

THE INTERNATIONAL
SCIENCE, HEALTH, AND ART CONGRESS



SAĞLIK VE FEN BİLİMLERİNDE GÜNCEL ARAŞTIRMALAR

EDİTÖRLER:

DOÇ. DR. NURTEN VİCDAN

DOÇ. DR. NAZİFE BAKIR

DR. ÖĞR. ÜYESİ SABRİYE UÇAN YAMAÇ

DR. ÖĞR. ÜYESİ ENDAM ÇETİNKAYA AK

SAĞLIK VE FEN BİLİMLERİNDE GÜNCEL ARAŞTIRMALAR

Editörler:

Doç. Dr. Nürten VİCDAN

Doç. Dr. Nazife BAKIR

Dr. Öğr. Üyesi Sabriye UÇAN YAMAÇ

Dr. Öğr. Üyesi Endam ÇETİNKAYA AK

PALET YAYINLARI ®
YAYIN NUMARASI: 1036

T.C. KÜLTÜR ve TURİZM BAKANLIĞI SERTİFİKA NO: 44040
ISBN: 978-625-8552-98-0

SAĞLIK ve FEN BİLİMLERİNDE
GÜNCEL ARAŞTIRMALAR

Editörler:
Doç. Dr. Nurten VİCDAN
Doç. Dr. Nazife BAKIR
Dr. Öğr. Üyesi Sabriye UÇAN YAMAÇ
Dr. Öğr. Üyesi Endam ÇETİNKAYA AK

Ağustos 2026

www.paletyayinlari.com
bilgi@paletyayinlari.com
Mimar Muzaffer Mah. Rampalı Çarşı No: 42 Meram / Konya
Tel: (0332) 353 62 27

Tasarım: Palet Grafik



Baskı: Sebat Ofset
Fevzi Çakmak Mah. Hacı Bayram Cad. No: 57 Karatay / Konya
Sertifika Numarası: 74481

SAĞLIK VE FEN BİLİMLERİNDE GÜNCEL ARAŞTIRMALAR

Editörler:

Doç. Dr. Nurten VİCDAN

Doç. Dr. Nazife BAKIR

Dr. Öğr. Üyesi Sabriye UÇAN YAMAÇ

Dr. Öğr. Üyesi Endam ÇETİNKAYA AK

İÇİNDEKİLER

ÜST ANTERİÖR BÖLGEDE LABİL KRET VARLIĞINDA TAM PROTEZ REHABİLİTASYONU: BİR VAKA RAPORU	9
H. Yasemin Yay KUŞÇU - Mustafacan YAVUZ	
GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİLER VE UZAKTAN HASTA TAKİBİ İLE EVDE SAĞLIK HİZMETLERİNİN DİJİTALLEŞMESİ	17
Hasibe YILDIZ	
YENİDOĞAN GÜVENLİĞİ VE KİMLİKLENDİRME: BİYOMETRİK YÖNTEMLERİN ROLÜ	29
Kübra TÜRK BEN - Safiye AĞAPINAR ŞAHİN	
AI-DRIVEN SİRULİNA PHOTOBİOREACTOR SYSTEM FOR SUSTAINABLE INDUSTRIAL CARBON SEQUESTRATION	37
Mina İLHAN	
ANTALYA İLİNDE YAPILMIŞ FLORİSTİK ÇALIŞMALAR	47
Mustafa Kemal KODAL- Neslihan ERDOĞAN BALPINAR	
AYLIK VERİLERDE DALGACIK TABANLI AYRIŞTIRMA İLE DALGACIK FONKSİYONU TAHMİNİ	53
Cüneyt TOYGANÖZÜ - Berfin BALCI	
DETERMINATION OF DEPRESSION, ANXIETY, AND STRESS LEVELS WITH MOTHERS' AND DAUGHTERS' MENSTRUAL EXPERIENCES	65
Endam ÇETİNKAYA AK - Merve GÖNÜL - Ayşe MANAV - Sedanur DURSUN	
ENZYME-LINKED IMMUNOSORBENT ASSAY (ELISA) YÖNTEMİ VE KULLANIM ALANLARI	79
Özge Sevinç KORKMAZ AKAR - Yakup YILDIRIM	
SAĞLIKTA LİDERLİK: GÜNCEL YAKLAŞIMLAR, İNSAN KAYNAKLARI PERSPEKTİFİ VE GELECEK VİZYONU	91
Osman Kürşat ACAR - Hacer Orun KAVAK	
YAPAY ZEKÂ TEMELLİ DİYABET HASTALIĞININ YÖNETİMİ VE HEMŞİRELİK YAKLAŞIMLARI	103
Elif Sena AKIN - Hatice CEYLAN	
KBRN TEHDİTLERİ ÇERÇEVESİNDE NÜKLEER RİSKLER VE AFET YÖNETİMİ: ETKİLER, KORUNMA YÖNTEMLERİ VE YÖNETİŞİM YAKLAŞIMLARI	111
Yağmur AYDIN ARIKAN	
SU ÜRÜNLERİ İŞLEME ALANINDA YENİ NESİL GIDA GÜVENLİĞİ: YAPAY ZEKÂ TABANLI İZLENEBİLİRLİK SİSTEMLERİ	131
Göknur SÜRENGİL	

EPİFİTİK ALG VE SUCUL EKOSİSTEM SAĞLIĞI: IŞIKLI GÖLÜ-GÖKGÖL SULAK ALANLARI ÜZERİNE BİR ÖN ÇALIŞMA	137
Nezire Lerzan ÇİÇEK - Dilara YETİK	
DENİZ KİRLİLİĞİNİN BİYOLOJİK GÖSTERGELER (BİYOİNDİKATOR) ÜZERİNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ	149
Cem ERKEBAY	
MODERN ÇATIŞMALARIN SESSİZ TANIĞI: EKOSİSTEMLER	157
Arzu MORKOYUNLU - Şebnem ERKEBAY - Gönül KONAKAY - Cem ERKEBAY	
BENTİK ORGANİZMALAR DAN ELDE EDİLEN BİYOAKTİF BİLEŞİKLERİN İNSAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ POTANSİYELİ: SİSTEMATİK DERLEME VE BİBLİYOMETRİK ANALİZ	165
Sera Övgü KABADAYI YILDIRIM	
PREMENSTRUAL SENDROM NEDENLERİ, ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE YÖNETİMİNDE KULLANILAN NON-FARMAKOLOJİK YÖNTEMLER	175
Sema GÖÇMEZ	
6 ŞUBAT 2023 DEPREM BÖLGESİNDE GÖREV YAPAN ÇOCUK VE ERGEN PSİKİYATRİSİ UZMANLARININ DENEYİMLERİ: FENOMENOLOJİK BİR ÇALIŞMA	185
Ali Nedim YAŞITLI	
AFET VE EVCİL HAYVAN YÖNETİMİ: TAHLİYE, GEÇİCİ BARINMA VE PSİKOSOSYAL DAYANIKLILIK.....	201
Ali Nedim YAŞITLI - Tuncay POLAT - Faruk Özgür GÜNSAY	
MANAGEMENT OF NEONATAL JAUNDİCE: A NARRATIVE REVIEW ON CURRENT TREATMENT AND NURSİNG APPROACHES.....	213
Tuğçe SÖĞÜT - Selda Ates BESİRİK	
TOXICOLOGIC STUDIES IN LEECHES.....	223
Diyorakhon JANBAZ - Mustafa CEYLAN	
GELENEK VE MODERNLİK ARASINDA: EBELİK ÖĞRENCİLERİNİN ERKEK EBELİĞE YÖNELİK TUTUMLARININ SİSTEMATİK BİR İNCELEMESİ	235
Ümmü Naz ÇOBAN- Semanur KARATAŞ- Sabriye UÇAN YAMAÇ- Endam ÇETİNKAYA AK	
TATLI SU KAYNAĞI OLARAK IŞIKLI GÖLÜ: EKOLOJİK DEĞİŞİM VE ÖNEMİ	249
Fatma TOSLAK - Z. Arzu BECER ÖCAL	
TÜRKİYE'DE EĞİTİM GÖREN ULUSLARARASI ÖĞRENCİLERİN SAĞLIK HİZMETLERİNE ERİŞİMDE KARŞILAŞTIĞI ZORLUKLAR.....	261
Nurten VİCDAN - Azada ALLAMBERGENOVA	

TÜRKİYE TATLI SULARINDA İSTİLACI YABANCI BALIK TÜRLERİNİN HABİTAT ODAKLI DEĞERLENDİRİLMESİ	271
Ufuk Gürkan YILDIRIM	
HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN YAPAY ZEKÂ OKURYAZARLIK DÜZEYİ İLE TIBBİ YAPAY ZEKÂ HAZIR BULUNUŞLUK DÜZEYİ ARASINDAKİ İLİŞKİ	287
Nurten VİCDAN - Eda Nur ÖZKAYA	
İŞIKLI AKGÖZ KAYNAĞI (DENİZLİ-TÜRKİYE)'NİN MAKROFİT FLORASI VE SU KALİTESİNİN MAKROFİT İNDEKSİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ	303
Meryem TUNÇ	
EBE LİDERLİĞİNDE SÜREKLİ BAKIMIN TOPLUM SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ DÖNÜŞTÜRÜCÜ ETKİSİ	313
Öznur HASDEMİR - Selinay EROL	
GEBELİK VE DOĞUM SÜRECİNDE KÜLTÜREL YETERLİLİK: PURNELL MODELİ YAKLAŞIMI ...	325
Safiye AĞAPINAR ŞAHİN - Öznur HASDEMİR	
TÜRKİYE İÇİN HAZIRLIKSIZ AFET: YANARDAĞ PATLAMALARI	335
Faruk Özgür GÜNSAY - Ali Nedim YAŞITLI	

ÜST ANTERİOR BÖLGEDE LABİL KRET VARLIĞINDA TAM PROTEZ REHABİLİTASYONU: BİR VAKA RAPORU

Dr. Öğr. Üyesi H. Yasemin Yay KUŞÇU

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Ana-
bilim Dalı, mail: yaseminyaykusc@mehmetakif.edu.tr

ORCID: 0000-0002-0805-1510

Arş. Gör. Mustafacan YAVUZ

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Ana-
bilim Dalı, mail: mustafacanyavuz@mehmetakif.edu.tr

ORCID: 0009-0000-6656-1298

Giriş

Total protez tedavisinin temel amacı; eksik diş ve alveolar yapıların yerine stabil bir protez yerleştirilerek estetik, konfor ve fonksiyonun yeniden sağlanmasıdır. İdeal koşullarda rezidüel kretin, proteze yeterli yumuşak doku desteği sağlayabilmesi için yaklaşık 1.5–2 mm kalınlığında çığneme mukozası ile örtülü olması beklenmektedir (1).

Flabby ridge; alveolar kretin yüzeyel kısmında yer alan, hareketli ve kolay deplase olabilen yumuşak doku oluşumu olarak tanımlanmaktadır (2). Literatürde bu oluşum “displaceable ridge” veya “fibrous ridge” olarak da adlandırılmaktadır. Yapılan çalışmalarda flabby ridge görülme sıklığının tamamen dişsiz mandibulalarda yaklaşık %5, tamamen dişsiz maksillalarda ise %24 oranında olduğu bildirilmiştir (3).

Mesnetsiz kret, alveolar kemik dokusunun yerini fibröz bağ dokusunun almasıyla karakterize patolojik bir oluşumdur. En sık çenelerin anterior bölgelerinde görülmekte olup özellikle mandibulada anterior doğal dişlerin varlığında veya uzun dişsiz boşluklarla ilişkili hareketli bölümlü protez kullanımında ortaya çıkmaktadır. Genellikle alveolar kretin aşırı yüklenmesi ve oklüzal dengesizliklerin bir sonucu olarak değerlendirilmektedir (4). Rezorpsiyon ve atrofi süreci oldukça yavaş ilerlemekte, uzun yıllara yayılarak gelişmekte ve çoğu zaman mukoza ile kemikte eş zamanlı gerçekleşmemektedir. Hastalar zaman içerisinde protez instabilitesine adapte olabilse de bu durum dento-maksiller sistemin hem yapısal bütünlüğünü hem de fonksiyonel etkinliğini olumsuz yönde etkilemektedir.

Asıl klinik zorluklar ise yeni protezlerin yapım aşamasında ortaya çıkmaktadır. Flabby ridge’in uygun şekilde yönetilmemesi, protez stabilitesini

ve uzun dönem başarısını ciddi biçimde tehlikeye sokabilmektedir. Bu durumun tedavisinde farklı yaklaşımlar tanımlanmıştır. Cerrahi eksizyon yönteminde fibröz dokular uzaklaştırılmakta; ancak bunun sonucunda ciddi derecede rezorbe bir alveolar kret oluşabilmektedir. Oluşan doku kaybının protez kaidesiyle telafi edilmesi ise protezin hacim ve ağırlığında artışa neden olmaktadır. Bir diğer tedavi seçeneği; augmentasyon işlemleri, implant yerleştirilmesi ve overdenture protezleri kapsayan implant destekli rehabilitasyon yaklaşımlarıdır (5). Bununla birlikte flabby ridge dokusunun korunmasının tercih edildiği olgularda, hareketli protez tedavisinin başarısını belirleyen en kritik aşamalardan biri ölçü prosedürüdür. Konvansiyonel ölçü yöntemlerinde yumuşak dokular üzerinde kaçınılmaz olarak belirli bir kompresyon meydana gelmekte ve dokuların fizyolojik konumu değişebilmektedir (6). Bu nedenle literatürde flabby ridge olgularında dokuların minimum deplasmanla kaydedilmesini amaçlayan çok sayıda özel ölçü tekniği tanımlanmıştır (7,8).

Bu vaka raporunun amacı, mesnetsiz kret içeren protez taşıyıcı alanların ölçüsünün alınmasında kullanılan pratik bir ölçü tekniğini tanıtmaktır. Sunulan yöntemde daha basit bir klinik yaklaşım benimsenmiş ve günlük uygulamada yaygın olarak kullanılan ölçü materyallerinden çinkooksit ojenol (Cavex Outline, Cavex Holland BV, Haarlem, Netherlands) tercih edilmiştir.

Vaka Sunumu

54 yaşındaki erkek hasta, yaklaşık 10 yıldır kullanmakta olduğu üst total protezinde tutuculuk kaybı şikâyetiyle Burdur Mehmet Akif Ersoy University Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı'na başvurdu. Yapılan ayrıntılı ağız içi ve radyografik muayenelerde hastanın mevcut protezi ile destekleyici sert ve yumuşak dokular değerlendirildi.

Klinik inceleme sonucunda, üst çene anterior bölgede vertikal ve horizontal yönde belirgin hareketlilik gösteren mesnetsiz kret varlığı saptandı. Doku mobilitesinin derecesi göz önünde bulundurularak lezyon orta şiddette sınıflandırıldı. Karşıt ark değerlendirmesinde ise alt anterior bölgede implant destekli sabit restorasyonların varlığı tespit edildi. Klinik bulgular doğrultusunda mesnetsiz kret oluşumunun kombinasyon sendromuna bağlı geliştiği düşünüldü. Cerrahi tedavi seçeneği değerlendirilmiş olmakla birlikte hastanın cerrahi girişime sıcak bakmaması ve diyabet varlığına bağlı olarak yara iyileşmesinde gecikme riskinin bulunması nedeniyle mesnetsiz

dokunun korunmasına karar verildi. Bu doğrultuda, desteksiz kret bölgesinin basınç uygulanmadan kaydedilmesini amaçlayan özel bir ölçü tekniği kullanılarak yeni üst total protezin hazırlanması planlandı.

Öncelikle şahsi kaşık yapımı amacıyla fabrike ölçü kaşığı kullanılarak irreversible hidrokolloid ölçü materyali (Cavex CA37, Cavex Holland BV) ile primer ölçü alındı (Fig1). Elde edilen çalışma modeli üzerinde akrilik rezinden şahsi ölçü kaşığı hazırlandı. Stenç ölçü çubukları ile (Kerr Impression Compound, Kerr Corp., Orange, CA, USA) kenar şekillendirme işlemini takiben ölçü aşamasına geçildi.



Fig1 (İrreversibl hidrokolloid materyalle hazırlanmış ölçü)

Şahsi kaşık üzerinde mesnetsiz kret bölgesinin pencere tekniğine uygun olarak düzenlenebilmesi amacıyla öncelikle hareketli dokunun sınırları ağız içerisinde belirlendi. Mobil doku alanı sabit bir kalem yardımıyla işaretlendi ve ardından şahsi kaşık ağıza yerleştirildi (Fig2). Böylece işaretlenen sınırlar kaşık yüzeyine transfer edildi. Transfer edilen bölgeler şahsi kaşık üzerinden uzaklaştırılarak mesnetsiz kret bölgesine karşılık gelen alanda pencere oluşturuldu (Fig 3).



Fig 2 (Mesnetsiz kretin sabit kalemle ağız içinde kapladığı alanın sabit kalemle işaretlenmesi)



Fig 3 (Mesnetsiz kret bölgesinin şahsi kaşıktan kazınmasıyla oluşturulan pencere)

Daha sonra şahsi kaşık kullanılarak çinko oksit öjenol esaslı ölçü materyali ile fonksiyonel ölçü alındı. Destek dokuların ölçüsünün tamamlanmasının ardından, pencere tekniği ile oluşturulan açıklık bölgesindeki mesnetsiz kretin basınçsız olarak kaydedilmesi aşamasına geçildi. Bu amaçla şahsi kaşık yeniden ağıza yerleştirildi ve karıştırılarak 50 cc'lik enjektöre yüklenen çinko oksit öjenol ölçü materyali pencere bölgesinden dikkatlice uygulanarak anterior bölgedeki mesnetsiz kretin minimal basınç altında ölçüsü elde edildi (Fig 4).



Fig 3 (Çinkooksit ojenol materyalle alınmış final ölçüsü)

Elde edilen ölçü dökülerek ana model hazırlandı ve sonraki klinik ile laboratuvar aşamalarına konvansiyonel protetik prosedürler doğrultusunda devam edildi. Hazırlanan kayıt kaideleri ve mum duvarlar yardımıyla hastanın uygun oklüzal dikey boyutu belirlendi ve maksillomandibular ilişkiler kaydedildi.

Bir sonraki seansta gerçekleştirilen diş dizimi provasıdaysa dikey boyut, estetik görünüm, fonasyon ve oklüzal ilişkiler değerlendirildi. Gerekli görülen minimal düzenlemeler için laboratuvara gerekli talimatlar iletildi.

Bitim seansında protezin ağız içi kontrolleri gerçekleştirildi; retansiyon, stabilite, oklüzyon ve fonksiyon ayrıntılı olarak değerlendirildi. Gerekli uyumlandırmalar ve oklüzal düzenlemeler tamamlandıktan sonra protez hastaya teslim edildi (Fig 5).



Fig 4 (Bitim sonrası protezin ağız içi görüntüsü)

Tartışma

Doğal dişlerin alışılmadık dizilimleri, oklüzal kuvvetlerin rezidüel alveolar kretler üzerine dengesiz şekilde iletilmesine neden olabilmekte; bu durum zamanla kemik rezorpsiyonu ve mesnetsiz kret oluşumuyla sonuçlanabilmektedir. Ayrıca ileri yaş hastalarda eşlik eden sistemik hastalıklar veya uygulanan medikal tedaviler nedeniyle, mesnetsiz kretlerin cerrahi olarak uzaklaştırılması, kemik greftlemesi ya da dental implant uygulamaları gibi girişimsel tedaviler çoğu zaman uygun olmayabilmektedir.

Bu nedenle tanımlanan bazı ölçü teknikleri klinik açıdan önemli bir yaklaşım sunmaktadır. Teknik, tam protez yapımının temel prensiplerini esas alarak, cerrahi girişime ihtiyaç duyulmaksızın problemlili protez taşıyıcı alanların başarılı şekilde yönetilebileceğini göstermektedir.

Mesnetsiz kret varlığında, dokuların komprese edilmesini önleyecek uygun önlemler alınmadan hazırlanmış total protezlerde hastaların en sık dile getirdiği şikâyetlerden biri protezin “gevşek” olmasıdır. Klinik uygulamada bu sorunu çözmek amacıyla sıklıkla chairside relining materyalleri kullanılmaktadır. Ancak bu yaklaşım çoğu zaman uygun değildir ve sorunun gerçek nedenini ortadan kaldırmaz. Çünkü mevcut protez, viskoz relining materyali ile birlikte adeta özel ölçü kaşığı gibi davranarak mesnetsiz dokuların daha fazla deplase olmasına neden olur. Dokular eski konumlarına geri dönme eğiliminde olduğundan, protez kısa süre içerisinde yeniden gevşek hale gelmektedir (9).

Zaman içerisinde mesnetsiz kretlerin ölçüyle kaydedilmesine yönelik farklı yaklaşımlar geliştirilmiş ve bu dokuların yönetimi protetik tedavi açısından önemli bir klinik zorluk olarak değerlendirilmiştir (10). Devlin H. (1985) ve Linch C.D. (2003), mesnetsiz kretlerin yönetiminde benzer yöntemler tanımlamış; çalışmalarında belirli bir ölçü protokolü önermişlerdir. Bu protokol; pencereli özel ölçü kaşıklarının hazırlanması, basınç kontrollü ölçü tekniklerinin uygulanması, düşük viskoziteli farklı ölçü materyallerinin

kullanılması ve mukostatik ile mukodinamik tekniklerin birlikte değerlendirilmesini içermektedir (11,12).

Bazı araştırmacılar ise mandibuladaki mesnetsiz kretler için “tünelleme tekniği” olarak adlandırılan farklı bir ölçü yöntemini tercih etmiştir. Bu yöntemde çalışma modeli üzerinde ilgili bölgeler işaretlendikten sonra eşit kalınlıkta mum spacerlar yerleştirilmiş, ardından bu alanlarda belirli mesafe bırakılarak özel ölçü kaşığı hazırlanmıştır. Ölçü işlemi ise alçı esaslı akışkan bir materyalin enjeksiyonu ile gerçekleştirilmiştir (13).

İki aşamalı ölçü tekniği ve mukostatik yaklaşım, birçok araştırmacı tarafından mesnetsiz kret olgularında uygun yöntemler arasında değerlendirilmektedir. Bunun yanında bazı yazarlar, mesnetsiz dokular üzerinde basıncı azaltmak amacıyla dokulara belirli mesafede hazırlanan perforasyonlu özel ölçü kaşıkları kullanmayı önermiştir (14,15).

Nawaf Labban (2018) tarafından ise anterior bölgede mesnetsiz kret bulunan tam dişsiz maksilla olguları için dikkat çekici bir yöntem tanımlanmıştır. Bu teknikte klasik pencere yöntemi yerine, protetik sahadan belirli uzaklıkta hazırlanan özel ölçü kaşığı ile basınç rahatlatması sağlanmış ve ölçü işlemi monofaz polivinilsiloksan ölçü materyali kullanılarak gerçekleştirilmiştir (16).

Selektif perfore kaşık tekniğinde, mesnetsiz bölge üzerine perforasyonlar açılmış özel kaşık kullanılarak düşük viskoziteli ölçü materyalleriyle dokunun üzerindeki basınç azaltılmaya çalışılır. Bu yaklaşım özellikle minimal doku deplasmanı bulunan vakalarda önerilmektedir (17).

Kontrollü lateral basınç tekniğinde, fibrotik kretin bukkal ve lingual yüzeylerine hafif akışkan silikon uygulanarak dokunun eşit lateral basınç altında istirahat pozisyonunda kaydedilmesi hedeflenir (18).

Palatal splinting yönteminde (iki parçalı kaşık sistemi), öncelikle palatal bölge çinko oksit öjenol ile kaydedilir, ardından ikinci kaşıkla mobil kret bölgesi ölçülür. Bu yöntemin amacı mobil dokunun posterior yönde yer değiştirmesini minimize etmektir. Devlin’in modifikasyonunda yönlendirici rod kullanılarak ikinci kaşığın daha kontrollü yerleşmesi sağlanmıştır (19).

Selective composition flaming tekniğinde, sağlam destek dokular fonksiyonel basınç altında kayıt edilirken fibroz kret bölgesinin mümkün olduğunca distorsiyonsuz korunması amaçlanır. Böylece destek alanları mukodisplasiv şekilde, mobil alan ise nispeten mukostatik şekilde kaydedilmiş olur (17).

Literatürde en yaygın kabul gören yöntemlerden biri olan iki aşamalı pencere (window) tekniğinde ise, destek dokular önce daha viskoz materyallerle kaydedilir; ardından pencere bırakılan flabby bölge düşük viskoziteli materyal veya impression plaster ile basınçsız şekilde ölçülür (20). Bu teknik, mobil dokunun istirahat pozisyonuna en yakın şekilde kaydedilmesini hedeflediği için birçok yazar tarafından avantajlı bulunmuştur. Bizim olgumuzda uygulanan yaklaşım da modifiye edilmiş bir pencere (window) tekniği olarak değerlendirilebilir. Ancak klasik iki aşamalı pencere tekniklerinden farklı olarak, mesnetsiz anterior bölgenin ölçüsü kaşık üzerinde oluşturulan pencere alanından çinko oksit öjenol materyalinin enjektör yardımıyla uygulanmasıyla elde edilmiştir.

Sonuç

Mesnetsiz kret varlığında uygun ölçü tekniğinin seçimi, total protezlerin retansiyon ve stabilitesi açısından büyük önem taşımaktadır. Sunulan olguda kullanılan modifiye pencere tekniği ile mesnetsiz dokuların minimal basınç altında kaydedilmesi sağlanmış ve yeterli protez uyumu elde edilmiştir. Çinko oksit öjenol materyalinin enjektör yardımıyla uygulanması, tekniğin klinik olarak pratik, ekonomik ve uygulanabilir bir alternatif olabileceğini göstermektedir. Bu yaklaşımın, özellikle cerrahi girişimin tercih edilmediği benzer olgularda başarılı bir seçenek olarak değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

Kaynakça

1. Desjardins RP, Tolman DE. Etiology and management of hypermobile mucosa overlying the residual alveolar ridge. *J Prosthet Dent.* 1974 Dec 1;32 (6):619–38. doi:10.1016/0022-3913 (74)90071-7 PubMed PMID: 4610122.
2. Lynch CD, Allen PF. Management of the flabby ridge: using contemporary materials to solve an old problem. *British Dental Journal* 2006 200:5. 2006 Mar 11;200 (5):258–61. doi:10.1038/sj.bdj.4813306 PubMed PMID: 16528326.
3. Kelly E. Changes caused by a mandibular removable partial denture opposing a maxillary complete denture. *J Prosthet Dent.* 1972 Feb 1;27 (2):140–50. doi:10.1016/0022-3913 (72)90190-4 PubMed PMID: 4500509.
4. Cristalli MP, La Monaca G, Pranno N, Annibali S, Iezzi G, Vozza I. Xeno-Hybrid Composite Scaffold Manufactured with CAD/CAM Technology for Horizontal Bone-Augmentation in Edentulous Atrophic Maxilla: A Short Communication. *Applied Sciences* 2020, Vol 10,. 2020 Apr 12;10 (8). doi:10.3390/APP10082659
5. Colvenkar S, Cherukuri VP, D. SJ, V. RS, Vanapalli J. Management of Flabby Edentulous Ridge Using the Window Impression Technique. *Cureus.* 2023 Jul 4;15 (7):e41340. doi:10.7759/CUREUS.41340 PubMed PMID: 37546143.
6. Bindhoo YA, Thirumurthy VR, Kurien A. Complete Mucostatic Impression: A New Attempt. *Journal of Prosthodontics.* 2012 Apr 1;21 (3):209–14. doi:10.1111/J.1532-849X.2011.00810.X;REQUESTEDJOURNAL:JOURNAL:1532849X;ISSUE:ISSUE:DOI PubMed PMID: 22356157.

7. Allen F. Management of the flabby ridge in complete denture construction. *Dent Update*. 2005;32 (9). doi:10.12968/DENU.2005.32.9.524 PubMed PMID: 16317885.
8. Basker RM, Davenport Blackwell JC. *Prosthetic Treatment of the Edentulous Patient*, Fourth Edition.
9. Crawford RWI, Walmsley AD. A review of prosthodontic management of fibrous ridges. *British Dental Journal* 2006 199:11. 2005 Dec 10;199 (11):715–9. doi:10.1038/sj.bdj.4812968 PubMed PMID: 16341179.
10. Lynch CD, Allen PF. Case report: management of the flabby ridge: re-visiting the principles of complete denture construction. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2003 Dec;11 (4):145–8. PubMed PMID: 14737790.
11. H D. A method for recording an impression for a patient with a fibrous maxillary alveolar ridge. *Quintessence Int*. 1985 Jun;16 (6):395–7. PubMed PMID: 3898192.
12. Response Code Q. Tunnel technique for maxillary and mandibular flabby ridge using palatal splinting tray system : Clinical report. *UNIVERSITY JOURNAL OF DENTAL SCIENCES*. 2021 Jun 9;7 (1):131–6. doi:10.21276/UJDS.2021.7.1.29
13. Mattoo KA. Flabby Ridge Management Using Paint on Technique - Meticulous Review. *Journal of Medical Science And clinical Research*. 2019 Oct 22;7 (10). doi:10.18535/JMSCR/V7I10.88
14. Raghavan R, PA S, Purushothaman P. Prosthodontic management of flabby tissue using modified custom tray design and single impression technique. *International Journal of Applied Dental Sciences* [Internet]. 2019 [cited 2026 May 10];5 (4):50–3. Available from: <https://www.oraljournal.com/archives/2019.v5.i4.A.725/prosthodontic-management-of-flabby-tissue-using-modified-custom-tray-design-and-single-impression-technique>
15. Labban N. Management of the flabby ridge using a modified window technique and polyvinylsiloxane impression material. *Saudi Dent J*. 2018 Jan 1;30 (1):89–93. doi:10.1016/J.SDENTJ.2017.10.004
16. Lamb DJ. Problems and solutions in complete denture prosthodontics. 1993;166.
17. Allen F, McCarthy S. *Complete Dentures - From Planning to Problem Solving: QuintEssentials of Dental Practice* Vol. 12. 2010;221.
18. Zilpilwar N, Nimonkar S, Dubey SA, Belkhode V. Addressing Flabby Ridges in Complete Denture Patients: A Case Report. *Cureus*. 2024 Jul 7;16 (7):e64006. doi:10.7759/CU-REUS.64006 PubMed PMID: 39114199.
19. Colvenkar S, Cherukuri VP, D. SJ, V. RS, Vanapalli J. *Management of Flabby Edentulous Ridge Using the Window Impression Technique*. *Cureus*. 2023 Jul 4;15 (7). doi:10.7759/CU-REUS.41340 PubMed PMID: 37546143.

GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİLER VE UZAKTAN HASTA TAKİBİ İLE EVDE SAĞLIK HİZMETLERİNİN DİJİTALLEŞMESİ

Dr. Hasibe YILDIZ

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Emin Gülmez Teknik Bilimler MYO,
ORCID: 0000-0003-1971-5164,
hasibeyildiz@mehmetakif.edu.tr

1. GİRİŞ

Küresel ölçekte sağlık sistemleri, yaşlanan nüfus ve kronik hastalık prevalansındaki artış nedeniyle ciddi bir baskı altındadır (DSÖ, 2026). Bu artış, geleneksel hastane merkezli ve reaktif (olay sonrası müdahale) bakım modellerinin sürdürülebilirliğini zorlaştırmakta, sağlık hizmetlerinin daha proaktif (erken tespit) ve hasta merkezli yaklaşımlarla yeniden yapılandırılması gerekli kılmaktadır (Knight ve Lasserson, 2022). Artan maliyetler ve sınırlı fiziksel kapasite, bakımın hastane dışına taşınarak ev temelli modellere yönelmesini hızlandırmaktadır. Bu bağlamda, evde sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesi, hastaların kendi yaşam alanlarında sürekli izlenmesini ve hastane yatışlarının azaltılmasını hedefleyen yeni bir sağlık hizmet sunumuna dönüşümü hedeflemektedir (Singh ve ark., 2022).

Bu dönüşümün temelinde, nesnelerin interneti (IoT) mimarisi ve giyilebilir teknolojiler yer almaktadır. Giyilebilir sensörler aracılığıyla elde edilen fizyolojik veriler, hastaların sağlık durumunun gerçek zamanlı olarak izlenmesine olanak sağlamaktadır. Ancak sağlık bilişimi açısından asıl değer, bu verilerin anlamlı klinik bilgiye dönüştürülmesi ve sağlık bilgi sistemleriyle entegre edilmesinde ortaya çıkmaktadır. Bu noktada birlikte çalışabilirlik, farklı cihazlardan elde edilen verilerin sorunsuz bilgi alışverişini ve verilerin anlamlı analizini sağlayan openEHR ve HL7 FHIR (Health Level Seven Fast Healthcare Interoperability Resources) gibi standartlar aracılığıyla uyumlu hale getirilmesi açısından kritik bir rol oynamaktadır (Rinaldi ve Thun, 2021).

Uzaktan hasta takip sistemleri ile elde edilen büyük verinin makine öğrenmesi yöntemleriyle analiz edilmesi, olası sağlık risklerinin erken dönemde öngörülmesini mümkün kılarak hasta güvenliğini artırırken, sağlık profesyonellerinin iş yükünü de optimize etmektedir (Akila, Gopinathan, Arunkumar ve Malar, 2025). Bununla birlikte, dijitalleşme süreci veri güvenliği, mahremiyet ve dijital uçurum gibi önemli zorlukları beraberinde ge-

tirmektedir (Shapoo, Shapoo, Rehman ve Boma, 2025). Özellikle yaşlı bireylerin teknolojiye adaptasyonu ve verinin yasal sorumluluğu, çözüm gerektiren temel konular arasında yer almaktadır (Anik ve ark., 2024).

2. TEKNİK ALTYAPI VE VERİ MİMARİSİ

Evde sağlık hizmetlerinin dijitalleşme süreci, geleneksel hastane bilişim sistemlerinden farklı olarak, heterojen cihazların senkronize çalıştığı, yüksek erişilebilirlik gerektiren ve uçtan uca güvenliğin öncelendiği çok katmanlı bir bilişim mimarisi üzerine inşa edilmektedir (Khaled, 2022; Naresh, Pericherla, Sita ve Reddi, 2020). Bu mimarinin temel amacı, hastanın fiziksel ortamından toplanan analog fizyolojik sinyallerin dijital verilere dönüştürülerek, anlamlı bir klinik çıktı üretilmek üzere merkezi sistemlere iletilmesini sağlamaktır. Sağlık bilişimi perspektifinden bakıldığında bu mimari; algılama (sensör), iletim (ağ) ve işleme (uygulama) katmanlarından oluşan, IoT tabanlı hibrit bir yapı olarak tanımlanmaktadır.

Sensör Katmanı

Sensör katmanı, evde sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesinde mimarinin başlangıç noktasını ve en kritik bileşenini oluşturmaktadır. Bu katmanda yer alan giyilebilir cihazlar, yalnızca veri toplamakla kalmayıp aynı zamanda sinyal işleme kapasitesine sahip akıllı uç birimler olarak işlev görmektedir. Nabız, SpO_2 , EKG, kan glikoz düzeyi ve vücut sıcaklığı gibi vital bulgular, non-invaziv veya minimal-invaziv yöntemlerle sürekli izlenebilmektedir. Sensörlerin ölçüm hassasiyeti, enerji verimliliği ve kullanıcı konforu, sistemin başarısını doğrudan etkilemektedir. Kesintisiz veri elde edilmesi, ani sağlık risklerinin erken tespitine olanak sağlamaktadır. Ayrıca, kenar bilişim yaklaşımı sayesinde veri işleme süreçleri yalnızca merkezi sunuculara bağımlı kalmadan, verinin üretildiği noktaya yakın cihazlarda gerçekleştirilmekte; böylece hem veri iletim yükü azaltılmakta hem de gecikme süreleri minimize edilerek daha hızlı ve gerçek zamanlı klinik karar alma süreçleri desteklenmektedir (Rancea, Anghel ve Cioara, 2024).

Sensörlerden elde edilen verilerin sağlık bilişimi standartlarına uygun biçimde yapılandırılması, birlikte çalışabilirlik açısından kritik öneme sahiptir. HL7 FHIR ve openEHR gibi standartlar aracılığıyla veriler elektronik sağlık kayıtları ile entegre edilmekte ve bütüncül bir klinik değerlendirme mümkün hale gelmektedir (Bender ve Sartipi, 2013; Khennou, Khamlichi ve Chaoui, 2018). Bu sayede sensör katmanı, evde sağlık hizmetlerinin proaktif ve veri odaklı yönetimine önemli katkı sunmaktadır.

Ağ ve İletişim Altyapısı

Evde sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesinde sensör katmanında üretilen verilerin klinik karar destek sistemlerine aktarılması, gelişmiş bir iletişim altyapısını gerektirir. Bu bağlamda ağ ve iletişim katmanı, verinin yalnızca iletimini değil; düşük gecikme, yüksek güvenilirlik ve veri bütünlüğü ilkelelerine uygun şekilde aktarılmasını sağlar. Uzaktan hasta takibi sistemlerinde iletişim genellikle yerel ağlardan geniş alan ağlarına uzanan hiyerarşik bir yapı üzerine kuruludur.

İlk aşamada, vücut alan ağlarında kullanılan düşük güç tüketimli protokoller öne çıkar. Özellikle BLE (Bluetooth Low Energy), enerji verimliliği ve yaygın kullanımı sayesinde giyilebilir cihazlarda temel iletişim teknolojisi haline gelmiştir (Naresh ve ark., 2020). Bununla birlikte, sürekli izleme gerektiren durumlarda düşük gecikme kritik önem taşımaktadır. Bu noktada 5G teknolojisi, ultra güvenilir düşük gecikmeli iletişim ve ağ dilimleme özellikleri ile sağlık verilerinin hızlı ve kesintisiz iletimine olanak sağlamaktadır (Huang, Wang, Wang ve Zhang, 2023). Ev içi ağlarda ise Wi-Fi (Wireless Fidelity), yüksek bağlantı kapasitesi ve gelişmiş güvenlik protokolleri ile sistemi desteklemektedir.

IoT tabanlı sağlık sistemlerinde veri güvenliği temel gereksinimlerden biridir. Özellikle TLS (Transport Layer Security) tabanlı şifreleme protokolleri, veri gizliliği ve güvenli iletişim sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Veri bütünlüğünün korunmasında SHA-256 ve HMAC gibi kriptografik doğrulama mekanizmalarından yararlanılmaktadır (Okpu ve Taylor, t.y.). Bu süreçte entegre edilen blokzincir teknolojisi; dağıtık ve değiştirilemez kayıt yapısı sayesinde sağlık verilerinin güvenli biçimde saklanmasına, yetkisiz erişimlerin engellenmesine ve tam veri izlenebilirliğine olanak tanımaktadır (Rai, Naik ve Seraphim B, 2024). Ağ kesintilerine karşı kullanılan store-and-forward mimarisi ise verilerin geçici olarak yerel cihazlarda saklanıp bağlantı yeniden sağlandığında iletilmesine olanak tanıyarak sistem dayanıklılığını artırmaktadır. Tüm bu yaklaşımlar, evde sağlık hizmetlerinin sürekli izleme, erken müdahale ve veri odaklı karar verme süreçleriyle daha proaktif, güvenilir ve sürdürülebilir bir yapıya dönüşmesini desteklemektedir.

Veri Bütünleşmesi ve Birlikte Çalışabilirlik Standartları

Evde sağlık hizmetlerinin dijitalleşme sürecinde, sensörlerden elde edilen verilerin ham birer sinyal olmaktan çıkıp klinik bir değere dönüşebilmesi, bu verilerin merkezi sağlık bilgi sistemleri ile etkin biçimde bütünleşmesine bağlıdır. Veri bütünleşmesi; farklı kaynaklardan gelen heterojen, çok boyutlu ve yüksek hacimli verilerin anlamlı, yorumlanabilir ve klinik karar

destek sistemleri tarafından işlenebilir hale getirilmesi anlamına gelmektedir. Bu süreç, sağlık bilişimi literatüründe teknik, yapısal, semantik ve örgütsel boyutları kapsayan çok katmanlı bir birlikte çalışabilirlik yaklaşımı üzerine inşa edilmektedir.

Teknik ve yapısal düzeyde karşılaşılan en temel zorluk, farklı üreticilere ait giyilebilir cihazların farklı veri formatları kullanması sonucunda verinin sistemler arasında akışını engelleyen veri silolarının oluşmasına ve entegrasyon maliyetlerinin artmasına neden olmasıdır (Mezghani, Exposito, Drira, Da Silveira ve Pruski, 2015). Bu sorunun çözümünde, modern sağlık bilişiminin en dinamik standartlarından biri olan HL7 FHIR stratejik bir rol oynamaktadır (Cabral ve ark., 2024). FHIR, RESTful API mimarisi ve JSON/XML gibi hafif veri formatları sayesinde, evdeki sensör verilerinin hastane sistemlerine hızlı ve uyumlu şekilde aktarılmasını sağlar. Bu şekilde, sensörlerden gelen anlık vital bulguların hastanın elektronik sağlık kaydı ile ilişkilendirilmesine olanak tanıyarak, hekimlere daha doğru ve bağlamsal bir klinik tablo sunmaktadır.

Buna ek olarak verinin başarılı bir şekilde taşınması, onun doğru yorumlanacağı anlamına gelmeyeceğinden, veri bütünleşmesinin semantik düzeyde sağlanması amacıyla uluslararası standart terminolojilerin kullanımı kritik bir zorunluluktur. Bu noktada gözlem ve ölçüm dilini standardize eden LOINC (Logical Observation Identifiers Names and Codes) standardı evdeki bir akıllı saatten gelen nabız verisi veya bir glukometreden iletilen şeker değeri, LOINC kodları ile etiketleyerek alıcı sistemin verinin hangi yöntemle ve ne amaçla ölçüldüğünü tereddütsüz bir biçimde tanımlayabilmesini sağlamaktadır.

Sağlık bilişimi ekosisteminde ham verilerin anlamlı klinik çıktılara dönüştürülmesinde, dünyanın en kapsamlı klinik terminolojisi olan SNOMED CT (Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms), kavramlar arasında kurduğu ontolojik bağlar sayesinde bilgisayarların klinik mantık yürütmesini sağlayan temel yapı taşı olarak devreye girmektedir (Millar, 2016). Geleneksel veri işleme yöntemlerinin aksine, bir sensörden gelen aritmi bulgusu SNOMED CT standartlarıyla tanımlandığında, sistem bu veriyi yalnızca sayısal bir anomali olarak değil, hastanın geçmiş kardiyovasküler verileriyle ilişkilendirilmiş tıbbi bir patolojik durum olarak analiz edebilmektedir.

Bu süreçte HL7 FHIR verinin sistemler arası güvenli iletim mimarisini, LOINC laboratuvar ve klinik ölçüm standartlarını, SNOMED CT ise bu verilere kazandırılan klinik anlam derinliğini temsil ederek stratejik bir bütün-

lük oluşturmaktadır. Nihayetinde bu üç standardın entegrasyonu, evde sağlık hizmetlerini birbirinden kopuk izole takip süreçlerinden kurtararak, veri odaklı, bütüncül ve küresel ölçekte semantik birlikte çalışabilirliğe sahip gelişmiş bir dijital sağlık ekosistemine dönüştürmektedir.

3. SAĞLIK BİLİŞİMİ PERSPEKTİFİNDEN AVANTAJLAR

Gerçek Zamanlı İzleme ve Klinik Karar Destek Sistemleri Entegrasyonu

Evde sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesi, sağlık hizmet sunumunu kesikli ve reaktif bir yapıdan, sürekli izleme temelli proaktif bir modele dönüştürmektedir. Bu dönüşümün merkezinde yer alan gerçek zamanlı izleme sistemleri, giyilebilir teknolojiler aracılığıyla elde edilen biyometrik verilerin anlık olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır (Guk ve ark., 2019). Ancak sağlık bilişimi açısından esas değer, bu verilerin klinik karar destek sistemleri (KKDS) ile entegre edilerek klinik aksiyona dönüştürülmesidir. KKDS, hastaya ait geçmiş veriler, mevcut tanılar ve bireysel özellikler doğrultusunda dinamik eşik değerler belirleyerek olası riskleri erken aşamada tespit edebilmektedir. Bu sayede insan kaynaklı gecikmeler azaltılmakta ve sağlık profesyonellerine zamanında müdahale imkânı sunulmaktadır. Ayrıca gelişmiş algoritmalar sayesinde gereksiz uyarılar filtrelenerek alarm yorgunluğu azaltılmakta, böylece sağlık personelinin dikkatinin yüksek riskli vakalara yönlendirilmesi sağlanmaktadır. Gerçek zamanlı veri işleme, hasta güvenliğini artırırken hasta uyumunu da desteklemekte ve yeniden hastaneye yatış oranlarının azaltılmasına katkı sağlamaktadır.

Veri Analitiği ve Tahminleme

Dijitalleşmenin sağladığı önemli avantajlardan biri, büyük veri analitiği ve tahminleme kapasitesidir. Giyilebilir cihazlar ve uzaktan izleme sistemleri aracılığıyla elde edilen sürekli veri akışı, yapay zekâ ve makine öğrenmesi algoritmaları için güçlü bir analiz zemini sunmaktadır. Geleneksel yaklaşımlar çoğunlukla anlık ölçümlere dayanırken, veri analitiği hastanın uzun dönemli fizyolojik eğilimlerini inceleyerek olası komplikasyonları önceden öngörebilmektedir. Özellikle kronik hastalıklarda küçük ancak anlamlı değişimlerin erken tespit edilmesi, müdahale için kritik bir zaman aralığı sağlamaktadır. Multimodal veri analitiği ise fizyolojik verilerin yanı sıra davranışsal ve çevresel verileri de değerlendirerek daha kapsamlı bir hasta profili oluşturulmasına katkı sunmaktadır. Bu yaklaşım, evde sağlık hizmetlerini kişiselleştirilmiş ve önleyici bir bakım modeline dönüştürmektedir. Ayrıca anonimleştirilmiş verilerin analiz edilmesi, popülasyon sağlığı yönetimi açısından önemli bilgiler sağlayarak sağlık politikalarının geliştirilmesine katkıda bulunmaktadır.

Maliyet Etkinliği

Giyilebilir teknolojiler ve uzaktan hasta takibi, gereksiz hastane başvurularını ve yatışlarını azaltarak sağlık sistemleri üzerindeki finansal yükü hafifletebilmektedir (Shamayleh, Awad ve Farhat, 2020). Özellikle kronik hastalıkların yönetiminde erken müdahale imkânı, yüksek maliyetli komplikasyonların önlenmesini sağlamaktadır (Tricoli, Nasiri ve De, 2017; Zhang, Chen, Wang ve Chen, 2023). Bunun yanı sıra dijital sistemler, sağlık çalışanlarının iş yükünü hafifleterek hizmet verimliliğini artırmaktadır. Hastaların kritik durumlarının anlık bildiri olarak sağlık personeline iletilmesi, yalnızca riskli hastalara odaklanılmasını sağlayarak zaman ve kaynak kullanımının optimize edilmesine imkân tanımaktadır. Tele-tıp uygulamalarının da desteğiyle ulaşım ve lojistik maliyetlerini azaltarak sağlık hizmetlerine erişimi kolaylaştırmaktadır. Proaktif sağlık hizmetlerinin güçlenmesi uzun vadede tedavi süreçlerinin maliyetlerinin düşürülmesine katkıda bulunmaktadır. Sağlık sistemleri, dijitalleşme sayesinde yalnızca teknolojik anlamda değil aynı zamanda ekonomik açıdan da sürdürülebilir bir çözüm sunmaktadır.

4. UYGULAMA ZORLUKLARI VE BİLİŞİMSEL RİSKLER

Birlikte Çalışabilirlik Sorunsalı

Evde sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesi, sunduğu büyük kolaylıkların yanı sıra bazı teknik aksaklıkları ve bilişim sistemlerinden kaynaklanan zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu süreçte karşılaşılan en temel sorunlardan biri birlikte çalışabilirlik zorluğudur. Çoğu zaman farklı veri formatları ve iletişim protokolleri kullanan farklı üreticilere ait giyilebilir cihazlar, ağ sistemleri ve hastane bilgi yönetim sistemleri, verinin sistemler arasında sorunsuz aktarımı konusunda zorlukların ortaya çıkmasına sebep olarak engelleyerek veri silolarının oluşmasına neden olmaktadır (Saber, Mcheick ve Adda, 2025). Teknik düzeyde protokol uyumsuzlukları, yapısal düzeyde veri formatı farklılıkları ve semantik düzeyde terminoloji uyumsuzlukları, bütüncül bir veri akışını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle HL7 FHIR ve openEHR gibi uluslararası standartların kullanımı, sistemlerin entegrasyonu ve klinik karar destek süreçlerinin etkinliği açısından kritik öneme sahiptir. Uluslararası standartların göz ardı edilmesi parçalı veri yapısı sağlık profesyonellerinin karar verme süreçlerini olumsuz etkileyerek hata riskini artırmaktadır.

Siber Güvenlik ve Veri Gizliliği

Dijitalleşmenin getirdiği bir diğer önemli risk alanı siber güvenlik ve veri gizliliğidir. Sağlık verilerinin hastane dışına taşınması, bu verilerin halka açık ağlar üzerinden iletilmesini zorunlu kılmakta ve saldırı alanını genişletmektedir. Kişisel sağlık verileri yüksek hassasiyet taşıdığından, bu verilerin korunması yalnızca teknik değil aynı zamanda etik ve yasal bir zorunluluktur. Veri iletimi sırasında gerçekleşebilecek siber saldırılar, özellikle veri gizliliği, bütünlüğü ve erişilebilirliği açısından ciddi tehditler oluşturmaktadır (Kamalov, Pourghebleh, Gheisari, Liu ve Moussa, 2023; Rancea ve ark., 2024). Bu nedenle güçlü şifreleme yöntemleri, güvenli iletişim protokolleri ve çok katmanlı güvenlik yaklaşımları sistemin ayrılmaz bir parçası olmalıdır. Ayrıca veri bütünlüğünü korumaya yönelik uygulamalar, yanlış klinik kararların önüne geçilmesi açısından elzemdir.

Veri Kalitesi ve Gürültü

Bir diğer kritik zorluk ise veri kalitesi ve gürültü problemidir. Ev ortamında toplanan veriler, hastane ortamına kıyasla daha fazla çevresel etkene ve kullanıcı hatasına maruz kalmaktadır. Sensörlerin yanlış kullanımı, hareket artefaktları ve teknik sınırlılıklar, veri doğruluğunu olumsuz etkileyebilmektedir (Cho, Ensari, Weng, Kahn ve Natarajan, 2021). Hatalı veri girişlerinin klinik karar destek sistemlerini yanıltmasına neden olacağından verinin analiz öncesinde filtrelenmesi, doğrulanması ve kalite açısından değerlendirilmesi gerekmektedir. Sinyal işleme teknikleri, kenar bilişim uygulamaları ve yapay zekâ destekli anomali tespiti yöntemleri, veri kalitesinin artırılmasında önemli rol oynamaktadır.

