket ettirilmesi vb. durumlarda) gibi sorunlar bulunmaktadır.
1. Hijyene bağlı sağlık sorunları	Geri dönüşüm ve çöp kutularının yerini veya hangi atık için ayrıldığını bulmaları esnasında atık kutuların çevresindeki kirliliğe dokunmaları daha sonrasında başka alanlara temas etmeleri hijyen ortamının sağlanamamasına bağlı olarak sağlık sorunlarına yol açmaktadır.
1. Türkiye nüfusundaki görme engelli bireylerin topluma aidiyet ve sorumluluk bilincinin geliştirilmesi	Türkiye nüfusunun %1,4 görme sorunları yaşamaktadır. Bu bireylerin atık yönetimine katılımı durumunda bireylerin topluma aidiyetinin ve sorumluluk bilincinin(hem topluma hem de çevreye karşı) artması beklenmektedir. Bu sayede bireylerin topluma aidiyet ve çevreye faydalı olma duygusu ile birlikte özgüveni de gelişecektir.

Görsel 1. Görme engelli öğrencilerin atık yönetiminde yaşadığı sorunlar

Görme engelli bireylerin çöp kutuları çevresinde ve atık ayrıştırma sürecinde yaşadığı erişim ve hijyen sorunlarının tespiti sonrası bu sorunlara çözüm sunması amacıyla UMKO'nun ön tasarım ve planlamasını yapmıştır. UMKO'nun tasarımı bu sorunlara şu özelliklerle çözüm sunar; temassız şekilde kapağının açılabilmesi sayesinde hijyen sorununa, çizgi takip sistemi ile öğrencilerin ders sırasında yanına gidebilmesi ve ses sensörü sayesinde erişim sorununa çözüm sunmaktadır. Ses sensörü aynı zamanda atıkların ayrılması gereken bölmeyi belirlemekte ve atık yönetimini desteklemektedir.

Özellikle erişim sorununun çözülmesi toplumsal bütünleşmede ve bireylerin topluma dahil olmasında önemli rol oynar. Literatür taraması yapıldığında benzer özellik ve amacı taşıyan bir tasarıma rastlanmamıştır. Fakat atık ayrıştırmayı kaynağında daha etkili bir şekilde yapmaya yönelik bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalara bazı belediyelerin düzenlemesiyle sokaklara konulmuş sesli geri dönüşüm kutuları örnek verilebilir. Fakat okul ortamında görme engelli bireylerin yerinden kalkmadan sesli komut ile hareket ederek yanına gelecek ve atık kapağına dokunmadan kullanılacak bir ürün olmadığı tespit edilmiştir. Bu tasarımın atık yönetimi ve hijyen konusunda etkili olması beklenmektedir.

Tasarımımız teknolojiyi kullanarak hem yerli hem de milli teknoloji hamlesini desteklemeyi amaçlar. Kapsayıcı bir tasarıma sahiptir. Sadece atık yönetimini artırma değil aynı zamanda görme engelli öğrencilerin hayatta ve çevre sorunlarında daha aktif yer almasını sağlamayı amaçlar. Toplumu bilinçlendirme ve farkındalık çalışmalarında katkı sağlaması beklenmektedir. Geliştirilmeye açık bir tasarıma sahiptir. Modüler şekilde seri üretime geçirilebilir, uygulama üzerinden dil tercihi, doluluk sensörü, isteğe bağlı olarak sesli yönlendirme özelliğinin değiştirilebilmesi gibi geliştirmelere uygundur.

Özellikle Sıfır Atık gibi atık yönetimi ve geri dönüşüm üzerine çalışmalar yapan projelere görme engelli bireylerin de katılımını sağlaması görme engelli bireylerin toplumsal bütünleşmesi beklenebilir. Sıfır Atık ‘‘ Döngüsellığe dayalı bir kaynak ve atık yönetimi yaklaşımıdır.’’ tanımı ile başlatılmış bir projedir.