5. STRATEJİK DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Standardizasyonun Rolü

Evde sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesi sürecinde sürdürülebilir ve etkin bir yapı oluşturulabilmesi, güçlü bir standardizasyon yaklaşımına bağlıdır. Farklı üreticilere ait cihazlar ve yazılımlar arasında veri uyumsuzluğu, sistemlerin bütüncül çalışmasını engelleyen temel sorunlardan biridir. Bu nedenle HL7 FHIR ve openEHR gibi uluslararası standartların yaygınlaştırılması, yalnızca teknik uyumluluğu değil, aynı zamanda veri güvenliğini ve klinik güvenilirliği de artırmaktadır. Standartlara dayalı bir mimari, farklı sistemlerin birlikte çalışabilmesini sağlayarak veri akışkanlığını artırmakta ve sağlık bilişimi yatırımlarının etkinliğini yükseltmektedir. Ayrıca standardizasyon, sağlık kuruluşlarının belirli teknoloji sağlayıcılarına bağımlılığını

azaltarak daha esnek ve ölçeklenebilir bir dijital sağlık ekosistemi oluşturulmasına katkı sunmaktadır.

Kullanıcı Deneyimi ve Ergonomik Arayüz Tasarımı

Dijital sağlık sistemlerinin başarısında bir diğer kritik unsur kullanıcı deneyimi ve ergonomik tasarımıdır. Özellikle yaşlı ve kronik hastaların yoğun olduğu evde bakım süreçlerinde, teknolojinin karmaşık yapısı kullanıcı uyumunu olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle arayüzlerin sade, erişilebilir ve hata toleranslı olacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Kullanıcı dostu tasarımlar, hastaların sistemi düzenli kullanmasını sağlayarak veri sürekliliğini artırmakta ve klinik karar destek süreçlerini güçlendirmektedir. Katılımcı tasarım yaklaşımının benimsenmesi, kullanıcı ihtiyaçlarının daha doğru anlaşılmasına ve teknolojinin benimsenme oranının artırılmasına katkı sağlamaktadır.

Yasal Çerçeve ve Mevzuat

Yasal çerçeve ve mevzuat düzenlemeleri de dijitalleşme sürecinin temel yapı taşlarından biridir. Uzaktan hasta takibi ile elde edilen verilerin tıbbi kayıt olarak kabul edilmesi ve klinik karar süreçlerinde kullanılabilirliğinin yasal olarak tanımlanması gerekmektedir. Bununla birlikte, bu hizmetlerin geri ödeme sistemlerine dahil edilmesi, dijital sağlık uygulamalarının sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Veri gizliliği, sorumluluk paylaşımı ve etik konuların açık bir şekilde düzenlenmesi hem sağlık profesyonellerinin hem de hastaların bu sistemlere duyduğu güveni artıracaktır.

Sonuç olarak, evde sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesi yalnızca teknolojik bir dönüşüm değil, standardizasyon, kullanıcı odaklı tasarım ve güçlü bir yasal altyapı gerektiren çok boyutlu bir süreçtir. Bu alanlarda atılacak stratejik adımlar, dijital sağlık uygulamalarının etkinliğini artırarak daha güvenli, erişilebilir ve sürdürülebilir bir sağlık hizmet modeli oluşturulmasına katkı sağlayacaktır.

6. DÜNYADAKİ BAŞARILI UYGULAMA ÖRNEKLERİ VE KLİNİK PROJELERİN ANALİZİ

Evde sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesi ve proaktif bir yapıya kavuşması yolunda uluslararası düzeyde yürütülen projeler, teorik yaklaşımların pratik sonuçlarını ve klinik etkinliğini kanıtlar niteliktedir. Bu bağlamda, İngiltere kökenli ve Avrupa Uzay Ajansı (ESA) tarafından desteklenen ClinTouch Vie projesi, dijital klinik modelinin en somut örneklerinden birini teşkil etmektedir. Bu sistemde, kronik hastaların ev ortamındaki vital bulguları (nabız,

SpO₂ , kan basıncı) giyilebilir teknolojiler aracılığıyla sürekli olarak izlenmekte ve veriler gerçek zamanlı olarak merkezi klinik birimlere iletilmektedir. Sistemin teknik başarısı sadece veri toplama kapasitesinden değil, ileri analitik yöntemlerle erken uyarı üretebilme yeteneğinden kaynaklanmaktadır. Bu öngörüsül yaklaşım, hastaneye yatış oranlarında anlamlı düşüşler sağlamış ve sağlık personelinin operasyonel iş yükünü kritik vakalara odaklayarak optimize etmiştir.

Benzer bir entegrasyon başarısı gösteren Huma Uzaktan Hasta İzleme (RPM) projesi, Galler ve İngiltere genelinde özellikle kalp yetmezliği hastalarının taburcu sonrası yönetiminde kritik bir rol oynamaktadır. Bu uygulama, hastaların evde gerçekleştirdiği fizyolojik ölçümlerin, bir klinik portal üzerinden doğrudan hekimlerin karar verme süreçlerine dahil edilmesini sağlamaktadır. Sistemin klinik iş akışlarına doğrudan entegre olması, yenisinden hastaneye yatış riskini minimize ederek hastanın klinik stabilitesini sürdürülebilir kılmaktadır. Huma örneği, dijital takip sistemlerinin sadece bir veri kanalı değil, aynı zamanda kronik hastalık yönetiminde maliyet etkinliği sağlayan stratejik bir yönetim aracı olduğunu kanıtlamaktadır.

Teknik altyapı ve veri standardizasyonu açısından en dikkat çekici örneklerden biri ise Yeni Zelanda'da uygulanan Piki Te Ora projesidir. Bu proje, bu çalışmanın önceki bölümlerinde vurgulanan HL7 FHIR tabanlı veri paylaşımının ve sistemler arası entegrasyonun uygulama sahasındaki başarısını temsil etmektedir. Giyilebilir cihazlardan elde edilen verilerin, standart protokoller aracılığıyla doğrudan klinik sistemlere aktarılması, verinin anlam kaybı yaşamadan tek bir ekranda birleştirilmesini sağlamıştır. FHIR entegrasyonu sayesinde KKDS çok daha yüksek doğruluk oranlarıyla çalışmakta, bu da hekimlere veriye dayalı, bağlamsal ve güvenli karar verme imkânı sunmaktadır.

Bu projelerin ortak başarısı, sensör katmanında sürekli veri üretimini, ağ katmanında düşük gecikmeli iletişimi ve uygulama katmanında standartlara (FHIR, LOINC, SNOMED CT) dayalı analitiği birleştirmelerinden gelmektedir. Bu bütünleşmiş yapı, evde sağlık hizmetlerini geleneksel reaktif yapıdan çıkararak, önce proaktif, nihayetinde ise öngörüsül bir modele dönüştürmüştür. Küresel ölçekteki bu uygulama örnekleri, dijitalleşmenin sağlık hizmetlerinde sadece teknolojik bir yenilik değil, aynı zamanda hasta çıktılarında radikal iyileşme sağlayan metodolojik bir zorunluluk olduğunu teyit etmektedir.

7. SONUÇ

Evde sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesi; sensör teknolojileri, iletişim altyapıları, veri bütünleşmesi ve gelişmiş analitik yöntemlerin bir araya geldiği çok katmanlı bir sağlık bilişimi ekosistemi olarak değerlendirilmelidir. Bu dönüşüm sayesinde geleneksel hastane merkezli ve reaktif bakım anlayışı, sürekli izleme ve veri temelli karar alma süreçleriyle desteklenen proaktif bir modele dönüşmektedir. Giyilebilir teknolojiler ve uzaktan hasta takibi sistemleri sayesinde elde edilen yüksek hacimli verinin KKDS ile entegre edilmesi hasta güvenliğini artırmakta, erken müdahale olanaklarını genişletmekte ve sağlık hizmetlerinin kalitesini anlamlı ölçüde iyileştirmektedir.

Bununla birlikte, dijitalleşmenin sunduğu bu potansiyelin tam anlamıyla hayata geçirilebilmesi, teknik ve yönetsel bazı kritik gerekliliklerin karşılanmasına bağlıdır. Özellikle birlikte çalışabilirlik eksikliği, veri siloları ve standart dışı veri formatları, sistemlerin etkin entegrasyonunu zorlaştırmaktadır. Aynı şekilde, siber güvenlik tehditleri, veri gizliliği riskleri ve düşük veri kalitesi gibi faktörler hem klinik güvenilirliği hem de hasta güvenliğini doğrudan etkileyen önemli sınırlılıklardır. Bu nedenle HL7 FHIR ve openEHR gibi uluslararası standartların benimsenmesi, güçlü şifreleme yöntemlerinin uygulanması ve veri doğrulama mekanizmalarının geliştirilmesi kritik öneme sahiptir.

Stratejik açıdan değerlendirildiğinde sürdürülebilir bir dijital evde sağlık modeli için standardizasyon, kullanıcı odaklı tasarım ve kapsayıcı yasal düzenlemelerin eş zamanlı olarak geliştirilmesi gerekmektedir. Kullanıcı deneyimini merkeze alan ergonomik çözümler, teknolojinin benimsenmesini artırırken uzaktan izleme verilerinin hukuki ve mali statüsünün netleştirilmesi, sistemin kurumsal kabulünü güçlendirecektir. Sonuç olarak, evde sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesi, doğru bilişimsel altyapı ve stratejik yönetim ile desteklendiğinde, daha erişilebilir, güvenli ve maliyet etkin bir sağlık hizmet modelinin inşasına önemli katkılar sunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Akila, K., Gopinathan, R., Arunkumar, J. ve Malar, B. S. B. (2025). The Role of Artificial Intelligence in Modern Healthcare: Advances, Challenges, and Future Prospects. *European Journal of Cardiovascular Medicine*, 15, 615-624. doi:10.61336/ejcm/25-04-94
- Anik, F. I., Hasan, M. M., Rodriguez-Cardenas, J., Beiswanger, R., Tasnim, M., Ramos, M. ve Sakib, N. (2024). IoMT and Data Privacy in Alzheimer's Care for Older Adults: A Systematic Review. *EAI Endorsed Transactions on Pervasive Health and Technology*, 11. doi:10.4108/eetpht.11.6170
- Bender, D. ve Sartipi, K. (2013). HL7 FHIR: An Agile and RESTful approach to healthcare information exchange. *Proceedings of the 26th IEEE International Symposium on*

- Computer-Based Medical Systems içinde (ss. 326-331). the 26th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems, sunulmuş bildiri. doi:10.1109/CBMS.2013.6627810
- Cabral, A. T., Fischer, G. S., Righi, R. da R., Costa, C. A. da, Roehrs, A., Rigo, S. J. ve Mello, B. (2024). Providing Interoperability between Wearable Devices and FHIR-based Healthcare Systems (C. 30, ss. 410-414). Brazilian Symposium on Multimedia and the Web, sunulmuş bildiri, Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação,. doi:https://doi.org/10.5753/webmedia.2024.243230.
- Cho, S., Ensari, I., Weng, C., Kahn, M. G. ve Natarajan, K. (2021). Factors Affecting the Quality of Person-Generated Wearable Device Data and Associated Challenges: Rapid Systematic Review. JMIR mHealth and uHealth, 9 (3), e20738. doi:10.2196/20738
- DSÖ. (2026, 30 Nisan). Ageing and health. World Health Organisation. 11 Mayıs 2026 tarihinde <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ageing-and-health> adresinden erişildi.
- Guk, K., Han, G., Lim, J., Jeong, K., Kang, T., Lim, E.-K. ve Jung, J. (2019). Evolution of Wearable Devices with Real-Time Disease Monitoring for Personalized Healthcare. Nanomaterials, 9 (6), 813. doi:10.3390/nano9060813
- Huang, C., Wang, J., Wang, S. ve Zhang, Y. (2023). Internet of medical things: A systematic review. Neurocomputing, 557, 126719. doi:10.1016/j.neucom.2023.126719
- Kamalov, F., Pourghbleh, B., Gheisari, M., Liu, Y. ve Moussa, S. (2023). Internet of Medical Things Privacy and Security: Challenges, Solutions, and Future Trends from a New Perspective. Sustainability, 15 (4), 3317. doi:10.3390/su15043317
- Khaled, A. E. (2022). Internet of Medical Things (IoMT): Overview, Taxonomies, and Classifications. Journal of Computer and Communications, 10 (8), 64-89. doi:10.4236/jcc.2022.108005
- Khennou, F., Khamlichi, Y. I. ve Chaoui, N. E. H. (2018). Improving the Use of Big Data Analytics within Electronic Health Records: A Case Study based OpenEHR. Procedia Computer Science, PROCEEDINGS OF THE FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT COMPUTING IN DATA SCIENCES, ICDS2017, 127, 60-68. doi:10.1016/j.procs.2018.01.098
- Knight, T. ve Lasserson, D. (2022). Hospital at home for acute medical illness: The 21st century acute medical unit for a changing population. Journal of Internal Medicine, 291 (4), 438-457. doi:10.1111/joim.13394
- Mezghani, E., Exposito, E., Drira, K., Da Silveira, M. ve Pruski, C. (2015). A Semantic Big Data Platform for Integrating Heterogeneous Wearable Data in Healthcare. Journal of Medical Systems, 39 (12), 185. doi:10.1007/s10916-015-0344-x
- Millar, J. (2016). The Need for a Global Language – SNOMED CT Introduction. Nursing Informatics 2016 içinde (ss. 683-685). IOS Press. doi:10.3233/978-1-61499-658-3-683
- Naresh, V., Pericherla, S., Sita, P. ve Reddi, S. (2020). Internet of Things in Healthcare: Architecture, Applications, Challenges, and Solutions. Computer Systems Science and Engineering, 35 (6), 411-421. doi:10.32604/csse.2020.35.411
- Okpu, E. O. ve Taylor, O. E. (t.y.). Analysing the Integration of AES-256 Encryption and HMAC Hashing in IoT Smart Healthcare Systems, 2.
- Rai, A., Naik, M. ve Seraphim B, I. (2024). Leveraging Blockchain Technology for Secure and Efficient Storage of Medical Data. 2024 IEEE 16th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN) içinde (ss. 652-656). 2024 IEEE 16th International Conference on Computational Intelligence and Communication Networks (CICN), sunulmuş bildiri. doi:10.1109/CICN63059.2024.10847418

- Rancea, A., Anghel, I. ve Cioara, T. (2024). Edge Computing in Healthcare: Innovations, Opportunities, and Challenges. *Future Internet*, 16 (9), 329. doi:10.3390/fi16090329
- Rinaldi, E. ve Thun, S. (2021). Mapping from openEHR to FHIR and OMOP CDM to support interoperability for infection control. *GMS Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie*, 17 (2), Doc07. doi:10.3205/mibe000221
- Saberi, M. A., Mcheick, H. ve Adda, M. (2025). From Data Silos to Health Records Without Borders: A Systematic Survey on Patient-Centered Data Interoperability. *Information*, 16 (2), 106. doi:10.3390/info16020106
- Shamayleh, A., Awad, M. ve Farhat, J. (2020). IoT Based Predictive Maintenance Management of Medical Equipment. *Journal of Medical Systems*, 44 (4), 72. doi:10.1007/s10916-020-1534-8
- Shapoo, N., Shapoo, N., Rehman, A. ve Boma, N. (2025). Smart Healthcare: The Role of Digital Health in Modern Medicine. *Health Care Science*, 4 (3), 179-187. doi:10.1002/hcs2.70019
- Singh, S., Gray, A., Shepperd, S., Stott, D. J., Ellis, G., Hemsley, A., ... Young, J. (2022). Is comprehensive geriatric assessment hospital at home a cost-effective alternative to hospital admission for older people? *Age and Ageing*, (1). doi:https://doi.org/10.1093/ageing/afab220
- Tricoli, Nasiri ve De. (2017). Wearable and Miniaturized Sensor Technologies for Personalized and Preventive Medicine. *Advanced Functional Materials*, 27 (15). doi:10.1002/adfm.201605271
- Zhang, J., Chen, F., Wang, Y. ve Chen, Y. (2023). Early detection and prediction of acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *Chinese Medical Journal Pulmonary and Critical Care Medicine*, 1 (2), 102-107. doi:10.1016/j.pccm.2023.04.004

YENİDOĞAN GÜVENLİĞİ VE KİMLİKLENDİRME: BİYOMETRİK YÖNTEMLERİN ROLÜ

Arş. Gör. Kübra TÜRK BEN

Balıkesir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Balıkesir, Türkiye
Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ebelik Anabilim Dalı
(Doktora Öğrencisi), Erzurum, Türkiye

Doç. Dr. Safiye AĞAPINAR ŞAHİN

Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Erzurum, Türkiye
0000-0003-4651-689, 0000-0002-4688-5540
kubra.turkben@balikesir.edu.tr, pinarsaf@gmail.com

1. GİRİŞ

Güvenli hasta bakımı, doğru tanılamayla başlar ve bu da özellikle yenidoğanlar için hayati bir adımdır (Alharbi ve ark., 2025). The Joint Commission (2015), doğru bakımın sağlanabilmesi için hastaların doğru şekilde kimliklendirilmesi gerektiğini vurgular. (The Joint Commission (2015) Gray ve ark. (2006) ise hastaların doğru bir şekilde tanımlanamamasının ve kimliklerinin amaçlanan klinik değerlendirme veya müdahaleyle eşleştirilememesinin hasta güvenliğini tehlikeye atabileceğini belirtmektedir (Gray ve ark., 2006). Dünya genelinde 1 milyardan fazla bireyin yasal kimliği bulunmamaktadır ve bunların yarısından fazlası yeni doğanlar ve çocuklardır (The World Bank, 2018).

Yenidoğanların, benzer doğum tarihleri ve tıbbi kayıt numaraları, özellikle ikiz ve üçüzlerde, ortak soyadları nedeniyle benzersiz kimliklendirme zorlukları yaratır (Gray ve ark., 2006). Bu zorluklar, yenidoğan ve bebeklerin resmi kaydının hem sağlık ve eğitim haklarını korumak hem de çocuk ticareti ve yasadışı evlat edinmeyle mücadelede katkı sağlamak açısından zorunlu olduğunu gösterirken, bebeklerin küçük ve kırılgan yapıları ile hızlı büyümeleri kayıt süreçlerini güçleştirmektedir (Kotzerke ve ark., 2019). UNICEF'in 2024 raporunda; 2019 yılında küresel düzeyde doğum kaydı oranı %75 iken, 2024'te bu oran %77'ye yükselmiştir. Buna rağmen, beş yaş altındaki 150 milyon çocuk yani yaklaşık her 10 çocuktan 2'si hâlâ doğum kaydı olmadan, devlet sistemleri açısından görünmez durumdadır (UNICEF, 2024). Bu bağlamda, yenidoğanların biyometrik tanınmasına ilişkin araştırmalar, mevcut son teknoloji, potansiyel zorluklar ve fırsatları içeren kapsamlı bir analizle, bu alandaki iyileştirmeler için kritik bir rol oynamaktadır (Tiwari ve ark., 2024).

Sağlık hizmeti ortamlarında, hasta kimliklendirme süreci, güvenli bakımın temelini oluşturur (Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 2024). Bireysel sağlık hizmeti sunumunda, hastanın kimliğini kimlik bileziği aracılığıyla kontrol etmek, sözlü kimlik tespiti ve sağlık belgelerinin kontrolü ile birlikte en etkili ve güvenli yöntemlerden biri olarak kabul edilmektedir (Bártlová ve ark., 2015). Kimlik bileziklerinin formatı, genellikle her sağlık kuruluşunun güvenlik protokolleri doğrultusunda standartlaştırılrsa da, bilezik tasarımında ad ve soyad (yenidoğanlar için annenin tam adı), doğum tarihi ve tıbbi kayıt numarası gibi en az iki tanımlayıcının bulunmasını önermektedir (Souza Macedo ve ark., 2017). Ancak uygulamada, kimlik bileziklerinde eksik/yanlış isim, farklı tıbbi kayıt numarası, okunamayan veriler ve bilezik bütünlüğü ile ilgili sorunlar gibi önemli uygunsuzluklar tespit edilmiştir (Hoffmeister ve ark., 2015).

Kimlik bileziğinin bütünlüğünün sağlanması, veri okunabilirliğini korumak ve sağlık personeli tarafından kolay kontrol edilebilmesi için doğru konumlandırılması, aynı zamanda hastanın extremitesinde “turnike” etkisine yol açmaması da büyük önem taşır (Souza Macedo ve ark., 2017).

Bileziğin gevşek ya da aşırı sık takılması, yer değiştirmesi, hasar görmesi veya üzerindeki bilgilerin silinmesi gibi düzensizlikler, işlemler sırasında kimliklendirme hatalarına yol açabilir (Assis ve ark., 2018). Bu nedenle, kimlik bileziğinin “yalın” kullanımının, yani bileziğin yalnızca hastanın kolunda bulunmasının yeterli görülmesi; üzerindeki bilgilerin doğruluğunun, okunabilirliğinin, güncelliğinin ve hasta ile aktif olarak karşılaştırılmasının sistematik biçimde kontrol edilmemesi durumunda, hasta güvenliğini garanti etmek için yeterli olmadığı belirtilmektedir (Tres ve ark., 2016).

Hasta kimliklendirme sürecinde elde edilen sonuçları iyileştirmek ve hasta güvenliğini artırmak amacıyla, yeni protokollerin uygulanması ve güvenlik uygulamalarını destekleyecek yöntem ve stratejilerin geliştirilmesi zorunluluk arz etmektedir (Hemesath ve ark., 2015). Bu bağlamda, bazı araştırmacılar, insan hatası faktörlerini azaltmak için barkod teknolojisi, radyo frekansı tanımlama (RFID), biyometrik teknolojiler (iris veya parmak izi taraması gibi) ve yüz tanıma teknolojileri gibi otomatik sistemlerin kullanılmasını önermektedir (Lippi ve ark., 2017; Ferguson ve ark., 2019).

Biyometrik tanımlama teknolojileri, doğumdan itibaren biyometrik özelliklerin elde edilebileceği bir sistemin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir (Nelufule ve Kock, 2023). Biyometrik verinin yüksek doğrulukta, invaziv olmayan ve toplumsal olarak kabul edilebilir biçimde elde edilmesi

önemli olmakla birlikte, iş birliği yapamayan yenidoğan ve bebeklerde parmak izi, iris veya ayak izi gibi verilerin alınması; istemsiz hareketler, kapalı gözler ve kontrol edilemeyen ekstremiteler nedeniyle güçleşmektedir (Weingaertner ve ark., 2008).

2.1. YENİDOĞAN TANIMA YÖNTEMLERİ

Yenidoğan tanıma için başvurulmuş biyometrik yöntemler arasında yüz tanıma, kulak tanıma, ayak izi tanıma ve parmak izi tanıma öne çıkmaktadır (Tiwari ve ark., 2024). Bunların yanı sıra, literatürde iris (Bhuiyan ve ark., 2025; Nelufune ve Kock, 2023), EKG (Chakravarti ve Singhal, 2025), DNA analizi (López ve ark., 2017) gibi yenidoğan tanıma yöntemleri de bulunmaktadır.

2.1.1. Yüz Kullanarak Yenidoğan Tanıma

Yüz tanıma, kimliklendirmede önemli bir biyometrik yöntemdir ve birçok alanda kullanılmaktadır. Ancak yenidoğanlarda kontrolsüz duruş ve yüz ifadeleri, nötr ve sabit görüntü elde etmenin zorluğu nedeniyle güvenilir veri oluşturmayı güçleştirir. Ayrıca aydınlatma, görüntü kalitesi, poz ve yaş gibi faktörler performansı etkiler (Tiwari ve ark., 2024). Yenidoğanların kimliklendirilmesinde yüz tanıma teknolojisinin kullanılabilirliğini inceleyen ve otomatik bir yüz tanıma algoritmasının kullanıldığı çalışmada, otuz dört yenidoğandan oluşan bir yüz veri tabanı üzerinde gerçekleştirilen deneysel değerlendirmeye sonucunda, önerilen yöntemin %86,9 oranında tanımlama doğruluğu sağladığı belirlenmiştir (Bharadwaj ve ark., 2010)

2.1.2. Kulak Kullanarak Yenidoğan Tanıma

Kulak, minimal varyasyona uğrayan benzersiz ve tutarlı bir yapı olması nedeniyle güvenilir bir biyometrik özelliktir ve temassız olarak uzaktan görüntü elde etmeye olanak tanıyarak iş birliği yapmayan bebeklerin tanımlanmasında avantaj sağlar; ancak yenidoğanın yeterince hareketsiz kalmasını sağlamak yine de güçtür (Tiwari ve ark., 2024).

Kulak biyometriğinin doğumdan itibaren kolayca edinilebildiği ve yetişkin kulakları için geliştirilen mevcut algoritmaların bebek kulakları için de çalıştığı bulunmuştur (Moolla ve ark., 2021). Bebekler için kulak doğrulaması kullanılırken aydınlatma ve konum değişkenlerinin dikkate alınması gerekir (Tiwari ve ark., 2011). Kulak tanımanın bir dizi dezavantajı vardır; bunlardan biri, şekil ve boyut gibi kulağın birincil ayırt edici özelliklerinin belirli bir bebeğin kimliğine ilişkin kesin bir yanıt verememesidir (Tiwari ve ark., 2024).

2.1.3. Ayak İzi Kullanarak Yenidoğan Tanıma

Bebegin ayak izini almak için bir silindir veya ayağa sürülmüş mürekkep içeren bir kağıt kullanılır ve bunlar daha sonra bebeğin tıbbi kaydında annenin parmak izleriyle birlikte basılır (Weingaertner ve ark., 2008). Yenidoğanların ayak izlerinin doğru şekilde alınması ve ayırt edilmesi güçtür; ayrıca bu izlerin tanımlamada kullanılabileceği süre sınırlı olup kalıcı bir kimliklendirme yöntemi olarak uygun değildir (Tiwari ve ark., 2024). Yenidoğanların doğumundan sonraki iki gün içinde otomatik ayak izi tanıma için Gabor filtrelerini kullanarak bebeklerin ayak izlerinin 240 fotoğrafının toplandığı çalışmada, 40 görüntüden oluşan bir arka plan boyutu kullanıldığında 1. sıradaki algılama doğruluğunun %65 olduğunu bulunmuştur (Balamdeenakshi ve ark., 2013).

Tanımlama için ayak izlerinin kullanımı gereksiz ve maliyetli olması ve iyi eğitilmiş personel, yüksek kaliteli malzemeler ve uygun süreçlerle bile iyi bir ayak izi elde etmenin zorluğundan dolayı tanımlama amacıyla yararlı bir yöntem değildir (Tiwari ve ark., 2024). Yenidoğanların ayak izlerinin ve avuç içi izlerinin 160 görüntüsünü toplandığı ve tanıma oranlarını manuel olarak değerlendirildiği çalışmada, ayak izleri için %63,3 ve %67,7 ve avuç içi izleri için %83'lük bir tanıma oranı bildirilmiştir (Weingaertner ve ark., 2008).

2.1.4. Parmak İzi Kullanarak Yenidoğan Tanıma

Parmak izi doğrulamasının yaygın ve başarılı bir şekilde kullanılmasına rağmen, yenidoğanların izlerinin alınması mümkün değildir. Hatırlanması gereken en önemli şey, bebeğin oldukça küçük olmasıdır. Bunun doğrudan bir sonucu olarak, yenidoğan parmak izi açık ve doğru bir şekilde yakalanamaz (Tiwari ve ark., 2024). En küçüğü 6 haftalık olan katılımcılardan parmak izi almak için bir donanım cihazı geliştirmenin ve bebeklerin parmak izi bilgilerini mevcut parmak izi karşılaştırma yazılımlarıyla uyumlu bir formatta kaydetmenin mümkün olduğunu gösterdi (Moolla ve ark., 2021).

Çocuklarda parmak izi biyometrisinin yaşa bağlı değişimini inceleyerek yüksek çözünürlüklü temassız parmak izi tarayıcılarının uzunlamasına performansını değerlendirildiği bir çalışmada, parmak izi biyometrisinin aşılama takibi ve çocuk güvenliği gibi alanlarda potansiyel sunduğunu, ancak küçük çocuklar için yaşa özgü, yüksek çözünürlüklü teknolojilere ihtiyaç olduğunu ortaya koymaktadır (Sumi ve ark., 2024).

Yapılan başka bir çalışmada anne ve bebeğe ait parmak izlerini eş zamanlı olarak kaydeden, bu verileri şifreleyerek benzersiz bir kimlik numarasıyla ilişkilendiren ve anne-bebek eşleşmesini yüksek doğrulukla garanti eden özellikle düşük teknolojik altyapıya sahip bölgelerde yenidoğanların karıştırılması, çalınması veya değiştirilmesinin önlenmesine yönelik yenilikçi bir çözüm sunmaktadır (Lalović, 2025).

2.1.5. Diğer Yenidoğan Tanıma Yöntemleri

Yenidoğanı tanıma yöntemlerinden olan, iris biyometriğinin bebeklerde yetişkin çocuk popülasyonundan önemli ölçüde daha iyi performans göstermeyeceğini göstermektedir (Nelufune ve Kock, 2023). Ayrıca, iris biyometriğinin 6 hafta gibi erken bir dönemden itibaren bireyleri başarıyla eşleştirmek için kullanılabileceği ve çocukların yaşı büyüdükçe veri toplama oranının arttığı da bulunmuştur (Moolla ve ark., 2021). Bulgular, iris biyometrisinin bebek karışması ve kaçırılmaların önlenmesi ile postnatal izlemde invaziv olmayan ve fiziksel belirteç gerektirmeyen etkili bir kimliklendirme yöntemi olabileceğini göstermektedir (Bhuiyan ve ark., 2025).

Bir biyometrik yöntem olarak EKG, her insanın kalp dalga formu farklı olduğu için kendine özgü, benzersiz bir tanımlama sunabilir. Bebeklerden EKG verilerinin kaydedilmesi ve yorumlanması bazı zorluklar sunsa da, sinyal işleme ve teknolojideki gelişmeler bu yöntemi giderek daha pratik hale getirebilir (Chakravarti ve Singhal, 2025).

Her çocuğun tanınmasını ve korunmasını sağlamak amacıyla UNICEF beş temel eylem çağrısında bulunmaktadır:

- Yasal kimliğe yaşam döngüsü yaklaşımının temelini oluşturacak şekilde her çocuğun doğumda kaydedilmesi.
- Hizmet sunumunu iyileştirmek ve dijital dönüşümü teşvik etmek amacıyla kayıt süreçlerinin sadeleştirilmesi.
- Doğum kaydını artırmak için sağlık, sosyal koruma ve eğitim programlarından yararlanılması.
- Kapsayıcı ve eşitlikçi sivil kayıt ve hayati istatistikler sistemleri için temel yasal reformların hayata geçirilmesi.
- Toplulukların sivil kayıt hizmetlerini bir hak olarak talep edebilmeleri için güçlendirilmesi. (UNICEF, 2024).

3. MATERYAL VE METOT

Derleme niteliğinde planlanan bu çalışmada "yenidoğan", "güvenlik", "kimlik tanıma" ve "biyometrik kimlik" anahtar kelimeleri ve bağlantılı terimler kullanılarak elektronik veri tabanları (Google Scholar, PubMed, Science Direct, Web of Science,) taranmıştır. Bilimsel çalışmaların yanı sıra UNICEF, Dünya Bankası, The Joint Commission ve T.C. Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan güncel rehber ve politika belgeleri ile İspanya Neonatoloji Derneği tarafından hazırlanan, yenidoğanın kesin kimliklendirilmesine yönelik rehber niteliğindeki makale de incelenmiştir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yenidoğanlarda kimlik doğrulama süreci, sağlık hizmetlerinde güvenli bakımın temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Bu dönemde iletişim güçlüğü, benzer fiziki özellikler, aynı soyadı kullanımının yaygınlığı, ikiz ve çoğul gebeliklerin sıklığı gibi nedenlerle karışıklık ihtimali oldukça yüksektir. Dolayısıyla biyometrik yöntemler, yenidoğanların doğru kimliklendirilmesi için alternatif ve güvenilir çözümler sunma potansiyeline sahiptir. Farklı biyometrik tekniklerin entegrasyonu ve bu teknolojilerin sağlık sistemine uygun şekilde uyarlanması, hem güvenliği artıracak hem de olası kimlik karışıklıklarını minimuma indirebilir. Ayrıca biyometrik yöntemlerin uygulanabilirliği, maliyet etkinliği, ebeveyn onayı, veri güvenliği ve etik boyutları da göz önünde bulundurulmalı, standart protokoller oluşturulmalıdır. Gelecekte yapılacak çok merkezli, geniş örneklemli araştırmalar ile biyometrik tanıma teknolojilerinin hassasiyeti ve uygulanabilirliği daha net ortaya konmalıdır. Böylece yenidoğan bakımında güvenliğin artırılması ve sağlık hizmetlerinin kalitesinin yükseltilmesi mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

- Alharbi, T. A. F., Rababa, M., Alsuwayl, H., Alsubail, A., & Alenizi, W. S. (2025). Diagnostic Challenges and Patient Safety: The Critical Role of Accuracy—A Systematic Review. *Journal of multidisciplinary healthcare*, 3051-3064.
- Assis, T. G. de, Almeida, L. F. de, Assad, L. G., Rocha, R. G., Fassarella, C. S., & Aguiar, B. G. C. (2018). Adherence to the correct identification of the patient by hospital wristband. *Journal of Nursing UFPE Online*, 12(10), 2621–2627.
- Balameenakshi, S., & Sumathi, S. (2013, April). Biometric recognition of newborns: Identification using footprints. In *2013 IEEE Conference on Information & Communication Technologies* (pp. 496-501). IEEE.
- Bártlová, S., Hajduchová, H., Brabcová, I., & Tóthová, V. (2015). Patient misidentification in nursing care. *Neuro Endocrinology Letters*, 36(2), 17–22.

- Bharadwaj, S., Bhatt, H. S., Singh, R., Vatsa, M., & Singh, S. K. (2010, October). *Face recognition for newborns: A preliminary study*. In Proceedings of the IEEE Fourth International Conference on Biometrics: Theory, Applications and Systems (BTAS 2010) (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/BTAS.2010.5634500>
- Bhuiyan, R. A., Trokielewicz, M., Maciejewicz, P., Bucher, S., & Czajka, A. (2025). Iris recognition for infants. In *Proceedings of the IEEE/CVF Winter Conference on Applications of Computer Vision (WACV) Workshops* (pp. 83–92). Computer Vision Foundation.
- Chakravarti, N., & Singhal, A. (2025, February). A comprehensive survey on infant biometric recognition. In *2025 2nd International Conference on Computational Intelligence, Communication Technology and Networking (CICTN)* (pp. 881–885). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CICTN64563.2025.10932624>
- Ferguson, C., Hickman, L., Macbean, C., & Jackson, D. (2019). The wicked problem of patient misidentification: How could the technological revolution help address patient safety? *Journal of Clinical Nursing*, 28(13-14), 2365–2368. <https://doi.org/10.1111/jocn.14848>
- Gray, J. E., Suresh, G., Ursprung, R., Edwards, W. H., Nickerson, J. P., Shiono, P. H., ... & Horbar, J. D. (2006). Patient misidentification in the neonatal intensive care unit: Quantification of risk. *Pediatrics*, 117(1), 43–47. <https://doi.org/10.1542/peds.2005-0105>
- Hemesath, M. P., Santos, H. B. dos, Torelly, E. M. S., Barbosa, A. S., & Magalhães, A. M. M. de. (2015). Educational strategies to improve adherence to patient identification. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 36(4), 43–48. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2015.04.54289>
- Hoffmeister, L. V., & Moura, G. M. S. S. de. (2015). Use of identification wristbands among patients receiving inpatient treatment in a teaching hospital. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 23(1), 36–43. <https://doi.org/10.1590/0104-1169.0144.2522>
- Kotzerke, J., Davis, S. A., Hayes, R., & Horadam, K. J. (2019). Newborn and infant discrimination: Revisiting footprints. *Australian Journal of Forensic Sciences*, 51(1), 95–108. <https://doi.org/10.1080/00450618.2017.1324582>
- Lalović, K. (2025). A novel biometric fingerprint IT system in determining newborn baby identity. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Computational Intelligence, Communication Technology and Networking (CICTN)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/CICTN64563.2025.10932624>
- Lippi, G., Chiozza, L., & Plebani, M. (2017). Patient and sample identification: Out of the maze? *Journal of Medical Biochemistry*, 36(2), 107–112. <https://doi.org/10.1515/jomb-2017-0003>
- López, E. S., Luna, M. S., Gracia, S. R., Fernández, I. B., Castellanos, J. L. L., Muñuzuri, A. P., ... & Redondo, M. D. S. (2017). Recommendations for the unequivocal identification of the newborn. *Anales de Pediatría (English Edition)*, 87(4), 235–e1.
- Moolla, Y., De Kock, A., Mabuza-Hocquet, G., Ntshangase, C. S., Nelufule, N., & Khanyile, P. (2021). Biometric recognition of infants using fingerprint, iris, and ear biometrics. *IEEE Access*, 9, 38269–38286. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3062282>
- Nelufule, N., & De Kock, A. (2023, March). Infant Iris Biometric Recognition System: Can the iris be used for a secure infant recognition system? In *2023 Conference on Information Communications Technology and Society (ICTAS)* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICTAS56421.2023.10082729>
- Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü. (2024, 4 Eylül). *Hastaların doğru tanımlanması*. Türkiye Sağlıkta Kalite Sistemi. <https://shgmkalitedb.saglik.gov.tr/TR-105679/hastalarin-dogru-tanimlanmasi.html>

- Souza Macedo, M. C. de, Almeida, L. F. de, Assad, L. G., Rocha, R. G., Ribeiro, G. S. R., & Pereira, L. M. V. (2017). Patient identification through electronic wristband in an adult general intensive care unit. *Revista de Enfermagem Referência*, 4(13), 63–70.
- Sumi, M. R. A., Imtiaz, M. H., & Schuckers, S. (2024, July). A longitudinal study on fingerprint recognition in infants, toddlers, and children. In *2024 46th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)* (pp. 1-4). IEEE.
- The Joint Commission. (2015). *National Patient Safety Goals effective January 1, 2016*. http://www.jointcommission.org/assets/1/6/2016_NPSG_HAP.pdf
- Tiwari, S., Singh, A., & Singh, S. K. (2011, November). Newborn's ear recognition: Can it be done? In *2011 International Conference on Image Information Processing* (pp. 1-6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICIIP.2011.6108944>
- Tiwari, S., Singh, R., Singh, S. K., Kilak, A. S., Alkhayyat, A., & Vidyarthi, A. (2024). Biometrics recognition of newborn: A review. *Multimedia Tools and Applications*, 83(33), 80129–80159. <https://doi.org/10.1007/s11042-024-18508-1>
- Tres, D. P., Oliveira, J. L. C., Vituri, D. W., Alves, S. R., Rigo, D. F. H., & Nicola, A. L. (2016). Quality of care and patient safety: Assessment based on indicators. *Cogitare Enfermagem*, 21(5). <http://dx.doi.org/10.5380/ce.v21i5.45490>
- UNICEF. (2024). *The right start in life: Global levels and trends in birth registration: 2024 update*. United Nations Children's Fund.
- Weingaertner, D., Bellon, O. R. P., Silva, L., & Cat, M. N. L. (2008, January). Newborn's biometric identification: Can it be done? In *International Conference on Computer Vision Theory and Applications* (Vol. 2, pp. 200-205). SCITEPRESS.
- The World Bank. (2018). *Principles on identification for sustainable development: Toward the digital age* (No. 112614).

AI-DRIVEN SPIRULINA PHOTOBIOREACTOR SYSTEM FOR SUSTAINABLE INDUSTRIAL CARBON SEQUESTRATION

Mina İLHAN

TED Ankara College, Ankara, Türkiye,
ORCID ID: 0009-0005-5697-7480
e-mail: minailhan@yahoo.com

I. INTRODUCTION

Industrial carbon dioxide (CO_2) emissions are a major driver of global climate change and require innovative, scalable, and energy-efficient mitigation strategies, because anthropogenic greenhouse gas emissions remain the principal cause of recent global warming (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2023). Microalgae-based biological CO_2 mitigation has been widely investigated as a sustainable pathway because photosynthetic microorganisms can assimilate CO_2 into biomass while also producing useful biological products (Chisti, 2007; Wang et al., 2008). Conventional carbon capture technologies may be constrained by energy demand, infrastructure requirements, and cost, while agricultural emissions and fertilizer-related pollution further increase the need for circular, low-waste biological systems (IPCC, 2023; Richmond & Hu, 2013).

This study aims to develop and evaluate an artificial intelligence (AI)-driven *Spirulina*-based photobioreactor system that integrates real-time environmental monitoring with computational modeling. *Spirulina*/*Arthrospira* cultivation is well established in applied microalgal biotechnology, and photobioreactor control is particularly important because growth depends on light availability, CO_2 transfer, pH, temperature, and mixing conditions (Posten, 2009; Richmond & Hu, 2013; Vonshak, 1997). The objective is to improve biological carbon sequestration efficiency while supporting sustainable industrial decarbonization through adaptive monitoring and control (Atzori et al., 2010; Morweiser et al., 2010).

II. SYSTEM DESIGN

The proposed system consists of a modular closed-loop *Spirulina* photobioreactor designed to maximize CO_2 absorption efficiency through controlled environmental conditions and artificial intelligence-based optimization. Closed photobioreactors are commonly used to improve contamination control, light management, gas transfer, and process stability compared with less controlled cultivation systems (Pulz, 2001; Ugwu et al., 2008).

Each module includes:

- A closed Spirulina cultivation chamber
- Adjustable LED lighting system
- Micro-diffusion CO₂ injection mechanism
- Circulation pump
- Environmental sensor set

Modular Smart Photobioreactor System

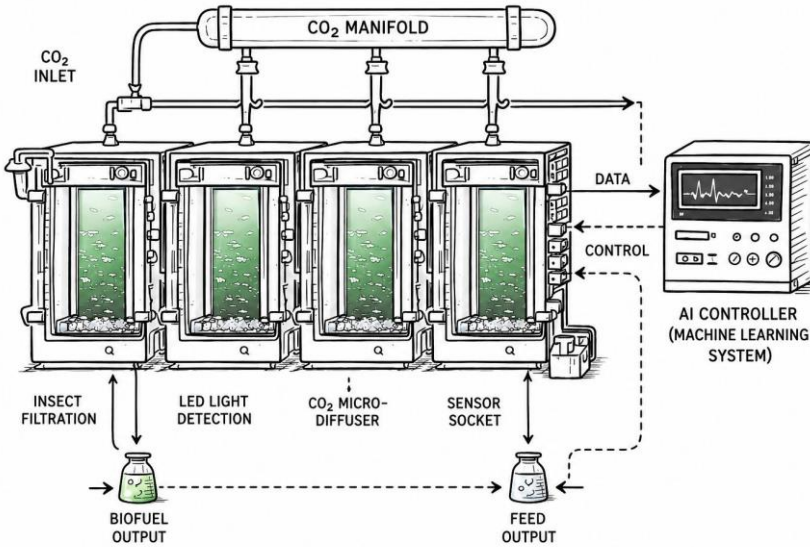


Figure 1. Modular Smart Photobioreactor System

The sensor system monitors:

- pH
- Temperature
- Dissolved oxygen
- CO₂ flow rate
- Light intensity
- Biomass density

A central AI controller processes real-time data and dynamically adjusts system parameters such as CO₂ input, light intensity, nutrient dosing, and circulation speed. This design follows the logic of IoT-enabled sensing and feedback control, where sensor networks generate operational data that can support automated decision-making (Atzori et al., 2010). In photobioreactor systems, such adaptive regulation is relevant because light intensity, dissolved carbon, pH, temperature, and mixing strongly affect biomass productivity and CO₂ fixation (Posten, 2009; Richmond & Hu, 2013).

III. METHODOLOGY

A. System Architecture

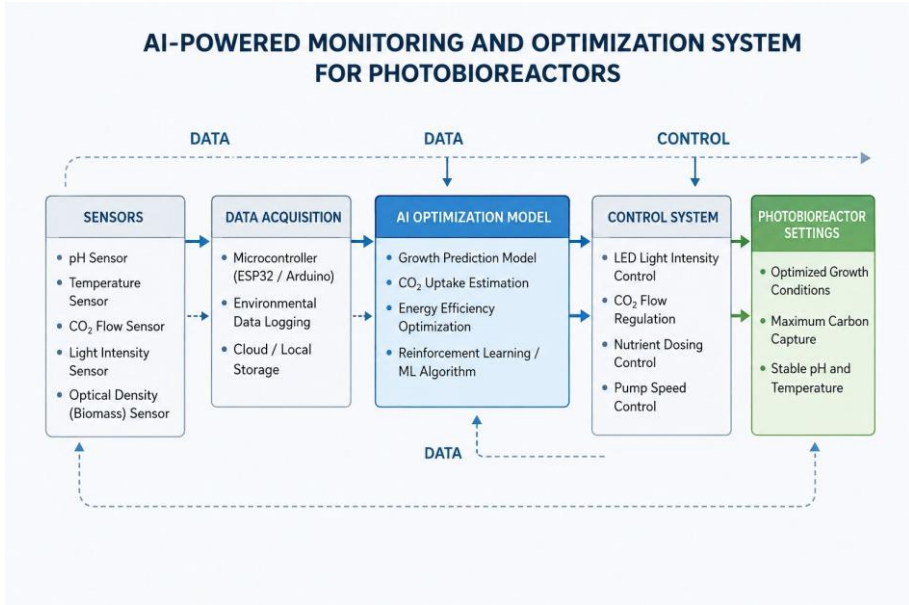


Figure 2. AI-Powered Monitoring and Optimization System

As shown in Figure 2, the proposed AI-enabled architecture integrates sensing, data acquisition, optimization, and feedback control.

The proposed system architecture consists of five main components: sensors, data acquisition, an AI optimization model, a control system, and photobioreactor settings. As shown in Fig. 2, environmental and operational data are first collected from sensors placed within the photobioreactor. Monitoring pH, temperature, CO₂ flow rate, light intensity, and optical density is appropriate because these parameters are central to microalgal culture performance, photosynthetic efficiency, and biomass estimation (Posten, 2009; Richmond & Hu, 2013; Ugwu et al., 2008).

The collected data are transferred to a data acquisition unit, where they are recorded and organized using a microcontroller-based platform such as ESP32 or Arduino. The processed data are then transmitted to the AI optimization model. IoT architectures use connected sensors, communication layers, and computational processing to enable real-time monitoring and system-level decisions (Atzori et al., 2010). In this design, the model evaluates growth conditions, estimates CO₂ uptake, and supports energy-efficiency optimization. Based on these outputs, the control system adjusts key

reactor parameters, including LED light intensity, CO₂ flow regulation, nutrient dosing, and pump speed, which are recognized design variables in photobioreactor engineering (Morweiser et al., 2010; Posten, 2009).

The updated settings are applied back to the photobioreactor, creating a closed-loop feedback structure. Through this cycle, sensor data continuously inform the AI model, and the optimized control outputs are repeatedly returned to the reactor. This architecture enables real-time monitoring, adaptive parameter adjustment, and AI-assisted optimization of the photobioreactor environment, which is consistent with the broader engineering goal of improving photosynthetic efficiency, mass transfer, and operational stability in microalgal cultivation (Cuaserna et al., 2011; Morweiser et al., 2010).

B. Simulation-Based Biomass Growth and CO₂ Fixation Modeling

The system integrates IoT-enabled environmental sensing with a Python-based computational growth simulation model. Real-time environmental parameters are conceptually incorporated into the system design to simulate and optimize system performance. This approach is justified because microalgal growth is highly sensitive to environmental and operational conditions, and model-based analysis can help evaluate productivity and control strategies before full-scale implementation (Posten, 2009; Richmond & Hu, 2013).

A mathematical simulation model was implemented to estimate:

- Daily biomass production
- CO₂ fixation capacity

Python Simulation Code

Simulated Spirulina Biomass Growth - Literature-Based Scenario

```

1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 # 30-day scenario
5 days = np.arange(1, 31)
6
7 co2_input = 1000 # Assumption: daily CO2 input (g/day) - scenario value
8
9 # Literature-based assumption: 1 g biomass approximately 1.8 g CO2 consumption
10 # Small fluctuation: represents environmental variability / operational differences:
11 biomass_growth = (co2_input / 1.8) * (1 + 0.05 * np.sin(days / 5))
12
13
14 # Graph
15 plt.plot(days, biomass_growth)
16 plt.xlabel("Day")
17 plt.ylabel("Biomass Production (g/day)")
18 plt.title("Simulated Spirulina Biomass Growth (Literature-Based Scenario)")
19 plt.show()

```

CO2 is written as CO₂ for code readability; in article text, use CO₂.

Figure 3. Python-Based Biomass Growth Simulation Model

The model is based on a literature-reported CO₂ -to-biomass conversion ratio of approximately 1.8 g CO₂ per 1 g biomass. This value is consistent with commonly cited stoichiometric estimates for algal biomass production, in which approximately 1.8 kg CO₂ is fixed for each kilogram of microalgal biomass produced (Chisti, 2007; Wang et al., 2008). Additionally, a stochastic fluctuation component is included to represent environmental variability, since light, temperature, pH, and nutrient availability can vary during cultivation and influence productivity (Richmond & Hu, 2013).

Scenario-based analyses were conducted to evaluate:

- Biomass growth dynamics
- Carbon sequestration trends
- System response under varying operational conditions

IV. CARBON CAPTURE PROCESS

The system captures CO₂ emissions released from industrial sources and directs the gas through pre-filtration and flow regulation processes. The regulated CO₂ is then injected into a closed-loop photobioreactor, where *Spirulina* microalgae convert CO₂ into biomass through photosynthesis, carrying out the carbon fixation process. This process is supported by the established principle that microalgae can use inorganic carbon for photosynthetic growth and biological CO₂ mitigation (Chisti, 2007; Wang et al., 2008). The resulting biomass is harvested at specific intervals and may be considered a usable biological product depending on downstream processing and quality requirements (Becker, 2007; Gouveia & Oliveira, 2009).

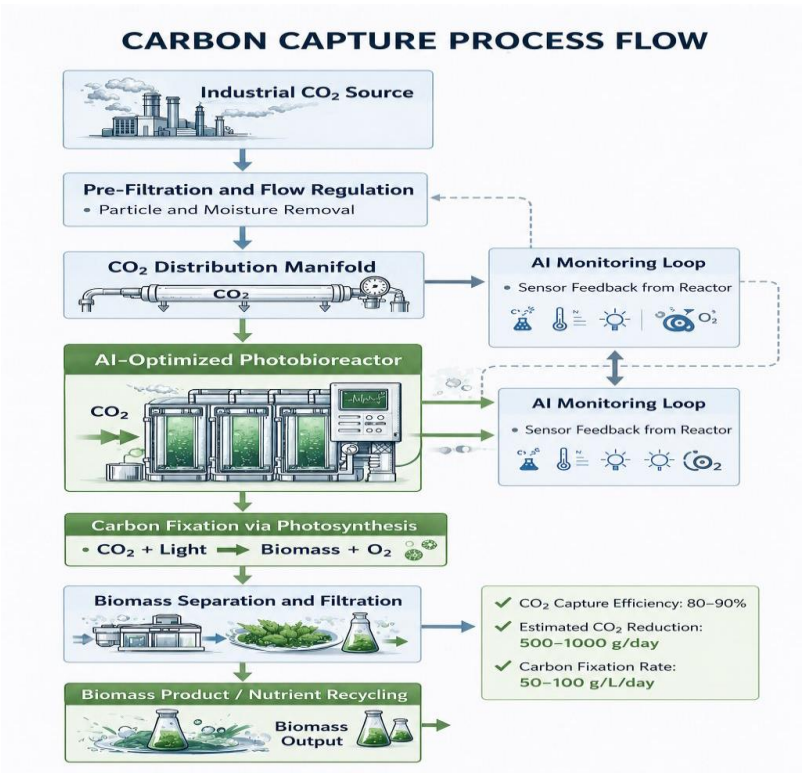
Throughout the process, critical parameters inside the reactor, such as pH, temperature, CO₂ flow rate, light intensity, and biomass density, are continuously monitored through sensors. These variables are widely recognized as key determinants of microalgal growth, photosynthetic efficiency, and reactor performance (Posten, 2009; Ugwu et al., 2008). The collected data are analyzed by an artificial intelligence algorithm. The developed AI optimization model adjusts the CO₂ feeding rate, LED light intensity, nutrient dosage, and circulation speed in real time, aiming to achieve maximum carbon fixation efficiency with minimum energy consumption, which aligns with the engineering need to improve energy balance and productivity in photobioreactor design (Cuaresma et al., 2011; Morweiser et al., 2010).

At the same time, the sensor data are analyzed by the AI algorithm, and the optimized parameters are applied back to the reactor. In this way, the

system forms a continuously self-balancing, efficiency-oriented, closed-loop intelligent carbon capture system. Feedback-based process control is especially relevant for microalgal cultivation because productivity is affected by interacting physical, chemical, and biological variables (Posten, 2009; Richmond & Hu, 2013).

CO₂ enters the system → *Spirulina* fixes carbon through photosynthesis → Biomass is produced → Data are collected from the sensors → The AI system analyzes the data and optimizes the parameters → The updated settings are applied back to the reactor.

Through this structure, the system not only performs carbon capture but also operates as an intelligent carbon management platform that is continuously self-balancing, efficiency-oriented, and energy-efficient through feedback control. As a result, a closed-loop, AI-supported carbon capture system is established, building on microalgal CO₂ mitigation research and photobioreactor engineering principles (Morweiser et al., 2010; Wang et al., 2008).



The overall workflow is presented in Figure 4.
Figure 4. AI-Driven Carbon Capture Process Flow

- Industrial CO₂ Source
- Pre-Filtration and Flow Regulation
- CO₂ Distribution Manifold
- AI-Optimized Spirulina Based Photobioreactor
- Carbon Fixation and Biomass Growth in Spirulina through Photosynthesis
- Biomass Separation and Filtration
- Biomass Product / Nutrient Recycling

V. RESULTS

Preliminary simulation results suggest that the AI-driven adaptive control system may improve biomass productivity and operational stability compared with static control approaches. This outcome is consistent with photobioreactor studies showing that productivity is strongly influenced by optimized reactor geometry, light distribution, mixing, and operating conditions (Cuaresma et al., 2011; Posten, 2009; Ugwu et al., 2008).

The optimized system demonstrates:

- Enhanced biomass growth rates
- Improved CO₂ utilization efficiency
- Stable performance under fluctuating environmental conditions

Model predictions suggest that AI-based parameter optimization may reduce resource waste and improve overall system efficiency, indicating potential scalability for future industrial applications. However, scale-up should be interpreted cautiously because microalgal systems can face engineering and economic challenges related to light penetration, gas transfer, water use, harvesting, and energy balance (Chisti, 2007; Morweiser et al., 2010; Pulz, 2001).

VI. CONCLUSION

The results demonstrate that integrating artificial intelligence with Spirulina-based photobioreactor systems can enhance carbon sequestration efficiency and system adaptability. This conclusion is scientifically plausible because microalgal CO₂ fixation depends on controllable growth conditions, and closed photobioreactors allow more precise regulation of cultivation variables than uncontrolled systems (Posten, 2009; Richmond & Hu, 2013; Wang et al., 2008).

By combining biotechnology, data-driven optimization, and environmental engineering, the proposed system provides a sustainable conceptual pathway for industrial biological carbon capture. Furthermore, the system supports circular economy principles by converting captured CO₂ into usable biomass products, including protein-rich biomass and potential bioenergy feedstocks, depending on cultivation conditions and downstream processing (Becker, 2007; Gouveia & Oliveira, 2009; Richmond & Hu, 2013).

Although the proposed system demonstrates promising performance through simulation-based analysis, this study has several limitations. The current work presents a conceptual framework supported by computational modeling rather than experimental validation using a physical photobioreactor. Future investigations should include laboratory-scale experiments, real-time sensor integration, and validation under different environmental conditions to evaluate the robustness and practical applicability of the AI-driven optimization strategy.

Future work should also explore advanced artificial intelligence approaches, including reinforcement learning, digital twin technologies, and predictive maintenance algorithms to further improve operational efficiency. From an industrial perspective, the proposed system has potential applications in power plants, cement factories, steel production facilities, and other carbon-intensive industries where biological carbon capture can contribute to sustainable decarbonization and circular bioeconomy strategies. These developments may facilitate the transition toward scalable, intelligent, and environmentally responsible carbon management systems.

References

- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). The Internet of Things: A survey. *Computer Networks*, 54 (15), 2787–2805. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2010.05.010>
- Becker, E. W. (2007). Micro-algae as a source of protein. *Biotechnology Advances*, 25 (2), 207–210. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2006.11.002>
- Chisti, Y. (2007). Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances*, 25 (3), 294–306. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2007.02.001>
- Cuaresma, M., Janssen, M., Vílchez, C., & Wijffels, R. H. (2011). Horizontal or vertical photobioreactors? How to improve microalgae photosynthetic efficiency. *Bioresource Technology*, 102 (8), 5129–5137. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2011.01.078>
- Gouveia, L., & Oliveira, A. C. (2009). Microalgae as a raw material for biofuels production. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 36 (2), 269–274. <https://doi.org/10.1007/s10295-008-0495-6>
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). Climate change 2023: Synthesis report. IPCC. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

- Morweiser, M., Kruse, O., Hankamer, B., & Posten, C. (2010). Developments and perspectives of photobioreactors for biofuel production. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 87 (4), 1291–1301. <https://doi.org/10.1007/s00253-010-2697-x>
- Posten, C. (2009). Design principles of photo-bioreactors for cultivation of microalgae. *Engineering in Life Sciences*, 9 (3), 165–177. <https://doi.org/10.1002/elsc.200900003>
- Pulz, O. (2001). Photobioreactors: Production systems for phototrophic microorganisms. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 57 (3), 287–293. <https://doi.org/10.1007/s002530100702>
- Richmond, A., & Hu, Q. (Eds.). (2013). *Handbook of microalgal culture: Applied phycology and biotechnology* (2nd ed.). Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118567166>
- Ugwu, C. U., Aoyagi, H., & Uchiyama, H. (2008). Photobioreactors for mass cultivation of algae. *Bioresource Technology*, 99 (10), 4021–4028. <https://doi.org/10.1016/j.bior-tech.2007.01.046>
- Vonshak, A. (Ed.). (1997). *Spirulina platensis (Arthrospira): Physiology, cell-biology and biotechnology*. Taylor & Francis.
- Wang, B., Li, Y., Wu, N., & Lan, C. Q. (2008). CO₂ bio-mitigation using microalgae. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 79 (5), 707–718. <https://doi.org/10.1007/s00253-008-1518-y>

ANTALYA İLİNDE YAPILMIŞ FLORİSTİK ÇALIŞMALAR

Mustafa Kemal KODAL

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Ana Bilim Dalı,
15100, Burdur, Türkiye
Tunç Özel Öğretim Kursu, 07100, Antalya, Türkiye
<https://orcid.org/0009-0006-6691-400X>

Prof. Dr. Neslihan ERDOĞAN BALPINAR

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi,
Biyoloji Bölümü, 15100, Burdur, Türkiye, <https://orcid.org/0000-0002-4469-8629>
Sorumlu yazar e-mail: mustafakemalkodal@gmail.com

1. GİRİŞ

Akdeniz bölgesi fitocoğrafik bölge olarak büyük öneme sahiptir. Ülke-mizdeki angiospermelerin çoğu İran-Turan kökenli olup bunu Akdeniz ele-mentli olanlar izler. Ayrıca Akdeniz bölgesi endemik bitkiler bakımından de-ğerlendirildiğinde en zengin bölgedir. Akdeniz florasının önemli alanların-dan olan Batı Akdeniz bölgesi içine giren Antalya ili, Türkiye’deki en yüksek lokasyon sayısı ve endemizm oranına sahip ildir (Ünal ve Gökoğlu, 2022).

Antalya ili birçok farklı dağ silsilesinin kesişim noktası olması, aynı za-man dilimi içerisinde farklı iklimsel özellikleri barındırması ve buna bağlı olarak kumul vejetasyondan başlayıp, yüksek dağ vejetasyonuna uzanan farklı habitat tiplerine sahip olması gibi faktörlerden dolayı biyoçeşitlilik ba-kımından zengin bir bölgedir. İl, yaklaşık olarak 2500 civarında bitki takso-nuna ev sahipliği yapmakta olup bunlardan 800’e yakını endemiktir. Bu en-demik taksonlardan 250’ye yakını ise Antalya endemiğidir. Antalya ili sınır-ları içindeki yerel türlerden 62 tanesi nesli IUCN (2011)’e göre kritik olarak tehlike altında olduğu bildirilmiştir (Deniz ve Aykurt, 2014; Fener, 2018).

Antalya ilinde kumul ve yüksek dağ vejetasyonu içeren habitatlar antro-pojenik ve otlama baskısı altındadır. Buna küresel iklim değişikliği baskısı da ilave edildiğinde, Akdeniz Havzası bitki çeşitliliği açısından en riskli bölge olarak değerlendirilmektedir (Demir, 2009; Demirbaş ve Aydın, 2020). Bu çalışma Akdeniz Bölgesinde yer alan Antalya ilinde yapılmış floristik araştı-rmaları derlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

Antalya ili floristik zenginliği ve yüksek endemizm oranı nedeniyle ol-dukça önem arz eden ve dikkat çeken bir ildir. Bu zenginliğin belirlenmesi amacıyla ilde bugüne kadar yapılmış olan flora çalışmaları, farklı platform,

arama motorları ve veri tabanları üzerinden taranmıştır (Çizelge 1). Taramalar “Antalya, Batı Toroslar, bitki çeşitliliği/örtüsü, flora, endemik, envanter” vb. anahtar kelimeleri kullanılarak yapılmıştır.

Çizelge 1. Literatür taramalarının yapıldığı platform ve veri tabanları

S.No	Adı	Bağlantı Adresi	Erişim Tarihi
1	Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi	https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/	01.01.2026
2	TR Dizin	https://trdizin.gov.tr/	05.01.2026
3	DergiPark-Akademik	https://dergipark.org.tr/tr/	06.01.2026
4	PHASELIS: Disiplinlerarası Akdeniz Araştırmaları Dergisi	http://journal.phaselis.org/	10.01.2026
5	Google Akademik	https://scholar.google.li/schhp?hl=tr	10.01.2026

3-BULGULAR

Bu çalışma sonucunda Antalya ilinde yapılmış 37 bilimsel araştırmaya ulaşılmıştır. Araştırmalar 1980-2026 yıllar arasında kapsamaktadır. Yapılan taramalar sonucunda 22 adet lisansüstü tez çalışmasına erişim sağlanmıştır. Bu çalışmalar yazar/yazarlar, takson sayısı ve endemik takson sayıları ile birlikte Çizelge 2.’de verilmiştir.

Çizelge 2. Antalya ilinde yapılmış floristik teknik rapor ve lisansüstü tezler

Yazar/Yazarlar	Takson Sayısı	Endemik Takson Sayısı
Peşmen (1980)	865	154
Erik ve Sümbül (1986)	1053	213
Göktürk (1994)	1023	75
İlarslan ve Dural (1994)	703	206
Duran (1997)	116	158
Dinç (1997)	702	92
Alçıtepe (1998)	608	92
Eren (2000)	460	80
Eren (2006)	762	232
Baç (2006)	591	57
Şenol (2006)	451	16
Palaz (2006)	580	62
Keske (2009)	298	54
Bilgili (2010)	1086	208
Kaya (2011)	361	85
Çinbilgel (2012)	951	176
Sönmez (2014)	702	95

Tuncer (2014)	385	23
Karaköse (2015) ¹	523	81
Fener (2018)	515	59
Özçandır (2018)	431	75
Tek (2024)	404	77

Yukarıdaki çizelgede sunulan veriler 1980-2024 yılları arasını kapsamakta olup 3 adedi teknik araştırma, 13 adedi yüksek lisans ve 5 adedi doktora tezi olarak tespit edilmiştir. Antalya ilinde araştırma sonuçlarına göre 15 adet özgün floristik makaleye ulaşılmıştır (Çizelge 3).

Çizelge 3. Antalya ilinde yapılmış floristik makaleler

Yazar/Yazarlar	Takson Sayısı	Endemik Takson Sayısı
Ertuğrul vd. (2002)	607	132
Ünal ve Gökçeoğlu (2003)	452	30
Deniz ve Sümbül (2004)	689	141
Şanda vd. (2004)	474	38
Fakir (2006)	645	104
Demirelma ve Ertuğrul (2009)	960	167
Çingilbel ve Gökçeoğlu (2010)	605	69
Göktürk (2015)	233	30
Göktürk (2016)	203	62
Göktürk (2017)	631	99
Özçelik (2018)	950	230
Aksoy ve Çelik (2020)	94	6
Karaköse ve Terzioğlu (2020)	523	67
Güner ve Çetin (2020)	414	24
Yücel ve Göktürk (2023)	225	1

4. SONUÇ

Bu çalışma sonucunda Antalya ilinde yapılmış 22 adet lisansüstü tez, 15 adet bilimsel araştırma makalesi olmak üzere toplam 37 çalışmaya ulaşılmıştır. Araştırmalar yazar/yazarlar, takson sayısı (tür ve türaltı) ve endemik takson sayısı olarak listelenmiş ve geçmiş yıllarda yapılmış çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucuna göre 1086 takson ile “Akdağ ve Cebireis (Alanya-Antalya) Florası” başlıklı çalışma en yüksek takson sayısına, 94 tak-

¹ Bu çalışmanın sadece Antalya iline ait olan verileri alınmıştır.

son ile “Alanya Kalesi Duvarlarının Vasküler Bitki Çeşitliliği ve Ekolojik Etkileri” başlıklı çalışma en düşük takson sayısına sahip olan çalışmalar olarak tespit edilmiştir.

Benzer bir çalışma Ünal ve Gökoğlu (2022) tarafından yapılmış olup iki çalışma, en yüksek ve en düşük takson sayısı bakımından karşılaştırıldığında uyumluluk gösterdiği belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre en yüksek endemik takson içeren çalışmanın 232 takson ile “Antalya Beydağları’nın (Tah-talı, Teke, Çalbalı, Pozan, Uzunkarış, Özdemir ve Kartal Dağları) Yüksek Dağ Vejetasyonunun Bitki Sosyoloji Yönünden Araştırılması” başlıklı çalışma olduğu, bu sonucun Ünal ve Gökçeoğlu (2022) makalesinin sonuçları ile karşılaştırıldığında ise uyumlu olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışma sonucumuza göre en düşük takson içeren çalışmanın 1 endemik takson sayısı ile “Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Aksu Yerleşkesinin Damarlı Bitkileri” başlıklı çalışma olduğu, bu sonucun Ünal ve Gökçeoğlu (2022) çalışması ile karşılaştırıldığında ise farklılık gösterdiği tespit edilmiştir. Ünal ve Gökçeoğlu (2022)’e göre en düşük endemik takson içeren çalışmanın 6 endemik takson ile 2020 yılında yayınlanan “Alanya Kalesi Duvarlarının Vasküler Bitki Çeşitliliği ve Ekolojik Etkileri” başlıklı çalışma olduğu tespit edilmiştir. Bunu nedeninin söz konusu çalışmanın yayın tarihinden sonra yayınlanmış olan bazı floristik çalışmalar olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak gerek doğa koruma alanları gerekse tarihi ve arkeolojik değerleri bakımından son derece önem arz eden Antalya ilinde floristik ve endemik takson zenginliği oldukça yüksektir. Bu nedenle bu doğal zenginliklerin daha detaylı ve periyodik olarak araştırılması, ortaya konması ve gelecek çalışmalara ışık tutması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Aksoy, A. ve Çelik, J. (2020). Alanya Kalesi Duvarlarının Vasküler Bitki Çeşitliliği ve Ekolojik Etkileri, *Biological Diversity and Conservation*, 12(1), 98-18.
- Alçıtepe, E. (1998). *Termesos Milli Parkı (Antalya) Florası Üzerine Bir Araştırma. (Yüksek Lisans Tezi)*. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Baç, C. (2006). *Gazipaşa (Antalya) Florası Üzerine Bir Araştırma. (Yüksek Lisans Tezi)*. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Bilgili, B. (2010). *Akdağ ve Cebireis (Alanya- Antalya) Florası. (Doktora Tezi)*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Çinbilgel, İ. (2012). *Melik ve Kaldırım Dağı ile Çevresinin (Manavgat-İbradı / Antalya) Flora ve Vejetasyon Yönünden Araştırılması. (Doktora Tezi)*. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Çinbilgel, İ. ve Gökçeoğlu M. (2010). Altınbeşik Mağarası Milli Parkı’nın Florası (İbradı-Ak-seki/Antalya). *Biological Diversity and Conservation*, 3(3). 85-110.

- Demirbaş, M., ve Aydın, R. (2020). 21. yüzyılın en büyük tehdidi: küresel iklim değişikliği, *Ecological Life Sciences*, 15(4), 163-179. <http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2020.15.4.5A0143>
- Demirelma, H., ve Ertuğrul, K. (2009). Derebucak (Konya), İbradı-Cevizli (Antalya) Arasında Kalan Bölgenin Endemik Bitkileri ve Tehlike Kategorileri, *S.Ü Fen Edebiyat Fakültesi, Fen Dergisi*, 34, 137-148.
- Demir, A. (2009). Küresel İklim değişikliğinin biyolojik çeşitlilik ve ekosistem kaynakları üzerine etkisi, *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2), 37-54. https://doi.org/10.1501/Csaum_0000000013
- Deniz, G.İ., ve Sümbül, H. (2004). Elmalı Sedir Ormanı (Antalya/Türkiye) Florası. *Turkish Journal of Botany*. 28 (6), 529-555.
- Dinç, O. (1997). *Antalya, Sarısu-Saklıkent Arasının Florası Üzerine Bir Araştırma. (Yüksek Lisans Tezi)*. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Duran, A. (1997). *Otluk ve Gidefi Dağları'nın (Akseki) Flora ve Vegetasyonu. (Doktora Tezi)*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Eren, Ö. (2000). *Bakırlı Dağı'nın (Antalya) Flora ve Vegetasyonu. (Yüksek Lisans Tezi)*. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Eren, Ö. (2006). *Antalya Beydağları'nın (Tahtalı, Teke, Çalbalı, Pozan, Uzunkarış, Özdemir ve Kartal Dağları) Yüksek Dağ Vegetasyonunun Bitki Sosyoloji Yönünden Araştırılması. (Doktora Tezi)*. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Erik, H., ve Sümbül, H. (1986). Taşeli Platosu (Konya-İçel-Antalya) Florası Üzerine Bir Araştırma (Proje No: TBAG-591), Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Temel Bilimler Araştırma Grubu, Ankara
- Ertuğrul, K., Dural, H.,...Kargıoğlu, M. (2002). Çekiç Dağı ve Gevne Vadisi Florası (Hadim-Konya), *S.Ü Fen- Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 20, 99-139.
- Fakir, H. (2006). Bozburun Dağı ve Çevresinin Florası (Antalya- Isparta-Burdur, Türkiye). *Turkish Journal of Botany*. 30 (3), 149-169.
- Fener, D. (2018). *Kıbrıs Çayın Yaban Hayatı Geliştirme Sahası (Kaş/Antalya) Florası. (Yüksek Lisans Tezi)*. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Göktürk, R. S. (1994). *Antalya Şehir Florası Üzerine Bir Araştırma (Yüksek Lisans Tezi)*. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Göktürk, S. R. (2015). Phaselis Antik Kenti florası I. *Phaselis Disiplinlerarası Akdeniz Araştırma Dergisi*, 1, 82-131. <http://dx.doi.org/10.18367/Pha.15005>.
- Göktürk, S. R. (2016). Phaselis Antik Kenti florası II. *Phaselis Disiplinlerarası Akdeniz Araştırma Dergisi*, 1, 57-101. <http://dx.doi.org/10.18367/Pha.16005>
- Göktürk, S. R. (2017). Phaselis Antik Kenti florası III. *Phaselis Disiplinlerarası Akdeniz Araştırma Dergisi*, 1, 187-224. <http://dx.doi.org/10.18367/Pha.17012>.
- Güner, Ö., ve Çetin, Ö. (2020). İnceburun (Kaş) ve Çayağzı (Demre) (Antalya-Türkiye) Arasında Bölge Florasına Katkıları, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20, 768-782. <http://dx.doi.org/10.35414/akufemubid.699727>.
- İlarslan, R., ve Dural, H. (1994). Geyik Dağı (Antalya) Florası Üzerine Bir Araştırma (Proje No: TBAG-956), Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Grubu, Ankara
- Karaköse, M. (2015). *Yaralığöz Eğitim ve Gözlem Ormanı (Kastamonu) İle Finike Merkez Orman Planlama Biriminin (Antalya) Florası, Vegetasyonu ve Habitat Tiplerinin Sınıflandırılması. (Doktora Tezi)*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Karaköse, M., ve Terzioğlu, S. (2020). Finike (Antalya) Orman Planlama Biriminin vasküler bitki florası, *KSÜ Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(5), 1144-1162. <http://dx.doi.org/10.18016/ksutarimdoga.vi.681247>.
- Kaya, A. (2011). *Belbaşı- Maha Yaylaları (Antalya- Gazipaşa) Florası. (Yüksek Lisans Tezi)*. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Keske, P. (2009). *Avlan Gölü (Antalya-Elmalı) Çevresi Florası. (Yüksek Lisans Tezi)*. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özçandır, A. (2018). *Dibek Tabiatı Koruma Alanı (Kumluca/Antalya) Florası. (Yüksek Lisans Tezi)*. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Özçelik, H. (2018). Köprülü Kanyon Milli Parkı'nın (Antalya- Isparta) flora envanteri, *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 19 (1), 40-50. <http://dx.doi.org/10.18182/tjf.338944>.
- Palaz, F. (2006). *Yanartaş Dağı (Kızılkaya-Korkuteli/Burdur-Antalya) Florası. (Yüksek Lisans Tezi)*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Peşmen, H. (1980). Olympus-Beydağları Milli Parkının Florası, (Proje No: TBAG-335), Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu Temel Bilimler Araştırma Grubu, Ankara.
- Sönmez G. (2014). *İmecik Dağı (Korkuteli/Antalya) Florası Üzerine Bir Araştırma. (Yüksek Lisans Tezi)*. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Şanda, M.A., Yeşilöz, G., Küçüködük, T.,...Uysal, T. (2004). Gündoğmuş (Antalya- Türkiye) ve Çevresinin Florasına Katkıları, *Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2003-2004, 16-17-18, 391-414.
- Şenol, S.G. (2003). *Güney Ege Denizi (Çeşme-Antalya arası) Adaları Flora ve Vejetasyonu (Doktora Tezi)*. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tek, B.S. (2024). *Boz Musa Dağı (Korkuteli/Antalya) Florası Üzerine Bir Araştırma.(Yüksek Lisans Tezi)*. Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Tuncer, S. (2014). *Alanya Kalesi ve Çevresinin Florası (Alanya-Antalya). (Yüksek Lisans Tezi)*. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ünal, O., ve Gökçeoğlu, M. (2003). Akdeniz Üniversitesi Kampüs Florası (Antalya- Türkiye). *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16 (2), 143-154.
- Ünal, O., ve Gököğlu, M.(2022). Antalya il genelinde yapılmış olan bazı flora çalışmaları, A. Aksoy, H. Akgün (Ed.), *Fen Bilimleri ve Matematik Alanında Teori ve Araştırmalar içinde* (197-206). Güzelbahçe; İzmir: Serüven Yayınevi.
- Yüceol, F., ve Göktürk S. R. (2023). Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Aksu Yerleşkesinin damarlı bitkileri, *Türler ve Habitatlar*, 4(1), 13-28. <https://doi.org/10.53803/turvehab.1274779>.

AYLIK VERİLERDE DALGACIK TABANLI AYRIŞTIRMA İLE DALGACIK FONKSİYONU TAHMİNİ

Cüneyt TOYGANÖZÜ

Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, TÜRKİYE, cuneyttoyganozu@sdu.edu.tr
ORCID: 0000-0001-5428-4625

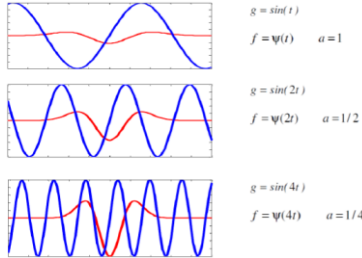
Berfin BALCI

Özel Letoon Hospital, Fethiye Muğla, TÜRKİYE, berfin.aydgmus@gmail.com
ORCID: 0000-0002-8085-7324

GİRİŞ

Dalgacık, zamanın belirli bir anında başlayarak belirli bir anında biten, dalgalı hareket gösteren fonksiyonlar anlamına gelmektedir (Percival vd., 2002). Dalgacık dönüşümü, bölgesel ölçekte oluşan küçük dalgalanmaları analiz etmekte ve böylece karmaşık veri setleri, verinin özellikleri kaybedilmeksizin basit fonksiyonlara dönüştürülmektedir (Çevik, 2019).

Dalgacık, sinyal-zaman ve ölçek olarak adlandırılan iki değişken ile analiz edilmektedir. Zaman, dalgacığın oluşum ve kırılma anı ile birlikte kenar tespitini belirtirken, ölçek ise yatay düzlemde fonksiyonun büzülmesi veya ötelenmesi konusunda bilgi vermektedir (Misiti ve diğerleri, 2004). Şekil 1’de Sinüs ve dalgacık fonksiyonlarına ait karşılaştırma örneğine yer verilmektedir.



Şekil 1. Ölçekleme Karşılaştırma Örneği

Kaynak: Öner ve diğerleri (2017)

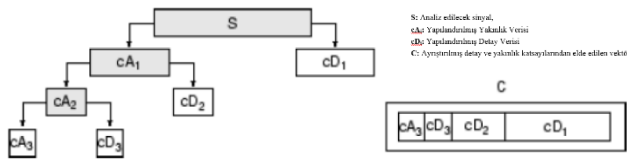
Şekil 1’den hareketle, ölçekleme işlemi sinyalin başlama ve bitiş noktası arasında belirli bir ölçüde hareket ettirmek (sürdürmek veya büzmek) olarak ifade edilmektedir. Ölçek azaldıkça, dalgacık aynı oranda yüzeysel olarak daralmaktadır. Dalgacık analizi aracılığıyla kullanılan sinyalin sıkıştırılması ya da arındırılması, orijinal sinyalin özellikleri yitirilmeden kolaylıkla yapılabilir (Misiti ve diğerleri, 2004). Şekil 2’de dalgacık dönüşümünde kullanılan pencere boyutlarının ölçeklere göre değişimi gösterilmektedir.



Şekil 2. Dalgacık Dönüşümü Çalışma Sistemi

Kaynak: Misiti ve diğerleri (2009)

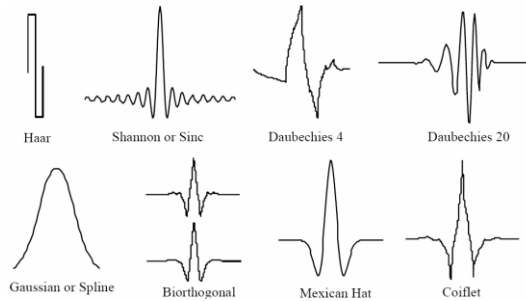
Dalgacık dönüşümü analizinde gereken üç temel kaynak, zaman serisi (veri seti ya da sinyal), ölçek ve dalgacık filtreleridir. Her dalgacık ailesi için, farklı dalgacık ve ölçek filtre fonksiyonu tanımlanmaktadır. Sinyaller, kullanılan iki filtrede de işleme alınmakta olup filtreleme ile elde edilen veri kümesinin uzunluğu genellikle orijinal sinyalin yarısı kadar olmaktadır. Mallat (1989) çalışmasında dalgacık dönüşümünü “piramit algoritması” ile karşılaştırarak analiz etmiştir ve Şekil 3, piramit algoritmasının kullanımına bir örnek oluşturmaktadır (Çevik, 2019).



Şekil 3. Yaklaşım ve Detay Katsayılarının Çıkarılması

Kaynak: Misiti ve diğerleri (2004)

Dönüşüm sonucunda elde edilen seri içerisinde yer alan vektörlere ters dalgacık dönüşümü kullanılarak orijinal veri seti elde edilebilmektedir. Kullanılan bazı dalgacık ailelerine ilişkin görüntülere Şekil 4’te yer verilmiştir.



Şekil 4. Örnek Dalgacık Şekilleri

Kaynak: Fugal (2016)

Dalgacık dönüşümü ailesindeki birçok farklı dönüşüm yöntemi ve işlemden kaynaklı bilim adamları farklı dalgacık ailelerini ortaya çıkarmıştır.

Özellikle Daubechies, Coifman ve Wickerhauser isimli araştırmacılar yaptıkları çalışmalar sayesinde literatüre oldukça büyük katkıda bulunmuşlardır.

Bu çalışmada, 1995 Ocak ve 2022 Ocak dönemleri arasındaki aylık ÜFE ve TÜFE verileri kullanılarak dalgacık tabanlı ayrıştırma yapılmış ve uygun dalgacık fonksiyonu, dalgacık dönüşümü analizi yardımıyla elde edilmiştir.

LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde dalgacık dönüşümü yöntemi, matematik, mühendislik, tıp vb. alanlarda oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Aynı zamanda literatürde veriler arası ilişki tespiti, veri ayrıştırma, gürültü ayıklama, kriz tespiti ve gelecek dönem kriz tahmini ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmada dalgacık dönüşümü analizi kullanılarak aylık veriler için uygun dalgacık dönüşümü tahmini yapılmıştır. Bu amaçla dalgacık dönüşümü analizi hakkında incelenen literatür Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Literatür Tablosu

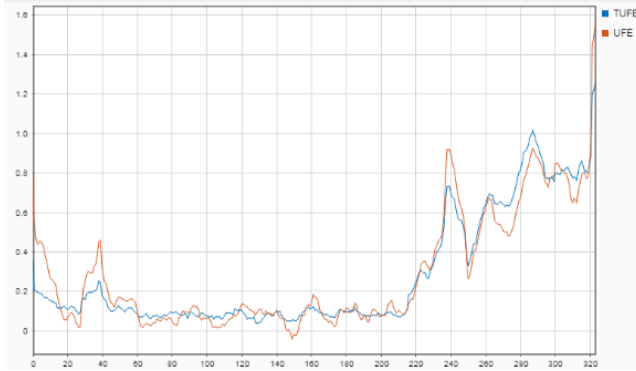
n	Yazar, Tarih	Özet	Sonuç
1	Ramsey ve Zhang (1997)	Çalışmada, dalgacık dönüşümünde zaman serileri uygulaması döviz kurları ile incelenmiştir.	Çalışma sonucunda verilerin durağan olmayan kısımları dalgacık dönüşümü ile ayrıştırılmıştır.
2	Rajna vd. (1997)	Çalışmada, dalgacık dönüşümü yardımıyla epileptik hastaların klinik prodrom olarak ifade edilen belirli belirsiz algılamaları ile nöbet aralıkları incelenmiştir	Çalışma sonucunda hastaların nöbet geçirebilecekleri aralıkların ayarlanabileceği tespit edilmiştir.
3	Ramsey ve Lampart (1998a, 1998b)	Çalışmada, para ve tüketim arasındaki ilişkiyi dalgacık dönüşümü ölçekleri kullanılarak incelenmiştir.	Çalışma sonucunda para/gelir ve tüketim/gelir verileri arasında var olan ekonomik ilişki tespit edilmiştir.
4	Nason ve Sachs (1999)	Çalışmada, istatistiksel zaman serisi analizinde dalgacık dönüşümünün kullanılabilir olup olmadığı yargısı EKG verileri kullanılarak incelenmiştir.	Çalışma sonucunda, dalgacıkların istatistiksel zaman serilerinde de faydalı olacağını ortaya koymuşlardır.
5	Abramovich vd. (2000)	Çalışmada, dalgacık analizinin istatistiksel uygulamaları incelenmiştir.	Çalışma sonucunda, dalgacıkların parametrik olmayan regresyon tahmini, olasılık yoğunluk fonksiyonu tahmini, değişim noktası tespiti ve zaman serileri analizinde kullanılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.
6	Petrosian vd. (2000)	Çalışmada, dalgacık parçalanması ile Yine-lenen Sinir Ağları uygulaması EEG sinyalleri kullanılarak incelenmiştir.	Çalışma sonucunda, nöbet anından ortalama 1 dakika önce EEG sinyallerindeki değişimin fark edilebilir olduğu tespit edilmiştir.

7	Gençay (2001a)	vd. Çalışmada, zaman serilerinde dalgacık dönüşümü uygulamasına ilişkin inceleme yapılmıştır.	Çalışma sonucunda, korelasyonsuzluk ve çoklu çözünürlük üzerine bir örnek oluşturmuştur.
8	Gençay (2001b)	vd. Çalışmada, ani gün içi değişimlere ilişkin mevsimselliğin verilerden ayrıştırılması, verinin düşük ve yüksek frekanslarına göre ayrıştırılması çok ölçekli dalgacık dönüşümü ile incelenmiştir.	Çalışma sonucunda, verilerin özellikleri göz önünde bulundurulmadan her türlü ani gün içi finansal verinin modellenmesinde kullanılabilecek yeni bir yöntem geliştirilmiştir.
9	Alrumaih ve Alfawzan (2002)	Çalışmada, dalgacık dönüşümü ile gürültü ayıklama işlemi Suudi hisse senedi verileri ile incelenmiştir.	Çalışma sonucunda, gürültü ayıklama uygulaması dalgacık dönüşümü ile yapıldığında diğer tahmin yöntemlerinden daha başarılı sonuçlar verdiği sonucuna ulaşılmıştır.
10	Gençay, Selçuk ve Whitcher (2005)	Çalışmada, portföy ve portföyü oluşturan varlıklara ilişkin varyans ve kovaryansın dalgacık dönüşümü ile her bir ölçeğe ilişkin sistematik risk miktarı incelenmiştir.	Çalışma sonucunda, dalgacık dönüşümünün Varlık Fiyatlama Modelinde düzenli oluşan riske ilişkin beta katsayılarını hesaplamada kullanılabilir olduğu tespit edilmiştir.
11	Demir (2008)	Çalışmada, kafa travması geçirmiş olan 10 hastadan 192 adet EEG verisi elde edilmiş ve bu verilere dalgacık dönüşümü uygulanarak hastaların travma derecesi incelenmiştir.	Çalışma sonucunda, dalgacık dönüşümü metodu ile travma derecesini belirleyecek bir yöntem geliştirilmiştir.
12	Tan vd. (2010)	Çalışmada, İspanya ve PJM elektrik piyasasına ilişkin elektrik fiyatları, durağanlık, doğrusallık ve yüksek volatilité özellikleri göz önünde bulundurularak ARMA, GARCH ve dalgacık dönüşümü birleştirilerek modellenmiş ve farklı tahmin yöntemleri ile incelenmiştir.	Çalışma sonucunda, ARIMA, GARCH ve dalgacık dönüşümü modellerinin birleştirilmesiyle elde edilen tahmin sonuçları ile farklı tahmin yöntemleri ile karşılaştırılarak sonuçlar sunulmuştur.
13	Kravets ve Sytchenko (2013)	Çalışmada, kesikli ve sürekli dalgacık dönüşümü ile Avrupa borsa endeks verileri kullanılarak kriz tespiti incelenmiştir. Çalışmada ilave olarak krizin bölgesel dağılımını incelemek için Ukrayna ve Polonya borsaları da incelenmiştir.	Çalışma sonucunda, kullanılan dönüşümlerden faydalanarak Avrupa borsa endekslerinden yararlanarak kriz tespiti yapılabilirliği önerilmiştir.

Literatür taraması sonucunda, finansal zaman serilerine uygulanan dalgacık dönüşümü kullanılarak, gürültüden arındırma, mevsimsellikten arındırma, gün içi ani değişim tespiti, yön tahmini ve değişkenler arasındaki ilişkilerin tespit edilmesine dayanan çok sayıda çalışma bulunmuştur. Bu çalışmada, seçilen 1994-2022 yılları arasındaki aylık ÜFE ve TÜFE verileri için uygun dalgacık dönüşümü tespiti yapılmıştır. Yapılan çalışma ile literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

VERİ VE METODOLOJİ

Bu çalışmada, Ocak-1995 Ocak-2022 dönemleri arasındaki Üretici Fiyat Endeksi (ÜFE) ile Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE) verileri kullanılmıştır. İnvesting veri tabanından elde edilmiş olan ÜFE ve TÜFE verileri üzerinde uygun dalgacığın belirlenebilmesi için dalgacık ailelerinin tümü tek tek denenmiştir. Bu denemeler sonucunda, elde edilen yaklaşım serileri, gerçek serilerle istatistiksel olarak karşılaştırıldıktan sonra, uygun dalgacık belirlenmiştir. Çalışmada, yöntem olarak, hareketsiz olmayan (durağanlık şartını sağlamamış) verileri bir dönüşüm olmadan işleyebildiği ve mevsimselleştirme gerektirmediği, yani, serinin döngüsel yapısı hakkında bilgi kaybı oluşturmadığı için analiz, dalgacık dönüşümü ile gerçekleştirilmiştir. Dalgacık dönüşümü sırasında hangi dalgacık ailesinin seçileceği, doğru veri seti seçimi kadar önemlidir. Bu çalışmada, seçim sırasında uygulanması gereken işlemlere değinilmiş olup uygulama sırasında MATLAB programından yararlanılmıştır.



Şekil 5. TÜFE ve ÜFE Verilerinin Zamana Göre Seyri

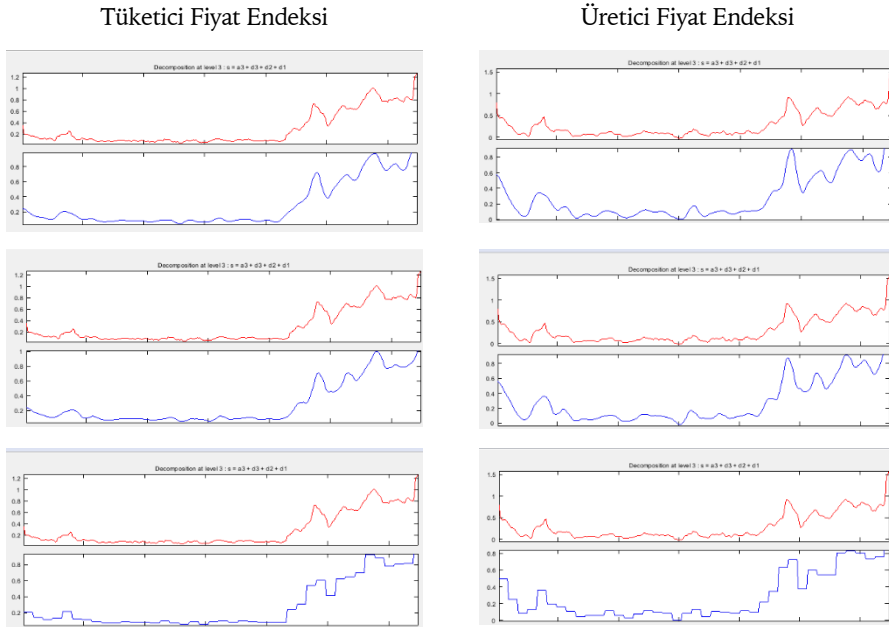
Şekil 5'e göre tüketici fiyat endeksi ile üretici fiyat endeksi serilerinin ortak özelliğinin, belirli dönemlerde ani iniş çıkış yaşayarak olumsuz etkilanmeleri ve bu göstergelerin sıçrama dönemleri sonrasında, her iki serinin de sıçrama dönemleri öncesi değerlerine geri dönme sürecinin zaman almakta olduğu anlaşılmaktadır. Dalgacık dönüşümü, veri setini detay ve yakınlık verilerine ayrıştırarak analiz etme mantığıyla çalışmaktadır.

Zaman serisinin ters filtreleme ile yeniden yapılandırılması, geçirgen filtrelerin belirlenmiş bir dalgacık fonksiyonuna bağlı olarak uygulanması ile mümkündür. Analiz sürecinde iki veri seti de var olan bütün dalgacık süzgeçlerinden (Daubechies Wavelets, Symlet Wavelets: symN, Coiflet Wavelets: coifN, Biorthogonal Wavelet Pairs: biorNr., Meyer Wavelet: meyr, Ga-

ussian Derivatives Family: gaus, Mexican Hat Wavelet: mexh, Morlet Wavelet: morl, Additional Real Wavelets, Complex Wavelets vb.) geçirilmiş ve en uygun dalgacık ailesi tespit edilene kadar bu işlem tekrar etmiştir.

SONUÇLAR

Analiz sürecinde birçok dalgacık türünden yararlanılmıştır. Sonuçlar listelenirken örnek olması açısından literatürde yaygın olarak kullanılan üç dalgacık ailesi sırasıyla; Daubechies Wavelets, Symlet Wavelets ve Haar Wavelets serilere uygulanarak sonuçlar Şekil 6'da sunulmuştur.



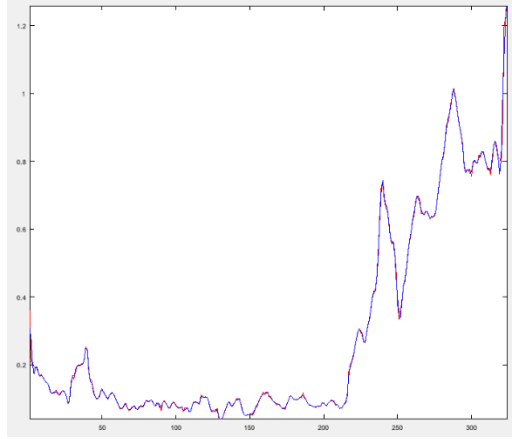
Şekil 6. Orijinal Zaman Serisi ve A3 Serilerinin Görüntüsü

Dönüşüm sonrasında orijinal seri ve yaklaşım serilerine ait grafikler karşılaştırıldığında, ilk adımda dalgacık seçimi için görüntü olarak en uygun dalgacığın hangisi olduğuna karar verilmesi gerekmektedir. İkinci adımda ise dönüşüm sonrası elde edilen istatistikler incelenmektedir. Şekil 6'dan hareketle s (orijinal seri) ve a3 (3. seviye yaklaşım serisi) serileri incelendiğinde uygun dalgacığın her iki veri seti için de Symlet olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

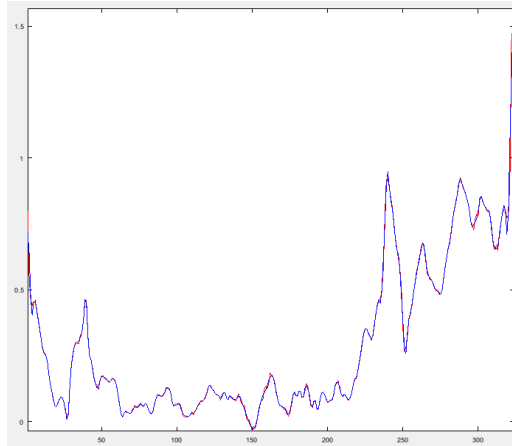
Zaman serisi, dalgacık dönüşümü sonrası elde edilen yeniden yapılandırılmış detay ve yakınlık serilerinin matematiksel olarak toplanması ile elde edilmektedir. Ayırtırmaya dahil edilen her veri seti yeniden yapılandırma

sonucunda orijinal zaman serisi ile birebir aynı olacak şekilde yeniden yapılandırılmaktadır. Yapılan çalışma sonuçları karşılaştırıldığında zaman serisine en yakın görüntüyü veren dalgacık ailesi dönüşüm için seçilmektedir. Yapılan dönüşüm işlemleri sonrasında doğru dalgacık ailesinin seçildiğini teyit etmek için şekil 7’de verilen üst üste çizdirilmiş grafikler baz alınmaktadır.

Tüketici Fiyat Endeksi



Üretici Fiyat Endeksi



Şekil 7. Zaman Serileri ve Yaklaşım Serilerinin Üst Üste Çizdirilmiş Hali

Şekil 7 incelendiğinde, orijinal zaman serileri ve dönüşüm sonrası elde edilen yaklaşım serisinin birebir örtüştüğü görülmektedir. Analiz sürecinde her dalgacık ailesi için ayrı bir yapılandırma süreci uygulanmaktadır. Yapılandırma sonrasında veriye uygulanan çeşitli işlemlerin sonucu sentezlenmiş sinyal üzerine kaydedilmektedir. Çalışmada, orijinal sinyal ilk olarak gürültüden arındırılmış ardından belirlenen eşik değerinde sıkıştırılarak sentezlenmiştir. Yapılan analizde Symlet dalgacığına 5. seviyeden 3 kademe aç-

lım yapılarak sonuca ulaşılmıştır. Bu sonuçlara ek olarak elde edilen dalgacığa ilişkin betimleyici istatistikler elde edilerek Tablo 2 ve Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 2. Tüketici Fiyat Endeksi Verilerine İlişkin Betimsel İstatistik Tablosu

Orijinal Seri	Yt	Ortalama	Maksimum	Minimum	St.Sapma	Ort. Mutlak Sapma
(Detay Seri)D1	Coefficients	0.0004211	0.07497	-0.08708	0.01268	0.006529
	Reconstructed	1,794E-05	0.08652	-0.08733	0.01023	0.004798
	Coefficients	0.0003734	0.118	-0.1136	0.02819	0.01702
(Detay Seri)D2	Reconstructed	-				
	Coefficients	0.0001987	0.06625	-0.06481	0.01292	0.008005
(Detay Seri)D3	Coefficients	0.009919	0.139	-0.08672	0.04843	0.03549
	Reconstructed	0.0001172	0.1502	-0.1936	0.02852	0.01546
(Yaklaşım Seri)A1	Coefficients	0.3913	1.427	0.05635	0.3992	0.3353
	Reconstructed	0.2864	1.282	0.03855	0.2967	0.2498
(Yaklaşım Seri)A2	Coefficients	0.5292	1.99	0.09568	0.542	0.441
	Reconstructed	0.2866	1.245	0.0411	0.2973	0.2498
(Yaklaşım Seri)A3	Coefficients	0.7025	2.666	0.1422	0.7163	0.5508
	Reconstructed	0.2865	1.099	0.04428	0.2955	0.25

Tablo 3. Üretici Fiyat Endeksi Verilerine İlişkin Betimsel İstatistik Tablosu

Orijinal Seri	Yt	Ortalama	Maksimum	Minimum	St.Sapma	Ort.Mutlak Sapma
	Coefficients	0.2927	1.568	-0.0375	0.2983	0.2479
(Detay Seri)D1	Reconstructed	0.0003377	0.1157	-0.1314	0.01845	0.009259
	Coefficients	2.93e-05	0.1448	-0.01492	0.01596	0.006804
	Reconstructed	-0.0004961	0.2691	-0.2609	0.05962	0.03085
(Detay Seri)D2	Reconstructed	-0.0003067	0.1326	-0.1202	0.02388	0.01329
	Coefficients	0.01477	0.2277	-0.1014	0.07446	0.05592
(Detay Seri)D3	Reconstructed	0.0002314	0.2387	-0.3078	0.04497	0.02511
	Coefficients	0.4013	1.345	-0.03504	0.3899	0.33552
(Yaklaşım Seri)A1	Reconstructed	0.2926	1.604	-0.02898	0.2978	0.2479
	Coefficients	0.5588	1.817	-0.03339	0.5379	0.4631
(Yaklaşım Seri)A2	Reconstructed	0.2929	1.533	-0.02979	0.2986	0.2478
	Coefficients	0.7886	2.52	0.0474	0.7438	0.6424
(Yaklaşım Seri)A3	Reconstructed	0.2927	1.303	0.004117	0.2944	0.2466

Tablo 2 ve Tablo 3 incelendiğinde dalgacık dönüşümü sonrası elde edilen yaklaşım ve detay serilerine ek olarak orijinal seriye ilişkin katsayı değerleri ve yeniden yapılandırılmış katsayı değerlerine ilişkin betimsel istatistikler

(ortalama, maksimum, minimum değerler, standart sapma ve ortalama mutlak sapma) yer almaktadır. Standart sapma değerleri verilerin ortalamaya göre yayılmasını gösteren istatistiksel bir ölçü birimidir. Veri ortalamaya yakın olursa standart sapma değeri küçük olacaktır. Dalgacık dönüşümü sonrası elde edilen veri setlerinin standart sapma değerleri incelendiğinde sapma değerlerinin sıfıra yakın olduğu açıkça görülmektedir. Bir başka istatistik değeri olan ortalama mutlak sapma değeri de incelenen değerlerin başında yer almaktadır. Ortalama mutlak sapma değeri, her veri noktası ile ortalama arasındaki uzaklığı ifade etmektedir ve araştırmacıya veri setinin değişkenliği hakkında bilgi vermektedir. Dönüşüm sonrası elde edilen ortalama mutlak sapma değerleri göz önünde bulundurulduğunda, tüm değerlerin orijinal zaman serisinin etrafında toplandığı açıkça görülmektedir. Bu sonuçlar ışığında her bir veri seti ile ortalama arasındaki uzaklık değerleri veri setlerinin değişken olmadığını göstermektedir.

Tablo 4. Tüketici Fiyat Endeksi ve Üretici Fiyat Endeksi Verilerine İlişkin Betimsel İstatistikler

	Tüketici Fiyat Endeksi		Üretici Fiyat Endeksi	
	Zaman Serisi	Yaklaşım Serisi	Zaman Serisi	Yaklaşım Serisi
MAE	0.286481481	0.286512345	0.292654321	0.292709012
RMSE	0.4122634	0.411278644	0.417578077	0.414807258

Tüketici Fiyat Endeksi ve Üretici Fiyat Endeksi verileri ile Symlet dalgacık dönüşümünden elde edilen veri seti arasındaki ilişki, Ortalama Mutlak Hata (Mean Absolute Error-MAE) ve Hata Kareler Ortalamasının Karekökü (Root Mean Square Error-RMSE) sonuçları hesaplanarak Tablo 4'te karşılaştırılmıştır.

Tablo 4'te görüldüğü üzere Ocak-1995 Ocak-2022 döneminde RMSE ve MAE değerleri ile Symlet dönüşümü sonrasında elde edilen yaklaşım serisine ait RMSE ve MAE değerleri birbirine çok yakın sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlar ışığında, orijinal zaman serisi ve yaklaşım serilerinin birbirine çok yakın olduğu hatta örtüştüğü sonucuna varılmıştır.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, bir dalgacık dönüşümü ile veriler bir filtreden geçirilerek yeniden yapılandırılmıştır. Her iki veri seti için de bir dizi dalgacık çeşidi denenmiş ve en uygun dalgacığın Symlet dalgacığı olduğuna karar verilmiştir. Zaman serileri ile yaklaşım serileri karşılaştırılarak dönüşüm sonrası verilerin ne kadar etkilendiği incelenmiştir. Belirli istatistikî değerlerle, yukarıda bahsedilen yaklaşım serilerinin gerçek seriler ile uyumu

ortaya konmuştur. Var olan veri setlerimiz ve bunlara uygulanan dönüşüm sonrasında yaklaşım serilerinden elde edilen veriler ile gerçek zaman serisi verileri arasındaki ilişki, RMSE ve MAE değerleri ile karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlar irdelendiğinde, hata oranlarının çok düşük olduğu ve seçilen yöntemin iyi bir performans gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen alt bileşenler temelinde bulunan uygun dalgacık fonksiyonunun performansı, ortalama karesel hata (RMSE) ve ortalama mutlak hata (MAE) gibi standart hata ölçütleri aracılığıyla değerlendirilmiştir. Ampirik bulgular, dalgacık tabanlı yaklaşımın özellikle yüksek oynaklık ve ani değişimlerin gözlemlendiği dönemlerde geleneksel modellere kıyasla daha yüksek tahmin doğruluğu sağladığını göstermektedir.