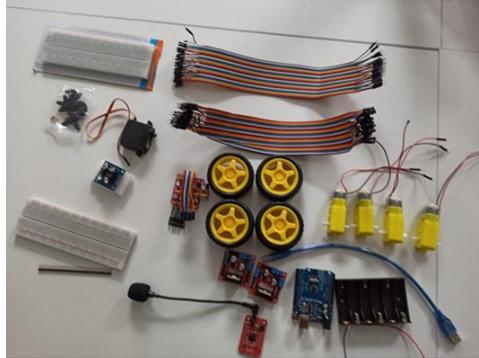
2. UYGULAMA AŞAMALARI

Projenin yapılış aşamaları şu şekildedir:

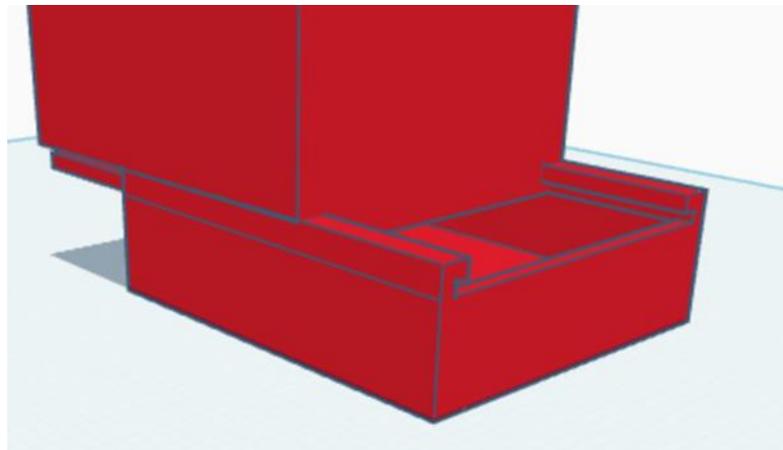
Prototip yapımında ilk olarak tinkercad üzerinden tasarım yapılmıştır. Tasarıma ilk olarak alt gövdeden başlanmıştır. Alt bölümün boyutları başta 35x25x9 cm olacak şekilde ayarlanmıştır fakat 35cm boyutlarındaki bir tasarımın 3d yazıcıdan çıktı alınması zorlaşmaktadır ve maliyeti artmaktadır ayrıca bir cismin motorlu tekerlekler aracılığıyla dönebilmesi için tekerleklerin birbirine fazla uzak olmaması gerekmektedir. Bu sebeple tasarımın boyutları 30x25x9 olacak şekilde değiştirilmiştir. Ve tüm bölmelerin uzunlukları bu oranda ayarlanmıştır. Bölmenin en üst kısmına iki bölmenin kenetlenmesini sağlayan çıkıntılar oluşturulmuştur. Orta bölmenin atık depolama kısmı 30x25x20 boyutlarında ayarlanmıştır. En alt kısmında alt bölümle kenetlenmeyi sağlayan çıkıntı bulunmaktadır. Bu çıkıntıların tasarım aşamasında başta birbirlerine tam kenetlenecekleri şekilde ayarlanmışlardır fakat ölçüler birebir aynı olunca kenetlenme sağlanmamakta ve bölmeler birbirine girmemektedir bu sebeple üst kısmın çıkıntısı 2milim küçültülmüştür. Bu sayede bölmeler birbirlerine kusursuz bir şekilde kenetlenebilmişlerdir. Orta kısmın eğimli bölümünün ölçüleri 28x23 cm'dir

Bu sayede boyutu 30x25 cm olan üst kapağın içindeki 28x23 olan boşluğa tam girer. Üst kapağın uygun boşluğu sayesinde atıklar eğimli yüzeyin ilerisine düşmezler.