Sonuç olarak, dalgacık dönüşümlerinin enflasyon gibi doğrusal olmayan ve durağan olmayan iktisadi zaman serilerinin analizinde ve tahmininde etkili bir araç olduğu ortaya konulmaktadır. Bu yaklaşımın, politika yapıcılar ve araştırmacılar açısından daha güvenilir ve ayrıştırılmış bilgi sunma potansiyeli bulunmaktadır.

KAYNAKÇA

- Abramovich F., Bailey T. C., Sapatinas T., (2000), Wavelet Analysis and its Statistical Applications, Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician).
- Aktan C., Şen H., (2001), Ekonomik Kriz: Nedenler ve Çözüm Önerileri, Yeni Türkiye, Ekonomik Kriz Özel Sayısı, Kasım-Aralık 2001, Sayı:42, Cilt:II, ss.1225-1230.
- Aktaş, M. ve Şen, B. (2013). 2008 Global Ekonomik Krizinin Öncü Göstergeleri ve Ülkeler Üzerinde Bir Uygulama. Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6 (1), 137.
- Alrumaih M., Al-Fawzan, A., (2002). Time series forecasting using wavelet denoising an application to Saudi stocks index, Journal of King Saudi University, 14: 221-234.
- Altıntaş, H. ve Öz, B. (2007). Para Krizlerinin Sinyal Yaklaşımı İle Öngörülebilirliği: Türkiye Uygulaması. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 7 (2): 19-77.
- Crowley, P. M. (2007). Guide to Wavelets for Economics. Journal of Economic Surveys, Vol.21, No.2, Sf 207-267.
- Çevik, P. (2019). Finansal Depremlerin Dalgacık Dönüşümü Zaman Serisi Modellemesi İle İncelenmesi: Bist 30 Uygulaması. İzmir.
- Darıcan, M. F. (2013). Ekonomik Krizler ve Türkiye. İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi. 5 (17). 39-46.
- Demir, O., (2008), EEG dalgalarının dalgacık dönüşümü ile değerlendirilmesi. Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Duran, K., (2013), Rüzgar Karakteristiklerinin Dalgacık Dönüşümü İle Ortaya Konması, Yüksek Lisans Tezi.
- Dursun, G.D. ve Birdal, İ. (2011). Krizlerin Tahmin Edilebilirliği: 2008 Krizi Örneği. İşletme İktisadi Enstitüsü Yönetim Dergisi, s.63-73.
- Elfouly, F. H. vd.. (2008). Comparison between Haar and Daubechies Wavelet Transformation on FPGA Technology. International Journal of Computer Information, and Systems Science, and Engineering.

- Epstein, Edward C. 1984. "Legitimacy, Institutionalization, and Opposition in Exclusionary Bureaucratic-Authoritarian Regimes: The Situation of the 1980s." *Comparative Politics* 17 no.1: 37-54.
- Equivel, G., Larrain, F., (1998). Explaining Currency Crises. John F. Kennedy Faculty Research WP Series R98-07.
- Ercan, H. ve Karahanoğlu İ.. 2019. "A Wavelet Coherence Analysis: Contagion in Emerging Countries Stock Markets." *Periodica Polytechnica Social and Management Sciences* no. 27 (2):99-107. doi: <https://doi.org/10.3311/PPso.11512>.
- Frankel, J. A. and Rose, A. K. (1996). Currency Crashes in Emerging Markets: Empirical Indicators. NBER WorkingPaper. Cambridge, Massachusetts: National Bureau of Economic Research. 5437: 1-29.
- Fugal D.L. (2016). Conceptual Wavelets In Digital Signal Processing, <http://www.conceptualwavelets.com> (Erişim tarihi: 16.06. 2016).
- Geels F. W. (2012). The impact of the financial-economic crisis on. *Environmental Innovation and Societal Transitions* 6 (2013) 67– 95.
- Gencay, R., Selcuk, F., Whitcher, B. (2001). "Scaling properties of foreign exchange volatility", *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 289: 249–266.
- Gençay, R., Selçuk, F. ve Whitcher, B. (2001a). An Introduction to Wavelets and Other Filtering Methods in Finance and Economics. San Diego: Academic Press.
- Gençay, R., Selçuk, F. ve Whitcher, B. (2001b). Differentiating intraday seasonalities through wavelet multiscaling. *Physica A*. 289: 543–556.
- Gençay, R., Selçuk, F. ve Whitcher, B. (2005). Multiscale Systematic Risk. *Journal of International Money and Finance*, 24, Sf 55-70.
- Gerni, C., Emsen Ö. S. ve Değer M. K. (2005). Erken Uyarı Sistemleri Yoluyla Türkiye'deki Ekonomik Krizlerin Analizi. *Ekonometri ve İstatistik Dergisi*, 2, 39-62.
- Güney, T., İktisat, Kriz ve Yenilik, Çizgi Kitapevi, 2016.
- Kaminsky, G. and Reinhart, M.C. (1996). TheTwinCrises: TheCauses of BankingandBalance-of-PaymentsProblems. *International Finance Discussion Papers*. 544.
- Kaminsky, G.,Lizondo, S. and Reinhart, M.C. (1998). LeadingIndicators of CurrencyCrises. *IMF StaffPaper*, 45 (1).
- Kaya, V. ve Yılmaz Ö. (2006). Para Krizleri Öngörüsünde Sinyal Yaklaşımı: Türkiye Örneği. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 61-2.
- Kılıç, E. Ve Yıldırım, S. (2017). Is Jobless Growth still a Problem for Turkey? Analysis of Economic Performance and Employment Nexus via Continuous Wavelet Transform. V. Anadolu International Conference in Economics, May 11-13, 2017, Eskişehir.
- Kravets, T., Sytienko, A., Shevchenko, T., (2013). "Wavelet Analysis Of The Crisis Effects In Stock Index Returns", *Ekonomika*, Vol. 92 - 1 ss.12-15.
- Krkoska, L. (2000). Assessing Macroeconomic Vulnerability in Central Europe.Eurpean Bank for Reconstruction and Development. WorkingPaper.
- Küçükkalay, A. Mesut (2011), İktisadi Düşünce Tarihi, İstanbul: Beta Basım (3üncü Baskı).
- Lau, K. M. ve Weng, H. (1995). Climate signal dedection using wavelet transform: How to make a time series sing. *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 76, Sf 2391-2402.
- Markoff, John, and Silvio R. Duncan Baretta. 1990. "Economic Crisis and Regime Change in Brazil: The 1960s and the 1980s." *Comparative Politics* 22, no.4: 421-44.
- Misiti, M., Misiti, Y., Oppenheim, G., Poggi ve J. M. (1996-2002). Wavelet Toolbox for use with MATLAB, User's Guide, The Mathworks Inc.
- Misiti, M., Misiti, Y., Oppenheim, G., ve Poggi, J. M. (2004). User's Guide on Wavelet Toolbox 4 for MATLAB. Matworks Incooperation.

- Misiti, M., Y. Misiti, G. Oppenheim ve J.M. Poggi. (2009). Wavelet Toolbox User's Guide. Natick: The Mathworks.
- Nason, G.P., Sachs R.V., (1999), Wavelets in Time-Series Analysis.
- Öner, İ. V., Yeşilyurt, M.K. ve Yılmaz, E.Ç. (2017). Wavelet Analiz Tekniği ve Uygulama Alanları. Ordu Üniv. Bil. Tek. Derg. 7 (1): 42-56.
- Percival, D. B. ve Walden, A. T. (2002). Wavelet Methods for Time Series Analysis. Cambridge University Press, Second Edition.
- Petrosian A., Prokhorov D., Homan R., Dasheiff R. ,Wunsch D., (2000), Recurrent neural network based prediction of epileptic seizures in intra- and extracranial EEG, II Neurocomputing Volume 30, Issues 1-4, January 2000, Pages 201-218.
- Rajna, P., Clesmens, B., Csibri, E., Dobos, E., Geregely, A., Gottschal, M., György, I., Horváth, A., Horváth, F., Mezöfi, L., Velkey, I., Veres, J. and Wagner, E., 1997. Hungarian Multicenter Epidemiologic Study of The Warning and Initial Symptoms (Prodrome, Aura) of Epileptic Seizures, Seizure, 6, 361-368.
- Ramsey, J. B., Lampart C., (1998:a), Decomposition Of Economic Relationships By Time scale Using Wavelets, Published online by Cambridge University Press: 01 March 1998.
- Ramsey, J. B., Lampart C., (1998:b), The Decomposition of Economic Relationships by Time Scale Using Wavelets: Expenditure and Income, April 1, 1998.
- Ramsey, J. B., Lampart C., (1998:b), The Decomposition of Economic Relationships by Time Scale Using Wavelets: Expenditure and Income, April 1, 1998.
- Ramsey, J.B., Zhang, Z., (1997), The analysis of foreign exchange data using waveform dictionaries, Journal of Empirical Finance, Volume 4, Issue 4, December 1997, Pages 341-372.
- Richard, Gordon. 1986. "Stabilization Crises and the Breakdown of Military Authoritarianism in Latin America." Comparative Political Studies 18, no. 4: 449-85.
- Siluyele, J. I. (2005). Application of Wavelet Analysis to Time Series Data. An essay of African Institute for Mathematical Sciences, Sf 1-40.
- Söyler, H. Ve Kızılkaya, O. (2018). Para Krizlerinin Yapay Zeka Yöntemleri İle Tahmini: Türkiye Örneği. 18. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Sempozyumu, s.650-666.
- Tan, Z., Zhang, J., Wang, J. ve Xu, J. (2010). Day-ahead electricity price forecasting using wavelet transform combined with ARIMA and GARCH models. Applied Energy, 87: 3606-3610.
- Ucer, M., Rijckeghem C. V. ve Yolalan R. (1998). Leading indicators of currency crises: a brief literature survey and an application to Turkey. Yapi Kredi Economic Review, 9 (2), 3-23.

DETERMINATION OF DEPRESSION, ANXIETY, AND STRESS LEVELS WITH MOTHERS' AND DAUGHTERS' MENSTRUAL EXPERIENCES

Dr. Öğr. Üyesi Endam ÇETİNKAYA AK

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Bucak School of Health, Department of Midwifery,
0000-0003-2667-2633, ecetinkaya@mehmetakif.edu.tr

Öğrenci Ebe Merve GÖNÜL

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Bucak School of Health, Department of Midwifery,
0009-0004-6807-5268, 2212804017@ogr.mehmetakif.edu.tr

Öğrenci Ebe Ayşe MANAV

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Bucak School of Health, Department of Midwifery,
0009-0003-0102-248X, 2212804013@ogr.mehmetakif.edu.tr

Öğrenci Ebe Sedanur DURSUN

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Bucak School of Health, Department of Midwifery,
0009-0000-6697-0040, 2212804026@ogr.mehmetakif.edu.tr

INTRODUCTION

The menstrual cycle is a fundamental physiological process of the female reproductive system, involving regular hormonal and biological changes from menarche to menopause. Regulated by the hypothalamic–pituitary–ovarian axis, this process occurs through the interaction of gonadotropin-releasing hormone, gonadotropins, and sex steroid hormones (Abdi, 2024). During a healthy reproductive lifespan, the menstrual cycle repeats approximately 500 times and generally occurs every 21–35 days, with menstruation lasting 3–7 days (Yılmaz et al., 2020). If fertilization does not occur, the functional layer of the endometrium is shed, resulting in menstruation (Abdi, 2024). Hormonal fluctuations throughout the cycle may influence women's physical, psychological, and behavioral well-being (Matsumoto et al., 2019).

Although menstruation is a normal physiological process, it is often accompanied by symptoms that negatively affect daily life and quality of life. One of the most common menstrual health problems is dysmenorrhea, characterized by cramp-like pain during menstruation (Tin, 2020). Dysmenorrhea may occur without pelvic pathology (primary) or result from underlying gynecological conditions (secondary) (Abdi, 2024). Studies indicate that dysmenorrhea is highly prevalent among young women and university students in Türkiye (Yılmaz & Karahan, 2019). Women commonly use both pharmacological and non-pharmacological approaches, including complementary and alternative methods, to manage menstrual pain (Yılmaz et al., 2020; Demirci, 2017; Karabulutlu & Yıldız, 2024).

Menstruation is also associated with important psychological and behavioral changes. Premenstrual syndrome (PMS) consists of emotional, physical, and behavioral symptoms occurring during the luteal phase of the menstrual cycle and may adversely affect social relationships, academic performance, and quality of life (Aşçı et al., 2016). Research among university students has reported a high prevalence of PMS and demonstrated its associations with depressive symptoms and perceived stress (Açıkgöz et al., 2017; Bakır & Beji, 2021; Çevik & Alan, 2021). Studies involving adolescents and young women have further shown that PMS is related to mental health outcomes and may be influenced by individual characteristics and personality traits (Uzunoğlu & Aktan, 2019; Ölçer et al., 2017). Similar findings have been reported among midwifery students (Afacan & Kabakcı, 2023).

The relationship between menstrual symptoms and psychological well-being has received increasing attention. Evidence suggests that women experiencing dysmenorrhea are more likely to report elevated levels of depression, anxiety, and stress (Bilgin, 2023). Menstrual problems have also been associated with psychological stress among health sciences students (Rafique & Al-Sheikh, 2018), while PMS has been linked to poorer mental health outcomes (Majeed-Saidan et al., 2020). Furthermore, menstruation-related stressors during adolescence have been associated with symptoms of depression and anxiety across different cultural contexts (Cherenack & Sik-kema, 2021).

Stress itself appears to play an important role in menstrual health. Previous studies have reported associations between elevated stress levels and menstrual irregularities among university students (Lesnaya et al., 2021). Stress and lifestyle-related factors have also been identified as contributors to primary dysmenorrhea (Triwahyuningsih et al., 2024). Similarly, higher perceived stress levels have been associated with more severe PMS symptoms (Trivedi et al., 2024), while premenstrual symptoms have been linked to both psychological stress and perceived health status (Matsumoto et al., 2019).

Menstrual experiences are influenced by biological, social, environmental, and cultural factors and have been associated with symptoms of depression, anxiety, and stress (Varışoğlu & Vural, 2023). Mothers, as primary sources of menstrual information, may shape their daughters' attitudes and experiences through family-based social learning; however, studies examining menstrual experiences across generations remain limited. Therefore,

this study aimed to compare menstrual experiences and levels of depression, anxiety, and stress among mothers and their daughters, contributing to a better understanding of the psychological dimensions of menstruation and informing supportive interventions in women's health.

METHODS

Study Design

This study is designed as a cross-sectional descriptive research.

Setting and Sample

The study population consisted of all female students and their mothers who could be reached between 15 May and 15 June 2025, studying at a health college and a business faculty in a district of a university. This cross-sectional, descriptive study aimed to include the entire population without sampling. A total of 222 female students and their mothers who met the inclusion criteria and agreed to participate formed the research group.

Inclusion Criteria

The study included female students and their mothers who voluntarily participated, answered all survey questions, provided verbal and written consent, did not have a psychiatric diagnosis, did not experience communication problems, and were studying at a health college and a business faculty within a university district.

Exclusion Criteria

Participants who do not wish to take part in the study, incomplete or incorrect questionnaire forms, those who do not give verbal and/or written consent, individuals experiencing communication problems, or those with a psychiatric diagnosis have been excluded from the study.

Data Collection

The research data were collected between 15 May and 15 June 2025. The study included female students and their mothers who met the inclusion criteria and attended schools in a university district. Informed verbal and written consent was obtained from the students and mothers who agreed to participate in the study. Data were collected through face-to-face interviews using a questionnaire form prepared by the researchers. Completing the questionnaire took approximately 10-15 minutes.

Data Collection Tools

To collect the research data, the ‘Individual Diagnosis Form’ was prepared by the researchers based on a literature review. The ‘Menstrual Experiences Scale (MPNS)’ and the ‘Depression Anxiety and Stress Scale (DASS-21)’ were used.

Individual diagnostic form: The Individual Diagnostic Form consists of 14 questions created by researchers through a review of relevant literature (Sarıçam, 2018; Varışoğlu & Vural, 2021; Varışoğlu & Vural, 2023).

Menstrual Practice Needs Scale (MPNS): The Menstrual Practice Needs Scale (MPNS) assesses menstrual experiences across four sub-dimensions: material and home environment needs, transportation and school environment needs, concerns about material reliability, and insecurity regarding changing and disposal. The scale is rated on a 4-point Likert scale ranging from 0 (“never”) to 3 (“always”). Items in the “concerns about material reliability” and “insecurity regarding changing and disposal” sub-dimensions are reverse-coded. Total and subscale scores are calculated using the arithmetic mean of the relevant items, with higher scores indicating more positive menstrual experiences (Vural & Varışoğlu, 2021).

Depression Anxiety Stress Scale (DASS-21): Participants’ levels of depression, anxiety, and stress were assessed using the Depression Anxiety Stress Scale-21 (DASS-21). The scale consists of 21 items grouped into three subscales (depression, anxiety, and stress), each containing 7 items. Responses are rated on a 4-point Likert scale ranging from 0 (“not at all applicable to me”) to 3 (“completely applicable to me”). Subscale scores are obtained by summing item scores and multiplying the total by two to allow comparison with the original 42-item version. The Turkish adaptation of the scale was conducted by Sarıçam (2018), who demonstrated its validity and reliability for use in the Turkish population (Sarıçam, 2018).

Data Analysis

The data were analyzed using SPSS version 25.0. Prior to analysis, the dataset was examined for missing data, outliers, and distribution characteristics. Descriptive statistics were presented as frequency (n) and percentage (%) for categorical variables and mean ($\bar{X}$) $\pm$ standard deviation (SD) for continuous variables. Normality was assessed using the Shapiro–Wilk test together with skewness and kurtosis values, indicating that the scale scores were normally distributed. Internal consistency was evaluated using Cronbach’s alpha coefficient. Paired-samples t-tests were used to compare

mothers' and daughters' scale scores, and Pearson correlation analyses examined relationships between continuous variables. Multivariate linear regression analyses were performed to identify predictors of students' depression, anxiety, and stress levels. Students' DASS-21 subscale scores were entered as dependent variables, whereas students' MPNS scores, mothers' MPNS scores, and mothers' corresponding depression, anxiety, or stress scores were included as independent variables. Standardized beta coefficients (β), standard errors (SE), 95% confidence intervals (CI), and adjusted R^2 values were reported. Higher MPNS scores indicate more positive menstrual experiences. DASS-21 subscale scores were calculated by multiplying each item total by 2. Statistical significance was set at $p < 0.05$ for all analyses.

Ethical Aspect of the Research

Ethical approvals necessary for the study have been obtained. Approval from the Burdur Mehmet Akif Ersoy University Non-Interventional Clinical Research Ethics Committee has been secured for the conduct of the study (Report number and date: GO 2025/1501, 07.05.2025). Participants included in the study were informed about the research and provided informed consent; subsequently, questionnaires were administered. The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and the ethical standards of the country of origin.

RESULTS

The study included 222 mother–daughter pairs. Most daughters were aged 18–23 years (89.6%), while most mothers were aged 41–46 years (52.3%). Nearly half of the mothers had primary education (45.9%), and the remaining majority had secondary education (45.9%), with only 8.1% being university graduates. Most participants resided in city centers, including 83.3% of daughters and 77.9% of mothers (Table 1).

Table 1. Socio-demographic characteristics

Variable	Category	n	%
Student's age	17 years and under	13	5.9
	18-23 years old	199	89.6
	24 years and over	10	4.5
Mother's age	35-40 years old	42	18.9
	41-46 years old	116	52.3
	47 years and over	64	28.8
Mother's educational background	Primary Education	102	45.9

	Secondary Education	102	45.9
	University	18	8.1
Student's residence	Province	185	83.3
	Village	37	16.7
Mother's residence	Province	173	77.9
	Village	49	22.1
TOTAL		222	100.0

The participants' menstrual characteristics and pain management methods are presented in Table 2. Most students (76.6%) and mothers (73.4%) reported experiencing menarche at age 12 or older. Among students, 53.6% had menstrual cycles of 28 days or more, whereas the most common cycle length among mothers was 21–27 days (50.0%). Menstrual bleeding lasting 2–6 days was reported by the majority of both students (54.5%) and mothers (54.1%). Regarding pain management, students most commonly used natural methods (37.4%), followed by a combination of natural and pharmacological methods (34.7%) and pharmacological methods alone (27.9%). Among mothers, natural methods were the most frequently preferred approach (53.2%) (Table 2).

Table 2. Menstrual characteristics and methods of coping with pain

Variable	Category	n	%
Age at first menstruation (student)	Under 10 years old	2	0.9
	11 years old	50	22.5
	12 years and older	170	76.6
Age at first menstruation (mother)	Under 10 years old	7	3.2
	11 years old	52	23.4
	12 years and older	163	73.4
Menstruation frequency (student)	<21 days	10	4.5
	21-27 days	93	41.9
	28 days and over	119	53.6
Menstruation frequency (mother)	<21 days	11	5.0
	21-27 days	111	50.0
	28 days and over	100	45.0
Menstruation duration (student)	2-6 days	121	54.5
	7 days	90	40.5
	8 days and over	11	5.0
Menstruation duration (mother)	2-6 days	120	54.1
	7 days	83	37.4
	8 days and over	19	8.6

Method of coping with pain (student)	Natural methods	83	37.4
	Pharmacological methods	62	27.9
	All of the above	77	34.7
Method of coping with pain (mother)	Natural methods	118	53.2
	Pharmacological methods	42	18.9
	All of the above	62	27.9
TOTAL		222	100.0

The descriptive statistics and internal consistency coefficients of the scales used in the study are presented in Table 3. The mean total score on the Menstrual Experiences Scale (MPNS) was 2.26 ± 0.40 for students and 2.12 ± 0.50 for mothers. The students' mean scores on the DASS-21 subscales were 14.50 ± 8.33 for depression, 13.27 ± 6.82 for anxiety, and 15.79 ± 8.11 for stress. For mothers, the depression score was 11.41 ± 7.54 , anxiety score 13.82 ± 7.38 , and stress score 11.86 ± 7.56 . When examining the internal consistency coefficients of the scales, Cronbach's alpha values ranged from 0.884 to 0.919 for the MPNS and from 0.763 to 0.874 for the DASS-21 subscales, indicating high internal consistency for both measurement tools (Table 3).

Table 3. Descriptive statistics and internal consistency coefficients of the scale scores

Scale	Number of items	Mean $\pm$ SD	Cronbach α
MPNS total (student)	27	2.26 ± 0.40	0.884
MPNS total (mother)	27	2.12 ± 0.50	0.919
Depression (student)	7	14.50 ± 8.33	0.874
Anxiety (student)	7	13.27 ± 6.82	0.763
Stress (student)	7	15.79 ± 8.11	0.851
Depression (mother)	7	11.41 ± 7.54	0.860
Anxiety (mother)	7	13.82 ± 7.38	0.843
Stress (mother)	7	11.86 ± 7.56	0.853

Matched comparisons showed that students had significantly higher total MPNS scores than their mothers (2.26 ± 0.40 vs. 2.12 ± 0.50 ; $p < 0.001$). Students also scored significantly higher in the sub-dimensions of material and home environment needs, transportation and school environment needs, and insecurity regarding replacement and disposal ($p < 0.01$), whereas no difference was observed in material reliability concerns ($p = 0.882$). Regarding psychological outcomes, students reported significantly higher depression and stress scores than their mothers ($p < 0.001$),

while anxiety scores did not differ significantly between the groups ($p=0.183$) (Table 4).

Table 4. Paired comparison of student and mother scores

Result	Student, Mean±SD	Mother, Mean±SD	Mean differ- ence	t	p	Effect size (dz)
MPNS Total	2.26 ± 0.40	2.12 ± 0.50	0.15	5.53	<0.001	0.37
MPNS Materials/ Home	2.50 ± 0.48	2.33 ± 0.64	0.17	4.91	<0.001	0.33
MPNS Transporta- tion/School	2.04 ± 0.62	1.80 ± 0.75	0.24	5.61	<0.001	0.38
MPNS Reliability	1.64 ± 0.73	1.63 ± 0.75	0.01	0.15	0.882	0.01
MPNS Replace- ment/Destruction	2.31 ± 0.76	2.20 ± 0.75	0.11	3.11	0.002	0.21
Depression	14.50 ± 8.33	11.41 ± 7.54	3.10	6.43	<0.001	0.43
Anxiety	13.27 ± 6.82	13.82 ± 7.38	-0.55	-1.33	0.183	-0.09
Stress	15.79 ± 8.11	11.86 ± 7.56	3.94	8.77	<0.001	0.59

The relationships between the basic variables were examined using Pearson correlation analysis, and the results are presented in Table 5. Negative and significant relationships were found between students’ total MPNS scores and their depression ($r=-0.376$), anxiety ($r=-0.322$), and stress ($r=-0.312$) scores ($p<0.001$). Similarly, negative significant relationships were identified between mothers’ MPNS scores and students’ depression ($r=-0.333$), anxiety ($r=-0.300$), and stress ($r=-0.288$) scores. Additionally, strong positive relationships were observed between the mental health variables of mothers and students. Notably, significant relationships were found between maternal depression and student depression ($r=0.594$), maternal anxiety and student anxiety ($r=0.629$), and maternal stress and student stress ($r=0.638$) ($p<0.001$) (Table 5).

Table 5. Pearson correlation matrix among the main variables

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Student MPNS	—							
2. Mother MPNS	0.639***	—						
3. Student depression	- 0.376***	- 0.333***	—					
4. Student anxiety	- 0.322***	- 0.300***	0.781***	—				
5. Student stress	- 0.312***	- 0.288***	0.894***	0.741***	—			

6. Mother depression	- 0.363***	- 0.428***	0.594***	0.610***	0.524***	—		
7. Mother anxiety	- 0.297***	- 0.353***	0.612***	0.629***	0.614***	0.832***	—	
8. Mother stress	- 0.408***	- 0.431***	0.701***	0.656***	0.638***	0.877***	0.837***	—

Note * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$

Multiple linear regression analyses were conducted to identify predictors of students' depression, anxiety, and stress levels (Table 6). Students' MPNS scores were significant negative predictors of depression ($\beta=-0.190$, $p=0.009$) and anxiety ($\beta=-0.142$, $p=0.041$), but not stress ($p=0.366$). Mothers' MPNS scores were not significant predictors in any model ($p>0.05$).

The strongest predictors of students' psychological outcomes were the corresponding maternal DASS-21 subscale scores: maternal depression predicted students' depression ($\beta=0.510$, $p<0.001$), maternal anxiety predicted students' anxiety ($\beta=0.589$, $p<0.001$), and maternal stress predicted students' stress ($\beta=0.596$, $p<0.001$). The models explained 38.9% of the variance in depression, 42.7% in anxiety, and 40.9% in stress scores (Adjusted $R^2=0.389-0.427$) (Table 6).

Table 6. Multiple linear regression models predicting student depression, anxiety, and stress scores

Dependent variable	Predictor	Std. β	SH	t	p	%95 GA	Adj. R^2
Student depression	Student MPNS total	-0.190	0.072	-2.65	0.009	-0.331 – -0.049	0.389
Student depression	Mother MPNS total	0.015	0.074	0.21	0.837	-0.130 – 0.161	0.389
Student depression	Matching mother DASS subdimension	0.510	0.060	8.53	<0.001	0.392 – 0.628	0.389
Student anxiety	Student MPNS total	-0.142	0.069	-2.06	0.041	-0.279 – -0.006	0.427
Student anxiety	Mother MPNS total	-0.010	0.071	-0.14	0.887	-0.150 – 0.129	0.427
Student anxiety	Matching mother DASS subdimension	0.589	0.056	10.50	<0.001	0.479 – 0.700	0.427
Student stress	Student MPNS total	-0.065	0.071	-0.91	0.366	-0.205 – 0.076	0.409
Student stress	Mother MPNS total	0.024	0.072	0.33	0.744	-0.118 – 0.165	0.409

Student stress	Matching mother DASS subdimension	0.596	0.060	9.98	<0.001	0.479 – 0.714	0.409
----------------	-----------------------------------	-------	-------	------	--------	---------------	-------

Overall, the findings indicate that students’ menstrual experiences are more positive compared to their mothers’; however, students also exhibit higher levels of depression and stress. Additionally, having more positive menstrual experiences is associated with lower levels of depression and anxiety, but the strongest predictor of students’ mental health appears to be their mothers’ mental health indicators.

DISCUSSION

This study examined the relationship between menstrual experiences and depression, anxiety, and stress levels among mothers and their daughters and explored the extent to which maternal characteristics were associated with the psychological well-being of young women. The findings showed that daughters reported significantly more positive menstrual experiences than their mothers, yet they exhibited higher levels of depression and stress. In addition, positive menstrual experiences were associated with lower depression and anxiety scores, whereas maternal psychological status emerged as the strongest predictor of daughters’ mental health outcomes.

The finding that daughters had more positive menstrual experiences than their mothers may reflect generational differences in access to menstrual health information, menstrual products, and hygiene management resources. Increased public awareness, menstrual health education, and digital access to information may have contributed to more favorable menstrual experiences among younger women. Previous studies similarly reported that access to adequate menstrual materials and supportive environments is associated with better menstrual experiences and improved psychological well-being (Vural & Varışoğlu, 2021; Varışoğlu & Vural, 2023). Menstrual management difficulties and concerns regarding menstrual hygiene have also been identified as important sources of psychological distress among young women (Cherenack & Sikkema, 2021).

Despite reporting more positive menstrual experiences, daughters had significantly higher depression and stress levels than their mothers. This finding may be explained by the developmental challenges of late adolescence and emerging adulthood. University students frequently face academic pressure, uncertainty about future employment, financial concerns, and changing social roles, which may increase psychological vulnerability.

Consistent with our findings, previous studies have demonstrated significant associations between perceived stress and menstrual-related symptoms among university students (Çevik & Alan, 2021; Trivedi et al., 2024). Stress has also been identified as an important factor affecting menstrual health and psychological well-being (Lesnaya et al., 2021; Triwahyuningsih et al., 2024).

Another important finding was the negative association between menstrual experiences and depression, anxiety, and stress. More positive menstrual experiences were associated with lower levels of psychological distress. This result is consistent with studies indicating that menstrual difficulties and negative menstrual experiences adversely affect mental health (Varışoğlu & Vural, 2023). Likewise, women experiencing dysmenorrhea and severe menstrual symptoms have been reported to show higher levels of anxiety, stress, and depressive symptoms (Rafique & Al-Sheikh, 2018; Bilgin, 2023). Research on premenstrual syndrome has also shown that psychological symptoms are more common among women reporting severe menstrual complaints (Açıkgöz et al., 2017; Bakır & Beji, 2021; Uzunoğlu & Aktan, 2019; Afacan & Kabakcı, 2023).

Regression analyses revealed that daughters' menstrual experience scores independently predicted depression and anxiety levels after controlling for maternal factors. This finding suggests that menstrual experiences should be considered not only a reproductive health issue but also an important determinant of psychological well-being. Menstrual-related discomfort, concerns regarding menstrual management, and limitations in daily activities may contribute to emotional distress and reduced quality of life (Cherenack & Sikkema, 2021; Matsumoto et al., 2019; Majeed-Saidan et al., 2020).

The most notable finding was that maternal depression, anxiety, and stress were the strongest predictors of daughters' corresponding psychological outcomes, highlighting the important role of family context and maternal emotional well-being in shaping young women's mental health. Although menstrual experiences were associated with psychological outcomes and correlated with stress levels, they did not independently predict stress in multivariate analyses, suggesting that broader psychosocial and familial factors may exert a stronger influence. Overall, the findings emphasize the importance of family-centered approaches in menstrual health promotion and mental health interventions.

LIMITATIONS

This study has several limitations. First, its cross-sectional design precludes causal inferences regarding the relationships between menstrual experiences and psychological outcomes. Second, the study was conducted in a single university setting, which may limit the generalizability of the findings to other populations. Third, all data were collected via self-report measures and may therefore be subject to recall and social desirability biases. Finally, potentially influential variables such as socioeconomic status, physical activity, social support, and previous mental health history were not assessed.

CONCLUSION

The present study demonstrated that daughters reported more positive menstrual experiences than their mothers but exhibited higher levels of depression and stress. Positive menstrual experiences were associated with lower depression and anxiety levels, whereas maternal psychological well-being emerged as the strongest predictor of daughters' mental health outcomes. These findings highlight the interconnectedness of menstrual and mental health and emphasize the importance of considering family dynamics when addressing the well-being of young women. Interventions aimed at improving menstrual health should therefore incorporate not only individual-level strategies but also family-centered approaches that support both mothers and daughters.

Note: This study was supported by the Scientific and Technological Research Council of Türkiye (TÜBİTAK) under the 2209-A University Students Research Projects Support Program.

REFERENCES

- Abdi, I. A. (2024). *Examination of the impact of menstruation and the experiences of dysmenorrhea on foreign national students receiving education in a foundation university* (Thesis No. 862662) [Master's thesis, Istanbul Sabahattin Zaim University]. National Thesis Center. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=KMB79M3N7zK1UR2WYeRgQsyy6SNNH_nw6t0MjbM-FPH8lnJ5CSqKh-bYPgAH648U6
- Acikgoz, A., Dayi, A., & Binbay, T. (2017). Prevalence of premenstrual syndrome and its relationship to depressive symptoms in first-year university students. *Saudi Medical Journal*, 38(11), 1125–1131. <https://doi.org/10.15537/smj.2017.11.20526>
- Afacan, M., & Kabakcı, E. N. (2023). Premenstrual syndrome prevalence and coping methods in midwifery students. *UNIKA Journal of Health Sciences*, 3(2), 508–517. <https://doi.org/10.47327/unikasaglik.103>

- Aşcı, Ö., Süt, H. K., & Gökdemir, F. (2016). Prevalence of premenstrual syndrome among university students and risk factors. *Dokuz Eylül University Faculty of Nursing Electronic Journal*, 9(3), 79–87. <https://izlik.org/JA42FB67BY>
- Bakır, N., & Kızılkaya Beji, N. (2021). Premenstrual syndrome prevalence and affecting factors among university students. *Journal of Inonu University Vocational School of Health Services*, 9(1), 264–277. <https://doi.org/10.33715/inonusaglik.835785>
- Bilgin, Z. (2023). Menstrual profiles and anxiety levels of young women by dysmenorrhea status. *Süleyman Demirel University Journal of Health Sciences*, 14(2), 111–121. <https://doi.org/10.22312/sdusbed.1161211>
- Cherenack, E. M., & Sikkema, K. J. (2022). Puberty- and menstruation-related stressors are associated with depression, anxiety, and reproductive tract infection symptoms among adolescent girls in Tanzania. *International Journal of Behavioral Medicine*, 29(2), 160–174. <https://doi.org/10.1007/s12529-021-10005-1>
- Çevik, A., & Alan, S. (2021). Determining the relationship between midwifery students' frequency of experiencing premenstrual syndrome and perceived stress level. *Lokman Hekim Journal*, 11(1), 104–113. <https://doi.org/10.31020/mutftd.781048>
- Demirci, D. (2017). *Complementary and alternative treatment methods used to deal with dysmenorrhea* (Thesis No. 478887) [Master's thesis, Adnan Menderes University]. National Thesis Center. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=5cUOy4yOPWo899SR28W_4w&no=rGugyJNyVgIqo-WvDaBzXg
- Karabulutlu, Ö., & Yıldız, M. (2024). Coping methods of women aged 15–49 with dysmenorrhea. *Kafkas Journal of Medical Sciences*, 14(1), 37–47. <https://doi.org/10.5505/kjms.2024.15932>
- Lesnaya, O., Mansur, T., Lesnaya, N., Ketova, N., & Sturov, N. (2021). The effect of stress on menstrual dysfunction in female students of higher educational institutions in Moscow. *Mediterranean Journal of Clinical Psychology*, 9(1). <https://doi.org/10.6092/2282-1619/mjcp-2548>
- Majeed-Saidan, M. M. A., AlKharraz, N., Kaaki, K., AlTawil, N., Alenezy, S., & Ahamed, S. S. (2020). Prevalence of premenstrual syndrome levels and its management among female students of medical and non-medical colleges in Riyadh. *Cureus*, 12(11), e11595. <https://doi.org/10.7759/cureus.11595>
- Matsumoto, T., Egawa, M., Kimura, T., & Hayashi, T. (2019). A potential relation between premenstrual symptoms and subjective perception of health and stress among college students: A cross-sectional study. *BioPsychoSocial Medicine*, 13, 26. <https://doi.org/10.1186/s13030-019-0167-y>
- Ölçer, Z., Bakır, N., & Aslan, E. (2017). Effect of university students' personality on premenstrual complaints. *Journal of Duzce University Health Sciences Institute*, 7(1), 30–37. <https://izlik.org/JA98ZX63MB>
- Rafique, N., & Al-Sheikh, M. H. (2018). Prevalence of menstrual problems and their association with psychological stress in young female students studying health sciences. *Saudi Medical Journal*, 39(1), 67–73. <https://doi.org/10.15537/smj.2018.1.21438>
- Sarıçam, H. (2018). The psychometric properties of Turkish version of Depression Anxiety Stress Scale-21 (DASS-21) in health control and clinical samples. *Journal of Cognitive-Behavioral Psychotherapy and Research*, 7(1), 19–30. <https://doi.org/10.5455/JCBPR.274847>
- Tin, G. (2020). *The impact of perceived leadership types on organizational commitment and job satisfaction: A study in the banking industry* (Thesis No. 642465) [Master's thesis, Beykent University]. National Thesis Center. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=8rCGWcNFTtc4tQOOPIUbpQ&no=iHo7AhDJsahGF0ExxQL_Jg

- Trivedi, D., Patel, K., & Jain, K. G. (2024). Impact of stress on premenstrual syndrome among young women: A cross-sectional study. *Cureus*, 16(11), e74622. <https://doi.org/10.7759/cureus.74622>
- Triwahyuningsih, R. Y., Rahfiludin, M. Z., Sulistiyani, S., & Widjanarko, B. (2024). Role of stress and physical activity on primary dysmenorrhea: A cross-sectional study. *Narra Journal*, 4(1), e685. <https://doi.org/10.52225/narra.v4i1.685>
- Uzunoglu, G., & Aktan, Z. D. (2019). The relationship between premenstrual syndrome and mental health variables in adolescents. *Current Approaches in Psychiatry*, 11(Suppl. 1), 37–50. <https://doi.org/10.18863/pgy.521549>
- Varışoglu, Y., & Irmak Vural, P. (2023). Comparison of menstrual experiences of young women with depression, anxiety and stress levels. *Balıkesir Health Sciences Journal*, 12(3), 620–627. <https://doi.org/10.53424/balikesirsbd.1166739>
- Vural, P. I., & Varışoglu, Y. (2021). Menstrual practice needs scale (MPNS): Reliability and validity of the Turkish version. *Cyprus Journal of Medical Sciences*, 6(4), 295–302. <https://doi.org/10.5152/cjms.2021-166-232>
- Yilmaz, A. A., & Karahan, N. (2019). *Menstruation symptoms and affecting factors in university students* (Thesis No. 595250) [Master's thesis, Karabük University, Institute of Health Sciences]. National Thesis Center. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=xq7xQ9dtrXJru1klJz4U1g&no=aR9hkGVcYZ2-IpuOJh6w-w>
- Yilmaz, T., Nuraliyeva, Z., & Kaya, H. D. (2020). The Coping Methods of Young Women with Dysmenorrhea. *Journal of Academic Research in Nursing (JAREN)*, 6(2), 294–299. <https://doi.org/10.5222/jaren.2020.48344>

ENZYMELINKED IMMUNOSORBENT ASSAY (ELISA) YÖNTEMİ VE KULLANIM ALANLARI

Özge Sevinç KORKMAZ AKAR – Yakup YILDIRIM
Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Veteriner Fakültesi,
Viroloji Anabilim Dalı, Burdur, 0000-0001-8854-0420

1. GİRİŞ

Enzim substratı ve enzime bağlı bir konjugat kullanılarak ortaya çıkan renk değişimi aracılığıyla antijen-antikor reaksiyonlarını belirleyen ve biyolojik materyallerdeki spesifik moleküllerin varlığını/yoğunluğunu değerlendirmek için kullanılan analitik yöntemler genel olarak Enzyme Immunoassay (EIA) ya da Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) olarak adlandırılmaktadır (Hornbeck, 2001). Günümüzde yaygın olarak kullanılan bir immünolojik test tekniği olan ELISA'nın gelişimi, 1960'lı yıllardaki radyoimmunoassay (RIA) çalışmalarına kadar uzanmaktadır. Radyoaktif maddelerin uygulanmasıyla oluşabilecek riskler göz önüne alınarak enzimlerin etiket olarak kullanılması üzerine yoğunlaşmıştır. 1966 ve 1969 yılları arasında Avrameas (1969)'in alkalın fosfataz ve glukoz oksidaz gibi enzimleri kullanarak başarılı antijen-antikor eşleşmesini rapor etmesi ile Enzyme Immunoassay, Organon Araştırma Laboratuvarları'nda Schuurs ve Weemen tarafından geliştirilmiştir (Hayrapetyan ve ark., 2023). Enzyme-Linked Immunosorbent Assay ise 1971 yılında Eva Engvall ve Peter Perlmann tarafından İsveç Stockholm Üniversitesi'nde kavramsallaştırılmıştır.

ELISA, 96 kuyulu veya 384 kuyulu bir polistiren plakada gerçekleştirilir. ELISA tekniği iki önemli unsura dayanır. Birincisi, antijen ile antikor arasındaki spesifik etkileşimdir. Antijen ve antikor arasındaki bağlanmanın yüksek doğruluğu sayesinde, bağlanmamış bileşenler test plakalarından yıkanarak uzaklaştırılabilir; böylece spesifik olmayan bağlanmadan kaynaklanan arka plan gürültüsü azaltılır ve ELISA'dan elde edilen sonuçların doğruluğu artırılır. Ancak, antikor üretiminde değişkenlik, sonuçların değişkenliğine yol açabilir ve bu da ELISA'nın olası dezavantajlarından birini oluşturur. İkincisi ise test plakalarının biyolojik özelliğidir. ELISA'ların kurulmasında genellikle, bağlanmış antijen veya antikorla herhangi bir etkileşim olmaksızın stabil bir bağ oluşturan polistiren mikrotiter plakaları kullanılır (Hayrapetyan ve ark., 2023).

Antijen-antikor kombinasyonuna bağlı olarak ve araştırmacının veya klinisyenin özel ihtiyaçlarına göre farklı ELISA teknikleri kullanılır. Bunlar kullanılan antikor, antijen, substrat ve deney koşullarına göre değişen direkt, indirekt, sandviç ve rekabetçi ELISA'dır. Son yıllarda geliştirilmiş olan multipleks ve yüksek hassasiyetli ELISA yöntemleri de bulunmaktadır. ELISA tekniği uzun yıllardır pratikte kullanılıyor olmasına rağmen bu istisnai testin uygulamasını geliştiren ve genişleten farklı teknik çözümlere sahip güncel ELISA testlerinin geliştirilmesi için hala üzerine çalışılmaktadır.

2. ELISA'NIN BİLEŞENLERİ

Temel ELISA prensibinde kullanılan 6 ana bileşen bulunmaktadır. İlk bileşen olan solid faz için, yaygın olarak kuyu plakaları, küçük boncuklar ve küçük tüpler kullanılmaktadır. Bu plakalar düşük maliyetli, oldukça şeffaf, protein absorpsiyonu için uygun ve nispeten hidrofilik bir malzeme olan Polistiren (PS)'den yapılmaktadır (Engvall ve Perlmann, 1971). İkinci bileşen olan adsorbanlar ise yüzeylerin kaplanması ve spesifik bağlama alanını sağlamak için kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanımda olan başlıca adsorban maddesi antikor-antijen immobilizasyonu için tasarlanmış olan plastik mikrotitre plaklarıdır (Hosseini ve ark., 2018). Üçüncü bileşen ise yıkama tamponlarıdır. Kuyucukların belirli miktarda yıkama solüsyonu ile doldurulup boşaltılmasıyla reaksiyona katılmamış olan reaktiflerin kuyucuktan uzaklaştırılması sağlanmaktadır. Bu işlem için belirli konsantrasyonlara sahip belirli deterjan türleri kullanılmaktadır. Tipik yıkama tamponları fosfat tamponlu tuz çözeltisinde (Phosphate Buffered Saline, PBS) Twin-20 gibi iyonik olmayan deterjanların küçük konsantrasyonlarından oluşmaktadır (Hosseini ve ark., 2018). Dördüncü bileşen bloke edici maddelerdir. Yüksek seçicilik elde etmek ve non-spesifik bağlanmaları önlemek amacıyla, ilk biyomolekülün kuyucuk yüzeyine immobilizasyonundan sonra bloklama adımı gerekmektedir. Bu bloke edici maddeler genellikle inert proteinler ya da proteinli tamponlardır. Yaygın olarak kullanılan protein bloke ediciler arasında sığır serum albumini (Bovine Serum Albumin, BSA), yeni doğan buzağı serumu (New Born Calf Serum, NBCS), kazein, yağsız kuru süt (süt tozu) ve balık jelatini gibi maddeler de bulunmaktadır (Engvall, 2010). Beşinci bileşen olan enzimler, substrat olarak bilinen diğer molekül türleri ile oluşan kimyasal reaksiyonları hızlandırmaya yardımcı olan makro-biyomoleküller katalizörlerdir. ELISA testinde yaygın olarak kullanılmakta olan enzimler; Horseradish Peroxidase (HRP) ve Alkaline Phosphatase (AP)'dir (Kohl ve Ascoli, 2017). Her enzim sahip olduğu özel katalitik aktivitesine

yönelik belirli bir substrat ile etkileşime girerek spesifik bir reaksiyonu katalizlemektedir. Kromojenik veya florojenik substratlar, enzim konjuge hedef molekülün miktarıyla orantılı olarak renkli ya da floresan ölçülebilir bir renk/sinyal meydana getirmektedir. Bu renkler/sinyaller uygun şekilde filtrelenmiş spektrofotometrik plaka okuyucular TMB ya da florometerler ile ölçülmektedir (Cowther., 2008; Winston ve ark., 2000; Konstantinou, 2017). ELISA'nın son aşamasında kullanılan bileşen ise durdurma reaktifleridir. ELISA'da gerçekleşen enzimatik reaksiyonun durdurulması ve meydana gelen renk/sinyal gibi ürünlerin sabitlenmesi için reaktif eklenmesi gerekmektedir. Durdurma aşamasında reaktif olarak çoğunlukla güçlü asit ve bazlar tercih edilmektedir. Kullanılan asit ya da bazın türü/konsantrasyonu, test içeriğindeki enzim-substrat kombinasyonuna bağlı olarak değişmekte ve substrata uygun durdurucu seçimi yapılmaktadır (Crowther, 2001). ELISA'nın bileşen aşamalarının bitiminde ise elde edilen nihai ürünün/sinyalin ölçümü için kolorimetrik ve floresan okumalar gibi testin prosedürüne göre belirlenen farklı stratejiler ile okuma işlemi gerçekleştirilmektedir (Lakowicz, 2006; De La Rica ve Stevens, 2013; Ahmed ve ark., 2016).

3. ELISA ÇEŞİTLERİ

3.1. Direkt ELISA

Direkt ELISA, bir antijenin direkt olarak mikrotitre plakasının kuyucuklarına immobilize edildiği ve antikolar aracılığı ile tespit edildiği bir ELISA yöntemidir. Numunelerdeki belirli bir antijenin saptanması ve ölçülmesi için geliştirilen bu yöntemde enzime konjuge edilmiş spesifik bir antikor kullanılmaktadır. Adından da anlaşılacağı üzere antijenler doğrudan kendisi enzime konjuge olan antikor tarafından tanınır ve tanımlanır (Verma ve ark., 2012; Hayrapetyan ve ark., 2023). Antijenlerin mikrotitre plakasına bağlanması için birkaç farklı yöntem kullanılmaktadır. Fiziksel absorpsiyonda antijen çözeltisi kuyucuğa eklenerek inkubasyona bırakılır. Genellikle 37°C'de bir saat ya da 4°C'de bir gece inkübasyondan sonra antijen plaka yüzeyine bağlanmaktadır. Diğer bir yöntem ise kimyasal olarak plaka yüzeyine bağlanmasıdır. Aktivasyon için genellikle bazik ortamlarda çalışan karbonat-bikarbonat kaplama tamponu kullanılmaktadır (Hayrapetyan ve ark., 2023). Bu tampon sodyum karbonat, sodyum bikarbonat ve distile sudan oluşan bir çözelti içermektedir ve antijenlerin plaka üzerine pasif emilimini kolaylaştırmaktadır. Plaka yüzeyine bağlanmamış antijenleri ortamdan uzaklaştırmak için yıkama işlemi yapıldıktan sonra plaka yüzeyindeki boş alanları bloke et-

mek için bloklama işlemi uygulanmaktadır. Bloklama işlemi genellikle nonspesifik bağlanmayı engellemek için protein bazlı (BSA, kazein vs.) maddeler ile yapılmaktadır. Bu adım çok önemlidir çünkü spesifik olmayan analitlerin plakaya bağlanmasını önler ve arka plan sinyallerini azaltarak yanlış pozitif sonuçları en aza indirger. Yıkama işleminin tekrarlanmasıyla birlikte enzimle (HRP, AP vs.) konjuge edilmiş birincil tespit antikorları (primer antikor) eklenir. Daha sonra testin bileşenlerine göre değişebilecek olan bir inkübasyondan daha geçirilerek bağlanmamış antikorların uzaklaştırılması için bir yıkama işlemi daha gerçekleştirilir. Daha sonra substrat eklenmesi yapılır ve enzim konjugatı kullanıyorsa, substrat enzim tarafından katalizlenerek renkli ürün meydana getirilir (Hornbeck, 2001; Hayrapetyan ve ark., 2023; Lin, 2015). Direkt ELISA kullanımının kendine özgü avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Basit ve hızlı çözümler üretmesi, primer antikor kullanımı nedeniyle daha spesifik bağlanmalar oluşturmaları ve sekonder antikor olmamasından dolayı daha az arka plan sinyali üretmesi avantajları arasında yer almaktadır. Fakat yine birincil antikor kullanımından dolayı analitin düşük konsantrasyonlarını tespit etmekte zorluk yaşamasına dolayısıyla duyarlılığın düşük olmasına neden olmaktadır (Alhajj ve ark., 2023).

3.2. İndirekt ELISA

İndirekt ELISA, ek bir yıkama adımı ve tampon uzaklaştırıldıktan sonra eklenen sekonder antikor türlerinin dışında direkt ELISA ile aynıdır. İndirekt ELISA iki antikor ile çalışmaktadır. Bunlar; ilgilenilen antijeni tespit eden primer antikor ve renk gelişimi için primer antikora bağlanan enzime bağlı sekonder antikordur. Sekonder antikorlar, farklı bir türden (örneğin fare antikorları kullanılarak insan birincil antikorlarını tespit etmek) ya da aynı türden farklı bir izotipten (örneğin IgG1 antikorları kullanılarak IgG2 antikorlarını tespit etmek) olabilirler (Gan ve Patel, 2013). İndirekt ELISA iki aşamalı bir yöntem olduğu için direkt ELISA'ya göre daha duyarlıdır. Fakat sekonder antikor kullanımından dolayı çarpaz reaksiyon riski içermektedir (Crowther, 2008; Verma ve ark., 2012; Lin, 2015; Shah ve Maghsoudlou, 2016).

3.3. Sandviç ELISA

Sandviç ELISA, adından da anlaşılacağı üzere primer (yakalama) ve sekonder (saptama) antikor tabakası arasında sıkıştırılmış olan antijen miktarını ölçmektedir. Yakalama antikoru hedef antijeni yakalayarak plaka yüzeyine immobilize ederken saptama antikoru bu bağlanmış antijen-antikor kompleksini tespit etmek için kullanılır. Primer antikor antijene spesifik

olurken, sekonder yani saptama antikoru genellikle farklı bir türden (örneğin fare antikoru kullanarak insan birincil antikolarını tespit etmek) ya da aynı türden farklı bir izotipten (örneğin IgG1 antikoru kullanılarak IgG2 antikolarını tespit etmek) olabilir. Sandviç ELISA'nın, numunenin analizden önce saflaştırılmasına gerek olmaması da dahil olmak üzere birçok avantajı vardır. Direkt ve indirekt ELISA'ya kıyasla beş kat fazla olan hassasiyet seviyesi testin yakalama işleminden kaynaklanmaktadır. İki antikorla oluşturulan antijen kompleksinden dolayı da testin sonucu yüksek duyarlılık ve özgüllükle sonuçlanmaktadır. Bununla birlikte karmaşık numunelerdeki düşük konsantrasyonlardaki hedef antijenleri tespit etme yetenekleri sandviç ELISA yöntemini gıda, çevresel ya da klinik örnekleri gibi bilinmeyen numunelerde hedef antijenin varlığını ölçmek için en kullanışlı ELISA çeşidi yapmaktadır. Fakat testin karmaşık bir prosedüre sahip olması dezavantajlarından birisidir. İki antikor kullanımı ve daha fazla reaktif gereksinimi maliyet açısından da bir dezavantaj sunmaktadır. Bununla birlikte ilgili antijen, yakalama antikoru ile etkileşime girmezse saptama antikorumun yakalama antikoru ile birleşmesi ve yanlış pozitif ürünler ortaya çıkarması da mümkündür (Hornbeck, 2001; Stanker ve Hansko, 2015; Vashist ve Luong 2018).

3.4. Rekabetçi ELISA

Rekabetçi ELISA yöntemi 1976 yılında Yorde ve ark tarafından geliştirilmiştir. Rekabetçi ELISA'nın birçok varyasyonu mevcuttur ve daha önceden bahsedilen bütün formlar için rekabetçi ELISA yöntemi uyarlanabilir. Bu yöntem genel olarak antijen tespiti için kullanılmaktadır. Rekabetçi ELISA'nın direkt, indirekt ve sandviç ELISA yöntemlerine uyarlanabilir olması bu yöntemle geniş bir analit tespit esnekliği sunmaktadır. Referans antijen ile numune antijeni arasında oluşan rekabet sonucu ise numunedeki düşük antijen konsantrasyonlarını tespit aşamasında yüksek hassasiyet sağlamaktadır. Özgüllük konusunda bazı araştırmacılar düşük özgüllüğe sahip olduğunu belirtirken bazı araştırmacılar da spesifik bağlanmanın özgüllüğü arttırdığını belirtmektedir (Shrivastava ve Gupta, 2011; Kohl ve ascoli, 2017). Bu yöntemin dezavantajları ise çeşitli adımlar gerektirdiğinden dolayı diğer ELISA yöntemlerine kıyasla daha zaman alıcı olmasıdır. Ek olarak ise uygulama adımları farklı olsa bile iyi bir optimizasyon kurgulanması gerekliliğidir (Vashist ve Luong, 2018).

3.5. Multipleks ELISA

Sandviç ELISA'nın antijen üzerinde bulunan iki farklı epitopunun tespit edilmesi, plaka kuyucuğundaki birden fazla antijenin epitoplarının da tespit

edilebileceğini düşündürmektedir. ELISA'nın plakadaki tek bir kuyucuğu içerisindeki birden fazla antijenin eş zamanlı olarak tespit edilmesine izin veren bir protein dizisi formatına doğru mantıksal ilerlemesi, multipleks ELISA'nın geliştirilmesine yol açmıştır. Tahlillerde çoğullama, kısaca tek bir numuneden birden fazla okuma çıktısı almayı ifade etmektedir. Bunun için ise kuyucuk yüzeyinin farklı bölge ve pozisyonlarına tespit edilecek olan antijenlerin spesifik antikorları immobilize edilmektedir. Multipleks ELISA aynı anda birden fazla analit ölçme yeteneğinden dolayı yüksek verimlilik sağlamaktadır. Ek olarak da tek bir test ile sonuç alınmasından dolayı örnek-leme hacmini azaltmakta ve daha kısa analiz süresi ile hızlı teşhis gerektiren durumlarda avantaj sağlamaktadır. Dezavantajları arasında ise ilk olarak yüksek maliyet gelmektedir. Birden fazla antijen için spesifik olarak tasarlanmış antikorlar, reaktifler ve ekipmanlar maliyetli olabilmektedir. Ayrıca reaktiflerin ve farklı antikorların birden fazla tespit için optimize edilmesi gerekmektedir. Son olarak ise antijenlerin aynı anda ölçülmesi, antijenler arasında çapraz reaksiyonlara veya interferense neden olabileceğinden testin doğruluğunu ve hassasiyetini etkileyebilmektedir (Clotilde ve ark., 2012; Verma ve ark., 2012).

3.6. In-House, Dot ve Dijital ELISA

In-house ELISA, laboratuvarlarda özel ihtiyaçlara yönelik olarak geliştirilen ve uygulanan ELISA testleridir. Bu yöntem, ticari ELISA kitlerinin kullanılmadığı ya da spesifik ihtiyaçları karşılamadığı durumlarda tercih edilmektedir. Bu yöntem ölçüm hassasiyetini artırma, daha spesifik sonuçlar elde etme veya yeni analitleri tespit etme gibi avantajlar sunabilmektedir. Ancak ticari kitlere göre daha fazla optimizasyon ve validasyon gerektirebilmekte ve standartlaştırılması zor olabilmektedir (Gobena ve ark., 2025).

Dot ELISA yöntemi ise antijen veya antikor varlığını hızlı ve basit bir şekilde tespit etmek için kullanılan immünolojik analiz yöntemidir. Diğer ELISA yöntemlerinden farklı olarak bir membran üzerine antijen ve antikorların nokta şeklinde uygulanmasıyla çalışmaktadır. DOT ELISA yönteminde kullanılan membranlar genellikle nitroselüloz ya da naylon gibi malzemelerden yapılmış ince tabakalardır. Dot ELISA'nın sonucu kalitatif bir sonuç olarak değerlendirilmektedir. Okuma işlemi genellikle görsel olarak yapılmaktadır. Çok sayıda numunenin hızlı bir şekilde analiz edilmesi gereken durumlarda tercih edilebilir. Ancak nicel ölçüm yapma yeteneği sınırlıdır ve diğer ELISA yöntemlerine göre daha az duyarlıdır (Pappas, 1988; Francesca ve ark., 1996).

ELISA'nın algılama duyarlılığının ultra-duyarlı bir seviyeye getirilmesi tespit ve tanı aşamasında kolaylıklar sağlayacaktır. ELISA'nın algılama hassasiyetini arttırmak için çeşitli stratejiler kullanılmıştır. Yaklaşık olarak on yıl önce Dijital ELISA, bir ultra-duyarlı tespit tekniği olarak geliştirilmiştir. Dijital ELISA'da en önemli aşama direkt ELISA metodu kullanılırken işaretlenen antikörlerin sayılabilir parçacıklara dönüştürülmesidir. Bu işlem nanopartikül ya da mikropartikül gibi işaretleyici moleküllerin kullanılmasıyla gerçekleştirilmektedir (Rissin ve ark., 2010). ELISA'nın hassasiyetini arttırmak için kullanılan başka bir yöntem ise Altın Nanopartikül (AuNP)'lerinin sandviç tipi analizlerde immüno-algılayıcı proteinler için kullanılmasıdır. AuNP etiketlerinin kullanımı, immunokompleks kütle üzerindeki yüzey stresinin arttırarak elektromekanik tahlillerin duyarlılığında önemli bir artışa olanak tanımaktadır (Ambrosi ve ark., 2010). Daha sonra 2014 yılında Watabe ve İto, proteinlerin ultra duyarlı kantitatif tespitini yapmak için bir sandviç ELISA ve Tio-NAD döngüsünü birleştirerek ultra hassas bir ELISA gerçekleştirmeye çalışmıştır (Watabe ve ark., 2014). Tio-NAD döngüsüne sahip ultra-duyarlı ELISA varyasyonları, daha hassas ve özgül deteksiyon stratejileri kullanılmaktadır. Bu sebeple daha maliyetli ve karmaşık bir prosedüre sahiptir.

4. ELISA'NIN KULLANIM ALANLARI

4.1. Tanı

ELISA testleri; enfeksiyöz ve otoimmün hastalıkların tanısında, tümör biyobelirteçlerinde, alerji testlerinde, hormon analizlerinde ve serolojik testlerde tanı protokolü için aktif olarak kullanılan bir yöntemdir. Özellikle son dönemde yaşadığımız COVID-19 Pandemisi nedeniyle bütün dünya etkilenmiş ve halk sağlığı konusunda yeni soru işaretleri ortaya çıkmıştır (Van Elslande ve ark, 2020). Enfeksiyöz hastalıkların hızlı ve doğru bir şekilde teşhis edilmesi, etkili bir tedavi ve enfeksiyonun yayılmasının kontrolü için büyük bir öneme sahiptir (Manalac ve ark, 2020; Traub ve ark, 2020). Bunun yanı sıra kanser teşhisinin koyulması için tümör spesifik biyobelirteçlerin varlığı ortaya koyulmalıdır. ELISA testleri bu biyobelirteçleri tespit ederek kanser teşhisinin koyulmasına olanak tanır (Dakappagari ve ark, 2010; Greystoke ve ark., 2012). ELISA'nın serolojik testlerde kullanılmasının en önemli noktası, serolojik izleme ve epidemiyolojik çalışmalar ile hastalıkların yayılma hızını ve enfeksiyon prevalansını ortaya koyarak toplum ya da popülasyon sağlığının değerlendirilmesidir (Ong ve ark., 2020). Bu tip çalışmalar ELISA testleri sayesinde hızlı ve kapsamlı bir şekilde gerçekleştirilerek

bir hastalığın yayılımı hakkında kapsamlı bilgiler edinilmesine olanak tanımaktadır (Waritani ve ark., 2017).

4.2. Farmakoloji Endüstrisi

İlaçların araştırılması, geliştirilmesi, bu ilaçların kalite kontrolü, farmakokinetik ve farmakodinamik süreçlerin değerlendirilmesi ile ilaçların etkinliklerinin ortaya koyulması gibi birçok alanda ELISA testleri uygulanmaktadır. Bu amaçla terapötik proteinlerin üretimi ve kontrolü, biyoyararlılık ve farmakokinetik analizler, immünojenite ve antikor tepkisi analizleri, ilaç kalite kontrolü ve ilaç etkinlik analizi gibi konularda ELISA yöntemi aktif olarak kullanılmaktadır (Pisal ve ark., 2010; Dimitrov, 2012; Methaneethorn ve Leelakanok, 2021).

4.3. Çevre Sağlığı ve Takibi

Çevre, insan ve hayvan sağlığını tehdit eden pestisit ve tarım kimyasalları, ağır metaller ve kirleticilerin izlenmesinde ELISA yönteminin kullanılması hem popülasyon hem de bireysel sağlığın iyileştirilmesinde önemli bir konumdadır. ELISA testleri sayesinde tarım ürünlerindeki pestisit ve tarım kimyasalı kalıntıları tespit edilebilmekte ve miktarı ölçülebilmektedir (Narendran ve ark, 2020). Hızlı ve duyarlı bir analiz yöntemi olan ELISA kolay kullanımı sayesinde tarım üreticilerine ve denetleyici kurumlara hızlı ve doğru bir geri bildirim sağlayarak halk sağlığını tehdit edebilecek durumların önüne geçilmesini sağlamaktadır (Sindhu ve Manickavasagan, 2023). Ayrıca ELISA testleri ağır metallerin hem tespitinde, hem de miktarının ölçümünde duyarlı bir yöntemdir (Wang ve ark, 2022). Çevreden alınan örneklerin, gıda numunelerinin, su kaynaklarının ve endüstriyel atıkların başarıyla incelenmesine olanak tanır (Mohammadzadeh ve ark, 2022).

4.4. Tarım ve Gıda Güvenliği

ELISA testleri tarım ve gıda güvenliği araştırmalarında gıda alerjenleri analizleri, gıda kontaminantlarının tespiti, tarımsal faaliyetlerde ve gıda endüstrisinde genetik modifikasyonların tespiti, antibiyotik kalıntıların tespiti ve tarım ürünlerinin kalite kontrolü gibi konularda kullanılmaktadır. ELISA testleri bu etkenlerin tespit edilerek gıda güvenliğinin sağlanmasında hızlı ve etkili yöntemlerden bir tanesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Verdiği güvenilir sonuçlar sayesinde gıda endüstrisinde gıda güvenliğinin standartlarının sağlanmasında kritik rol oynamaktadır (Wu ve ark., 2019; Xiong ve ark, 2020).

4.5. Araştırma ve Biyoteknoloji

ELISA testleri sektörel faaliyetlerin yanı sıra bilimsel araştırmalarda ve biyoteknoloji çalışmalarında da yaygın olarak başarıyla kullanılmaktadır. Bu amaçla; protein ve antikor tespiti, protein-protein etkileşim analizi, DNA/RNA gibi genetik moleküllerin tespiti ile mutasyonlarının analizi, protein bazlı ya da genetik moleküllerin konsantrasyonun ölçülmesi, diagnostic testlerin üretilmesi ve kullanılması ve yeni ilaçların üretilmesi ve geliştirilmesi gibi çeşitli alanlarda çalışmalar yürütülmektedir. Hızlı, güvenilir ve pratik bir test olmasıyla ELISA güncelliğini koruyan, birçok bilimsel ve sektörel faaliyeti mümkün kılan, etkili ve başarılı bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Zubair ve ark. 2026).

KAYNAKLAR

- Ahmed, S., Bui, M.-P. N., & Abbas, A. (2016). Paper-based chemical and biological sensors: Engineering aspects. *Biosensors and Bioelectronics*, 77, 249–263.
- Alhajj, M., Zubair, M., & Farhana, A. (2023). *Enzyme linked immunosorbent assay*. StatPearls.
- Avrameas, S. (1969). Coupling of enzymes to proteins with glutaraldehyde: Use of the conjugates for the detection of antigens and antibodies. *Immunochemistry*, 6(1), 43–52.
- Clotilde, L. M., Bernard IV, C., Sequera, D. E., Karmali, A., Fusellier, A., & Carter, J. M. (2012). Dynex: multiplex ELISA technology. *Journal of Laboratory Automation*, 17(4), 309–314.
- Crowther, J. R. (2001). *The ELISA guidebook* (Vol. 566). Humana Press.
- Crowther, J. R. (2008). *ELISA: Theory and practice* (Vol. 42). Springer Science & Business Media.
- Dakappagari, N., Neely, L., Tangri, S., Lundgren, K., Hipolito, L., Estrellado, A., & Matsudaira, T. (2010). An investigation into the potential use of serum Hsp70 as a novel tumour biomarker for Hsp90 inhibitors. *Biomarkers*, 15(1), 31–38.
- De La Rica, R., & Stevens, M. M. (2013). Plasmonic ELISA for the detection of analytes at ultralow concentrations with the naked eye. *Nature Protocols*, 8(9), 1759–1764.
- Dimitrov, D. S. (2012). Therapeutic proteins. *Therapeutic Proteins: Methods and Protocols*, 1–26.
- Engvall, E. (2010). The ELISA, enzyme-linked immunosorbent assay. *Clinical Chemistry*, 56(2), 319–320.
- Engvall, E., & Perlmann, P. (1971). Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) quantitative assay of immunoglobulin G. *Immunochemistry*, 8(9), 871–874.
- Francesca, M., Francesca, P., & Alessandro, P. (1996). Evaluation of dot enzyme-linked immunosorbent assay (dot-ELISA) for the serodiagnosis of canine leishmaniosis as compared with indirect immunofluorescence assay. *Veterinary Parasitology*, 65(1-2), 1–9.
- Gan, S. D., & Patel, K. R. (2013). Enzyme immunoassay and enzyme-linked immunosorbent assay. *Journal of Investigative Dermatology*, 133(9), e12.
- Gobena, D., Gudina, E. K., Degfie, T. T., Girma, T., Gebre, G., Abdissa, A., ... & Mekonnen, Z. (2025). Comparative evaluation of in-house ELISA and two commercial serological assays for the detection of antibodies against SARS-CoV-2. *Scientific Reports*, 15(1), 13853.

- Greystoke, A., Dean, E., Saunders, M. P., Cummings, J., Hughes, A., Ranson, M., Dice, C., & Renehan, A. G. (2012). Multi-level evidence that circulating CK18 is a biomarker of tumour burden in colorectal cancer. *British Journal of Cancer*, 107(9), 1518–1524.
- Hayrapetyan, H., Tran, T., Tellez-Corrales, E., & Madiraju, C. (2023). Enzyme-linked immunosorbent assay: Types and applications. *ELISA: Methods and Protocols*, 1–17.
- Hornbeck, P. (2001). Enzyme-linked immunosorbent assays. *Current Protocols in Immunology*, 42(1), 2–1.
- Hosseini, S., Vázquez-Villegas, P., Rito-Palomares, M., & Martinez-Chapa, S. O. (2018). Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA): From A to Z. *Springer*, 67–115.
- Kohl, T. O., & Ascoli, C. A. (2017). Direct competitive enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Cold Spring Harbor Protocols*, 2017(7), pdb-prot093740.
- Konstantinou, G. N. (2017). Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). *Food Allergens: Methods and Protocols*, 79–94.
- Lakowicz, J. R. (Ed.). (2006). *Principles of fluorescence spectroscopy*. Springer US.
- Lin, A. V. (2015). Direct ELISA. *Methods in Molecular Biology*, 1318, 51–67.
- Manalac, J., Yee, J., Calayag, K., Nguyen, L., Patel, PM., Zhou, D., & Shi, R. Z. (2020). Evaluation of Abbott anti-SARS-CoV-2 CMIA IgG and Euroimmun ELISA IgG/IgA assays in a clinical lab. *Clinica Chimica Acta*, 510, 687–690.
- Methaneethorn, J., & Leelakanok, N. (2021). Pharmacokinetic variability of phenobarbital: A systematic review of population pharmacokinetic analysis. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 77(3), 291–309.
- Mohammadzadeh, M., Montaseri, M., Hosseinzadeh, S., Majlesi, M., Berizi, E., Zare, M., Derakhshan, Z., Ferrante, M., & Conti, G. O. (2022). Antibiotic residues in poultry tissues in Iran: A systematic review and meta-analysis. *Environmental Research*, 204(Pt B), 112038.
- Ong, D. S., de Man, S. J., Lindeboom, F. A., & Koeleman, J. G. (2020). Comparison of diagnostic accuracies of rapid serological tests and ELISA to molecular diagnostics in patients with suspected coronavirus disease 2019 presenting to the hospital. *Clinical Microbiology and Infection*, 26(8), 1094.e1-1094.e7.
- Pappas, M. G. (1988). Recent applications of the Dot-ELISA in immunoparasitology. *Veterinary Parasitology*, 29(2-3), 105–129.
- Pisal, D. S., Kosloski, M. P., & Balu-Iyer, S. V. (2010). Delivery of therapeutic proteins. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 99(6), 2557–2575.
- Rissin, D. M., Kan, C. W., Campbell, T. G., Howes, S. C., Fournier, DR., Song, L., Piech, T., Patel, P. P., Chang, L., Rivnak, A. J., Ferrell, E. P., Randall, J. D., Provuncheree, G. K., Triana, D. C., Shapiro, J. A., Duffy, D. C. (2010). Single-molecule enzyme-linked immunosorbent assay detects serum proteins at subfemtomolar concentrations. *Nature Biotechnology*, 28(6), 595–599.
- Shah, K., & Maghsoudlou, P. (2016). Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA): The basics. *British Journal of Hospital Medicine*, 77(7), C98–C101.
- Shrivastava, A., & Gupta, V. B. (2011). Methods for the determination of limit of detection and limit of quantitation of the analytical methods. *Chronicles of Young Scientists*, 2(1), 21–25.
- Sindhu, S., & Manickavasagan, A. (2023). Nondestructive testing methods for pesticide residue in food commodities: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22(2), 1226–1256.
- Stanker, L. H., & Hnasko, R. M. (2015). A double-sandwich ELISA for identification of monoclonal antibodies suitable for sandwich immunoassays. *ELISA: Methods and Protocols*, 69–78.

- Trabaud, M. A., Icard, V., Milon, M. P., Bal, A., Lina, B., & Escuret, V. (2020). Comparison of eight commercial, high-throughput, automated or ELISA assays detecting SARS-CoV-2 IgG or total antibody. *Journal of Clinical Virology*, 132factory, 104613.
- Van Elslande, J., Houben, E., Depypere, M., Brackenier, A., Desmet, S., André, E., & Vermeersch, P. (2020). Diagnostic performance of seven rapid IgG/IgM antibody tests and the Euroimmun IgA/IgG ELISA in COVID-19 patients. *Clinical Microbiology and Infection*, 26(8), 1082–1087.
- Vashist, S. K., & Luong, J. H. T. (2018). Enzyme-linked immunoassays. *Handbook of Immunoassay Technologies*, 97–127.
- Verma, J., Saxena, S., & Babu, S. G. (2012). ELISA-based identification and detection of microbes. In *Analyzing Microbes: Manual of Molecular Biology Techniques* (pp. 169–186). Springer.
- Wang, X., Wang, Y., Wang, S., Hou, J., Cai, L., & Fan, G. (2022). Indirect competitive ELISA for the determination of total chromium content in food, feed and environmental samples. *Molecules*, 27(5), 1585.
- Waritani, T., Chang, J., McKinney, B., & Terato, K. (2017). An ELISA protocol to improve the accuracy and reliability of serological antibody assays. *MethodsX*, 4, 153–165.
- Watabe, S., Kodama, H., Kaneda, M., Morikawa, M., Nakaishi, K., Yoshimura, T., & Takeya, M. (2014). Ultrasensitive enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) of proteins by combination with the thio-NAD cycling method. *Biophysics*, 10, 49–54.
- Winston, S. E., Fuller, S. A., Eveleigh, M. J., & Hurrell, J. G. (2000). Conjugation of enzymes to antibodies. *Current Protocols in Molecular Biology*, 50(1), 11–1.
- Wu, L., Li, G., Xu, X., Zhu, L., Huang, R., & Chen, X. (2019). Application of nano-ELISA in food analysis: Recent advances and challenges. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 113, 140–156.
- Xiong, Y., Leng, Y., Li, X., Huang, X., & Xiong, Y. (2020). Emerging strategies to enhance the sensitivity of competitive ELISA for detection of chemical contaminants in food samples. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 126, 115861.
- Zubair, M., Singh, C., & Farhana, A. (2026). Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

SAĞLIKTA LİDERLİK: GÜNCEL YAKLAŞIMLAR, İNSAN KAYNAKLARI PERSPEKTİFİ VE GELECEK VİZYONU

Prof. Dr. Osman Kürşat ACAR

Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İnsan Kaynakları
Yönetimi Bölümü ORCID NO: 0000-0002-1961-645X osmanacar@sdu.edu.tr

Öğr. Gör. Hacer Orun KAVAK

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Hemşirelik Bölümü
ORCID NO:0000-0003-3298-0827 horunkavak@mehmetakif.edu.tr

Giriş

Günümüzde sağlık sistemleri; teknolojik ve dijital gelişmeler, artan maliyet baskısı, yaşlanan nüfus, kronik hastalıkların yaygınlaşması ve küresel sağlık krizleri gibi çok boyutlu faktörlerin etkisi altında değerlendirilerek dönüştürülmelidir. Bu dönüşüm süreci, sağlık kurumlarında yalnızca yapısal değişimleri değil, aynı zamanda liderlik yaklaşımlarının da yeniden tanımlanmasını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, geleneksel otorite temelli liderlik anlayışlarının yerini; katılımcı, etik, dönüşümcü ve insan odaklı liderlik yaklaşımlarının aldığı görülmektedir. Sağlık alanında liderlerinden beklenen roller, yalnızca yönetsel işlevlerle sınırlı kalmayıp; aynı zamanda değişimi yönetme, inovasyonu destekleme, multidisipliner iş birliğini güçlendirme ve sürdürülebilir sağlık hizmeti sunumuna katkı sağlama yönünde genişlemektedir.

Sağlık sektörü, belki de değişimin en yoğun hissedildiği alanların başında gelmektedir. Sağlık hizmetlerinin karmaşık yapısı, kaynakların sınırlılığı, artan hasta beklentileri, teknolojik yenilikler bu alanda lider olmayı her zamankinden daha zor ama aynı zamanda daha kritik hale getirmektedir. Sağlık kurumlarında başarı sadece tedavi sonuçlarıyla değil, çalışanların etik değerlere bağlılığı, iyi oluş durumları, deneyimleri ve hizmet kalitesiyle birlikte değerlendirilmektedir.

Bu bağlamda sağlık liderliği, klasik yöneticilik anlayışının çok ötesine geçmektedir. Sağlık lideri süreçleri planlayan ya da kaynakları yöneten aynı zamanda belirsizlikleri de yönetebilen, kriz anlarında doğru kararlar alabilen ve farklı disiplinlerden gelen ekipleri ortak bir amaç etrafında birleştirebilen kişidir. Kısacası sağlık liderliği, yalnızca yönetmek değil; anlamlandırmak, yön vermek ve insanlara dokunabilmektir. Bu yönüyle sağlık liderliği, hem bireysel hem de toplumsal düzeyde değer üreten, çok boyutlu ve dinamik bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, liderlik kavramının tarihsel gelişimini temel alarak sağıkta liderlik yaklaşımlarını kapsamlı ve sistematik bir literatür incelemesi çerçevesinde sağıkta liderliğe ilişkin kavramsal bir bakış açısı oluşturmaktır. Bu doğrultuda, insan kaynakları perspektifinden liderliğin gelişim süreci, temel kavramları ve sağık alanındaki yansımaları ele alınarak elde edilen bulgular temelinde sağıkta liderliğe ilişkin kavramsal bir çerçeve sunularak gelecekte yapılacak çalışmalara yön verebilecek değerlendirmelere yer verilmektedir.

Sonuç olarak, sağıkta liderlik; yalnızca organizasyonel bir gereklilik değil, aynı zamanda sağık hizmetlerinin kalitesini, güvenliğini ve sürdürülebilirliğini doğrudan etkileyen stratejik bir unsurdur. Bu nedenle, sağık liderlerinin çok boyutlu yetkinliklere sahip, etik değerlere bağlı ve değişime açık bireyler olarak yetiştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

1. Liderlik Kavramı, Tarihsel Gelişimi ve Liderlik Yaklaşımları

1.1. Liderlik Kavramı

Liderlik günümüzde en çok tartışılan ve çok boyutlu kavramlarından biridir. Ayrıca liderlik kavramı, yönetim, psikoloji, sosyoloji ve insan kaynakları disiplinlerinde bireylerin veya grupların belirli hedeflere ulaşması sürecinde etkilenmesini ifade eden multidisipliner yaklaşımdır. Bu bağlamda liderlik sadece bir pozisyon değil, aynı zamanda bir etkileme ve etkileşim süreci olarak ifade edilmektedir (Northouse, 2021).

1.2. Liderliğin Tarihsel Gelişimi

Liderlik kavramı, tarihsel süreç içerisinde farklı yaklaşımlar çerçevesinde ele alınmış ve zamanla önemli dönüşümler geçirmiştir. Bu gelişim süreci, genel olarak klasik, modern ve çağdaş liderlik yaklaşımları olmak üzere üç ana dönemde incelenmektedir.

1.2.1. Klasik Liderlik Yaklaşımları

Klasik liderlik yaklaşımları, liderliğin daha çok liderin kişisel özelliklerine ve davranışlarına bağlı olduğunu savunmaktadır.

Özellikler Yaklaşımı

Liderlik yaklaşımlarından biri olan özellikler yaklaşımının, liderliği açıklamada tek başına yeterli olmadığı yapılan çalışmalarla ortaya konulmuş ve bu yaklaşımın çeşitli sınırlılıkları vurgulanmıştır. Söz konusu liderlik özelliklerinin çoğu zaman aynı bireyde bir arada bulunmasının güç olması ve

bazı durumlarda izleyicilerin bu özelliklere liderden daha fazla sahip olabilmesi, yaklaşımın açıklayıcılığını zayıflatmaktadır. Ayrıca bireyin sahip olduğu özelliklerin, grup içerisinde lider olarak kabul edilmesi için her zaman yeterli olmaması ve bu özelliklerin nesnel biçimde ölçülmesindeki güçlükler, liderlik alanında yeni kuramsal arayışların ortaya çıkmasına neden olmuştur (Tengilimoğlu, 2005).

Davranışsal Yaklaşım

Davranışsal yaklaşım, liderliğin doğuştan değil sonradan öğrenilebileceğini savunarak lider davranışlarına odaklanmıştır. Bu yaklaşımda liderlik; görev odaklı ve insan odaklı davranışlar olmak üzere iki temel boyutta ele alınmaktadır. Görev odaklı liderlik, liderin örgütsel hedeflere ulaşmak amacıyla görevleri yapılandırma, çalışanların rollerini belirleme ve iş süreçlerini organize etme derecesini ifade etmektedir. Bu liderlik yaklaşımında lider, performans standartlarını, amaçları, rol beklentilerini ve görevlerin yerine getirilmesine ilişkin kısıtlamaları açık bir şekilde tanımlamaya odaklanmaktadır. Böylece çalışanların görevlerini etkin ve verimli bir biçimde yerine getirmeleri desteklenmektedir (Fleishman, 1973; Ju et al., 2019, s. 83) Görevden ziyade insan ilişkilerine odaklanan liderlik yaklaşımları, çalışanların mesleki uygulamalarını destekleyen olumlu çalışma ortamlarının oluşturulmasında önemli bir rol oynamaktadır (Cummings et al., 2021).

Durumsallık Yaklaşımı

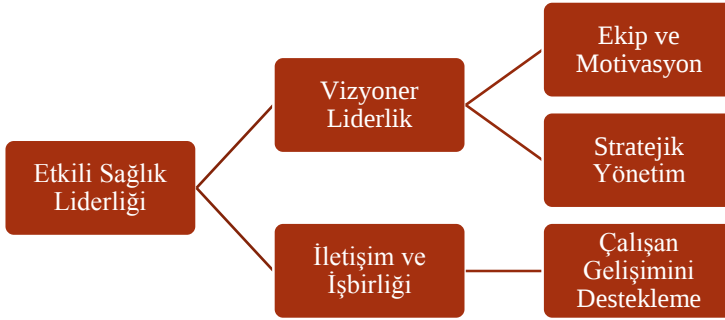
Tengilimoğlu'na göre durumsallık yaklaşımı, örgütlerdeki yapı ve süreçlerin iç ve dış çevre koşullarından etkilendiğini kabul etmektedir. Bu nedenle yönetim ve liderlik uygulamalarında her durum için geçerli tek bir doğru yaklaşım bulunmamakta, aksine içinde bulunulan koşullara göre değişebilen birden fazla doğru çözüm ve uygulama söz konusu olabilmektedir (Tengilimoğlu, 2014).

2.Sağlıkta Liderlik Kavramı ve Doğası

Sağlık kuruluşlarında belirlenen hedeflere ulaşılabilmesi ve kaliteli sağlık hizmetlerinin sürdürülebilir şekilde sunulabilmesi, çalışanların örgütsel amaçlar doğrultusunda etkili bir biçimde yönlendirilmesine bağlıdır. Bu nedenle liderlerin, çalışanların kişisel ihtiyaçlarını, beklentilerini, değerlerini ve motivasyon kaynaklarını doğru bir şekilde anlayabilmesi büyük önem taşımaktadır. Çalışanların istek ve motivasyonlarını artırmaya yönelik uygulamalar, örgütsel hedeflere ulaşılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ancak

sağlık çalışanlarının etik ve mesleki değerleri, bakış açıları, amaçları ve öncelikleri birbirinden farklılık gösterebilmektedir. Bu durum, liderlerin çalışanların bireysel özelliklerini dikkate alarak onları ortak hedefler doğrultusunda yönlendirmesini ve motive etmesini gerekli kılmaktadır (Eren, 2010, s. 435).

Öte yandan sağlık kuruluşlarının sürdürülebilir başarı elde edebilmesi ve sağlık bakım hizmetlerini yüksek kalite standartlarında sunabilmesi için güçlü bir örgüt kültürü ve olumlu bir örgüt ikliminin oluşturulması gerekmektedir. Bu bağlamda etkili sağlık liderlerinin; farklı disiplinlerden oluşan ekiplerin ihtiyaçlarını doğru analiz edebilmesi, ortak bir vizyon geliştirerek bunu çalışanlarla paylaşabilmesi, ekip bağlılığını güçlendirmesi, çalışanları ortak amaçlar doğrultusunda motive etmesi, örgütsel politika ve sistemleri anlayarak hizmetlerin bütünleşmesini sağlaması ve çalışanların bilgi, beceri ve yetkinliklerini geliştirecek fırsatlar sunması beklenmektedir. Bu özelliklere sahip liderler hem çalışan memnuniyetinin artırılmasına hem de hasta bakım kalitesinin yükseltilmesine katkı sağlayarak sağlık hizmetlerinin etkinliğini ve sürdürülebilirliğini desteklemektedir (Özmutaf, 2019, s. 162–164).



Şekil 1. Etkili Sağlık Liderliği

Kaynak: Eren (2010) ve Özmutaf'ın (2019) liderlik yaklaşımlarından yararlanılarak yazar tarafından oluşturulmuştur.

3. Liderlik Kuramlarının Sağlık Alanında Yeniden Yorumlanması

Sağlık hizmetlerinde liderliğin değerlendirilmesi, liderlik kuramlarının büyük ölçüde farklı sektörlerde faaliyet gösteren örgütler için geliştirilmiş

olması ve daha sonra sağlık alanına uyarlanması nedeniyle diğer alanlara kıyasla daha karmaşık bir süreçtir (Al-Sawai, 2013, s. 285; Chatterjee et al., 2018, s. 39)).

Sağlık liderliğinin bu karmaşık süreçte stratejik rolü, hastaların beklenti ve ihtiyaçlarının dikkatle değerlendirilmesi, endişelerinin giderilmesi ve hizmet sunum süreci boyunca sürekli geri bildirim mekanizmalarının etkin bir şekilde işletilmesi gerekmektedir. Bununla birlikte sağlık hizmetlerinde benimsenen liderlik anlayışının destekleyici, erişilebilir, empatik, adil, saygılı, şefkatli ve güçlendirici özellikler taşıması büyük önem arz etmektedir. Etkili sağlık liderleri, çalışanların karar alma süreçlerine aktif katılımını teşvik etmeli, görev ve sorumlulukları açık bir biçimde tanımlamalı ve performans gelişimini destekleyen yapıcı geri bildirimler sunmalıdır. Bu tür liderlik davranışları, çalışan bağlılığını ve iş doyumunu artırırken bakım kalitesinin yükselmesine ve hasta güvenliğinin güçlenmesine de katkı sağlamaktadır (West et al., 2015, s. 2).

4. Sağlıkta Liderliğin Çok Boyutlu Etkileri

Sağlıkta liderlik; hasta bakım kalitesi, hasta güvenliği, çalışan memnuniyeti, örgütsel bağlılık, ekip çalışması, kurumsal performans ve yenilikçilik üzerinde çok boyutlu etkiler oluşturmaktadır. Bu nedenle liderlik, günümüz sağlık kurumlarında yalnızca yönetsel bir görev olarak değil, kaliteli ve sürdürülebilir sağlık hizmetlerinin sunulmasını sağlayan stratejik bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Northouse, 2021; (World Health Organization [WHO], 2020).

4.1. Hasta Güvenliği Üzerindeki Etkisi

Etkili liderlik, hasta güvenliğini tehdit eden olayların raporlanmasını artıran önemli faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Liderlik davranışları, çalışanların hata ve olay bildirimine yönelik tutumlarını doğrudan etkileyebilmekte ve kurumlarda hasta güvenliği kültürünün gelişmesine katkı sağlamaktadır. Özellikle destekleyici liderlik anlayışının benimsenmesi, çalışanların hata bildiriminde bulunma konusunda kendilerini daha güvende hissetmelerini sağlamaktadır. Bununla birlikte cezalandırıcı olmayan bir yaklaşımın benimsenmesi ve çalışanlara düzenli geri bildirim verilmesi, olay bildirim oranlarının artırılmasında önemli rol oynamaktadır ((Kim et al., 2014; Woo & Avery, 2021)).

Çalışanlara güven veren, açık iletişimi destekleyen ve öğrenme odaklı bir güvenlik kültürü oluşturan liderler, hata ve olay raporlama davranışlarını

duyarlılık, kapsayıcılık ve eşitlik ilkeleri doğrultusunda liderlik sergileyebilmek de giderek daha önemli hale gelmektedir ((Nawaz et al., 2021)).

- Stratejik Liderlik ve Vizyon Geliştirme

Etkili sağlık liderleri, örgütlerinin geleceğine yön verebilecek stratejik bir bakış açısına sahip olmalıdır. Bu kapsamda liderler, sağlık politikalarını ve sektörel eğilimleri analiz ederek uzun vadeli hedefler belirleyebilmeli ve bu hedeflere ulaşmak için uygun stratejiler geliştirebilmelidir. Stratejik liderlik, sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliği ve rekabet gücünün artırılması açısından kritik bir rol oynamaktadır (Northouse, 2021).

-Kriz Yönetimi ve Belirsizlikle Başa Çıkma

Sağlık sektöründe krizler çoğunlukla ani ve geniş kapsamlı etkiler doğurmaktadır. Bu nedenle sağlık liderlerinin kriz durumlarında hızlı, doğru ve etkili kararlar alabilme yetkinliğine sahip olması gerekmektedir. Özellikle COVID-19 pandemisi, liderlerin belirsizlik ortamında yönetim becerilerinin, uyum sağlama kapasitelerinin ve esnek karar alma süreçlerinin önemini açıkça ortaya koymuştur (Greenhalgh vd., 2020).

-Etkili İletişim ve Şeffaflık

Sağlık liderleri hem çalışanlar hem de hastalarla açık, anlaşılır, zamaında ve güvene dayalı bir iletişim kurabilmelidir. Etkili iletişim sayesinde bilgi akışı hızlanmakta, ekip üyeleri arasındaki iş birliği güçlenmekte ve olası yanlış anlaşılımların önüne geçilmektedir. Özellikle kriz ve belirsizlik dönemlerinde şeffaf iletişim, çalışanların kuruma duyduğu güveni artırmakta, kaygı düzeylerini azaltmakta ve örgütsel dayanıklılığı güçlendirmektedir (World Health Organization [WHO], 2020).

-Duygusal Zekâ ve Empati

Sağlık liderlerinin yüksek düzeyde duygusal zekâyâ sahip olması, ekiple rin etkin yönetimi ve çalışanların psikolojik iyi oluşunun desteklenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Duygusal zekâ; bireyin kendi duygularını tanıma ve yönetebilmesinin yanı sıra başkalarının duygularını anlayarak uygun tepkiler verebilme becerisini de kapsamaktadır. Sağlık hizmetleri gibi yoğun stres ve duygusal emek gerektiren ortamlarda duygusal zekâ düzeyi yüksek liderler, çalışanlarla daha etkili iletişim kurabilmekte, empatik ilişkiler geliştirebilmekte ve ekip içi iş birliğini güçlendirebilmektedir. Bu durum çalışan motivasyonunun artmasına, iş doyumunun desteklenmesine ve tükenmişlik riskinin azaltılmasına katkı sağlamaktadır (Goleman, 2020).

-Etik Liderlik ve Profesyonel Sorumluluk

Sağlık hizmetlerinin insan yaşamı ve hasta güvenliği üzerinde doğrudan etkili olması nedeniyle etik liderlik anlayışı sağlık kurumlarında kritik bir öneme sahiptir. Etik liderler, karar alma süreçlerinde adalet, dürüstlük, şeffaflık ve sorumluluk ilkelerini esas alarak hem çalışanlar hem de hizmet alan bireyler açısından güven ortamının oluşmasına katkı sağlar. Bu liderler, etik değerlere uygun davranışlarıyla çalışanlara rol model olmakta, etik ikilemelerin yönetilmesinde rehberlik etmekte ve örgütsel etik kültürün gelişimini desteklemektedir. Ayrıca hesap verebilirlik ilkesi doğrultusunda hareket ederek kurumsal güveni güçlendirmekte, çalışan bağlılığını artırmakta ve sağlık hizmetlerinin kalitesinin sürdürülebilirliğine katkı sağlamaktadır (Northouse, 2021).

- Takım Yönetimi ve İş Birliği

Etkili liderlik, ekip üyeleri arasında açık ve etkili iletişimin kurulmasını, karşılıklı güvenin geliştirilmesini ve iş birliği kültürünün güçlendirilmesini desteklemektedir. Liderlerin çalışanları destekleyen ve motive eden yaklaşımları, meslekler arası koordinasyonu artırmakta ve ortak amaçlara ulaşılmasını kolaylaştırmaktadır. Ayrıca olumlu liderlik davranışları, çalışanların iş ortamına ilişkin stres düzeylerini azaltarak daha verimli ve etkili çalışmalarına katkı sağlamaktadır (Nawaz & Khan, 2021).

-Değişim Yönetimi ve Yenilikçilik

Sağlık sistemleri; teknolojik gelişmeler, demografik değişimler, sağlık politikalarındaki dönüşümler ve artan hizmet beklentileri nedeniyle sürekli bir değişim süreci içerisinde. Bu nedenle sağlık liderlerinin değişime uyum sağlayabilme ve değişim süreçlerini etkin bir şekilde yönetebilme becerisine sahip olmaları kritik bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir. Değişim yönetimi becerisi, yeni teknolojilerin sağlık hizmetlerine entegrasyonu, bakım süreçlerinin iyileştirilmesi ve hizmet kalitesinin artırılması açısından önemli bir rol oynamaktadır. Yenilikçi liderler, değişime direnç gösteren unsurları etkili stratejilerle yöneterek çalışanların değişim süreçlerine katılımını teşvik etmekte ve örgütsel öğrenmeyi desteklemektedir. Ayrıca değişimi bir tehdit yerine gelişim ve iyileşme fırsatı olarak değerlendiren liderler, kurumların değişen sağlık ihtiyaçlarına daha hızlı uyum sağlamasına ve sürdürülebilir başarı elde etmesine katkıda bulunmaktadır. Bu bağlamda değişim yönetimi ve yenilikçilik, çağdaş sağlık liderlerinin sahip olması gereken temel yetkinlikler arasında yer almaktadır (World Health Organization, 2020).

-Karar Verme ve Problem Çözme

Sağlık liderleri, karmaşık sağlık sorunları, sınırlı kaynaklar ve zaman baskısı altında çoğu zaman kritik kararlar almak zorundadır. Bu nedenle analitik düşünme, kanıta dayalı karar verme ve etkili problem çözme becerileri sağlık liderliği açısından temel yetkinlikler arasında yer almaktadır. Analitik düşünme, liderlerin mevcut durumu sistematik bir şekilde değerlendirmelerine ve olası seçeneklerin sonuçlarını öngörmelerine yardımcı olurken, kanıta dayalı karar verme yaklaşımı bilimsel verilerin, klinik göstergelerin ve örgütsel ihtiyaçların birlikte değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte problem çözme becerisi, sağlık hizmeti sunumunda ortaya çıkan karmaşık sorunların etkin bir şekilde yönetilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu yetkinlikler sayesinde liderler, hasta güvenliğini destekleyen, kaynakların verimli kullanımını sağlayan ve hizmet kalitesini artıran kararlar alabilmektedir. Dolayısıyla analitik düşünme ve kanıta dayalı karar verme becerileri, sağlık hizmetlerinin etkinliği, verimliliği ve sürdürülebilir kalitesi üzerinde doğrudan etkili olmaktadır (Northouse, 2021).

-Kültürel Duyarlılık ve Kapsayıcılık

Küreselleşen dünyada sağlık hizmetlerinin farklı kültürel, etnik ve sosyal gruplara sunulması, sağlık liderlerinin kültürel duyarlılık ve kültürel yeterlilik geliştirmelerini zorunlu kılmaktadır. Kültürel açıdan yetkin liderler, bireylerin farklı değer, inanç ve beklentilerini dikkate alarak daha kapsayıcı bir çalışma ve bakım ortamı oluşturabilmektedir. Kapsayıcı liderlik yaklaşımı, sağlık çalışanları arasında çeşitliliğe saygıyı teşvik etmekte, ekip içi iş birliğini güçlendirmekte ve örgütsel bağlılığı artırmaktadır. Ayrıca farklı kültürel özelliklere sahip hasta gruplarının ihtiyaçlarının daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayarak hasta memnuniyetini ve bakım kalitesini desteklemektedir. Bu nedenle kültürel duyarlılık ve kapsayıcı liderlik, günümüz sağlık liderlerinin sahip olması gereken önemli yetkinlikler arasında yer almaktadır. (Nawaz & Khan, 2021).

6. Sağlık Sistemlerinde Liderliğin Geleceği: Küresel Eğilimler ve Yenilikler

Sağlık sistemlerinde yaşanan dijital dönüşüm, liderlik rollerinin yeniden tanımlanmasına neden olmaktadır. Yapay zekâ, büyük veri analitiği, tele-sağlık uygulamaları ve dijital sağlık platformlarının yaygınlaşması, sağlık yöneticilerinin teknik bilgi ve becerilerinin yanı sıra dijital yetkinliklere de sahip olmalarını gerektirmektedir. Bu bağlamda liderlerin, veri temelli karar alma süreçlerini etkin bir şekilde yönetebilmesi, yenilikleri kurumsal yapıya

entegre edebilmesi ve değişime uyum sağlayabilen organizasyonlar oluşturabilmesi önem arz etmektedir. Dijitalleşme süreci aynı zamanda sağlık hizmetlerinin erişilebilirliğini artırmakta, ancak bu süreçte etik, veri güvenliği ve hasta mahremiyeti gibi konuların da dikkatle ele alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü'nün World Health Organization (2020) raporunda da vurgulandığı üzere, sürdürülebilir ve etkili sağlık sistemlerinin oluşturulmasında liderlik kapasitesinin güçlendirilmesi temel öncelikler arasında yer almaktadır. Bu doğrultuda, sağlık liderlerinin sürekli gelişimini destekleyen eğitim programlarının yaygınlaştırılması, örgütsel yapıların liderliği teşvik edecek şekilde düzenlenmesi ve liderlik yaklaşımlarının güncel küresel eğilimler doğrultusunda yeniden ele alınması gerekmektedir.

Sağlık sistemlerinde liderliğin geleceği; teknolojik yenilikler, küresel sağlık dinamikleri ve toplumsal ihtiyaçlar doğrultusunda şekillenmeye devam edecektir. Bu süreçte etkili liderlik, yalnızca örgütsel performansı artıran bir unsur değil, aynı zamanda sağlık hizmetlerinin kalitesini, erişilebilirliğini ve sürdürülebilirliğini güvence altına alan stratejik bir güç olarak değerlendirilmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada, liderlik kavramı ve liderlik yaklaşımları sağlık hizmetleri bağlamında ele alınarak, değişen sağlık sistemi içerisinde liderliğin rolü çok yönlü bir perspektiften değerlendirilmiştir. Özellikle günümüz sağlık kurumlarının karşı karşıya olduğu yapısal dönüşümler, artan hizmet talepleri ve kalite beklentileri, liderliğin yalnızca yönetsel bir işlev değil, aynı zamanda stratejik bir gereklilik olduğunu ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, liderlik yaklaşımlarının tarihsel gelişimi ve uygulamadaki yansımaları incelenerek, sağlık hizmetlerinin etkinliği ve sürdürülebilirliği açısından liderliğin önemi vurgulanmıştır.

Bu bağlamda, sağlık kurumlarında liderlik ve insan kaynakları yönetiminin bütüncül bir anlayışla ele alınması, çalışanların potansiyelini ortaya çıkaran, örgütsel bağlılığı güçlendiren ve kaliteli sağlık hizmetlerinin sürdürülebilirliğini destekleyen temel bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak, sağlık kurumlarında görev yapan yöneticilerin yalnızca yönetsel bilgi ve becerilere sahip olmaları yeterli olmayıp; aynı zamanda vizyoner, etik değerlere bağlı, ekip çalışmasını teşvik eden ve öğrenen örgüt kültürünü destekleyen liderlik özelliklerini geliştirmeleri gerekmektedir. Bu

çerçevede liderlik gelişimine yönelik eğitim programlarının yaygınlaştırılması, liderlik algılarının çalışanlar düzeyinde düzenli olarak değerlendirilmesi ve örgütsel yapıların liderliği destekleyecek biçimde yeniden yapılandırılması, sağlık hizmetlerinin etkinliği ve sürdürülebilirliği açısından önemli bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- Al-Sawai, A. (2013). Leadership of healthcare professionals: Where do we stand? *Oman Medical Journal*, 28 (4), 285–287. <https://doi.org/10.5001/omj.2013.79>
- Chia-Huei Ju, Lan, Y., Li, C., Feng, W., & You, X. (2019). The mediating role of workplace social support on the relationship between trait emotional intelligence and teacher burnout. *Teaching and Teacher Education*, 82, 81–89.
- Chatterjee, R., Suy, R., Yen, Y., & Chhay, L. (2018). Literature review on leadership in health-care management. *Journal of Social Science Studies*, 5 (1), 38–47.
- Cummings, G. G., Tate, K., Lee, S., Wong, C. A., Paananen, T., Micaroni, S. P. M., & Chatterjee, G. E. (2021). Leadership styles and outcome patterns for the nursing workforce and work environment: A systematic review. *International Journal of Nursing Studies*, 85, 19–60.
- Eren, E. (2010). Örgütsel davranış ve yönetim psikolojisi (12. bs.). Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Fleishman, E. A. (1973). Twenty years of consideration and structure. In E. A. Fleishman & J. G. Hunt (Eds.), *Current developments in the study of leadership* (pp. 1–37). Southern Illinois University Press.
- Greenhalgh, T., Koh, G. C. H., & Car, J. (2020). Covid-19: A remote assessment in primary care. *BMJ*, 368, m1182. <https://doi.org/10.1136/bmj.m1182>
- Goleman, D. (2020). *Emotional intelligence: Why it can matter more than IQ* (25th anniversary ed.). Bantam Books.
- Kim, M. Y., Kang, S., Kim, Y. M., & You, M. (2014). Nurses' willingness to report near misses: A multilevel analysis of contributing factors. *Social Behavior and Personality: An International Journal*, 42 (7), 1133–1146.
- Navaz, S., Zaman, A., & Khan, S. U. (2021). Dönüşümcü liderlik ve mesleki stres: Örgüt politikasının aracılık rolü. *Sosyal Araştırma Geliştirme Dergisi*, 2 (1), 54–67. <https://doi.org/10.53664/JSRD/02-01-2021-06-54-67>
- Northouse, P. G. (2021). *Leadership: Theory and practice* (9th ed.). SAGE Publications
- Nedim Özmutaf (2019). Sağlık hizmetlerinde liderlik. İçinde A. Tengilimoğlu (Ed.), *Sağlık kurumları yönetimi* (ss. 151–168). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Özmutaf, N. M. (2019). Sağlık hizmetlerinde liderlik. İçinde A. Tengilimoğlu (Ed.), *Sağlık kurumları yönetimi* (ss. 151–168). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Sammer, C. E., Lykens, K., Singh, K. P., Mains, D. A., & Lackan, N. A. (2010). What is patient safety culture? A review of the literature. *Journal of Nursing Scholarship*, 42 (2), 156–165. <https://doi.org/10.1111/j.1547-5069.2009.01330.x>
- Schein, E. H., & Schein, P. A. (2017). *Organizational culture and leadership* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Tengilimoğlu, D. (2005). Hizmet işletmelerinde liderlik davranışları ile örgüt kültürü arasındaki ilişkinin belirlenmesine yönelik bir araştırma. *Ticaret ve Turizm Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 23–45.
- Tengilimoğlu, D. (2014). *Sağlık işletmeleri yönetimi* (6. bs.). Nobel Akademik Yayıncılık.
- West, M., Armit, K., Eckert, R., West, T., & Lee, A. (2015). *Leadership and leadership development in healthcare: The evidence base*. The King's Fund.