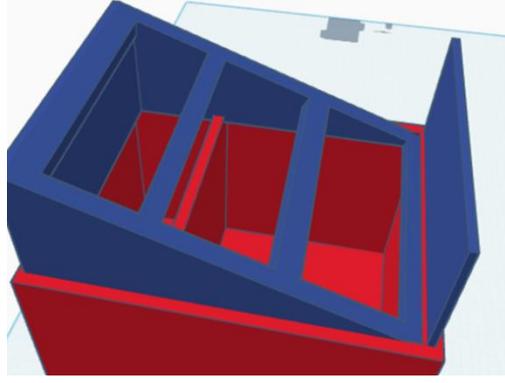
Umud kovanının çizgi takibi yaparken durması için ilk olarak renk sensörü denenmiştir fakat renk sensörü ışık farklılığında farklı sonuçlar verebildiği için bu teknikten vazgeçilmiştir ve çizgi sensörünün kontrast renkleri algılaması kullanılarak umut kovanını belirli yerlerde durdurmaya karar verilmiştir bu sayede hem maliyet düşürülmüştür hem de daha stabil sonuçlar elde edilmiştir. Ses modülünde ise çok doğru sonuçlar vermediği ve sadece 5 kelime algılayabildiği için vazgeçilmiştir onun yerine engelliler kullanımına uygun uygulama yapılmıştır ve bluetooth modülü ile araçla bağlantı kurulması sağlanmıştır. Uygulama mit app inventor üzerinden yapılmıştır. Uygulamada görme engelli bireylerin daha rahat algılayabilmeleri için dokunduğunda sesli direktif veren bir tasarım kullanılmıştır. Ayrıca engelli bireyler atıklarını umut kovanına atmadan önce uygulama üzerinden atacakları atığın türünü(kağıt, cam, plastik) seçer ve umut kovanının içindeki sistem seçilen atığa göre bölmenin kapağını açar. Kapağı açmak için kullanılan servo motorlarında ilk olarak Mg996r kullanılmıştır. Sonrasında boyut ve fiyat bakımından avantajlı olduğu için SG90 9G tasarıma eklenmiştir. İlk tasarımdaki umut kovanının üst parçası kavisli açıklığı yüzünden yukarıdan atılan maddeler umut kovanının eğimli yüzeyinde ileri gitmesine sebep oluyordu. İkinci tasarımda bu bölgenin kapatılmasıyla umut kovanının için atılan atıklardan ilk bölmeye düşmesi gerekenler atıkların aşağı tarafa gitmesi engellenmiştir ve atık ayrıştırmadaki sorunlar çözülmüştür. Projenin maliyetini düşürmek amacıyla yapı malzemesini tahta yapmak düşünülmüştür fakat motorlar tahtanın ağırlığını taşıyamayacağı için ve yassı yüzeyli motor giriş yerleri sebebiyle filament malzeme en mantıklı seçenek olmuştur.



Görsel 2. Tasarıma ait teknik parçlar



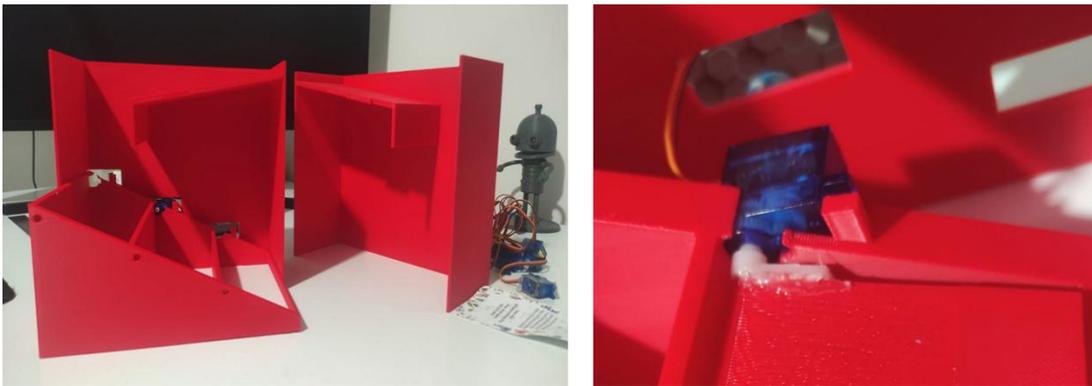
Görsel 3. UMKO'nun alt gövde tasarımı



Görsel 4. UMKO'nun kapak tasarımı

Komutlarla hareket eden ve atık ayrıştırma yapabilen hedef kitlesi engelli bireyler olan Umut Kovası'nı fikirden prototipe çevrilirken şu şekilde tasarlanmıştır:

Fikir tinkercad üzerinden 3 boyutlu bir şekilde tasarlanmıştır. Prototip alt, orta ve üst kısım olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır. Alt bölüm tekerlerin takılacağı bölüm olup aynı zamanda projenin kodlamasını gerçekleştirdiğimiz arduino modülünü içinde barındırmaktadır. Orta kısım iki katmandan oluşmaktadır. İlk katman atıkların ayrıştırılmış bir şekilde birikeceği yerdir. Atıklar cam, kâğıt, plastik olacak şekilde bölümlerde ayrıştırılmış şekilde depolanacaktır. İkinci katman eğimli bir platformdur ve 3 kapaktan oluşmaktadır. Kapaklar uygulamadan verilen komuta göre servo motor aracılığıyla açılıp kapanabilmektedir. Umut kovası atıkların eğimli platformun başına düşmesini sağlamak ve eğimli platformdan aşağı hareket eden atıklar, kapakların açılıp kapanmasıyla ayrıştırılmaktadır. Mesela uygulamadan cam komutu verildiğinde cam haznesinin üzerindeki kapak açılmakta ve atık cam haznesine düşmektedir. Son olarak üst bölüm kapak kısmıdır. Atıkların kokmasını önlemek ve eğimli platforma düşmelerini sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Bu üç bölüm (alt,üst,orta) birbirlerine takıp çıkarılabilecek şekilde ayarlanmıştır.



Görsel 5. UMKO'nun kapak bölümü

Ürün bilgisi ve ticarileşme potansiyeli: Projemiz görme engelli öğrencilerin atık yönetimine katkı sağlayan ses komutlu ve hareketli atık kutusudur. Uzun vadede projemizin kullanım amacının sadece görme engelli bireylere yönelik olarak düşünülmemelidir.

Projemizin Ticarileşme açısından öne çıkan yönleri: Tasarımımız sadece görme engelli okullarında değil hastane ameliyathanelerinde ya da lösemili çocukların bulunduğu hastane sınıflarında erişilebilirlik aynı zamanda kullanım kolaylığı sağlaması sayesinde özel eğitim merkezleri, ofislerde kullanılabilmesi pazar genişliği ve ticari potansiyelinin fazla olduğunu göstermektedir. Tasarımımız hayatı kolaylaştıracak ve insanlık adına özellikle yatağa bağımlı yaşlı bireylerin de kullanımına sunulması ile o bireylerin de topluma yararlılıklarını ve aidiyet duygularını arttıracaktır.

İşbirliği potansiyeli ve katma değer: Proje yaygınlaştığında atık ayrıştırma ve dış satım potansiyeliyle milli sermayeye katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Projemizin uzun vadede devamının sağlanması için sivil toplum kuruluşlarının desteği ve devlet kurumlarına satışları sayesinde devamlılığı sağlanıp geliştirilebilecektir.

Yaygınlaştırma ve Lisanslama: TÜBİTAK, KOSGEB, Sıfır Atık, TEMA, belediyeler, üniversiteler gibi kurumlardan gelebilecek kurumsal ve toplumdaki gönüllü destek ile yaygınlaştırma ve lisanslama yapılabilir.

Projemizin uygulama adımları şu şekilde sıralanabilir; ürünün tasarım ve planlamasının yapımı, prototip üretimi ardından test süreci, test sonrası geliştirmeler yapılması, ürünün tamamlanması. Ürünün son haline gelmesi sonrası sponsorlar ve ilgili kurumlar desteği ile yaygınlaştırma çalışmaları yapılabilir. Projenin gerçekleştirilmesinde kaynaklarımız; insan kaynağı takımımızdaki tasarım, yazılım, geliştirme alanında çalışan kişiler, finansal kaynağımız okulumuz, malzeme kaynağımız ise yerli tedarikçiler ve prototip hazırlama sürecinde yerel üretim atölyeleri olacak şekilde planlanmıştır. Sürdürülebilirlik açısından ürünün bakımı ve teknik sorunlarına yönelik destek sağlanması ve kullanılacak alanlarda kullanıcılar için bilgilendirici materyaller hazırlanması ve geliştirilerek hem yurt içi ticaretinin hem de ihracatının yapılmasına yönelik çalışmalar yapılacaktır.