- Woo, T., & Avery, E. J. (2021). The role of nurse leaders in cultivating a just culture and promoting error reporting: A systematic review. *Journal of Nursing Management*, 29 (8), 2523–2532.
- World Health Organization. (2020). State of the world's nursing 2020: Investing in education, jobs and leadership. World Health Organization.
- Yusuf, Y., & Irwan, A. M. (2021). The influence of nurse leadership style on the culture of patient safety. *Enfermería Clínica*, 31 (Suppl. 2), S701–S704. <https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2021.10.020>.

YAPAY ZEKÂ TEMELLİ DİYABET HASTALIĞININ YÖNETİMİ VE HEMŞİRELİK YAKLAŞIMLARI

Elif Sena AKIN

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İç Hastalıkları
Hemşireliği Anabilim Dalı, Burdur/Türkiye, elifakings@gmail.com,
ORCID:0009-0006-9700-3743

Doç. Dr. Hatice CEYLAN

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Sağlık Yüksekokulu, İç Hastalıkları
Hemşireliği Anabilim Dalı, Bucak/Burdur, hceylan@mehmetakif.edu.tr,
ORCID:0000-0001-6423-6010

1.Giriş

Diyabet mellitus (DM), sıklıkla kandaki glikoz seviyesinin artması nedeniyle hiperglisemik durumla karakterize edilen uzun süreli, bulaşıcı olmayan bir metabolik hastalıktır. Diyabet hastalığının farklı türleri vardır, en yaygın olanları ise tip 1 diyabet ve tip 2 diyabettir (Gupta vd., 2024; Solís vd.,2023).

Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) 2004 yılında yaptığı tahminlere göre diyabet hastası sayısının 2000 yılında 171 milyon oranından, 2030 yılına kadar olan süreçte 366 milyona çıkması bekleniyordu. Fakat Uluslararası Diyabet Federasyonu'nun (IDF) son tahminlerine göre, diyabet hastası sayısının 2030 yılına kadar 552 milyona ulaşması öngörülmektedir (Abhari vd., 2019).

Tıbbi müdahalelerdeki ilerlemelere rağmen geleneksel tanı ve izleme yöntemleri, doğru tahminleri sağlamada yetersiz kalmaktadır. Bu durum gelişmiş hesaplama tekniklerinin entegrasyonunu gerektirmektedir (Alam vd., 2024). Son birkaç yıldır da diyabet sağlığı hizmetleri için yapay zekâ tabanlı araçların geliştirilmesi giderek artmaktadır. Yapay zekâ uygulamaları; diyabet bakımını dönüştürme, hastaların kan şekeri kontrolünü iyileştirmelerine, hipoglisemi ataklarını azaltmalarına ve komplikasyonları en aza indirmelerine yardımcı olma potansiyeline sahiptir (Li vd., 2020; Persson & Lovén ,2025).

Yapay zekâ (AI) birçok şekilde tanımlanmıştır. Ancak en çok kabul gören tanımı Boden'e göre bilgisayarların insanlar tarafından yapıldığında zekâ gerektirecek şeyleri yapabilme yeteneğidir. Yapay zekâ metodolojileri ve teknikleri son on yıldır tıp ve sağlık alanında da uygulanmaktadır (Rigla vd.,2018).

Hemşirelik bağlamında yapay zekâ ise sağlık hizmetlerinin sunulma biçimini yeniden tanımlamayı vaat eden ve en son teknolojilerin bir birleşimini temsil etmektedir. Yapay zekâ uygulamaları, elektronik sağlık kaydı yönetimi ve ilaç uygulaması da dahil olmak üzere geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Hemşireler, yapay zekâ destekli tanı teknolojilerini klinik ortamlara entegre ederek diyabet taramasının doğruluğunu ve verimliliğini artırabilirler (Rony vd., 2024; Mousa vd., 2025).

Bu çalışma yapay zekâ temelli diyabet hastalığının yönetilmesinde, hemşirelik bakımı ve yaklaşımını yapay zekâ entegrasyonlu bir biçimde ele alarak kanıta dayalı hemşirelik uygulamalarını geliştirmeyi amaçlamaktadır.

2.BULGULAR VE TARTIŞMA

2.1. Yapay Zeka Algoritması

Yapay Zeka (YZ), tipik olarak insan zekâsı gerektiren görevleri yerine getirebilen makineler yaratmayı amaçlayan ve hızla gelişen bir bilgisayar bilimi alanıdır. Yapay zekâ; makine öğrenimi (ML), derin öğrenme (DL) ve doğal dil işleme (NLP) gibi çeşitli teknikleri içerir. Büyük Dil Modelleri (LLM'ler) ise derin öğrenme tekniklerini ve devasa veri kümelerini kullanarak metin tabanlı yeni içerikleri anlamak, özetlemek, üretmek ve tahmin etmek için kullanılan bir yapay zekâ algoritması türü olarak açıklanabilir (Alowais vd.,2023).

2.2. Tip1/Tip2 Diabetes Mellitusun Tanımı ve Klinik Farklılıkları

Diabetes Mellitus (DM) kısaca diyabet olarak da bilinen, hiperglisemi ile beraber karmaşık bir metabolik bozukluktur. Hiperglisemi, insülin salgılanmasında veya insülin etkisinde ya da her ikisinde de meydana gelen anormalliklerden kaynaklanır. Karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmasında kronik heterojen bir şekilde işlev bozuklukları olarak kendini gösterir (Bandy vd.,2020).

Tip 1 diyabet, pankreas beta hücrelerinin otoimmün yıkımı sonucu ortaya çıkan ve mutlak insülin eksikliğine yol açan bir hastalıktır. Bu otoimmün süreç, pankreastaki insülin üreten hücrelere saldırarak insülin üretiminin tamamen durmasına yol açar. Bu durum hiperglisemiye sebep olur ve sıklıkla iştah artışına rağmen açıklanamayan kilo kaybıyla birlikte görülen poliüri, polidipsi ve polifaji gibi semptomları tetikler (Yameny,2025).

Tip 2 diyabette iki ana patolojik kusur vardır: Pankreas beta hücresinin işlev bozukluğu yoluyla bozulmuş insülin salgılanması ve insülin direnci yoluyla bozulmuş insülin etkisinin oluşması (Ozougwu vd.,2013).

Hastalığın ilerlemesi, insülin salgısının glikoz homeostazını koruyamamasına ve hiperglisemiye yol açar. Tip 2 diyabetli hastaların çoğu obezdir veya vücut yağ oranı yüksektir. Bu yağ oranı ağırlıklı olarak abdominal bölgede yoğunlaşmıştır (Galicia-Garcia vd.,2020).

2.3. Diyabet Hastalığının Görülme Sıklığı

Diyabet, en önemli hastalık ve ölüm nedenlerinden biridir. Dünya Sağlık Örgütü'nün 2016 raporuna göre, her yıl yaklaşık 1,5 milyon insanın diyabet nedeniyle öldüğü tahmin ediliyor (Ülgü vd.,2023). Uluslararası Diyabet Federasyonu (IDF) 2019 yılında diyabetin küresel yaygınlığının pandemi boyutlarına ulaştığını ve bu oranı %9 (463 milyon yetişkin) olarak bildirmiştir. Bir IDF çalışmasında çoğunluğu Tip 2 diyabet olan hastaların neredeyse yarısı (240 milyon) durumlarının farkında değildir ve bu nedenle teşhis edilmiş durumdadır (Sun vd., 2022; Ruze vd.,2023).

Diyabetin prevalansı ülkeler arasında büyük farklılıklar göstermektedir. 2019'da Kuveyt'de %22,0 olan bu oran İngiltere için %5,6'ya kadar değişmektedir. Örneğin, Çin'de yetişkin nüfusun %10,9'unun, diğer bir söylemle yaklaşık 100 milyon kişinin diyabet hastası olduğu tespit edilmiştir ve bu nüfusun yaklaşık 2/3'ünün ise teşhis edilmemiş olduğu belirlenmiştir. Yaş gruplarına bağlı olarak, küresel diyabet prevalansı 35-39, 45-49, 55-59 ve 65-69 yaş grupları için sırasıyla yaklaşık %5, %10, %15 ve %20 civarındadır (Cheng vd.,2021; Standl vd.,2019).

1997-1998 yılları arasında yapılan (Türkiye Diyabet, Hipertansiyon, Obezite ve Endokrinolojik Hastalıklar Prevalansı) TURDEP-I çalışmasında diyabet prevalansının %7,2 ve bozulmuş glukoz toleransı (IGT) prevalansının ise %6,7 olduğu anlaşılmıştır. İlk araştırmadan 12 yıl sonra yapılan TURDEP-II çalışmasında Türkiye'de diyabet prevalansının %13,7'ye yükseldiği ve prediyabet oranının da %30'un üzerinde olduğu görülmüştür (Satman vd., 2013).

Diyabetin giderek yaygınlaşması, diyabet ve diyabetik komplikasyonlara bağlı olarak ortaya çıkan yüksek oranda önlenebilir hastalık/ölüm oranları ve bununla ilişkili önemli ekonomik yük ise doğrudan diyabeti önemli bir sağlık sorunu haline getirmektedir (Guan vd.,2023).

2.4. Yapay Zeka Araçlarıyla Diyabet Hastalığının Yönetilmesi

Teknoloji yüzyılı ilerledikçe yirmi birinci yüzyıl, veri işleme anlayışımızı temelden değiştiren bilişim alanındaki yeniliklerle öne çıkmaktadır (Javanmard, 2024). Yapay zekâ kronik hastalıkların özellikle de diyabetin yönetiminde faydalı olma potansiyeline sahiptir. Yapay zekâ halihazırda genomik verilere dayanarak diyabet riskini tahmin etmek, elektronik sağlık kayıtları verilerine dayanarak diyabet teşhisi koymak, nefropati ve retinopati gibi komplikasyon riskini tahmin etmek ve ayrıca diyabetik retinopati teşhisinde kullanılmaktadır (Singla vd.,2019).

Tip 1 diyabetliler için karar desteği sağlayan yapay zekâ uygulamaları geliştirilmiştir. Bu uygulamalar seyrek olan hekim ziyaretleri arasında sıklıkla doğru insülin dozunu ayarlamakta yardımcı olma potansiyeli taşımaktadır. Bu sistem kişiye özel ve isteğe bağlı insülin bolusunu ayarlayabilir. Sürekli glikoz monitörleri (CGM) ile birleştiğinde, yapay zekâ tabanlı algoritmaları da kişiselleştirilmiş hipoglisemi tahmini yapabilir ve hipogliseminin önlenmesini sağlayabilir (Tyler & Jacobs ,2020).

Yapay zekâ tip 2 diyabet için erken teşhise yardımcı olarak hem hekimlere hem de hastalara fayda sağlamaktadır. Tip 2 diyabetli hastalarda insülin tedavisine başlandıktan sonra kısa veya uzun vadeli HbA1c yanıtının tahmini için denetimli olarak yapay zekâ ile klinik karar destek araçları geliştirilmiştir. Yapay zekâ, ilaç kullanımına yönelik yapılan müdahaleleri iyileştirmek ve diyabet hastalarında hastaneye yatış riskini tahmin etmek amacıyla sezgisel bir tahmin aracı olarak kullanılmıştır (Keshtkar vd.,2024; Ellahham,2020).

2.5. Diyabet Hastalığında Hemşirelik Bakımı ve Yapay Zekanın Entegrasyonu

Diyabet hastalığında, hastalığın yönetilmesi ve hemşirelik tanısının kolaylaştırılması için hemşire hastayı değerlendirmelidir. Bu değerlendirme aşamaları ise şunlardır: Hastanın muayenesinde diyabet tanısından önceki durumları (poliüri, polidipsi, polifaji, cilt kuruluğu, kilo kaybı, vajinal kaşıntı ve iyileşmeyen cilt lezyonları) hakkında veri toplanır. Hastanın öz yönetim durumu da anlama ve gerçekleştirme kapasitesine göre değerlendirilip, uzun süren hipergliseminin etkilerine yönelik olarak fizik muayenesi yapılır (Solís vd.,2023).

Diyabetin fizyolojisi ve tedavisi karmaşıktır. Başarılı hastalık yönetimi için çok sayıda müdahale gerektirir. Diyabet eğitimi ve hasta katılımı kritik

öneme sahiptir. Hastalar; diyetlerini (karbonhidrat ve toplam kalori kısıtlaması) yönetebildikleri, düzenli egzersiz yapabildikleri (haftada 150 dakika-dan fazla) ve glikoz seviyelerini bağımsız olarak takip edebildikleri zaman daha iyi sonuçlar elde edebilirler (Sapra vd. 2025).

Yapay zekâ destekli araçlar, hemşirelere gerçek zamanlı hasta verileri sağlar, bilinçli karar vermeyi mümkün kılar ve bireysel hasta ihtiyaçlarına göre uyarlanmış kişiselleştirilmiş bakım planlarını destekler. Yapay zekâ tabanlı teknolojiler diyabet tahmini, insülin danışmanlığı, komplikasyon takibi ve öz yönetim gibi alanlarda umut vaat etmektedir. Bu sayede sistem klinik düşünme ve tanısal muhakemeyi simüle ederek, hasta öykülerini ve muayene sonuçlarını birleştirip çeşitli teşhisler ve bunlara karşılık gelen tedavi seçenekleri üretebilir (Olorunfemi vd., 2025; Javanmard,2024).

3.SONUÇ VE ÖNERİLER

Diyabet dünya genelinde büyük oranda yayılım gösteren bulaşıcı olmayan kronik bir hastalıktır. Yapay zekâ ile beraber diyabet hastalıkları içerisinde en sık görülen tip 1 ve tip 2 diyabet hastalığının yönetilmesinde hem hekimlere hem de hasta ile birebir ilgilenen hemşireler için büyük bir fayda potansiyeli taşımaktadır. Hemşirelik bakımının yapay zekâ temelli teknolojilerle birlikte yürütülmesi doğru hemşirelik tanımlarının konulabilmesini sağlayabilir. Bu durum hasta için kişiselleştirilmiş bir bakım yaklaşımı sağlamaktadır. Diyabet hastalığının yapay zekâ işbirliği ile yönetilmesi hastaneye yatış durumunu tahmin etmede, komplikasyonları azaltmada ve sürekli glikoz takibinde uygun insülin boluslarının ayarlanmasında etkili olduğu görülmüştür. Hemşirelik bakımı açısından ise daha fazla yapay zekâ teknolojisinin klinik bakıma entegre edilerek uygulanması hastalar için olumludur.

Sonuç olarak diyabet hastalığının yönetimi karmaşık, hekim ve hemşire iş birliği ile uygulanması gereken bir olgu olarak ortaya çıkmaktadır. Yapay zekâ temelli diyabet yönetiminde hemşirelik yaklaşımları ise diyabetin zor ve karmaşık yapısından sıyrılmasına yardımcı olabilir. Bu sebeple yapay zekâ teknolojisini hemşirelik bakımına entegre ederek uygun hemşirelik yaklaşımı sağlamak gereklidir. Gelecekte ülkemiz için yapay zekâ teknolojisi temelli diyabet hastalığının yönetilmesi olgusunun hemşirelik bakımına da entegre edilmesi önerilmektedir.

4.KAYNAKÇA

Abhari, S., Kalhori, S. R. N., Ebrahimi, M., Hasannejadasl, H., & Garavand, A. (2019). Artificial intelligence applications in type 2 diabetes mellitus care: focus on machine learning methods. *Healthcare informatics research*, 25(4), 248-261.

- Alowais, S. A., Alghamdi, S. S., Alsuhebany, N., Alqahtani, T., Alshaya, A. I., Almohareb, S. N., & Albekairy, A. M. (2023). Revolutionizing healthcare: the role of artificial intelligence in clinical practice. *BMC medical education*, 23(1), 689.
- Banday, M. Z., Sameer, A. S., & Nissar, S. (2020). Pathophysiology of diabetes: An overview. *Avicenna journal of medicine*, 10(04), 174-188.
- Cheng, H. T., Xu, X., Lim, P. S., & Hung, K. Y. (2021). Worldwide epidemiology of diabetes-related end-stage renal disease, 2000–2015. *Diabetes care*, 44(1), 89-97.
- Ellahham, S. (2020). Artificial intelligence: the future for diabetes care. *The American journal of medicine*, 133(8), 895-900.
- Galicía-García, U., Benito-Vicente, A., Jebari, S., Larrea-Sebal, A., Siddiqi, H., Uribe, K. B., ... & Martín, C. (2020). Pathophysiology of type 2 diabetes mellitus. *International journal of molecular sciences*, 21(17), 6275.
- Guan, Z., Li, H., Liu, R., Cai, C., Liu, Y., Li, J., ... & Sheng, B. (2023). Artificial intelligence in diabetes management: advancements, opportunities, and challenges. *Cell Reports Medicine*, 4(10).
- Gupta S., Sharma N., Arora S. & Verma S. (2024) Diabetes: a review of its pathophysiology, and advanced methods of mitigation, *Current Medical Research and Opinion*, 40:5, 773-780, DOI: 10.1080/03007995.2024.2333440
- Javanmard, S. (2024). Revolutionizing Medical Practice: The Impact of Artificial Intelligence (AI) on Healthcare. *OA J Applied Sci Technol*, 2(1), 01-16.
- Keshtkar, A., Ayareh, N., Atighi, F., Hamidi, R., Yazdanpanahi, P., Karimi, A., & Dabbaghmanesh, M. H. (2024). Artificial intelligence in diabetes management: Revolutionizing the diagnosis of diabetes mellitus; A literature review.
- Li J, Huang J, Zheng L and Li X (2020) Application of Artificial Intelligence in Diabetes Education and Management: Present Status and Promising Prospect. *Front. Public Health* 8:173. doi: 10.3389/fpubh.2020.00173
- Mousa K.M., Mousa F.A., Abdelhamid N.M. (2025,December) Artificial Intelligence-Assisted Nursing Interventions for Predicting Diabetes Among Homeless Adults, PREPRINT (Version 1), Research Square [https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-8098429/v1]
- Olorunfemi, O., Ayodele, O. H., & Osunde, R. N. (2025). Applying Artificial Intelligence-Driven Approaches in Diabetes Care Nursing: Overcoming Challenges to Improve Patient Outcomes. *DY Patil Journal of Health Sciences*, 13(1), 8-16.
- Ozougwu, J. C., Obimba, K. C., Belonwu, C. D., & Unakalamba, C. B. (2013). The pathogenesis and pathophysiology of type 1 and type 2 diabetes mellitus. *J Physiol Pathophysiol*, 4(4), 46-57.
- Persson, V., & Lovén Wickman, U. (2025, April). Artificial Intelligence as a Tool for Self-Care in Patients with Type 1 and Type 2 Diabetes—An Integrative Literature Review. In *Healthcare* (Vol. 13, No. 8, p. 950). MDPI.
- Rigla, M., García-Sáez, G., Pons, B., & Hernando, M. E. (2018). Artificial intelligence methodologies and their application to diabetes. *Journal of diabetes science and technology*, 12(2), 303-310.
- Rony, M. K. K., Kayesh, I., Bala, S. D., Akter, F., & Parvin, M. R. (2024). Artificial intelligence in future nursing care: exploring perspectives of nursing professionals-a descriptive qualitative study. *Heliyon*, 10(4).
- Ruze R, Liu T, Zou X, Song J, Chen Y, Xu R, Yin X and Xu Q (2023) Obesity and type 2 diabetes mellitus: connections in epidemiology, pathogenesis, and treatments. *Front. Endocrinol.* 14:1161521. doi: 10.3389/fendo.2023.1161521
- Sapra, A., Bhandari, P., & Wilhite Hughes, A. (2021). *Diabetes (nursing)*. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL); 2025. PMID: 33760470.

- Satman, I., Omer, B., Tutuncu, Y., Kalaca, S., Gedik, S., Dinccag, N., Karsidag, K., Genc, S., Telci, A., Canbaz, B., Turker, F., Yilmaz, T., Cakir, B., Tuomilehto, J., & TURDEP-II Study Group (2013). Twelve-year trends in the prevalence and risk factors of diabetes and prediabetes in Turkish adults. *European journal of epidemiology*, 28(2), 169–180.
- Singla, R., Singla, A., Gupta, Y., & Kalra, S. (2019). Artificial intelligence/machine learning in diabetes care. *Indian journal of endocrinology and metabolism*, 23(4), 495-497.
- Solís, L. F. V., Sánchez, A. D. R. L., Martinez, C. A. O., López, A. M. V., & Guama, M. R. C. (2023). Nursing intervention in the care of patients with diabetes mellitus. *Sapientia: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 4(4), e23061-e23061.
- Standl, E., Khunti, K., Hansen, T. B., & Schnell, O. (2019). The global epidemics of diabetes in the 21st century: Current situation and perspectives. *European journal of preventive cardiology*, 26(2_suppl), 7-14.
- Sun, H., Saeedi, P., Karuranga, S., Pinkepank, M., Ogurtsova, K., Duncan, B. B., Stein, C., Basit, A., Chan, J. C. N., Mbanya, J. C., Pavkov, M. E., Ramachandaran, A., Wild, S. H., James, S., Herman, W. H., Zhang, P., Bommer, C., Kuo, S., Boyko, E. J., & Magliano, D. J. (2022). IDF
- Tyler, N. S., & Jacobs, P. G. (2020). Artificial intelligence in decision support systems for type 1 diabetes. *Sensors Journal*, 20(11), 3214.
- Ülgü, M., Gülkesen, K. H., Akünel, A., Ayvali, M. O., Zayim, N., Birinci, Ş., & Balci, M. K. (2023). Characteristics of diabetes mellitus patients in Turkey: An analysis of national electronic health records. *Turkish journal of medical sciences*, 53(1), 316-322.
- Yameny, A. A. (2025). Diabetes mellitus: a comprehensive review of types, pathophysiology, complications, and standards of care in diabetes 2025. *Journal of Medical and Life Science*, 7(1), 134-141.

KBRN TEHDİTLERİ ÇERÇEVESİNDE NÜKLEER RİSKLER VE AFET YÖNETİMİ: ETKİLER, KORUNMA YÖNTEMLERİ VE YÖNETİŞİM YAKLAŞIMLARI

Arş. Gör. Yağmur AYDIN ARIKAN

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulu
Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü

KBRN kavramı insan sağlığı, çevre, ekonomi, sosyal ve toplumsal sistemler üzerinde ciddi etkiler oluşturabilen tehlikeli maddelerin neden olduğu olaylar bütünüdür. Bu tür olaylar doğal süreçler, teknolojik kazalar ve kasıtlı saldırılar (terörizm veya savaş) sonucunda ortaya çıkabilmektedir. NATO ve Avrupa Birliği güvenlik belgelerinde CBRN tehdit ajanlarının kasıtlı ya da kazara yayılması sonucunda toplum güvenliği, insan sağlığı ve çevre üzerinde ciddi etkiler yaratabilecek olaylar olarak ifade edilmektedir. NATO'nun tanımına benzer şekilde Dünya Sağlık Örgütü (WHO) de bu tür olayları halk sağlığı açısından yüksek risk taşıyan ve uluslararası iş birliği gerektiren acil durumlar kapsamında değerlendirmektedir (NATO, 2019; European Commission, 2023; WHO, 2021)

KBRN tehditleri içerisinde yer alan nükleer tehditler, etkilerinin geniş coğrafyalara yayılabilmesi, uzun süreli çevresel sonuçlar doğurabilmesi ve yüksek can kayıplarına neden olabilmesi nedeniyle ayrı bir öneme sahiptir. Özellikle nükleer silahlar, savaş dönemlerinde kullanılan stratejik araçlar olmanın yanı sıra küresel güvenlik, afet yönetimi ve halk sağlığı açısından da önemli risk kaynakları olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle nükleer tehditlerin anlaşılabilmesi için öncelikle nükleer silahların yapısının, çalışma prensiplerinin ve oluşturdıkları etkilerin incelenmesi gerekmektedir.

Nükleer silahlar, atom çekirdeğinde meydana gelen fisyon veya füzyon reaksiyonları sonucunda açığa çıkan büyük miktardaki enerjiyi yıkıcı amaçlarla kullanan silahlardır. Bu silahlar, patlama etkisinin yanı sıra yoğun ısı, basınç ve radyasyon yayarak insan sağlığı, çevre ve altyapılar üzerinde geniş çaplı tahribata neden olabilmektedir. Nükleer silahların kullanımı, hedef bölgenin yanı sıra uzun vadede bölgesel ve küresel ölçekte sosyal, ekonomik ve çevresel sistemleri de etkileyebilmektedir. Bu nedenle nükleer silahlar KBRN tehditleri arasında en yüksek yıkıcılık potansiyeline sahip unsurlardan biri olarak kabul edilmektedir (Prävālie, 2014).

1. Nükleer Riskler

Nükleer enerjiler, amaçları doğrultusunda kullanıldığında güvenilir gözüktükçe de dikkat etmek gerekmektedir. Radyoaktif maddeler canlılarda geri dönülmez sonuçlara neden olmaktadır. Canlıların kalıtlarında hasara neden olmaktadır. Canlıların radyoaktif maddeye ne kadar maruz kaldığına bağlı olarak hücrelerde değişime, hücrelerin ölmesine, kısmi felce, kanserlere ve mutasyonlara neden olmaktadır (Özer ve Güngör, 2020; 1449). Dünyada ilk defa nükleer silah 1945 yılında Hiroşima ve Nagazaki'ye atılmıştır. Çok sayıda insan hayatını kaybetmiş, çok sayıda insan da sakat kalmıştır. Hiroşima'ya atılan 'Little Boy' atom bombasında 140.000 kişi hayatını kaybetmiştir. Uzun süren etkileriyle birlikte bu sayı 300.000'e yükselmiştir. Nükleer silahların etkileri nesilden nesile aktararak genetik hastalıklara yol açmış ve nükleer silahların atılmasından yıllar sonra kansere yakalanma oranları artmıştır.

Nükleer silahın etkisini belirleyen faktörler vardır. Bu faktörler; Nükleer silahların tek tek ve toplam güçleri, nükleer silahların türünün ne olduğu, patlamanın türünün ne olduğu, nükleer silahın atılacağı alanın yaşam alanı olup olmaması, atılan bölgenin yer şekillerinin nasıl olduğu, atılan bölgedeki nüfusun durumu, nükleer silahın düştüğü bölgede nüfusun dağılımı, nükleer silahın atıldığı bölgede yaşayanların KBRN (Kimyasal Biyolojik Radyolojik ve Nükleer) olaylarına karşı tutumu ve davranışları, nükleer silahların atıldığı bölgede sığınagın olup olmaması ve nükleer silahın atıldığı andaki iklim koşulları ve havanın rüzgarlı olup olmamasıdır (Arda, 2006;141).

Nükleer silahlar, atomun parçalanması ya da iki atomun bir araya gelmesiyle ortaya çıkan enerjiyle üretilir. Bu olaylara fisyon ve füzyon adı verilir. Fisyon, çok büyük bir atom çekirdeğinin parçalara ayrılıp iki çekirdeğe dönüşmesi olayına denir. Atom bombası da bu şekilde yapılmıştır. Füzyon ise iki adet hafif atomun çok yüksek miktarda ısı altında birleşmesiyle daha ağır bir atoma dönüşmesine denmektedir. Hidrojen silahları da bu şekilde yapılmıştır. Hem atom bombası hem de hidrojen bombası atıldıklarında benzer etkiler gösterir. Yıkıcı hasarlara neden olduklarından ve etkilerinin çok uzun yıllar boyunca devam ettiğinden nükleer silah olarak adlandırılmaktadır (AFAD, 2015).

1.1. Nükleer Risklerin Etkileri

Nükleer silahların ne kadar hasar vereceğini silahların ani ve kalıntı etkileri belirlemektedir. Nükleer silahların en önemli özellikleri patlama, yani

blast ve şok etkileridir. Nükleer silahların etkileri, atıldığı çevrenin özelliklerine, atılan nükleer silahın gücüne ve patlamanın meydana geldiği noktaya bağlı olarak değişmektedir. Nükleer silahların patlama gücüne bağlı olarak kilometrelerce genişlikteki alanları kirletmekte ve ciddi, kalıcı hasarlara neden olmaktadır. Kilometrelerce genişlikte kirlenen alanları temizlemek için özel aletlere ve donanımlı afet personeline ihtiyaç vardır.

Nükleer patlamalar, havada patlama, zeminde patlama, zemin altında patlama ve yüksek irtifada patlama olarak sınıflandırılmaktadır (Bozbiyük vd., 2001, s. 387). Havada patlama; bir diğer adıyla havada infilak olarak adlandırılmaktadır. Bombanın havada patlaması yaratmış olduğu yıkıcı etkiyi artırmaktadır. Yüzeyde patlama ise zeminde meydana gelen patlamalarda bomba zemine ulaştığı anda gerçekleşmektedir. Havada meydana gelen patlamaya kıyasla daha fazla miktarda toprak ve beton parçası etrafa yayılmaktadır. Yeryüzündeki binaların neredeyse hepsi yıkılmaktadır. Bu binaların oluşturduğu toz bulutu ve beton parçaları nükleer kirliliğe neden olacaktır (Köse, 2018, s. 4-5). Yüksek irtifada patlama; yüksek irtifada meydana gelen patlamalarda ortaya bir elektromanyetik titreşim dalgası çıkmaktadır ve bu dalga elektrik ile çalışan tüm aletleri bozmaktadır. Yüksek irtifada meydana gelebilecek herhangi bir nükleer patlama sonucunda ortaya çıkan elektromanyetik darbeye karşı haberleşme sisteminin etkilenmemesi için önlemler alınması gerekmektedir (Işık, 2008, s. 41).

Nükleer savaş ajanları olarak kullanılan nükleer silahların etkileri, ani etkiler ve kalıntı etkiler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Nükleer silahların ani etkileri patlama meydana geldikten sonra ilk bir dakika içerisinde gerçekleşmektedir. Bu ani etkiler: ısı, ışık, ani nükleer radyasyon, basınç ve patlamadır. Kalıntı etkileri nükleer silah atıldıktan sonra yarım saat ile bir saat arasında meydana gelmektedir. Kalıntı etkiler yüzdelik dilimde gösterilecek olursa %5'i ani nükleer radyasyon, %50'si basıncın etkisiyle meydana gelen patlama, %35'i ışıkla gelen ısı, %10'u da nükleer radyasyondur (Yücel, 2019, s. 27). Kalıntı etkilerin meydana gelmesi için silahın yere yakın bir yerde patlaması gerekmektedir. Daha önce atılan iki nükleer silah havada infilak etmiştir. Yerde infilak etmesi için yerden yüksekliği maksimum 180 metre olmalıdır (Anonim, 2018, s. 4).

Nükleer silahların insanlar üzerindeki etkileri, açığa çıkan radyoaktif maddelerin miktarına bağlı olarak çok kısa sürede meydana gelen etkiler ve uzun yıllar sonra ortaya çıkan etkiler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Rad-

yasyonun çok az miktarının bile insanlar üzerinde olumsuz etkileri mevcuttur; ancak vücut bağışıklık sistemi az miktarda olan radyasyonu belirli bir seviyeye kadar tolere etmektedir (Uşaklı, 2004, s. 10). Nükleer patlamanın meydana geldiği anda ortaya çıkan ilk etkilere ani (akut) etkiler denilmektedir. İnsan vücudunda ağır derecede yanıklara, saç ve saç derisinin dökülmesine, hücre ölümüne ve insan ölümlerine neden olmaktadır. Radyasyonun bu belirtilere neden olması, kişinin maruz kaldığı dozun miktarı açısından büyük önem taşımaktadır. Yüz ile bin rad arasındaki dozlar akut etkilere neden olmakta; bin rad üzerindeki radyasyon dozunda ise kesin ölümler meydana gelmektedir (Taner, 1983, s. 15; Gökoğlan vd., 2020, s. 290).

Radyasyonun etkileri üzerine deney hayvanlarında yapılan bir çalışmada, hayvanların çok fazla miktarda radyasyona maruz kalması sonucunda vücutta kanserli hücrelerin arttığı, ciltte erken yaşlanmaların gözlemlendiği, gebelikte radyasyona maruz kalma durumunda erken doğum ve düşüklere sebep olduğu, bebeklerde normal olmayan belirtiler gözlemlendiği ve radyasyonun bir sonraki nesile aktarılacak genlerde bozulmalar meydana geldiği tespit edilmiştir (Altın & Kaptan, 2006, s. 3).

Nükleer silahların yol açtığı zararlar, insanlar üzerinde büyük korku ve paniğe neden olmaktadır. Nükleer silahların etkileri çok uzun yıllar sürmektedir. Nükleer savaşların insanlar üzerinde psikolojik etkisi de oldukça fazladır. Hiroşima ve Nagazaki'deki görüntüler insanlar üzerinde derin bir korku oluşturmuştur (Oğuz, 2014, s. 6).

Radyasyonun sağlık üzerindeki etkileri belirli faktörlere bağlıdır. Bu faktörler: radyasyonun türü, maruz kalınan doz miktarı, doz hızı, maruz kalan vücut parçası, kişinin yaşı, biyolojik farklılıklar, ısı ve kimyasal ajanlardır (Yeyin, 2015, s. 142)

1.2. Nükleer Kazalar

Nükleer silahlar ve radyasyonun insan sağlığı ile çevre üzerindeki etkileri teorik ve deneysel çalışmalarla ortaya konulmuş olmakla birlikte, tarihte meydana gelen büyük nükleer kazalar bu etkilerin gerçek yaşam koşullarındaki sonuçlarını gözler önüne sermektedir. Bu nedenle nükleer risklerin kapsamlı biçimde değerlendirilebilmesi için önemli nükleer kazaların incelenmesi gerekmektedir.

Nükleer risklerin anlaşılması ve etkili risk yönetişimi mekanizmalarının geliştirilmesi açısından tarihte meydana gelen büyük nükleer kazalar önemli dersler sunmaktadır. Bu kazalardan ilki olan Three Mile Island kazası, 1979

yılında Amerika Birleşik Devletleri'nde meydana gelmiş ve reaktör çekirdeğinde kısmi erimeye yol açmıştır. Her ne kadar çevreye yayılan radyasyonun sınırlı düzeyde olduğu belirtilse de, olay nükleer tesis güvenliği, acil durum planlaması ve kamuoyu risk iletişimi alanlarında önemli değişikliklerin gerçekleştirilmesine öncülük etmiştir. 1986 yılında Ukrayna'daki Çernobil Nükleer Santrali'nde meydana gelen kaza ise tarihin en ağır nükleer felaketlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Patlama sonucunda atmosfere yayılan radyoaktif iyot ve sezyum izotopları geniş coğrafyaları etkilemiş, özellikle çocukluk döneminde iyot-131 maruziyetine bağlı tiroid kanseri riskinde anlamlı artışlar tespit edilmiştir. Cardis ve arkadaşlarının yürüttüğü epidemiyolojik çalışmada, çocukluk çağında iyot-131'e maruz kalan bireylerde tiroid kanseri riskinin belirgin şekilde arttığı ortaya konulmuştur. 2011 yılında Japonya'da meydana gelen Büyük Doğu Japonya Depremi ve ardından oluşan tsunami sonucunda Fukushima Daiichi Nükleer Santrali'nde yaşanan kaza ise doğal afetler ile teknolojik afetlerin birleştiği "NaTech" olaylarının en önemli örneklerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Elektrik sistemlerinin ve soğutma mekanizmalarının devre dışı kalması sonucunda üç reaktörde çekirdek erimesi meydana gelmiş, geniş çaplı tahliyeler gerçekleştirilmiş ve uzun dönemli sağlık izleme programları başlatılmıştır. Fukushima Sağlık Yönetim Araştırması kapsamında yürütülen çalışmalar, radyasyon maruziyetinin fiziksel etkilerinden ziyade tahliye, yer değiştirme ve belirsizlik kaynaklı psikososyal etkilerin de halk sağlığı açısından önemli sonuçlar doğurduğunu göstermiştir. Çernobil, Three Mile Island ve Fukushima kazaları birlikte değerlendirildiğinde, nükleer risklerin teknik güvenlik sorununun olmadığını, bu sorunun yanında afet risk azaltma, halk sağlığı yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik, kriz iletişimi ve çok paydaşlı yönetim yaklaşımlarını gerektiren karmaşık bir güvenlik alanı olduğu görülmektedir. Bu nedenle günümüzde nükleer risk yönetimi, reaktör güvenliğinin ötesinde erken uyarı sistemleri, acil durum hazırlığı, toplum farkındalığı, sağlık gözetimi ve uluslararası iş birliği mekanizmalarını içeren bütünsel bir afet yönetimi perspektifiyle ele alınmaktadır (Cardis et al., 2005; Hatch et al., 2005; Yasumura et al., 2012).

1.3. Nükleer Savaşın Sonuçları

Nükleer savaşlar, insanlık tarihi boyunca karşılaşılabilecek en yıkıcı afet ve güvenlik tehditlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Nükleer patlamalar sonucunda ortaya çıkan şok dalgası, aşırı ısı, iyonlaştırıcı radyasyon ve radyoaktif serpinti; kısa sürede çok sayıda insanın ölümüne ve yaralanmasına neden olmaktadır. Bunun yanında sağlık sistemleri, ulaşım ağları, enerji

altyapıları ve haberleşme sistemleri gibi kritik altyapılar ciddi ölçüde zarar görmekte, toplumların normal işleyişi kesintiye uğramaktadır (AFAD, 2018).

Nükleer bir çatışmanın ardından meydana gelen can kayıpları ve yaralanmalar, iş gücünün azalmasına ve ekonomik faaliyetlerin önemli ölçüde yavaşlamasına neden olmaktadır. Özellikle enerji üretim tesisleri, sanayi kuruluşları, ulaşım ağları ve lojistik sistemlerin zarar görmesi; üretim, ticaret ve hizmet sektörlerinde ciddi aksamalara yol açmaktadır. Tarımsal üretimde kullanılan ekipmanların zarar görmesi, yakıt ve gübre temininde yaşanan güçlükler ile tarım alanlarının radyoaktif kirlenmeye maruz kalması, gıda güvenliği üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır. Bu durum uzun vadede ekonomik kayıpların artmasına ve toplumsal refahın azalmasına neden olmaktadır (Karabulut ve Baran, 2023).

Nükleer patlamaların çevresel etkileri de oldukça geniş kapsamlıdır. Radyoaktif serpinti nedeniyle toprak, su ve hava kirlenebilmekte, ekosistemler zarar görebilmekte ve doğal yaşam üzerinde uzun süreli etkiler ortaya çıkabilmektedir. Patlama sonrasında atmosfere yükselen büyük miktardaki toz, duman ve partiküllerin güneş ışınlarını engelleyerek küresel sıcaklıklarda düşüşe yol açabileceği, bu durumun ise literatürde "nükleer kış" olarak adlandırıldığı belirtilmektedir. Nükleer kış senaryolarının tarımsal üretimi azaltabileceği ve küresel ölçekte gıda krizlerine neden olabileceği ifade edilmektedir (Karabulut ve Baran, 2023; Hakkıoğlu Tüylüoğlu ve Türkan, 2023; AFAD, 2018).

Hiroşima ve Nagazaki örnekleri, nükleer silahların patlama anının yanında uzun yıllar boyunca sağlık, çevre ve sosyoekonomik sistemler üzerinde etkiler oluşturabileceğini göstermektedir. Radyasyona maruz kalan bireylerde kanser başta olmak üzere çeşitli sağlık sorunlarının görülme riskinin arttığı, çevresel kirlenmenin ise uzun süre devam edebildiği bildirilmektedir. Bu nedenle nükleer savaşlar askeri bir tehdit olmaktan ziyade halk sağlığı, çevre ve sürdürülebilir kalkınma açısından küresel bir risk olarak değerlendirilmektedir (Şakacı, 2008; Hakkıoğlu Tüylüoğlu ve Türkan, 2023).

Nükleer silahların etkileri patlama bölgesiyle sınırlı kalmamakta, küresel ölçekte çevresel ve iklimsel değişikliklere de neden olabilmektedir. Bu kapsamda ortaya atılan nükleer kış teorisi, büyük ölçekli nükleer savaşlar sonucunda meydana gelen yangınlardan atmosfere yükselen yoğun is ve duman tabakalarının güneş ışınlarının yeryüzüne ulaşmasını engelleyeceğini öne

sürmektedir. Atmosferin üst katmanlarına taşınan bu partiküller, küresel sıcaklıklarda belirgin düşüslere yol açarak iklim sistemlerini uzun süre etkileyebilmektedir. Yapılan iklim modellemeleri, sınırlı ölçekli bir nükleer çatışmanın dahi stratosfere milyonlarca ton siyah karbon taşıyabileceğini ve bunun sonucunda küresel sıcaklıklarda azalma, yağış rejimlerinde değişiklik ve güneş radyasyonunda önemli ölçüde düşüş meydana gelebileceğini göstermektedir (Robock et al., 2007; Toon et al., 2007).

Atmosferde meydana gelen bu değişiklikler, tarımsal üretim üzerinde ciddi olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Küresel sıcaklıklardaki düşüş, büyüme sezonlarının kışalmasına, fotosentez faaliyetlerinin azalmasına ve başta buğday, mısır ve pirinç olmak üzere temel tarım ürünlerinin verimlerinde önemli kayıplara neden olmaktadır. Özellikle Çin, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa'da gerçekleştirilen modelleme çalışmaları, bölgesel bir nükleer savaşın ardından tarımsal üretimde yıllarca sürebilecek düşüşlerin yaşanabileceğini ortaya koymuştur (Xia et al., 2022). Tarımsal üretimde meydana gelen bu azalma, küresel gıda arzını doğrudan etkileyerek gıda güvenliği sorunlarını beraberinde getirmektedir. Yapılan güncel araştırmalar, küresel ölçekte büyük bir nükleer savaşın ardından milyarlarca insanın açlık riskiyle karşı karşıya kalabileceğini ve bunun modern tarihin en büyük insani krizlerinden birine dönüşebileceğini göstermektedir (Xia et al., 2022).

Nükleer kışın etkileri sadece insan topluluklarıyla sınırlı kalmamakta, doğal ekosistemler üzerinde de önemli sonuçlar doğurmaktadır. Güneş ışığındaki azalma, sıcaklık değişimleri ve radyoaktif kirlenme; kara ve su ekosistemlerinde tür çeşitliliğinin azalmasına, habitat kayıplarına ve ekolojik dengelerin bozulmasına neden olabilmektedir. Özellikle bitki örtüsündeki değişimler, besin zincirinin üst basamaklarında yer alan canlıları da etkileyerek uzun vadeli ekolojik bozulmalara yol açmaktadır. Bu nedenle nükleer savaşların çevresel etkileri kısa süreli radyasyon maruziyetiyle sınırlı olmayıp, iklim, tarım, gıda sistemleri ve biyolojik çeşitlilik üzerinde küresel ölçekte ve nesiller boyunca devam edebilecek sonuçlar ortaya çıkarabilmektedir (Robock et al., 2007; Toon et al., 2007; Xia et al., 2022).

2. Nükleer Savaşlarda Afet Yönetimi

2.1. Risk Azaltma ve Hazırlık

Nükleer savaşlar ya da kazalar, insan kaynaklı afetlerin içerisinde yer almaktadır. Dünyada nükleer silahların kullanılması yasaklanmıştır. Nükleer silahların kullanılması tüm insanlara ve çevreye oldukça zararlı olacaktır

aşikârdır. Bir nükleer silahın patlaması, çok fazla sayıda suçu olmayan insanın ölümüne neden olacak ve yayılan radyasyona bağlı olarak kilometrelerce uzaklıktaki alana yayılarak tarımı ve çevreyi tahrip edecektir. Hiroşima ve Nagazaki'ye atılan atom bombasında olduğu gibi bu etkiler uzun süreli olup doğacak olan yeni nesillerin hem genetiklerinde değişikliğe sebep olacak hem de yaşam alanları tehlike altında olacaktır (Karaduman,2015;95).

Nükleer silahların ilk örnekleri Hiroşima ve Nagazaki olsa da, o yıllardan bu yana nükleer güçler büyük ölçüde geliştirilmiştir. Şu an kullanılacak bir nükleer silahın etkisi, o zaman kullanılan nükleer silahın etkisinden kat kat daha fazla olacaktır. Nükleer silahların kullanılması yasaklansa da nükleer enerji santrallerine yönelik terör örgütlerine saldırı ihtimali, yetkili kişileri tedirgin etmektedir. Nükleer silahlar kullanıldıktan sonra onlara karşı önlem almak pek mümkün olmamaktadır. Nükleer silahların yıkım gücü oldukça fazladır ve çok fazla sayıda insan etkilenmektedir. Devlet adamlarını korumak mümkün olsa da çevreyi ve masum insanları korumak çok mümkün değildir (Kaya, 2019; 407). Nükleer terör saldırılarını önlemek için afet yönetim sistemlerinde yer verilmesi gerekmektedir. Nükleer terör saldırıları olmaması için güvenlik önlemlerinin artırılması ve herhangi bir saldırı anında nasıl davranılması gerektiği önceden planlanması gerekmektedir. Mevcut sığınakların sağlam olup olmadığı aralıklarla denetlenmeli ve sığınak mevcut değilse, olabilecek bir saldırı anında saklanma alanları belirlenmelidir.

Nükleer silahlar bazı durumlarda istenmeyen kişilerin eline geçmekte ve kötü amaçlarla kullanılmaktadır. Nükleer silahların güvenliği oldukça önemlidir ve devletlerin güvenliğini sağlamak için alınan önlemler gözden geçirilmelidir. Nükleer maddelerin depolanması konusundaki yönetmeliklerin yeniden ele alınması gerekmektedir. Ülkeler nükleer tesisler kurmadan önce, kontrollerin çok sıkı bir şekilde denetlenmesi gerekmektedir. Güvenlik önlemlerinin yeterli olup olmadığı araştırılmalı; yeterli değilse izin verilmemesi gerekmektedir. Güvenlik önlemlerinin yeterli olmadığı tesisler nükleer terör konusunda büyük risk oluşturmaktadır. Nükleer silahların kullanılması hem insanlara hem de çevreye çok fazla zarar vermektedir (Savaş, 2019; 392).

Her ülke, nükleer teknolojiye ekonomik açıdan, saygınlık kazanmak ve nükleer silah olarak kullanmak için sahip olmak istemektedirler. Ülkeler, diğer ülkeler üzerinde üstünlük kurmak için nükleer güç elde etmek için yarışa girmişlerdir. Nükleer silahların kullanılması, sadece o ülkenin sorunu olmaktan ziyade tüm ülkelerin sorunu olmalıdır. Uluslararası güvenlik sorunu

için nükleer silahsızlanmaya gidilmelidir. Çevreye ve insanlara verdiği etkiler, gelecek nesillere kadar devam etmektedir (Sancak, 2013;508).

Nükleer enerjiler günümüzde tedaviden nükleer santrallere kadar çok fazla yerde kullanılmaktadır. Nükleer enerjilerin kullanılmasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Nükleer enerjiler, kitle imha silahları kadar risk taşımaktadır. Depolanması ya da taşınması sırasında devletlerin oldukça dikkat etmesi gerekmektedir. Yöneticilerin acil durum eylem planlarını hazırlarken bu konuya özen göstermeleri gerekir. Nükleer silahlar konusunda halka eğitimler verilmelidir. Meydana gelebilecek bir nükleer silah patlamasında halkın nasıl davranacağı, nasıl korunacağı konusunda bilinçli olması gerekmektedir. Yöneticilerin bu konuda özenli davranması gerekmektedir. Afet planlarına eklemeleri gerekmektedir. Sığınaklardaki malzemeler belirli periyotlarla kontrol edilmeli ve güncellenmelidir. Kişilerin sürekli kullandıkları ilaçların tarihleri yenilenmeli, konservelerin tarihlerinin yeni olmasına özen gösterilmelidir.

Ülkemizde nükleer risklere bağlı radyoaktivitenin zamanında saptanabilmesi amacıyla Türkiye Atom Enerjisi Kurumu bünyesinde Radyasyon Erken Uyarı Sistemi Ağı oluşturulmuştur. Yirmi dört saat esasına göre sürekli ölçüm gerçekleştiren bu yapı sayesinde radyasyon verileri takip edilmekte, analiz edilmekte, güncellenmekte ve internet ortamında halkın bilgisine sunulmaktadır (Erzen Yıldız, 2024). Dünyada nükleer silahların kullanımı 1968 yılında nükleer silahsızlanmayı amaçlayan Nükleer Silahların Yayılmasının Önlenmesi (NSYÖ) Antlaşması ile yasaklanmıştır. Meydana gelen nükleer kazalar ya da nükleer silahların kullanılmasından sonra etkilenen toplumun güvenliği için radyoaktif kirlenmenin derecesinin ölçülmesi gerekmektedir. Radyoaktif madde bulaşan yiyecekler iyice yıkanmalıdır. Etkilenen topluma iyot tabletleri verilmelidir ve etkilenen toplum o bölgeden derhal uzaklaştırılmalıdır (Uşaklı, 2004: 13; Süvari, 2017: 168). Nükleer silahlara karşı önceden hazırlıklı olmak için afet planları yapılmalıdır. Afetler meydana gelmeden önce devletler tarafından müdahale eylem planları hazırlanması gerekmektedir. Bu müdahale eylem planlarında meydana gelebilecek bir nükleer savaş ya da kaza durumuna yönelik tatbikatlar yapılmalı ve belirli aralıklarla tekrarlanmalıdır. Eldeki kaynaklar belirlenmeli ve savaş anında uygun şekilde kullanılması için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Nükleer silahlardan etkilenen hastaların tedavileri farklı şekilde uygulanmaktadır. Tedaviyi uygulayacak olan sağlık personeline gerekli aralıklarla eğitim verilmesi gerekmektedir. Nükleer silahların etkilerinden korunmak

için gerekli kıyafetlerin önceden kullanıma hazır hale getirilmesi gerekmektedir (Ayan ve Dönmez, 2018;160).

Nükleer silah tehlikesine karşı önceden sığınaklar oluşturulmalıdır. Bu sığınaklar bodrum ya da zemin katlarda olmalı ve mümkünse hiç camı olmamalı; cam mevcutsa dışarıya doğru açılmamalıdır. Sığınakların tavan ve duvarları sağlam olmalıdır. Kapı ve pencereleri kapatmak için sığınaklarda yeterli miktarda kum torbaları olmalıdır. Sığınaklarda saklanma durumları için gerekli olan temel malzemeler önceden yerleştirilmeli ve belirli aralıklarla güncellenmelidir. Meydana gelen radyoaktif bir sızıntı durumunda belirli bir süre bu sığınaklarda kalma durumu söz konusu olabileceğinden dolayı sığınaklarda bulunacak malzemeler, kıyafet gibi elbiseler olmalı ve bu elbiseler mevsimlere göre yenilenmelidir. Radyoaktif sızıntı ile temas olabileceği için temizlik malzemesi, tuvalet kâğıdı, diş fırçası, sabun gibi kişisel hijyen malzemeleri bulundurulmalıdır. Yemek için daha çok hava ile temas etmeyecek şekilde konserve gıdalar, kapalı sular, battaniye, yorgan gibi ısınma için kullanılacak malzemeler, çöp poşetleri, ilk yardım çantası konulmalı, kişinin sürekli kullandığı ilaçlar mevcut ise onlar da eklenmelidir. Kişiler yapılacak olan anonsları takip etmek için radyo ve pil gibi gerekli malzemelerin sığınaklarda mevcut bulundurulması gerekir (Özdikmen,2019; 231).

Şekil 1: İkaz Alarm İşaretleri



Kaynak: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (t.y.). İkaz alarm işaretleri. AFAD.
<https://www.afad.gov.tr/ikaz-alarm-isaretleri> E.T: 27.03.2026

Şekil 1 incelendiğinde, ikaz ve alarm işaretlerinin renk, ses tipi ve süre bakımından sınıflandırıldığı ve bu işaretlerin olası saldırı ve KBRN tehditleri karşısında bireylerin alması gereken önlemleri yönlendiren temel sivil savunma araçları olduğu görülmektedir. İkaz ve alarm işaretleri, afet ve acil

durumlarda toplumun hızlı, doğru ve düzenli biçimde harekete geçirilmesini sağlayan temel uyarı mekanizmaları arasında yer almaktadır. Bu işaretler, tehlikenin türüne ve yaklaşan risk düzeyine göre farklı ses biçimleriyle topluma iletilmekte ve bireylerin nasıl davranması gerektiğine ilişkin yönlendirici bir işlev görmektedir.

Sarı ikaz, olası bir saldırı veya tehlike ihtimaline karşı hazırlıklı olunması gerektiğini bildirirken, kırmızı alarm, tehlikenin gerçekleşme olasılığının yüksek olduğunu ve bireylerin derhal sığınaklara ya da güvenli alanlara yönelmesi gerektiğini ifade etmektedir. Siyah alarm ise özellikle KBRN tehdidinin varlığına işaret etmekte ve kişilerin vakit kaybetmeden sığınaklara veya belirlenmiş korunma alanlarına geçmesini zorunlu kılmaktadır.

Bu yönüyle ikaz ve alarm sistemleri, bilgi veren bir uyarı mekanizmasıyla birlikte can kayıplarını azaltmayı, panik ortamını önlemeyi ve müdahale sürecinin daha düzenli yürütülmesini sağlayan kritik bir afet yönetimi unsuru-
dur.

Acil Müdahale

Nükleer olaylarda afet yönetiminin temel amacı, radyasyon maruziyetini en aza indirerek can kayıplarını önlemek, halk sağlığını korumak ve çevresel etkileri sınırlandırmaktır. Nükleer kazalar veya radyolojik acil durumlarda müdahale faaliyetleri; olayın erken tespiti, risk değerlendirmesi, olay komuta sisteminin etkin şekilde işletilmesi, tahliye kararlarının alınması, dekontaminasyon uygulamalarının gerçekleştirilmesi ve sağlık hizmetlerinin koordinasyonu gibi çok sayıda bileşeni içermektedir. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı (IAEA) tarafından yayımlanan acil durum hazırlık ve müdahale rehberlerinde, radyolojik olaylarda ilk aşamada tehlike bölgesinin belirlenmesi, olay yerinin güvenlik çemberleriyle sınırlandırılması ve maruziyet riskine göre koruyucu eylemlerin uygulanması gerektiği vurgulanmaktadır (International Atomic Energy Agency [IAEA], 2015).

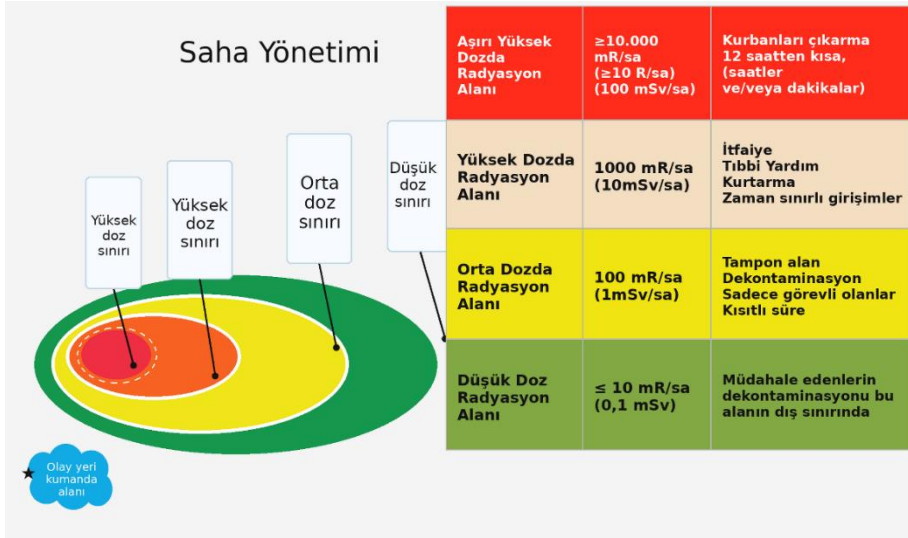
Nükleer olaylarda acil müdahalenin en kritik unsurlarından biri halkın korunmasına yönelik koruyucu önlemlerdir. Bu kapsamda risk altındaki nüfusun tahliyesi, güvenli alanlarda barındırılması, radyoaktif iyot maruziyetinin azaltılması amacıyla potasyum iyodür profilaksisinin uygulanması ve kontamine bireylerin dekontaminasyon işlemlerinden geçirilmesi önerilmektedir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), özellikle çocuklar, gebeler ve hassas grupların korunmasına öncelik verilmesi gerektiğini belirtmektedir (World Health Organization, 2017). Fukushima Daiichi kazası sonrasında yürütülen çalışmalar, zamanında gerçekleştirilen tahliye ve koruyucu halk

sağlığı uygulamalarının radyasyon kaynaklı sağlık etkilerinin azaltılmasında önemli bir rol oynadığını göstermiştir (Yasumura et al., 2012).

Sağlık hizmetlerinin yönetimi de nükleer acil durum müdahalesinin temel bileşenlerinden biridir. Radyasyona maruz kalan bireylerde akut radyasyon sendromunun erken tanınması, triyaj uygulamalarının gerçekleştirilmesi, hematolojik ve gastrointestinal komplikasyonların izlenmesi ve gerekli durumlarda ileri tedavi yöntemlerinin uygulanması gerekmektedir. Ayrıca sağlık kuruluşlarının radyolojik ve nükleer olaylara karşı hazırlıklı olması, personelin düzenli eğitimlerden geçirilmesi ve acil durum planlarının belirli aralıklarla test edilmesi önerilmektedir (Dowlati et al., 2021; IAEA, 2015; WHO, 2017).

Nükleer savaş anında müdahale, radyoaktif maddenin bulunduğu alanın tetkiki yapıldıktan sonra kontrollü bir alan oluşturularak yapılmalıdır. Bazı durumlarda, Şekil 3'te görünen yeşil bölgenin dışına radyasyon uyarı bölgesi olarak beşinci halka eklenebilmektedir. (Ayan ve Dönmez, 2018; 156).

Şekil 2: Nükleer Savaş ve Kazalarda Saha Yönetimi.



Kaynak (Akt. Ayan ve Dönmez, 2018; 156)

Şekil incelendiğinde, radyolojik veya nükleer bir olay sonrasında müdahale faaliyetlerinin radyasyon doz hızlarına göre farklı risk bölgelerine ayrıldığı görülmektedir. Merkezde yer alan kırmızı alan, aşırı yüksek doz radyasyon bölgesini temsil etmekte olup bu bölgede radyasyon seviyesi ≥ 10.000 mR/sa (≥ 10 R/sa) düzeyindedir. Bu nedenle müdahalelerin temel amacı, maruz kalan kişilerin mümkün olan en kısa sürede bölgeden çıkarılmasıdır.

Bu alanda uzun süreli çalışma yapılması personel açısından ciddi sağlık riskleri oluşturabileceğinden operasyon süresi dakikalarla sınırlandırılmalıdır. Kırmızı alanı çevreleyen turuncu bölge yüksek doz radyasyon alanı olarak tanımlanmıştır. Yaklaşık 1000 mR/sa (10 mSv/sa) seviyesindeki radyasyon değerlerinin bulunduğu bu bölgede yalnızca hayati önem taşıyan kurtarma ve tıbbi müdahale faaliyetleri gerçekleştirilmektedir. Personelin maruziyet süresi mümkün olduğunca kısa tutulmalı ve zaman sınırlı operasyonlar uygulanmalıdır. Sarı renkle gösterilen orta doz radyasyon alanı, tampon bölge niteliği taşımaktadır. Bu alanda dekontaminasyon işlemleri yürütülmekte ve yalnızca görevli personelin kontrollü şekilde bulunmasına izin verilmektedir. Radyasyon düzeyinin yaklaşık 100 mR/sa (1 mSv/sa) olması nedeniyle maruziyet süreleri sınırlandırılmalı ve kişisel koruyucu ekipman kullanımı sürdürülmelidir. En dışta yer alan yeşil bölge ise düşük doz radyasyon alanını ifade etmektedir. Radyasyon seviyelerinin ≤ 10 mR/sa (0,1 mSv) olduğu bu bölgede olay yeri komuta alanı kurulabilmekte ve müdahale ekiplerinin dekontaminasyon işlemleri bu bölgenin dışında gerçekleştirilmektedir. Böylece olay yönetimi ile operasyonel faaliyetler daha güvenli koşullar altında sürdürülebilmektedir.

Genel olarak şekil, radyolojik ve nükleer olaylarda saha yönetiminin temel prensiplerinden biri olan “zaman, mesafe ve korunma” yaklaşımının uygulamaya yansıtıldığını göstermektedir. Risk düzeyi arttıkça müdahale süresi kısaltmakta, personel sayısı sınırlandırılmakta ve operasyonlar daha sıkı güvenlik önlemleri altında yürütülmektedir. Bu zonlama yaklaşımı hem müdahale ekiplerinin radyasyon maruziyetini azaltmakta hem de olayın etkin bir şekilde yönetilmesine katkı sağlamaktadır.

3.Ulusal ve Uluslararası Boyut

3.1. Yönetişim Yaklaşımları

Nükleer risklerin etkin bir şekilde yönetilebilmesi, teknik güvenlik önlemlerinin alınmasının yanı sıra kamu kurumları, yerel yönetimler, akademik kuruluşlar, sivil toplum örgütleri ve uluslararası aktörler arasında koordinasyonu sağlayan güçlü bir yönetim yapısının oluşturulmasıyla mümkündür. Nükleer olayların etkileri sınır aşan özellik gösterebildiğinden, risk yönetimi süreçlerinin çok paydaşlı, disiplinlerarası ve bütünsel bir yaklaşımla yürütülmesi gerekmektedir. Bu kapsamda yönetim yaklaşımı: risklerin belirlenmesi, hazırlık faaliyetlerinin planlanması, müdahale süreçlerinin koordine edilmesi ve iyileştirme çalışmalarının yürütülmesinde görev alan

kurumlar arasındaki işbirliğini ifade etmektedir (Odabaş, 2019; European Union, 2022; International Atomic Energy Agency [IAEA], 2015).

Türkiye’de nükleer risklerin yönetiminde temel koordinasyon görevi Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından yürütülmektedir. AFAD, afet ve acil durum yönetim sisteminin ana koordinatör kurumu olarak ulusal düzeyde planlama, hazırlık, eğitim, tatbikat ve müdahale faaliyetlerini organize etmektedir. Nükleer veya radyolojik olaylarda ilgili kurumlar arasında koordinasyonu sağlamakta, ulusal afet müdahale planlarını hazırlamakta ve gerekli durumlarda uluslararası destek mekanizmalarını devreye sokmaktadır (AFAD, 2022). Teknik düzenleme ve denetim faaliyetleri ise Nükleer Düzenleme Kurumu (NDK) tarafından yürütülmektedir. NDK, nükleer tesislerin lisanslanması, radyasyon güvenliğinin sağlanması, nükleer maddelerin emniyeti ve güvenliği ile uluslararası standartlara uyum süreçlerinden sorumludur (Nükleer Düzenleme Kurumu, 2024).

Nükleer olaylarda halk sağlığının korunması açısından Sağlık Bakanlığı önemli bir rol oynamaktadır. Bakanlık, radyasyon maruziyetine ilişkin sağlık hizmetlerinin planlanması, hastanelerin hazırlık düzeylerinin artırılması, sağlık personelinin eğitimi ve radyolojik acil durumlara yönelik tıbbi müdahale süreçlerinin koordinasyonundan sorumludur. Bu kapsamda Ulusal Medikal Kurtarma Ekibi (UMKE), olay yerinde tıbbi triyaj, dekontaminasyon, acil sağlık hizmetleri ve hasta tahliye faaliyetlerini yürütmektedir. Özellikle KBRN olaylarına yönelik eğitimli UMKE ekipleri, afet bölgesinde sağlık müdahalesinin etkin bir şekilde gerçekleştirilmesinde kritik bir görev üstlenmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2024).

Nükleer risk yönetiminde Türk Silahlı Kuvvetleri (TSK) de önemli bir kapasiteye sahiptir. TSK bünyesinde bulunan KBRN savunma birlikleri, radyolojik ölçüm, keşif, dekontaminasyon ve güvenlik faaliyetlerini yerine getirmekte, gerektiğinde sivil otoritelerin müdahale çalışmalarına destek sağlamaktadır. Özellikle geniş çaplı radyolojik olaylarda lojistik destek, güvenlik hizmetleri ve teknik personel desteği sunarak müdahale kapasitesinin artırılmasına katkıda bulunmaktadır (T.C. Cumhurbaşkanlığı, 2020).

Yerel yönetimler ise afet risk azaltma ve hazırlık faaliyetlerinin yerel düzeyde uygulanmasında önemli sorumluluklar üstlenmektedir. Belediyeler halkın bilinçlendirilmesi, yerel afet planlarının hazırlanması, tahliye ve barınma alanlarının belirlenmesi, kritik altyapıların korunması ve risk iletişimi faaliyetlerinin yürütülmesinde görev almaktadır. Bunun yanında üniversite-

ler nükleer güvenlik, radyasyon sağlığı, afet yönetimi ve risk iletişimi alanlarında bilimsel araştırmalar yürütmekte, uzman insan kaynağı yetiştirmekte ve karar vericilere bilimsel destek sağlamaktadır. Sivil toplum kuruluşları ise farkındalık faaliyetleri, gönüllü destek mekanizmaları, toplumsal eğitim çalışmaları ve afet sonrası iyileştirme süreçlerinde önemli katkılar sunmaktadır. Bu nedenle nükleer risklerin etkin yönetimi, merkezi yönetim kurumları ile yerel yönetimler, akademik kuruluşlar ve sivil toplum arasında güçlü bir iş birliği ve koordinasyon mekanizmasının oluşturulmasını gerektirmektedir (European Union, 2022; European Commission, 2023; Doğruluk vd., 2018).

3.2. Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi ve Nükleer Riskler

Nükleer risklerin yönetiminde uluslararası düzeyde kabul gören yaklaşımlardan biri, Birleşmiş Milletler tarafından kabul edilen 2015–2030 Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesidir. Sendai Çerçevesi, afetlerin meydana geldikten sonra müdahale edilmesi gereken olaylar olmadığını, risklerin önceden belirlenmesi, azaltılması ve toplumların dirençliliğinin artırılması gerektiğini vurgulamaktadır. Her ne kadar çerçeve tüm afet türlerini kapsayacak şekilde hazırlanmış olsa da nükleer ve radyolojik olaylar açısından da önemli bir rehber niteliğindedir. Sendai Çerçevesi dört temel öncelik alanı üzerine kurulmuştur. Bu temel öncelikler; riskin anlaşılması, afet risk yönetişiminin güçlendirilmesi, afet risk azaltımına yönelik yatırımların artırılması ve afetlere etkin müdahale ile yeniden inşa süreçlerinin geliştirilmesidir (UNDRR, 2015).

Sendai Çerçevesi'nin ilk önceliği olan riskin anlaşılması, nükleer tesislerin bulunduğu bölgelerde tehlike ve kırılganlık analizlerinin yapılmasını, radyolojik izleme sistemlerinin geliştirilmesini ve olası etkilerin bilimsel yöntemlerle değerlendirilmesini kapsamaktadır. Nükleer risklerin karmaşık ve sınır aşan özellik göstermesi sebebiyle, risk değerlendirme çalışmalarında teknik unsurların yanında çevresel, sosyal, ekonomik ve sağlık boyutlarının da dikkate alınması gerekmektedir (Yasumura et al., 2012; Klinke & Renn, 2021).

Sendai Çerçevesi'nin ikinci önceliği olan afet risk yönetişiminin güçlendirilmesi, merkezi yönetim, yerel yönetimler, düzenleyici kurumlar, akademik kuruluşlar ve sivil toplum örgütleri arasında koordinasyonun artırılmasını öngörmektedir. Nükleer olayların yönetiminde etkili yönetim mekanizmalarının bulunması, risk iletişiminin güçlendirilmesi, kurumlar arası bilgi paylaşımının sağlanması ve karar alma süreçlerinin bilimsel veriler ışığında yürütülmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle Çernobil

ve Fukushima deneyimleri, şeffaf bilgi paylaşımının ve toplum güveninin nükleer kriz yönetiminde kritik bir unsur olduğunu ortaya koymuştur (Klinke & Renn, 2021).

Üçüncü öncelik olan afet risk azaltımına yönelik dirençlilik yatırımları, nükleer tesislerin güvenlik standartlarının geliştirilmesi, kritik altyapıların korunması, erken uyarı sistemlerinin güçlendirilmesi ve sağlık sistemlerinin radyolojik olaylara hazırlıklı hale getirilmesini kapsamaktadır. Bu yatırımlar ekonomik kayıpların azaltılmasıyla birlikte toplumların afetlere karşı dayanıklılığının artırılmasına da katkı sağlamaktadır. Avrupa Birliği ve Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı tarafından geliştirilen güvenlik standartları da bu yaklaşımı desteklemektedir (Aitsi-Selmi et al., 2016).

Sendai Çerçevesi'nin dördüncü önceliği olan afetlere etkin müdahale ve daha iyi yeniden inşa (Build Back Better) yaklaşımı, nükleer olaylar sonrasında acil müdahale faaliyetlerinin yürütülmesinin yanı sıra, etkilenen bölgelerin daha güvenli ve dirençli bir şekilde yeniden yapılandırılmasını hedeflemektedir. Fukushima sonrasında uygulanan sağlık izleme programları, çevresel iyileştirme çalışmaları ve toplum temelli yeniden yapılanma faaliyetleri bu yaklaşımın önemli örnekleri arasında gösterilmektedir (Yasumura et al., 2012). Bu bağlamda Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi, nükleer risklerin yönetiminde hazırlık, müdahale ve iyileştirme süreçlerini bütüncül bir bakış açısıyla ele alarak sürdürülebilir ve dirençli toplumların oluşturulmasına katkı sağlamaktadır.

DEĞERLENDİRME

Nükleer tehditler, KBRN olayları içerisinde etkilerinin büyüklüğü, yayılım alanının genişliği ve uzun dönemli sonuçları nedeniyle en karmaşık risk türlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Nükleer silahların kullanımı veya nükleer tesislerde meydana gelebilecek kazalar, insan sağlığı, çevre, ekonomi ve toplumsal yaşam üzerinde nesiller boyunca devam edebilecek etkiler yaratabilmektedir. Tarihte yaşanan Hiroşima, Nagazaki, Three Mile Island, Çernobil ve Fukushima gibi olaylar, teknik boyutun ötesinde bütüncül bir yaklaşım benimsememiz gerektiğini de göstermiştir.

Bu çalışma kapsamında nükleer silahların yapısı, etkileri, insan sağlığı üzerindeki sonuçları, nükleer kazalar, korunma yöntemleri, afet yönetimi uygulamaları ve yönetim yaklaşımları incelenmiştir. Nükleer olayların etkilerinin azaltılmasında hazırlık çalışmalarının, erken uyarı sistemlerinin,

risk iletişiminin ve toplum farkındalığının kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi'nin ortaya koyduğu riskin anlaşılması, yönetişimin güçlendirilmesi, dirençlilik yatırımlarının artırılması ve etkin müdahale ilkeleri nükleer risklerin yönetiminde yol gösterici bir yaklaşım sunmaktadır.

Türkiye açısından değerlendirildiğinde, AFAD, Nükleer Düzenleme Kurumu, Sağlık Bakanlığı, UMKE, Türk Silahlı Kuvvetleri, yerel yönetimler, üniversiteler ve sivil toplum kuruluşları arasında kurulacak güçlü iş birliği mekanizmalarının nükleer olaylara karşı hazırlık ve müdahale kapasitesini artıracığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, sadece kurumsal kapasitenin geliştirilmesi yeterli olmayıp toplumun nükleer riskler konusunda bilinçlendirilmesi, düzenli eğitim ve tatbikatların gerçekleştirilmesi, eğitimlerin anaokul ve ilkokul düzeyine indirgenmesi ve bilimsel araştırmaların desteklenmesi de büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, nükleer risklerin tamamen ortadan kaldırılması mümkün olmasa da bilimsel bilgiye dayalı politikalar, etkili afet yönetimi uygulamaları, güçlü yönetim mekanizmaları ve uluslararası iş birliği sayesinde bu risklerin olası etkilerinin önemli ölçüde azaltılması mümkündür. Gelecekte nükleer güvenliğin sağlanması ve toplumların dirençliliğinin artırılması için bütünsel risk yönetimi anlayışının benimsenmesi ve sürekli geliştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda nükleer tehlikelerin kriz anlarına odaklanmaktan ziyade afet öncesi hazırlık, risk azaltma ve sürdürülebilir kalkınma perspektifleri doğrultusunda ele alınması, daha güvenli ve dirençli toplumların oluşturulmasına katkı sağlayacaktır. Nükleer riskler üzerine yapılan çalışmaların büyük bölümü ya nükleer silahların teknik özelliklerine ya da radyasyonun sağlık ve çevre üzerindeki etkilerine odaklanmaktadır. Bu çalışma ise nükleer riskleri afet yönetiminin tüm evreleriyle ilişkilendirerek KBRN, halk sağlığı, yönetim ve Sendai Afet Risk Azaltma Çerçevesi ekseninde bütünsel bir bakış açısıyla değerlendirmesi bakımından literatürdeki mevcut çalışmalardan ayrılmaktadır. Ayrıca çalışma toplum direnci, kurumsal kapasite, risk iletişimi ve çok paydaşlı yönetim boyutlarıyla ele alınması gerektiğini vurgulayarak disiplinlerarası bir değerlendirme sunmaktadır. Bu yönüyle afet yönetimi literatüründe nükleer risklerin sürdürülebilir risk azaltma ve dirençlilik perspektifiyle ele alınmasına yönelik sınırlı sayıdaki çalışmalara katkı sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2022). *AFAD hakkında*. <https://www.afad.gov.tr/afadhakkinda>

- Aitsi-Selmi, A., Egawa, S., Sasaki, H., Wannous, C., & Murray, V. (2016). The Sendai Framework for Disaster Risk Reduction: Renewing the global commitment to people's resilience, health, and well-being. *International Journal of Disaster Risk Science*, 6(2), 164–176. <https://doi.org/10.1007/s13753-015-0050-9>
- Altın, S., & Kaptan, H. Y. (2006, Kasım). *Radyoaktif atıkların oluşumu, etkileri ve yönetimi* [Bildiri]. 12. Mühendislik Dekanlar Konseyi 2. Ulusal Mühendislik Kongresi, Zonguldak, Türkiye.
- Anonim. (2018). *Nükleer savaş ve koruma*. <http://sakaryaism.saglik.gov.tr>
- Arda, C. (2006). Nükleer silahlar ve radyasyon. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 63(1), 139–144.
- Ayan, A., & Dönmez, S. (2018). Radyolojik nükleer kaza ve terör olaylarında tedavi yönetimi. *Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıp Dergisi*, 51(2), 154–162.
- Bozbıyık, A., Hancı, H. İ., Özdemir, Ç., & Demirkan, Ö. (2001). *Nükleer silahlar: Üretimi ve etkileri* (Cilt 10, Sayı 10). Türk Tabipleri Birliği. <https://www.ttb.org.tr>
- Cardis, E., Kesminiene, A., Ivanov, V., Malakhova, I., Shibata, Y., Khrouch, V., Drozdovitch, V., Maceika, E., Zvonova, I., Vlassov, O., Bouville, A., Goulko, G., Hoshi, M., Abrosimov, A., Anoshko, J., Astakhova, L., Chekin, S., Demidchik, E., Galanti, R., & Hatch, M. (2005). Risk of thyroid cancer after exposure to I-131 in childhood. *Journal of the National Cancer Institute*, 97(10), 724–732. <https://doi.org/10.1093/jnci/dji129>
- Doğruluk, M., Doğan, A., Kalkan, N., & Korkmaz, M. (2018). Nükleer tehlikeler ve afet yönetimi: Türkiye'de durum değerlendirmesi. *Afet ve Risk Dergisi*, 1(2), 137–153. <https://doi.org/10.35341/afet.440219>
- Dowlati, M., Seyedin, H., & Moslehi, S. (2021). Hospital preparedness measures for biological hazards: A systematic review and meta-synthesis. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, 15(6), 790–803. <https://doi.org/10.1017/dmp.2020.132>
- Erzen Yıldız, H. (2024). Radyolojik ve nükleer maruziyetlerde tıbbi müdahale. İçinde İ. Meydan & C. Demir (Ed.), *Radyasyon fizikliği ve sağlık etkileri-I*. Özgür Yayınları. <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub432.c1855>
- European Commission. (2023). *RescEU strategic reserve for chemical, biological, radiological and nuclear threats*. https://www.eeas.europa.eu/node/37907_en
- European Union. (2022). *Regulation (EU) 2022/2371 on serious cross-border threats to health*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A32022R2371>
- Gökoğlu, E., Ekinci, M., Özgenç, E., Özdemir, İ. D., & Aşıkoğlu, M. (2020). Radyasyon ve insan sağlığı üzerindeki etkileri. *Anadolu Kliniği Tıp Bilimleri Dergisi*, 25(3). <https://doi.org/10.21673/anadoluklin.678736>
- Hakkıoğlu Tüylüoğlu, E., & Türkan, N. (2023). Nükleer güç santrallerinin çevresel etkileri. *OHS Academy*, 6(1), 50–58. <https://doi.org/10.38213/ohsacademy.1140898>
- Hatch, M., Cardis, E., Ron, E., Beyea, J., Bouville, A., Zablotska, L., & Howe, G. (2005). Cancer following the Chernobyl accident: The epidemiological evidence. *Epidemiologic Reviews*, 27(1), 56–66. <https://doi.org/10.1093/epirev/mxi012>
- International Atomic Energy Agency. (2015). *Preparedness and response for a nuclear or radiological emergency* (General Safety Requirements No. GSR Part 7). IAEA.
- Işık, F. (2008). *Elektromanyetik darbelerden korunma* [Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Karabulut, A., & Baran, M. (2023). Türkiye nükleer afet yönetimi için kritik başarı faktörlerinin analizi. *OHS Academy*, 6(2), 85–103. <https://doi.org/10.38213/ohsacademy.1233309>
- Karaduman, S. (2015). A global challenge: The use of nuclear weapons. İçinde U. Özer & M. Uğur (Ed.), *New challenges in international relations: Uluslararası öğrenciler kongresi kongre kitabı* (ss. 1–10). İstanbul.

- Kaya, E. H. (2019). Uluslararası hukuk normları çerçevesinde nükleer silahlar [Bildiri]. XI. IBANESS Congress Series, Tekirdağ, Türkiye.
- Klinke, A., & Renn, O. (2021). The coming of age of risk governance. *Risk Analysis*, 41(3), 544–557. <https://doi.org/10.1111/risa.13383>
- Köse, S. (2018). *Olası bir nükleer saldırı durumunda YSA ile kurtulma algoritması* [Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü].
- Nükleer Düzenleme Kurumu. (2024). *Kurumsal görev ve sorumluluklar*. NDK.
- Odabaş, D. (2019). *Kimyasal, biyolojik radyolojik ve nükleer afetleri yönetmek için bir karar destek sistemi modeli önerisi* [Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi İşletme Enstitüsü].
- Oğuz, Ş. (2014). *Soğuk Savaş sonrası dönemde NATO'nun nükleer silah politikasının uluslararası güvenliğe etkileri ve Türkiye* [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü].
- Özdikmen, T. (2019). *Afet ve acil durum yönetimi: Saha uygulamalı afet yönetimi ve acil durum metodolojileri*. Seçkin Yayıncılık.
- Özer, S., & Güngör, Ö. (2020). Nükleer güç santrallerinin ulusal güvenlik unsurları yönünden incelenmesi ve nükleer güç santrallerinde kolluk uygulamaları. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(5), 1447–1453.
- Prävälíe, R. (2014). Nuclear weapons tests and environmental consequences: A global perspective. *Ambio*, 43(6), 729–744. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0491-1>
- Robock, A., Oman, L., & Stenchikov, G. L. (2007). Nuclear winter revisited with a modern climate model and current nuclear arsenals: Still catastrophic consequences. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 112(D13), Article D13107. <https://doi.org/10.1029/2006JD008235>
- Sancak, K. (2013). 21. yüzyılda güvenlik sorunları: Bir tehdit unsuru olarak nükleer silahlar. *International Journal of Social Science*, 6(8), 499–510. <https://doi.org/10.9761/JASSS1976>
- Savaş, İ. (2019). Terör örgütlerinin yapısal değişimi ve yeni bir terör algısı: Nükleer terörizm. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(97), 381–394. <https://doi.org/10.29228/ASOS.36685>
- Süvari, K. (2017). Türkiye'nin nükleer silahların yayılmasının önlenmesi (NSYÖ) antlaşmasına katılımı: Nedenleri ve etkileri. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 17(2), 167–194.
- Şakacı, B. K. (2008). Savaşın çevre üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi. *Çalışma Ortamı Dergisi*, (101).
- T.C. Cumhurbaşkanlığı. (2020). *Kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer tehdit ve tehlikelere dair görev yönetmeliği* (Resmî Gazete, Sayı: 31261). <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/D%C4%B0%C4%9EER%2022%20N%C4%B0SAN/Kimyasal%20Biyolojik%20Radyolojik%20N%C3%BCkleer%20Tehdit%20ve%20Tehlikelere%20Dair%20G%C3%B6rev%20Y%C3%B6netmeli%C4%9Fi.pdf>
- T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı. (t.y.). *Kimyasal biyolojik radyolojik nükleer tehditler (KBRN)*. AFAD.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2024). *Afet ve acil durum yönetimi daire başkanlığı*. <https://ashgmafetacildb.saglik.gov.tr/>
- Taner, C. A. (1983). *Radyasyonun biyolojik etkileri*. TAEK Ankara Nükleer Araştırma ve Eğitim Merkezi, Sağlık Fiziyö Bölümü.
- Toon, O. B., Turco, R. P., Robock, A., Bardeen, C., Oman, L., & Stenchikov, G. L. (2007). Atmospheric effects and societal consequences of regional scale nuclear conflicts and acts of individual nuclear terrorism. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 7(8), 1973–2002. <https://doi.org/10.5194/acp-7-1973-2007>

- United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2015). *Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030*. United Nations.
- Uşaklı, B. A. (2004). Nükleer radyasyon ve etkileri. *Türk Silahlı Kuvvetleri Dergisi*, (3), 79–123.
- World Health Organization. (2017). *Iodine thyroid blocking: Guidelines for use in planning and responding to radiological and nuclear emergencies*. WHO.
- Xia, L., Robock, A., Scherrer, K., Harrison, C. S., Bodirsky, B. L., Weindl, I., & Hasegawa, T. (2022). Global food insecurity and famine from reduced crop, marine fishery and livestock production due to climate disruption from nuclear war soot injection. *Nature Food*, 3(8), 586–596. <https://doi.org/10.1038/s43016-022-00573-0>
- Yasumura, S., Hosoya, M., Yamashita, S., Kamiya, K., Abe, M., Akashi, M., Kodama, K., & Ozasa, K. (2012). Study protocol for the Fukushima Health Management Survey. *Journal of Epidemiology*, 22(5), 375–383. <https://doi.org/10.2188/jea.JE20120105>
- Yeyin, N. (2015). Radyasyonun biyolojik etkileri. *Nükleer Tıp Seminerleri*, 3, 139–143.
- Yücel, H. (2019). KBRN olaylarında ilk müdahalede görev alan bazı ekiplerin olay yerindeki tehlikelere karşı risk algısı ve hazırlılık tutumları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi: Adana ili örneği [Yüksek lisans tezi, Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü].

SU ÜRÜNLERİ İŞLEME ALANINDA YENİ NESİL GIDA GÜVENLİĞİ: YAPAY ZEKÂ TABANLI İZLENEBİLİRLİK SİSTEMLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Göknur SÜRENGİL

Isparta University of Applied Sciences Eğirdir Fisheries Faculty, Isparta, TÜRKİYE
<https://orcid.org/0000-0002-4560-7856>, goknursurengil@isparta.edu.tr

GİRİŞ

Küresel ölçekte gıda güvenliğinin sağlanması, tedarik zincirlerinin genişlemesi ve tüketicilerin kaliteli ürünlere yönelik taleplerinin artması nedeniyle giderek daha zor hale gelmektedir. Gıda endüstrisi içerisinde su ürünleri sektörü özel bir önem taşımaktadır. Balık ve diğer su ürünleri oldukça hızlı bozulabilen ürünler olduğundan, karmaşık uluslararası ticaret ağlarında kalite yönetimi, avcılıktan tüketime kadar uzanan süreç boyunca sıkı ve sürekli izleme gerektirmektedir (Nychas ve ark., 2016).

Balık ve su ürünleri; yüksek kaliteli protein, omega-3 yağ asitleri, vitaminler ve mineraller bakımından önemli besin kaynaklarıdır. Ancak bu ürünler, üretim ve pazarlamanın farklı aşamalarında çeşitli biyolojik, kimyasal ve fiziksel risklerle karşı karşıya kalmaktadır. İşletmeler ve dağıtıcılar; ağır metal birikimi, mikroplastik kirliliği, histamin oluşumu ile *Vibrio* spp., *Listeria monocytogenes* ve *Salmonella* spp. gibi patojenlerden kaynaklanan kontaminasyon risklerini sürekli olarak yönetmek zorundadır (Siscovick, 2017; Hisham ve ark., 2025). Su ürünlerinin yüksek su aktivitesine sahip olması, onları kara hayvanlarından elde edilen birçok ürüne kıyasla mikrobiyal bozulmaya karşı daha hassas hale getirmektedir. Hasattan hemen sonra başlayan biyokimyasal süreçler, lipid oksidasyonu ve otolitik reaksiyonlar ürün kalitesini düşürmekte ve raf ömrünü kısaltmaktadır. Bu nedenle söz konusu risklerin önlenmesi için tedarik zinciri boyunca kesintisiz izleme yapılması gerekmektedir (Hisham ve ark., 2025).

Geleneksel gıda güvenliği ve izlenebilirlik sistemleri çoğunlukla manuel kayıtlar ve geriye dönük denetimlere dayanmaktadır (Aung ve Chang, 2014). Bu sistemler gıda güvenliği yönetimine önemli katkılar sağlamış olsa da büyük veri hacimlerinin yönetilmesi, risklerin gerçek zamanlı olarak belirlenmesi ve hızlı karar alma süreçlerinin desteklenmesi konularında çeşitli sınırlılıklara sahiptir. Küresel su ürünleri tedarik zincirlerinde yetiştiricilik veya avcılık aşamasından işleme, taşıma, dağıtım ve perakende satışa kadar geçen

süreçte bilgi kayıpları yaşanabilmektedir. Bu durum ürün geri çağırma uygulamalarının etkinliğini azaltabilmekte ve gıda güvenliği olaylarına müdahaleyi geciktirebilmektedir (Cromwell ve ark., 2025).

Yapay zekâ (YZ), Nesnelerin İnterneti (IoT), büyük veri analitiği ve blok-zincir teknolojilerindeki son gelişmeler, gıda güvenliği ve izlenebilirlik sistemlerinin geliştirilmesi için yeni fırsatlar sunmaktadır. Yapay zekâ tabanlı izlenebilirlik sistemleri yalnızca ürünün kaynağını belirlemekle kalmamakta; büyük veri kümelerini analiz ederek olası riskleri tahmin edebilmekte, kontaminasyon kaynaklarını tespit edebilmekte ve gerçek zamanlı karar desteği sağlayabilmektedir (Çakıroğlu ve Aral, 2025). Bu nedenle söz konusu teknolojiler, su ürünleri işleme endüstrisinde daha şeffaf, güvenilir ve sürdürülebilir gıda güvenliği sistemlerinin geliştirilmesinde önemli bir potansiyele sahiptir (Singh, 2025).

Bu bölümde, yapay zekâ tabanlı izlenebilirlik sistemlerinin güncel uygulamaları incelenmekte ve bu teknolojilerin gıda güvenliği ile su ürünleri işleme sektörüne sağlayabileceği katkılar değerlendirilmektedir.

Su Ürünleri İşleme Endüstrisinde Yapay Zekâ Tabanlı Teknolojiler

Yapay zekâ; makine öğrenmesi (Machine Learning), derin öğrenme (Deep Learning), bilgisayarlı görü (Computer Vision) ve doğal dil işleme (Natural Language Processing) gibi teknolojileri kapsayan geniş bir kavramdır. Son yıllarda yapay zekâ uygulamaları; gıda güvenliği, kalite kontrol, üretim verimliliği ve izlenebilirlik alanlarında giderek daha yaygın şekilde kullanılmaktadır. Büyük veri analitiği, Nesnelerin İnterneti (IoT), robotik ve otomasyon teknolojileri ile birlikte değerlendirildiğinde yapay zekâ, gıda sektöründe Endüstri 4.0 dönüşümünün temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Kakani ve ark., 2020; Ding ve ark., 2023; George, 2024).

Su ürünleri işleme endüstrisinde yapay zekâ tabanlı sistemler; ürün kalitesinin değerlendirilmesi, bozulmanın belirlenmesi, raf ömrünün tahmin edilmesi, işleme süreçlerinin optimize edilmesi ve gıda güvenliği risklerinin yönetilmesinde kullanılmaktadır (Larbı ve Osei, 2024). Makine öğrenmesi algoritmaları; sıcaklık, pH, mikrobiyal yük ve duyu analizi verileri gibi çok sayıda parametreyi analiz ederek hızlı ve güvenilir karar verme süreçlerini desteklemektedir (Kumar ve ark., 2021; Bendre ve ark., 2022).

Bilgisayarlı görü ve derin öğrenme teknolojileri, su ürünlerinde kalite değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Evrişimli Sinir Ağları

(CNN), tazelik düzeyinin belirlenmesi, yüzey kusurlarının tespiti, kalite sınıflandırması ve yabancı madde kontaminasyonunun belirlenmesinde yüksek doğruluk sağlamaktadır. Ayrıca yapay zekânın elektronik burun sistemleri, yakın kızılötesi spektroskopisi ve hiperspektral görüntüleme teknolojileriyle birlikte kullanılması, su ürünlerinin hızlı ve tahribatsız yöntemlerle değerlendirilmesine olanak vermektedir (Anwar ve ark., 2023; Taiwo ve ark., 2024; Ding ve ark., 2025).

Yapay zekâ aynı zamanda işleme tesislerinde otomasyonu da desteklemektedir. Görüntü işleme destekli robotik sistemler; balık temizleme, fileto çıkarma, sınıflandırma ve paketlenme işlemlerini daha hızlı ve daha standart şekilde gerçekleştirebilmektedir. Bu teknolojiler iş gücü ihtiyacını azaltırken üretim verimliliğini artırmakta ve ürün kayıplarını en aza indirmektedir (Ding ve ark., 2023; Singh, 2025).

İzlenebilirlik, yapay zekânın önemli uygulama alanlarından bir diğeridir. Blokzincir teknolojisi, RFID etiketleri ve IoT tabanlı sensörler sayesinde su ürünleri tedarik zinciri boyunca sürekli izlenebilmektedir (Liu ve ark., 2025). Bu sistemler; ürünün kaynağı, depolama koşulları, taşıma sıcaklığı ve dağıtım süreçlerine ilişkin bilgileri kayıt altına alabilmektedir. Özellikle blokzincir tabanlı kayıt sistemleri, gıda sahteciliğinin önlenmesi ve tüketici güveninin artırılması açısından önemli avantajlar sunmaktadır (Kamilaris ve ark., 2019; Cao ve ark., 2023; Hisham ve ark., 2025).

Akıllı ambalaj ve biyosensör teknolojileri de modern gıda güvenliği sistemlerinin önemli bileşenleri arasında yer almaktadır. IoT tabanlı biyosensörler, patojenleri, toksinleri ve bozulma göstergelerini gerçek zamanlı olarak tespit edebilmektedir. Akıllı ambalaj sistemleri ise depolama sırasında meydana gelen gaz oluşumu ve mikrobiyal gelişimi izleyerek ürün bozulmasına karşı erken uyarı sağlayabilmektedir. Bu teknolojiler ürün güvenliğini artırırken gıda kayıplarının azaltılmasına da katkı sağlamaktadır (Yam ve ark., 2005; Chen ve ark., 2024).

Yapay zekâ, robotik sistemler, sensör teknolojileri, IoT ve blokzincirin birlikte kullanılması; daha güvenilir, verimli ve sürdürülebilir su ürünleri işleme sistemlerinin geliştirilmesini desteklemektedir. Bu teknolojilerin gelişmeye devam etmesiyle birlikte kalite kontrol, izlenebilirlik ve gıda güvenliği yönetiminin daha bütünleşik ve otomatik hale gelmesi beklenmektedir.

Gelecek Eğilimler ve Yenilik Fırsatları

Yapay zekâ teknolojileri hızla gelişmekte ve gelecekte su ürünleri işleme ile gıda güvenliği yönetiminde daha önemli bir rol üstlenmesi beklenmektedir. Pek çok yapay zekâ uygulaması deneysel çalışmalarda başarılı sonuçlar göstermiş olsa da, ticari ölçekteki işletmelerde yaygın kullanımları halen sınırlıdır. Bu nedenle gelecekteki çalışmaların, bu teknolojilerin uygulanabilirliğini, güvenilirliğini ve erişilebilirliğini artırmaya odaklanması gerekmektedir. En önemli sorunlardan biri yüksek kaliteli veri eksikliğidir. Yapay zekâ modellerinin eğitilebilmesi ve doğrulanabilmesi için büyük ve güvenilir veri setlerine ihtiyaç vardır. Tür farklılıkları, üretim yöntemleri, çevresel koşullar ve işleme uygulamalarındaki değişkenlik, yapay zekâ sistemlerinin performansını etkileyebilmektedir. Bu nedenle standart veri tabanlarının ve veri paylaşım altyapılarının geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bir diğer önemli araştırma alanı, yapay zekânın mevcut gıda güvenliği yönetim sistemleriyle entegrasyonudur. Bu entegrasyon sayesinde kritik kontrol noktalarının daha etkin izlenmesi, tehlikelerin daha hızlı belirlenmesi ve izlenebilirliğin geliştirilmesi mümkün olabilecektir. Ayrıca sensör teknolojileri, IoT ve dijital izleme sistemleri ile desteklenen yapay zekâ uygulamaları, işletmelerin gerçek zamanlı veri elde etmesini ve risklere daha hızlı müdahale etmesini sağlayabilecektir.

Bilgisayarlı görü sistemlerinin kullanımının da önümüzdeki yıllarda artması beklenmektedir. Gelecekteki çalışmaların; kalite kusurlarının, tür doğrulamasının, kontaminasyon göstergelerinin ve tazelik değişimlerinin daha hassas şekilde belirlenmesine odaklanacağı öngörülmektedir.

Blokzincir teknolojisi de gelecekte önemli gelişim alanlarından biri olarak görülmektedir. Bu sistemlerin ekonomik uygulanabilirliği, ölçeklenebilirliği ve sektörel kullanımı konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç bulunmaktadır. Yapay zekâ ve IoT ile bütünleşen blokzincir uygulamaları, daha şeffaf ve güvenilir izlenebilirlik sistemlerinin oluşturulmasına katkı sağlayabilecektir.

Akıllı ambalaj ve biyosensör teknolojilerinin önemi de giderek artmaktadır. Gelecekte sıcaklık değişimleri, mikrobiyal gelişim ve ürün bozulmasının sürekli olarak izlenmesi mümkün olabilecektir. Bu sistemler hem üreticilere hem de tüketicilere değerli bilgiler sunarken gıda kayıplarının azaltılmasına da katkı sağlayacaktır. Bununla birlikte yüksek yatırım maliyetleri, teknik bilgi eksikliği, siber güvenlik riskleri, veri gizliliği sorunları ve standart düzenlemelerin yetersizliği gibi çeşitli zorluklar devam etmektedir. Özellikle

küçük ve orta ölçekli işletmeler, finansal ve teknolojik yetersizlikler nedeniyle bu dönüşüm sürecinde daha fazla güçlük yaşayabilmektedir. Bu nedenle gelecekte insan kaynağının geliştirilmesi, altyapı yatırımlarının artırılması ve dijital dönüşümü destekleyen düzenlemelerin oluşturulması önem taşımaktadır.

SONUÇ

Su ürünleri işleme sektöründe gıda güvenliğinin sağlanabilmesi için üretimden tüketime kadar tüm süreçlerin etkin şekilde izlenmesi ve kontrol edilmesi gerekmektedir. Yapay zekâ tabanlı teknolojiler; kalite kontrol, risk tahmini, kontaminasyon tespiti ve izlenebilirlik alanlarında önemli avantajlar sunmaktadır. IoT, blokzincir, biyosensörler, akıllı ambalajlar ve bilgisayarlı görü sistemleri ile birlikte kullanıldığında bu teknolojiler, su ürünleri tedarik zincirlerinde şeffaflığın, güvenilirliğin ve sürdürülebilirliğin artırılmasına katkı sağlamaktadır. Bu sistemler sayesinde ürünler gerçek zamanlı olarak izlenebilmekte, potansiyel riskler erken aşamada belirlenebilmekte ve gerekli durumlarda hızlı müdahaleler gerçekleştirilebilmektedir. Ayrıca gıda sahteciliğinin önlenmesi, ürün geri çağırma süreçlerinin iyileştirilmesi ve tüketici güveninin artırılması açısından da önemli fırsatlar sunmaktadır.

Gelecekte yapay zekâ destekli sistemlerin su ürünleri sektöründe daha yaygın şekilde kullanılması beklenmektedir. Dijital izlenebilirlik uygulamaları ve veri temelli karar destek sistemleri, gıda güvenliği yönetiminin temel bileşenleri haline gelebilecektir. Ancak bu dönüşümün başarılı olabilmesi için veri standardizasyonunun sağlanması, uygun yasal düzenlemelerin geliştirilmesi, siber güvenlik altyapısının güçlendirilmesi ve sektör çalışanlarının sürekli eğitilmesi gerekmektedir. Bu alanlarda sağlanacak ilerlemeler, daha güvenli, sürdürülebilir ve rekabetçi bir su ürünleri sektörünün gelişmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Anwar, H., Anwar, T., & Murtaza, S. (2023). Review on food quality assessment using machine learning and electronic nose system. *Biosensors and Bioelectronics*: X, 14, 100365.
- Aung, M. M., & Chang, Y. S. (2014). Traceability in a food supply chain: Safety and quality perspectives. *Food Control*, 39, 172–184.
- Bendre, S., Shinde, K., Kale, N., & Gilda, S. (2022). Artificial intelligence in food industry: A current panorama. *Asian Journal of Pharmacy and Technology*, 12(3), 242–250.
- Cao, S., Johnson, H., & Tulloch, A. (2023). Exploring blockchain-based traceability for food supply chain sustainability: Towards a better way of sustainability communication with consumers. *Procedia Computer Science*, 217, 1437–1445.

- Çakıroğlu, E. C., & Aral, G. I. (2025). Artificial intelligence applications in the food industry. *Akademik Et ve Süt Kurumu Dergisi*, (9), 28–36.
- Chen, Y., Wang, Y., Zhang, Y., Wang, X., Zhang, C., & Cheng, N. (2024). Intelligent biosensors promise smarter solutions in food safety 4.0. *Foods*, 13(2), 235.
- Cromwell, J., Turkson, C., Dora, M., & Yamoah, F. A. (2025). Digital technologies for traceability and transparency in the global fish supply chains: A systematic review and future directions. *Marine Policy*, 178, 106700.
- Ding, H., Tian, J., Yu, W., Wilson, D. I., Young, B. R., Cui, X., ... & Li, W. (2023). The application of artificial intelligence and big data in the food industry. *Foods*, 12(24), 4511.
- Ding, H., Hou, H., Wang, L., Cui, X., Yu, W., & Wilson, D. I. (2025). Application of convolutional neural networks and recurrent neural networks in food safety. *Foods*, 14(2), 247.
- George, A. S. (2024). Leveraging industry 4.0 for efficiency gains in food production. *Partners Universal International Research Journal*, 3(1), 86–108.
- Hisham, Z. S. H., Ayamon, A., Fadzullah, N. L. A. M., Ruslim, N. A. M., Zohdi, M. A. M., Azhar, M. A. A. M., ... & Zainuddin, A. A. (2025). The future of food security: The role of blockchain technology in global aquaculture. *International Journal on Perceptive and Cognitive Computing*, 11(1), 103–113.
- Kakani, V., Nguyen, V. H., Kumar, B. P., Kim, H., & Pasupuleti, V. R. (2020). A critical review on computer vision and artificial intelligence in food industry. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2, 100033.
- Kamilaris, A., Fonts, A., & Prenafeta-Boldó, F. X. (2019). The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 640–652.
- Kumar, I., Rawat, J., Mohd, N., & Husain, S. (2021). Opportunities of artificial intelligence and machine learning in the food industry. *Journal of Food Quality*, 2021(1), 4535567.
- Larbi, C. A., & Osei, S. A. (2024). Reduction of losses and wastage in seafoods: The role of smart tools and biosensors based on artificial intelligence. *Journal of AI*, 8(1), 14–44.
- Liu, Z., Yu, X., Liu, N., Liu, C., Jiang, A., & Chen, L. (2025). Integrating AI with detection methods, IoT, and blockchain to achieve food authenticity and traceability from farm-to-table. *Trends in Food Science & Technology*, 158, 104925.
- Nychas, G. J. E., Panagou, E. Z., & Mohareb, F. (2016). Novel approaches for food safety management and communication. *Current Opinion in Food Science*, 12, 13–20.
- Singh, D. (2025). Harnessing artificial intelligence to safeguard food quality and safety. *Journal of Food Protection*, 88(11), 100621.
- Siscovick, D. S., Barringer, T. A., Fretts, A. M., Wu, J. H., Lichtenstein, A. H., Costello, R. B., Kris-Etherton, P. M., Jacobson, T. A., Engler, M. B., Alge, H. M., et al. (2017). Omega-3 polyunsaturated fatty acid (fish oil) supplementation and the prevention of clinical cardiovascular disease: A science advisory from the American Heart Association. *Circulation*, 135, e867–e884.
- Taiwo, O. R., Onyeaka, H., Oladipo, E. K., Oloke, J. K., & Chukwugozie, D. C. (2024). Advancements in predictive microbiology: Integrating new technologies for efficient food safety models. *International Journal of Microbiology*, 2024(1), 6612162.
- Yam, K. L., Takhistov, P. T., & Miltz, J. (2005). Intelligent packaging: Concepts and applications. *Journal of Food Science*, 70(1), R1–R10.