Projemiz kullanıcıların yaşadığı atık ayrıştırma ve hijyen sorunlarına çözüm olacaktır. Bu durum hayat kalitelerini arttıracak ve topluma aidiyet duygularını geliştirecektir. Görme engelli bireylerin atık yönetimine katılmasını sağlayarak hem toplumsal bütünleşme hem de atık yönetimi alanında yaşanan sorunlara çözüm sunması beklenmektedir. Okul ortamında görme engelli bireylerin yerinden kalkmadan sesli komut ile hareket ederek yanına gelecek ve atık kapağına dokunmadan kullanılacak bu tasarımın atık yönetimi ve hijyen konusunda etkili olması beklenmektedir. Daha önce Karadağ'ın yüksek lisans tezinde doluluk sensörlü çöp kutusu tasarımı ve belediyeler tarafından sesli geri dönüşüm kutuları yapılmıştır. Fakat hem hareketli hem de ses sensörlü bir atık kutusu tasarımı yapılmamıştır. Bunlar göz önüne alındığında projemiz özgün, kullanışlı ve farklı alalarda fayda sağlama imkanı olan bir çalışmadır.

Projemizin hedef kitlesi yaş veya cinsiyet ayrımı olmaksızın okul çağında olan görme engelli bireylerdir. Görme engelli bireylerin erişim ve sağlık sorunları yaşamasının engellenmesi, erişim sorunları azalan bireylerin toplumda daha aktif rol alarak toplumsal bütünleşmeye katkı sağlanması beklenmektedir.

Projenin geliştirme ve yaygınlaşma aşamaları tamamlandığında ise ofis çalışanları, özel eğitim merkezlerinde ve hastanelerde öğrenim gören öğrenciler, hastane çalışanları gibi toplumun farklı kesimleri tarafından kullanılması beklenmektedir.

Ses komutu ve hareket kabiliyeti sayesinde çöp ve geri dönüşüm kutuları çevresinde ortaya çıkan hijyen sorunlarının çözülmesi ve kullanım kolaylığı sağlaması çeşitli alanlarda değerlendirilme imkanı sunmaktadır.

3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME



KAYNAKÇA

(Makale Örneği)

[1] Karadağ, V. (2011). Sensör Kullanılarak Akıllı Bir Çöp Kutusu Uygulaması (Yüksek Lisans Tezi). Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.

[2] Kumaş, P. (2024). GERİ DÖNÜŞÜM KONUSUNDA FARKINDALIK OLUŞTURMA: KOMPOST ÖRNEĞİ. Trakya Eğitim Dergisi, 14(2), 1032-1054. Erişim adresi: <https://doi.org/10.24315/tred.1415225>

(Yalnızca İnternet Ortamında Yer Alan Kaynaklar)

[3] Türk Dil Kurumu, 2025. Erişim adresi: <https://sozluk.gov.tr/>

[4] Türkiye Cumhuriyeti Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, Engelli ve Yaşlı İstatistik Bülteni, 2023. Erişim adresi: https://aile.gov.tr/media/135432/eyhgm_istatistik_bulteni_nisan_23.pdf

(E-dergilerdeki Makaleler)

[5] Gürbüz, S., & Çiçek, A. (2023). Engelli De Yaşanır Engeller De Aşılır: Görme Engelliler. Sosyal Ve Beşeri Bilimler Dergisi, 7(2), 504-515.

[6] Hacısalihoğlu, S. (2021). Okullarda Atık Yönetimi Yaklaşımı: Balıkesir İli Örneği. Uluslararası Biyosistem Mühendisliği Dergisi, 2(1), 70-85.