EPIFİTİK ALG VE SUCUL EKOSİSTEM SAĞLIĞI: IŞIKLI GÖLÜ-GÖKGÖL SULAK ALANLARI ÜZERİNE BİR ÖN ÇALIŞMA

Dr. Öğr. Üyesi Nezire Lerzan ÇİÇEK – Dilara YETİK

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi
<https://orcid.org/0000-0002-5511-04641>, <https://orcid.org/0009-0009-2234-0077>
lerzancicek@isparta.edu.tr, dilarayetik22@icloud.com

GİRİŞ

Günümüzde ekosistem sağlığı giderek artan bir öneme sahip kavramlardan olup, doğal sistemlerin sürdürülebilirliği, biyolojik çeşitliliğinin korunması açısından kritik bir gösterge olarak kabul edilmektedir. Bu bağlamda sulak alanların sürdürülebilirliği ve biyolojik çeşitliliğinin korunması için ekosistem sağlığının belirlenmesi oldukça önemlidir. Sucul ekosistem sağlığı sadece biyotik bileşenlerin değil aynı zamanda abiyotik faktörlerin ve insan etkilerinin bütüncül olarak değerlendirilmesi ile ortaya çıkarılan çok boyutlu bir kavramdır. Ekosistem sağlığının belirlenmesi, doğal sucul kaynakların gerek çevresel yönetiminin ve gerekse koruma stratejilerinin oluşturulmasında temel bir basamaktır.

Sulak alanlar; zengin biyolojik çeşitliliğe sahip olan, suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini düzenleyerek, kirlilik yüklerinin azaltılmasına katkı sağlayan önemli sucul ekosistemlerden birisidir (Yiğit ve Kayranlı 2022). Bu alanlar su kalitesinin korunması ve iyileştirilmesinde kritik roller üstlenmekle birlikte, son yıllarda iklim değişikliği, artan evsel, endüstriyel atıklar ve tarımsal faaliyetler sonucunda olumsuz etkiye maruz kalmaktadır. Tüm bu etkiler ile oluşan ötrofikasyon sonucunda, geri dönüşümsüz bir şekilde tamamen ortadan kalkma tehlikesi altındadır.

Sucul ekosistemlerdeki biyolojik bileşenlerden olan algler çevresel etkenlere karşı oldukça hassas olup, su kalitesinin belirlenmesinde fizikokimyasal değişkenlerle birlikte kullanılan temel biyolojik göstergelerden (biyobelirteç) birisidir. Sucul ortamlarda özellikle makrofitlerin yüzeylerinde gelişim gösteren mikroskobik alg toplulukları epifitik alg olarak tanımlanmaktadır. Epifitik algler, bentik alg topluluklarının önemli bir alt grubunu oluşturur ve genellikle periphyton olarak adlandırılır. Epifitik alg taksonları su kalitesi, besin döngüleri ve habitat yapısı hakkında bilgi sağlayarak, ekosistemdeki uzun ve kısa vadedeki değişimlerin belirlenmesini sağlamaktadır (Stenger-Kovács et al., 2007; Kamberović et al., 2019; Riato and Leira, 2020).

Sonuç olarak, epifitik algler özellikle bentik diatomlar, su kalitesi izleme çalışmalarında önemli biyolojik göstergeler olarak kabul edilmektedir. Bu organizmaların tür kompozisyonu, biyolojik indekslerle değerlendirilmesi ve çevresel parametrelerle ilişkisi üzerine yapılan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ayrıca yeni indekslerin geliştirilmesi, yazılım destekli analizlerin kullanımı ve farklı coğrafi bölgelerdeki uygulamalar epifitik alglerin sucül ekosistemlerin izlenmesindeki rolünü güçlendirmektedir (Kelly and Whitton, 1995; Bellinger, 2006; Messyas ve Treska, 2019; Kahlert et al., 2023).

Son yıllarda ülkemizde ve Dünya’da farklı nedenlerden dolayı pek çok sulak alan küçülmüş ya da tamamen kurumıştır. Bu nedenle hala varlığını sürdüren sulak alanların ve göllerin korunması, kirlilik düzeyinin azaltılması ve sürdürülebilirliği için yönetim planlarının oluşturulması oldukça önemlidir (GEKA, 2015). Işıklı ve Gököl sulak alanlarında yapılan çalışmalar bulunmaktadır (Akbaba ve Boyacı 2015, Özen ve Ürker 2020, Akşit ve Akyıldız 2024), bu sulak alanda epifitik alg türleri ve dağılımlarına, çevresel değişkenlerin bunlar üzerine etkisine ilişkin çalışma bulunmamaktadır. Bu ön çalışma ile epifitik alg türlerinin belirlenmesi ve saptanan taksonların dağılımlarına etki eden çevresel faktörlerin neler olabileceği ve nasıl etki ettiği, su kalitesinin fizikokimyasal ve biyolojik olarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

ARAŞTIRMA ALANI GENEL ÖZELLİKLERİ

Işıklı Gölü ve Gököl Türkiye’nin güney batısında yer alan, ekolojik ve ekonomik açıdan önemli sulak alanları kapsayan Göller Bölgesi’nde yer almaktadır (Işıldar ve Erçoşkun, 2001). Işıklı Gölü ve Gököl sulak alanı Büyük Menderes Nehri’ni besleyen kaynakların üzerindedir. Işıklı Gölü Akdağ’ın güneyinde yer alan maksimum 7 m. derinliğinde tatlısu gölüdür. Işıklı Gölü’nün 3 km. batısında, B. Menderes Nehri’nin üzerinde yer alan Gököl ise, Işıklı Gölünü çeviren seddin sona erdiği güney kesimindeki bağlantı ile bu göle dökülür. Gököl Işıklı Gölü’nü besleyen en önemli kaynaklardan birisidir (Anonim, 2024). Türkiye’nin endüstriyel (tekstil ve deri sanayii) ve tarımsal anlamda en önemli üretim bölgelerinden olan Büyük Menderes Havzası, başta kirlilik olmak üzere su kaynaklarına ilişkin birçok problemle karşı karşıyadır (Çondur ve Cömertler, 2010; Çakır ve Minareci, 2015). Işıklı Gölü ve Gököl Sulak Alanı kuşlar, balıklar ve omurgasız canlılar için üreme ve barınma alanı oluşturmaktadır. Ayrıca her iki sulak alanda rekreasyon, balıkçılık faaliyetleri, turba üretimi, kurbağa ve sülük toplayıcılığı, su kuşu avcılığı, saz kesimi faaliyetleri yapılmaktadır (Tunç 2025). Işıklı ve Gököl Sulak Alanı, 10.06.2016 tarihinde “Ulusal Öneme Haiz Sulak Alan” olarak

tescillenmiştir. Aynı zamanda çalışma alanı genel olarak barındırdığı ekolojik ve biyolojik özellikleri ile uluslararası düzeyde önemli sucul ekosistemlerdendir (Eken vd., 2006; Tunç 2025). Işıklı ve Gökgöl sulak alanındaki en önemli çevresel problemler, sulak alan arazilerinin ziraate açılması ve yanlış su, yoğun gübre ve pestisid kullanımı akarsular tarafından taşınan alüvyonlar olduğu; artan tarım faaliyetleri, Büyük Menderes Çayı'na atıklarını bırakan meyve suyu fabrikası, Dinar Suyu'nun beraberinde getirdiği sanayi ve evsel kirlilik unsurlarının sulak alanı kirlettiği bildirilmektedir (Tunç 2025).

ARAŞTIRMA ALANI FİZİKOKİMYASAL VE BİYOLOJİK VERİLER

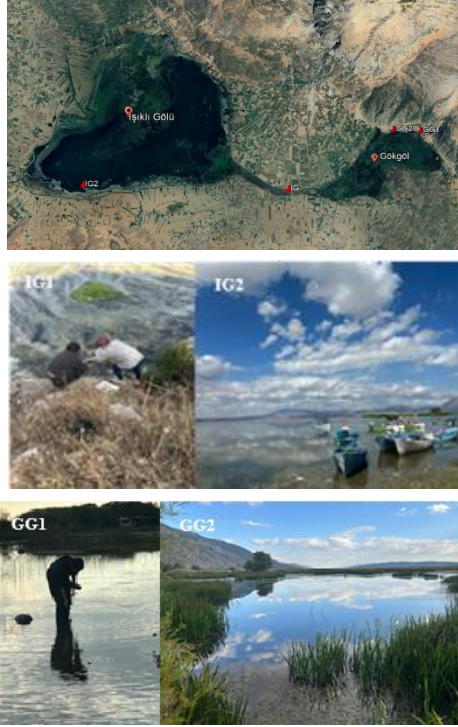
Su Örneklerinin Alınması ve Analizi

Işıklı Gölü (2) ve Gökgöl (2)'nden belirlenen toplam 4 örnekleme noktasından sonbahar döneminde (Ekim 2025) toplam dört (4) örnekleme yapılmıştır (Şekil 1,2). Örnekleme sırasında her örnek yerinde sıcaklık (C^0), çözünmüş oksijen (mg/l), Oksijen Doygunluğu (%), elektriksel iletkenlik ($\mu S/cm$) ($25 C^0$), pH ölçümleri YSI Professional Plus multiparametre cihazı ile alanda ölçülmüştür. Diğer su kalite parametreleri için 1 L'lik polietilen kaplara alınan su örnekleri Eğirdir Su ürünleri Fakültesi Su Kalite Laboratuvarına getirilmiş en geç iki gün içerisinde analizleri tamamlanmıştır. Laboratuvarda amonyum azotu (NH_4^+-N mg/l), nitrit azotu (NO_2-N mg/l), nitrat azotu (NO_3-N mg/l), orto-fosfat fosforu (PO_4-P mg/l), toplam fosfor (ΣP mg/l) analizleri MERC test kitleri kullanılarak Nova 60 spektrofotometrede, kalsiyum, magnezyum ve toplam sertlik değerleri EDTA Titrimetrik yöntemle belirlenmiştir.

Epifitik Alg Örneklerinin Alınması ve Teşhisi

Epifitik alg örnekleri Işıklı Gölü (2 örnekyeri) ve Gökgöl (2 örnekyeri) kıyı bölgesinden seçilen toplam 4 örnekyerinden sonbahar döneminde alınmıştır (Şekil 1,2). Kıyı bölgeden $400 cm^2$ 'lik alandan tırmık ile alınan örnekler (*Ceratophyllum demersum* L.) örnekleme poşetlerine koyularak laboratuvara getirildikten sonra üzerinden yıkama-sıyırma yöntemi ile örnekler alınarak saklama kaplarına koyulmuş, örnekler %4'lük formaldehit ile fikse edilmiştir. Diyatom dışındaki algler geçici preparatlar ile mikroskopta, diyatomlar ise organik materyalin uzaklaştırılması için eşit hacimlerde H_2SO_4 ve HNO_3 ilave edilerek çeker ocakta kaynatıldıktan sonra daimi preparatlarda incelenmiştir. Alg taksonlarının birey sayıları, her preparatta lamelin ortasından geçen düz hat üzerinde 3 tekrarlı sayımın ortalaması alınarak belir-

lenmiştir (Round, 1973; Anonymous 2014). Saptanan türlerin baskınlık değerleri ve Margalef, Shannon-Weiner, Simpson çeşitlilik indeksleri kullanılarak tür çeşitliliği belirlenmiştir. Çeşitlilik Multi-Variate İstatistiksel Paket (MVSP 3.1) programı kullanılarak tespit edilmiştir (Kovach, 2002). Alglerin tanımlanmaları ilgili kaynaklar ışığında yapılmış (Pestalozzi, 1955; 1968; 1982; 1983; Prescott, 1973; 1978; Komarek 2000, 2008; Hustedt, 1985; Krammer ve Lange-Bertaloth 1986; 1988; 1991a, b; Bourrilly and Couté, 1991; John et al., 2005; Komárek, 2000; Komárek, 2008), alg listesinin oluşturulmasında algaebase veri tabanından yararlanılarak güncel tür listesi oluşturulmuştur (<http://www.algaebase.org>).



Şekil 1. Işıklı Gölü ve Gökgöl örnekleme noktaları (Googleearth, Erişim 30.04.2026)

Epifitik Alg Tür Dağılımı, Baskınlık ve Çeşitlilik Sonuçları

Işıklı Gölü ve Gökgöl’de Bacillariophyta, Chlorophyta, Charophyta, Cyanobacteriophyta ve Euglenophyta bölümüne ait toplam 42 takson saptanmış, Bacillariophyta en fazla türle temsil edilen bölüm olmuştur (Tablo 1).

Tablo1. Işıklı Gölü ve Gökgöl epifitik algleri ve örneklerine göre dağılımı (IG:Işıklı Gölü, GG:Gökgöl)

Bacillariophyta	IG1	IG2	GG1	GG2	
Bacillariales					

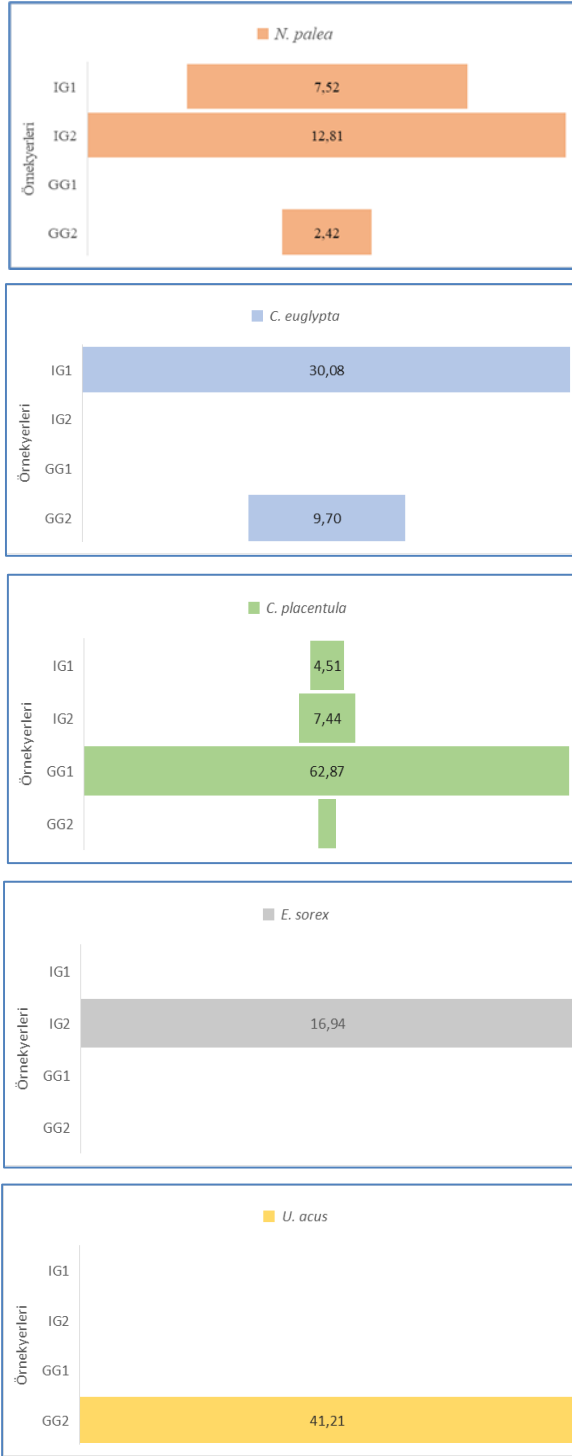
Nitzschia sp.	+	-	-	-	
<i>Nitzschia palea</i> (Kützinger) W.Smith	+	+	-	+	
Cocconeidales					
<i>Achnanthes minutissimum</i> (Kützinger) Czarnecki	+	+	+	-	
<i>Cocconeis euglypta</i> Ehrenberg	+	-	-	+	
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	+	+	+	+	
Cymbellales					
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützinger) Kützinger	+	+	+	+	
<i>Gomphonema truncatum</i> Ehrenberg	+	+	+	+	
<i>Cymbella affinis</i> Kützinger	+	+	+	+	
<i>Cymbella minutissima</i> Hustedt	+	-	-	-	
<i>Encyonema minutum</i> (Hilse) D.G.Mann	-	+	-	-	
<i>Cymbella lanceolata</i> C.Agardh	-	+	-	-	
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i> (C.Agardh) Lange-Bertalot	-	-	+	-	
Diploneidales					
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	-	+	-	-	
Fragilariiales					
<i>Odontidium mesodon</i> (Ehrenberg) Kützinger	+	-	-	-	
<i>Fragilaria virescens</i> Ralfs	-	-	+	-	
<i>Ulnaria ulna</i> (Nitzsch) Compère	-	+	+	-	
<i>Ulnaria acus</i> (Kützinger) Aboal	-	-	-	+	
Mastogloiales					
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	-	+	-	-	
Naviculales					
<i>Navicula radiosa</i> Kützinger	+	+	-	+	
<i>Navicula cari</i> Ehrenberg	+	-	+	-	
<i>Navicula capitatoradiata</i> H.Germain ex Gasse	+	-	-	-	
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kützinger) Rabenhorst	-	+	-	-	
Surirellales					
<i>Epithemia adnata</i> (Kützinger) Brébisson	-	+	-	-	
<i>Epithemia sorex</i> Kützinger	-	+	-	-	
<i>Iconella bifrons</i> (Ehrenberg) Ruck & Nakov	-	+	-	-	
<i>Halamphora veneta</i> (Kützinger) Levkov	+	+	+	+	
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O.Müller	-	+	+	-	
Sellaphorales					
<i>Sellaphora pupula</i> (Kützinger) Mereschkovsky	-	+	-	-	
Chlorophyta					
Sphaeropleales					
<i>Scenedesmus eornis</i> (Ehrenberg) Chodat	+	-	-	+	
<i>Tetradasmus lagerheimii</i> M.J.Wynne & Guiry	-	+	-	+	

<i>Tetradasmus obliquus</i> (Turpin) M.J.Wynne	-	+	-	-	
<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Turpin) Brébisson	-	+	-	-	
<i>Pseudopediastrum boryanum</i> (Turpin) E.Hegewald	-	+	-	-	
<i>Stauridium tetras</i> (Ehrenberg) E.Hegewald	-	+	-	-	
Charophyta					
Desmiales					
<i>Cosmarium granatum</i> Brébisson ex Ralfs	-	+	-	-	
<i>Cosmarium impressulum</i> Elfving	-	+	-	-	
<i>Closterium moniliferum</i> Ehrenberg ex Ralfs	-	-	-	+	
Cyanobacteriophyta					
Chroococcales					
<i>Merismopedia tenuissima</i> Lemmermann	-	+	-	+-	
Oscillatoriales					
<i>Kamptonema formosum</i> (Bory ex Gomont) Strunecký, Komárek & J.Smarda	-	+	+	-	
<i>Oscillatoria</i> sp.	+	+	-	+	
Euglenophyta					
Euglenales					
<i>Euglena viridis</i> (O.F.Müller) Ehrenberg	-	-	-	+	

Araştırma alanlarında *Ceratophyllum demersum* L. makrofiti üzerinde *N. palea*, *C. euglypta*, *C. placentula*, *U. acus*, *E. sorex* baskın taksonlar olmuş (Şekil 3.), *C. placentula*, *N. palea*, *A. minutissimum*, *G. parvulum*, *G. truncatum*, *C. affinis* Işıklı Gölü ve Gökgölde tüm örnek yerlerinde gözlemlenmiş olup, *N. palea*, *A. minutissimum* Gökgölde bir örnek yerinde saptanmıştır (Şekil 3). Işıklı Gölü ve Gökgölde Margalef, Shannon–Weiner ve Simpson çeşitlilik indeks sonuçlarına göre en yüksek çeşitlilik Işıklı Gölü 2. örnek yerinde, en düşük çeşitlilik ise Gökgöl’de 2. örnek yerinde saptanmıştır (Tablo 2).

Tablo 2. Göllerin örnek yerlerine göre çeşitlilik değerleri (d=Margalef Çeşitlilik indeksi, H’=Shannon–Weiner Çeşitlilik indeksi, D=Simpson Çeşitlilik indeksi)

		IG1	IG2	GG1	GG2
Çeşitlilik indeksleri	H’	2,24	2,82	1,39	2,02
	D	0,86	0,91	0,58	0,79
	d	6,60	11,74	4,63	4,80



Şekil 3. Baskın epifitik taksonların örnek yerlerine göre dağılımı ve baskınlık değerleri

Fizikokimyasal Analiz Sonuçları

Işıklı Gölü ve Gököl örnekleme noktaları arasında su sıcaklığı, elektriksel iletkenlik, pH ve Cl^- değerleri arasında farklılıklar gözlemlenmiş, diğer değerler arasında çok büyük farklılık gözlemlenmemiştir. Tablo 3’de göllerdeki örneklerde saptanan fizikokimyasal değerlerin dağılımı verilmiştir.

Tablo 3. Işıklı Gölü ve Gököl örneklerindeki fizikokimyasal parametre değerleri

	IG1	IG2	GG1	GG2
Su Sıcaklığı (°C)	16,2	23,7	15,2	17,8
pH	7	9,7	4,7	7,96
Çözünmüş oksijen (mg/l)	6,6	15	6,5	13,5
ÇO (% , Çözünmüş oksijen satürasyon yüzdesi)	66,35	195	63,35	154,6
Elektriksel iletkenlik ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	342,6	408,8	290	332,6
Tuzluluk ppt	0,2	0,2	0,2	0,19
Nitrit Azotu ($\text{NO}_2\text{-N}$; mg/l)	0,07	0,04	0,04	0,04
Nitrat Azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$; mg/l)	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Orto -fosfat fosforu ($\text{PO}_4\text{-P}$; mg/l)	0,25	0,27	0,11	0,11
Toplam fosfor (ΣP ; mg/l)	0,2	0,3	0,4	0,2
Amonyum Azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$; mg/l)	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Kalsiyum (Ca mg/l)	104,26	64,16	172,43	52,13
Magnezyum (Mg mg/l)	38,9611 6	183,67 4	111,317 6	111,317 6
Toplam Sertlik (CaCO_3 mg/l)	143,221 2	247,83 4	283,747 6	163,447 6
TDS (Total Dissolved Solids, Toplam çözünmüş katı madde; mg/l)	267,8	271,7	294	250
Karbonat ($\text{CO}_3^{=}$)	0	39	0	0
Bikarbonat (HCO_3^-)	338,55	186,05	356,85	295,85
Klorür (Cl^- ; mg/l)	10,65	7,1	10,65	21,3

SONUÇ:

Fizikokimyasal parametreler göller arasında ve örneklerinde çok büyük değişim göstermemekle birlikte, özellikle Gököl’de saptanan düşük pH değeri dikkat çekici olmuştur. Su kirliliği kontrolü yönetmeliği (SKKY 2008)’ne göre Azot ve fosfor bileşikler bakımından Gölün III. Sınıf kirlenmiş su sınıfında olduğu belirlenmiştir. Çözünmüş oksijen değeri açısından II. Sınıf kirlenmiş su sınıfında olduğu belirlenmiştir.

N. palea, *C. euglypta*, *C. placentula*, *U. acus*, *E. sorex* baskın taksonlarının su kirliliği göstergesine göre değerlendirme yapıldığında özellikle *C. placentula* (G.G1), *C. euglypta* (I.G1) ve *U. acus* (G.G 2) yüksek baskınlık değerine ulaşmıştır. *C. euglypta* özellikle orta kirli sulara gelişim gösteren azot, fosfor bileşikleri ve organik madde artışı ile paralel olarak artan gösterge alglerdendir (Holmes et al., 2022). Beta-mesosaprobik gösterge olarak genellikle organik açıdan hafif ila orta derecede kirlenmiş (Sınıf II veya Sınıf III) suları tercih etmektedir. Polisaprobik ve oligosaprobik sular arasında geçiş özelliği göstermekle birlikte baskınlık değeri kirlilik artışı ile yükselmektedir (Özel ve Tekin-Özan 2025). *C. placentula* yine kirlilik göstergesi diatom türü olup mezotrofik ve ötrofik suların göstergesidir (Özel ve Tekin-Özan 2025). *C.placentula* ve *C. euglypta* daha çok pH seviyesi 7'nin üzerindeki suları tercih etmektedir. Gökgöl 1. örneklerinde pH seviyesi çok düşük ve asitlik göstermesi özellikle yaz döneminde sulakalandan su çekilmesi ile oluşan bataklık alanın tabanında biriken organik maddenin çözülerek suya karışmasının etkili olduğu düşünülmektedir.

Alkali suda gelişim gösteren *C. placentula* ve *C. euglypta*'nın yüksek baskınlık değeri göstermesinin epifitik olarak gelişim gösterdiği *Ceratophyllum demersum*'un morfolojik özellikleri (çok ince, çatallı yoğun yapraklar) ile yüksek yüzey alanı oluşturmamasından ve sık yaprak yerleşimine sahip olması ile yüzeyinde epifitik taksonları yoğun olarak bulundurmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Özellikle sık ve ince yaprak yapısı sucul ortamda oluşan ani değişimlere karşı üzerinde gelişim gösteren epifitik alg taksonlarını koruduğu anlaşılmaktadır. Bu makrofit alkali suları sevmekte ve bikarbonatı yoğun olarak kullanmaktadır. Dolayısıyla yaprakları üzerinde kalsiyum karbonat birikimi olabilmektedir. Bu durumda ortamın asitliğine karşı üzerinde gelişim gösteren ve bazik su seven *C. placentula* ve *C. euglypta* için bu asitliği giderici bir etki yapmış olduğunu söyleyebiliriz.

Ulnaria acus özellikle epilitik ve epifitik olarak alkali, durgun, sıg ya da derin su kütlelerinde oligotrofikten ötrofiğe kadar gelişim göstermekle birlikte aşırı kirli ve oksijeni düşük sulara baskınlığını yitirmekte orta kirli sulara (mezotrofik) ise artış göstermektedir (Lange-Bertalot ve Ulrich, 2014; Patrick ve Reimer, 1966).

Epithemia sorex durgun sulardan akarsulara kadar tatlı su sistemlerinden acı su sistemlerine kadar geniş bir yayılışa sahip olup yüksek elektrolit içeriğine sahip sulara yoğun gelişim göstermektedir. Özellikle epifitik olarak ipliksi yeşil alg ve makrofit üzerinde koloniler oluşturmakta ve orta kirli

(mezotrof) sularda yoğun gelişmektedir (Tokatlı et al., 2011; Tokatlı, 2013; Chiba et al., 2023; Çalışkan ve Çetin, 2025). *U. acus* Gökgöl’de ve *E. sorex*’in Işıklı Gölü’nde yüksek baskınlık değerine ulaşması her iki sulak alanın orta kirli seviyede olduğunu göstermektedir.

Çalışma alanında örnekleme, yaz döneminde kuruması ve iklim değişiklikleri nedeniyle sadece bir dönem yapılabilmektedir. Elde edilen veriler ve gözlemler alan için bir ön değerlendirme yapma olanağı sağlamış olup, alınan çalışma izni kapsamında gelecek dönemlerde de incelemeye devam edilecektir. Yapılan bu ön çalışma özellikle sulak alanlarda habitat değişiminin, çevresel kirlilik kaynaklarının göllerin fizikokimyasal değişkenler ve epifitik alg çeşitliliği üzerine etki ettiğini göstermektedir. Gerek biyolojik gerekse fizikokimyasal değerlendirmeler dikkate alındığında, bu sulak alanların kirlilik baskısı altında, mezotrof karakterde trofik seviyeye sahip olduğu belirlenmiştir. Işıklı Gölü ve Gökgöl sulak alanlarında özellikle habitat değişimi öncesi ve sonrası (Yaz ve Sonbahar) dönemlerinde fizikokimyasal ve biyolojik izleme çalışmalarının yapılmasına devam edilmesi ve kirlilik baskı oluşturan etkenlerin ve habitat değişimini oluşturan insan kaynaklı etkenlerin kısıtlanması ya da tamamen ortadan kaldırılması gerekmektedir.

Teşekkür: Çalışma 1919B012462932 No’lu 2209-A Tübitak Projesi olarak desteklenmiştir ve proje desteklerinden dolayı TÜBİTAK’a ve makrofit tür teşhisinde desteklerini esirgemeyen Dr. Meryem TUNÇ’a teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Akbaba, G., & Boyacı, Y. Ö. (2015). Işıklı Gölü (Denizli) Makrobentik Faunasının Mevsimsel Değişimi. *Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 11(2), 8-19.
- Akşit, S. ve Akyıldız, G. K. (2024). “Yüzen Adalı Göl Sularında Fizikokimyasal ve Biyolojik Parametreler Üzerine Çevresel Etkilerin Değerlendirilmesi”, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, sayı 62, Denizli, ss. 317-331.
- Anonim, 2024. <https://yesilcivril.net/gokgol-isikli-sulak-alani/> Erişim tarihi:12.11.2024
- Anonymous (2014). Lake Assessment Method Macrophytes and Phytobenthos-Diatoms for Assessing River and Lake Ecological Quality (Lake DARLEQ2). Water Framework Directive–United Kingdom Technical AdvisoryGroup (WFD-UKTAG), Scotland, 20 p
- Bellinger, B. J., Cocquyt C. O’Reilly C. M. (2006). Benthic diatoms as indicators of eutrophication in tropical streams. *Hydrobiologia*, 573:75–87. Doi:10.1007/s10750-006-0262-5
- Chiba T, Horie Y, Tuji A (2023) Seven Epithemia taxa (Bacillariophyta) from Lake Akan (Japan) and their salinity tolerances. *PhytoKeys* 229: 139–155. <https://doi.org/10.3897/phytokeys.229.104449>
- Çakır, M., Minareci, O. (2010). Işıklı Gölü ve Işıklı Çayı’nda (Çivril-Denizli) Deterjan, Fosfat ve Bor Kirliliğinin Araştırılması.

- Çalışkan, H., Çetin, A. K. (2025). Epilithic Diatoms of Lake Hazar (Elazığ/Türkiye). *International Journal of Nature and Life Sciences*, 9 (1), 81-89. <https://doi.org/10.47947/ijnls.1693086>
- Çondur, F., Cömertler, N. (2010). Çevre kirliliği ve yoksulluk ilişkisi: Büyük Menderes Havzası örneği. *Ekonomi Bilimleri Dergisi*, 2(2), 1309-8020.
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, D.T., Lise, Y., (eds.). (2006). Türkiye'nin önemli Doğa Alanları. 2. Cilt. Doğa Derneği, Ankara.
- GEKA, (2015). Işıklı ve Gököl Sulak Alanlarının kurtarılması ve sürdürülebilir yönetimi için fizibilite raporu oluşturulması projesi. https://geka.gov.tr/uploads/pages_v/ısıklı-ve-gokgol-sulak-alanlarinin-surdurulebilir-yonetimi-fizibilite-raporu-2014.pdf (Erişim tarihi: 18 Kasım 2023)
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. (2024). *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, University of Galway. <https://www.algaebase.org>
- İşildar, H.T., Ercoşkun, Ö.Y. (2001). Sustainability and resilience in Göller Yöresi (Lakes Region). *Int. J. Manag. Theory Pract.* 2(2), 89-116
- Kamberović, J, STUHLI, V, Lukić, Z, Habibovic, M, & Mešikić, E (2019). Epiphytic diatoms as bioindicators of trophic status of Lake Modrac (Bosnia and Herzegovina). *Turkish Journal of Botany* 43 (3): 420-430. <https://doi.org/10.3906/bot-1808-65>
- Kahlert, M., Fölster, J., & Tapolczai, K. (2023). No lukewarm diatom communities—the response of freshwater benthic diatoms to phosphorus in streams as basis for a new phosphorus diatom index (PDISE). *Environ Monit Assess* 195:807 <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11378-4>
- Kelly, M. G., Whitton, B. A. (1995). The Trophic Diatom Index: a new index for monitoring eutrophication in rivers. *Journal of Applied Phycology* 7:433-444.
- Komárek, J. (2000). *Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales Süßwasserflora Von Mitteleuropa Band 19/1, Cyanoprokaryota 1. Teil: Chroococcales*. Berlin, Spectrum Akademischer Verlag Heidelberg, 548p.
- Komárek, J. (2008). *Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales*. Germany, Spectrum Akademischer Verlag Heidelberg, 759p.
- Krammer, K., & Lange-Bertaloth, H. (1986). *Bacillariophyceae. 1. Teil: Naviculaceae*. In Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & Mollenha Uer d. (Eds.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/1*. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, New York, 876pp.
- Krammer, K., & Lange-Bertaloth, H. (1988). *Bacillariophyceae. 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae*. In Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & Mollenha Uer d. (Eds.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/2*. VEB Gustav Fischer Verlag: Jena, 596pp.
- Krammer, K., & Lange-Bertaloth, H. (1991a). *Bacillariophyceae. 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae*. In Ettl H., Gerloff J., Heynig H. & Mollenha Uer d. (Eds.) *Süßwasserflora von Mitteleuropa, Band 2/3*. Gustav Fischer Verlag: Stuttgart, Jena, 576pp.
- Krammer, K., & Lange-Bertaloth, H. (1991b). *Bacillariophyceae. 4. Teil: Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema, Gesamtliteraturverzeichnis*
- Kovach, W.L. 2002. *MVSP—a Multivariate Statistical Package for Windows*, ver. 3.21. Wales, UK.
- Lange-Bertalot, H. and Ulrich, S. (2014). Contributions to the taxonomy of needle-shaped *Fragilaria* and *Ulnaria* species *Lauterbornia* 78: 1-73.
- Messyasz B., Treska E. (2019). Benthic Diatoms as Valuable Indicators of Anthropogenic Eutrophication in Biomonitoring of Ribbon Lake. *Ecol Chem Eng.* 26(4):709-726. Doi: 10.1515/eces-2019-0014

- Özen, A., Ürker, O. (2020). Avrupa Doğa Bilgi Sistemi (EUNIS) Habitat Sınıflandırmasını Kullanarak Işıklı Gölü ve Gököl Sulak Alanlarında Habitat Değişimlerinin Belirlenmesi Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 13(2): 518-531.
- Patrick, R.M. and Reimer, C.W. (1966). The Diatoms of the United States exclusive of Alaska and Hawaii, V. 1 Monographs of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 13
- Riato, L., Leira, M. (2020). Heterogeneity of epiphytic diatoms in shallow lakes : implications for lake monitoring. Ecological Indicators, vol. 111, art. 105988, pp. 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105988>
- Round, F. E. (1953). An investigation of two benthic algal communities in Malham Tarn, Yorkshire. J. Ecol., 41: 174-197. doi: 10.2307/2257108
- Stenger-Kovács C, Buczkó K, Hajnal É, Padisák J (2007). Epiphytic, littoral diatoms as bioindicators of shallow lake trophic status: Trophic Diatom Index for Lakes (TDIL) developed in Hungary. Hydrobiologia 589: 141-154.
- SKKY (2008). Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik. Resmi Gazete, 13 Şubat 2008, sayı: 26786, Ankara.
- Tunç, M. (2025). Işıklı (Çivril) ve Gököl Sulak Alanı (Denizli)'nın Makrofit Florası, Ekolojik Kalite, Ağır Metal Riskleri Ve Fitoremediasyon Potansiyelinin Değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora tezi, 502 s.
- Tokatlı, C., Köse, E., Uysal, K., Çiçek, A., & Arslan, N. (2011). Determination of Macro and Micro Elements Concentrations in Epipelagic Diatom Frustules in Porsuk Dam Lake. Reserach Journal of Agricultural Sciences, 2, 1-6. <https://izlik.org/JA97MS99FM>
- Tokatlı, C. (2013). Evaluation of Water Quality by Using Trophic Diatom Index: Exaple of Porsuk Dam Lake. *Journal of Applied Biological Sciences*, 7(1), 01-04.
- Yiğit, E. S., Kayranlı, B. (2022). Yapay Sulak Alan Atık Su Arıtma Sistemlerin Evsel Atık Suların Arıtılmasında Kullanılmasında Karşılaşılan Sorunlar ve Öneriler. Aksaray University Journal of Science and Engineering, 6 (1), 17-26. <https://doi.org/10.29002/asujse.1076333>

DENİZ KİRLİLİĞİNİN BİYOLOJİK GÖSTERGELER (BİYOİNDİKATOR) ÜZERİN- DEN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Cem ERKEBAY

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, İzmit/KOCAELİ
000-0001-9100-3626, cem.erkebay@kocaeli.edu.tr

GİRİŞ

Denizel ortamlar çok farklı kirletici tehditler ile karşı karşıya olduğundan günümüzün en çok tartışılan ve çözüm aranan kirlilik problemlerini barındırmaktadır. Özellikle demografinin değişmesi, insan ihtiyaçlarının çeşitlenmesi ve artması alıcı ortam olarak denizlerin daha fazla korunması gerekliliğini doğurmuştur. Mikroplastikler, petrol ve türevleri, evsel atıklar, ağır metaller, besin tuzu yükleri vs. uzun süreli ve karmaşık etkiler yaratabilmektedir.

Biyoundikatörler, çevredeki değişimlere oldukça duyarlı organizmalar olarak, özellikle uzun süreli izleme çalışmalarında, kirlilik düzeyinin belirlenmesinde veri sağlayan en önemli araçlardandır. Özellikle midye türleri, fitoplankton toplulukları ve bentik organizmalar, ağır metaller, organik kirleticiler ve besin tuzu artışlarına karşı verdikleri tepkiler ile kirlilik tespit ve izlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu organizmaların biyokimyasal, fizyolojik ve populasyon düzeyindeki değişimleri, kirliliğin erken uyarı sinyalleri olarak değerlendirilebilmektedir.

İnsan toplumunun hızlı gelişimiyle birlikte denizel ortama bırakılan kirleticilerin yalnızca miktarı değil, coğrafi dağılımı da artmıştır. Artan dünya nüfusu, kendisine yeni yaşam alanları oluştururken insan faaliyetlerinin yayılım hızını da artırmıştır. Bu durum, insan kaynaklı atıkların günümüzde çok daha geniş ve farklı sahalarda gözlemlenmesine neden olmaktadır.

Yüksek azot ve fosfor konsantrasyonu deniz ortamında kirliliğin önemli bir kaynağıdır. Oluşan ötrofikasyon fitoplankton patlamalarına, ekosistem mühendisleri olarak tanımlanan kelp ve sert mercanların yerini yapısal açıdan daha basit makroalg topluluklarının alması ve denizel hastalıkların görülme sıklığı ile şiddetinin artması gibi birçok olumsuz ekolojik etkiye neden olmaktadır (MarijkeAnneStrain vd, 2022).

Son 50-60 yılda okyanusların ve kapalı denizlerin plastik ve benzeri sentetik, doğada parçalanması çok uzun yıllar alan materyallerle kirlenmesi artan bir durumdur. Bu kirleticilerin kaynakları karasal ya da denizel, yerel ya

da daha uzak olabilir. Etkileri de oldukça çeşitlidir. Günümüzde özellikle su yüzeyinde serbest şekilde taşınan denizel atıklar üzerine tutunan organizmalar ile bu materyaller aracılığıyla taşınan canlı topluluklarına yönelik araştırmalar hızla artmaktadır. Ayrıca, yüzebilir özellikte olmasına rağmen deniz tabanına çöken atık materyallerin bentik ekosistemler üzerindeki etkileri de dikkat çekmektedir (Murray, 2009).

Ağır metaller, erozyon sonucu nehirlerle taşınan, volkanik aktiviteler ve organik maddenin parçalanması, endüstriyel ve evsel atıklarla, Hidrokarbonlar, petrol ve benzeri maddelerin sızıntılarıyla, nehirlerle taşınım, volkanlar, sudaki bakteri ve diğer organizma faaliyetleri ile gemicilik ve sondaj aktiviteleri, kazalar, atmosferik girdiler, evsel ve endüstriyel atıksular, yüzeysel sular, Nutrientler nehirlerle taşınım, biyolojik aktivite, upwelling, dip sedimentleri, endüstriyel ve evsel deşarjlar, zirai atıklar, radyoaktif elementler akarsularla taşınım (Radyoaktif element içeren kayalar), volkanik aktiviteler, atmosferik etkileşim, nükleer santraller, nükleer silah denemeleri, endüstriyel, tıbbi ve evsel deşarjlar, partikül madde Nehirlerle taşınım, biyolojik aktivite, dip sedimentlerinin karışımı, atmosfer, bulanıklık ve akıntılar, madencilik, sondaj çalışmaları, evsel ve endüstriyel deşarjlar yoluyla denizlere ulaşarak kirliliğe yol açarlar (Özden, 2013).

Denizel kirlilikle baş etmenin ilk adımı kirliliği ve sebeplerini doğru tespit etmektir. Bu noktada da kimyasal metotların yanında biyolojik metotlar da gerekmektedir. Morfolojik, fizyolojik ya da biyokimyasal reaksiyonlar çevresel parametrelerle ilgili veri sağlamada yardımcı olurlar (Yılmaz & Dönmez, 2015). Bazı kirlilik faktörleri deniz ortamında bazı organizmaların ortamı terketmesine ya da yok olmasına neden olsa da bazıları için kabul edilebilir sınır daha yüksektir ve bu alanda yaşamlarını devam ettirirler. İşte bu türler bize biyoindikatör olarak izlemede yardımcı olurlar (Arısoy, t.y.).

Biyoundikatörler ve Biyomonitoring

Suyun doğal bileşiminin bozulması sonucu bir dizi su canlısı türü yok olmaktadır. Besin zincirindeki organizmalar, bu değişim sırasında artan kirlilik yükü nedeniyle kayıplar vermektedir. "Biyo-gösterge" olarak tanımlanan türler, sayılarının artması veya azalmasıyla belirli bir ortamdaki kirleticilerin ve ekolojik faktörlerin etkilerini gösterir. Bu nedenle, biyolojik gösterge organizmaları çevresel değişikliklerin birincil göstergesi olarak kullanılır. Şu ifade edilmiştir ki, biyolojik gösterge organizmaları su kalitesini doğrudan gösterdikleri için büyük öneme sahiptir (Koçbaş & Güner, 2008).

Su kalitesinin tespitinde biyomonitöring çevresel stres faktörlerinin ekosistem üzerinde yarattığı etkiyi o bölgede yaşayan organizmalar üzerinden inceleyen bir yöntemdir. Kimyasal analizler anlık durum tespitini sağladığından biyomonitöring, uzun vadeli etkilerin tespitinde etkin bir yöntemdir. Sucul ortamda en sık kullanılan biyoindikatörler makroomurgasızlar, makrofitler, fitoplanktonlar ve bazı balık türleridir (Çevre Analiz, 2025).

Biyindikatör Tür Seçimi

Ortamdaki kirleticilere maruz kalma ve bunların etkilerinin izlenmesi çalışmalarında en önemli aşamalardan biri biyoindikatör türünün belirlenmesidir. Çoğunlukla kullanılan yöntem aynı ekosistemdeki farklı trofik zonlarda bulunan çeşitli organizmalarda tespit edilen kirletici düzeyleri yerine literatüre dayandırılmaktadır. Temelde önerilen yöntemse birden fazla aşamadan oluşmaktadır. Literatür taraması ile başlayan süreç çalışılacak olan saha hakkında bilgisi olan uzmanlardan faydalanılması, paydaş görüşleri, trofik grupların tespiti ve olası türlerin listelenip belirlenmesi ile sonlanmaktadır (Burger vd, 2006).

BAM (Bioaccumulation Monitoring/Biyobirikim İzleme), BEM (Biological Effect Monitoring/Biyolojik Etki İzleme), HM (Health Monitoring/Sağlık İzleme) ve EM (Ecosystem Monitoring/Ekosistem İzleme)'de olduğu gibi, çevresel veya su kalitesindeki değişiklikleri değerlendirmek için canlı organizmaların düzenli ve sistematik kullanımı biyolojik izleme (BM) veya biyomonitöring olarak adlandırılır (van der Oost vd, 2003).

Uygun biyolojik göstergeler genellikle biyolojik izlemeye büyük katkı sağlar. Mükemmel bir biyolojik göstergenin aşağıdaki özelliklere sahip olması beklenir: (1) ölmeden yüksek düzeyde kirletici biriktirebilir; (2) yerleşik bir yaşam tarzı sürdürür, böylece yerel kirliliği kesin olarak temsil eder; (3) tekrarlanan örnekleme ve karşılaştırma için yeterli bolluğa ve geniş dağılıma sahiptir; (4) çeşitli yaşlar arasında karşılaştırma için yeterince uzun bir yaşam süresine sahiptir; (5) mikrokozmik düzeyde daha fazla araştırma için uygun hedef doku veya hücre sağlayabilir; (6) laboratuvarında kolay örnekleme ve kolay yetiştirme; (7) suda canlı kalır; (8) besin zincirinde önemli bir konum işgal eder; (9) iyi bir doz-etki ilişkisi gözlemlenebilir. Tüm bu özellikleri bir arada bulmak oldukça güç olmakla birlikte izleme amacına uygun olarak bulunan özellikler kısıtlanabilir (Zhou vd, 2008).

Seçilen türlerin ilk aşamada mükemmel sonuç vermesi beklenmez ancak optimum koşullarda en isabetli veri elde edilebilir. Burada da değerlendirme

ihtiyaçları, maliyet ve zaman önemli belirleyicilerdir (Burger vd, 2006). Biyoindikatörün duyarlılığı, yaygınlığı, kirletici biriktirme kapasitesi ve yaşam süresi örnek verilebilir.

Denizel Ortamda Kullanılan Bazı Biyoindikatörler

Deniz memelileri, uzun yaşam süreleri ve besin zincirinin üst sıralarında yer almaları sebebiyle deniz çevresindeki kirliliğin uzun vadeli etkilerini dünya genelinde izlemek için önemli birer araçlardır. Deniz memelileri, çevresel kirliliğin düşük dozlu fakat uzun süreli etkilerinin incelenmesi açısından model sistemler olarak değerlendirilebilir (Mössner & Ballschmiter, 1997).

Çevresel bozulmanın değerlendirilmesinde balıkların biyolojik izleme amacıyla kullanılmasının temel nedeni, bir balık topluluğunun göreceli sağlığının, tüm sucul ekosistem üzerindeki doğrudan ve dolaylı streslerin hassas bir göstergesi olmasıdır. Çevresel bozulmanın değerlendirilmesinde en yaygın kullanılan yaklaşımlar dört gruba ayrılmaktadır: (1) gösterge taksonlar veya loncalar, (2) tür zenginliği, çeşitlilik ve eşit dağılım indeksleri, (3) çok değişkenli yöntemler ve (4) biyotik bütünlük indeksi (Fausch vd, 1990).

Algler, hem denizlerde hem de tatlı sularda yaşamı yansıtan önemli belirteçlerdir. Hatta ekosistemin tamamı için önemlidirler. Özellikle ağır metal tayininde metabolizmada, biyolojik fonksiyon yarattığı gibi fotosentez inhibisyonuna, hücresel bozulmalara da yol açmaktadır. Alg miktarı ve tespit edilen türleri kirliliği doğrudan yansıtmaktadır.

F. antipyrretica , su kalitesinin biyolojik izlenmesinde en yaygın kullanılan yosun türüdür ve bu nedenle uygunluğu birçok çalışmada ele alınmıştır (Debén, 2016).

Makrofitler, büyük birey sayısı, örnekleme kolaylığı ve özellikle metal kirliliğini yüksek toleransları ile tercih edilirler. Laboratuvar ortamında da üretilmeleri mümkündür. Ancak bazı kısıtlamaları da mevcuttur. Makrofitin metabolik yeteneği kirletici etkisini azaltabilir. Ayrıca aynı makrofit farklı bir bölgede farklı büyüme oranı gösterebilir (Zhou vd, 2008).

Yumuşakça kabukları sucul ortamdaki kirleticilerin izlenmesinde yaygın olarak kullanılan yaygın bir materyaldir. Yumuşakça kabukları, yalnızca yaşam geçmişlerinin kaydını değil, aynı zamanda kabuk içindeki yapısal, morfolojik ve kimyasal değişiklikler yoluyla korunan çevresel değişikliklere dair bilgileri de içerir. Yapılan çalışmalar şekil bozuklukları, kabuk kalınlaşması,

istiridyelerde kabuk oluşumunun engellenmesi, kabuk odacıklarının oluşması gibi oluşumlar bize kirlletici etkilerini anlatan göstergelerdendir. Yüksek hassasiyete, düşük hareketliliğe ve geniş dağılıma sahip türler, yüksek kirlilik seviyelerinin belirlenmesini ve birbirinden uzak yerler arasında karşılaştırma yapılmasını kolaylaştırdıkları için izleme amacıyla tercih edilir (Núñez vd, 2012).

Çift kabuklu yumuşakçalar; hidrofobik organik kirlleticileri belirli ölçüde biyotransforme edebilmeleri, sabit yaşam göstermeleri, filtrasyonla beslenmeleri, nispeten uzun yaşam sürelerine sahip olmaları, kolaylıkla tanımlanabilmeleri ve örneklemeye uygun canlılar olmaları nedeniyle biyogösterge çalışmalarında sıklıkla tercih edilmektedir (Dönmez & Yılmaz, 2025).

Biyoidikatörlerde Belirleyici Parametreler

Tablo 1. Farklı biyolojik organizasyon düzeylerinde kullanılan temsili biyogöstergeler (Adams & Greeley, 2000)

Biyolojik Organizasyon Düzeyi	Temsili Biyogöstergeler
Biyokimyasal Düzey	MFO enzimleri, safra metabolitleri, DNA bütünlüğü, stres proteinleri, anti-oksidad enzimler
Fizyolojik Düzey	Kreatinin, transaminaz enzimleri, kortizol, trigliseridler, steroid hormonları
Histopatolojik Düzey	Nekroz, makrofaj agregatları, parazitik lezyonlar, fonksiyonel parankima değişimleri, karsinomlar
Bireysel Düzey	Büyüme, toplam vücut lipidi, kondisyon faktörü, enerji kullanım parametreleri, belirgin anomaliler
Popülasyon Düzeyi	Bolluk, boy ve yaş dağılımı, organoindeksler, cinsiyet oranı, üreme başarıları
Topluluk Düzeyi	Tür zenginliği, biyotik bütünlük indeksi, hassas türlerin varlığı, beslenme tipleri

Biyoidikatör Kullanımının Avantajları

Kirlenmiş çevrelerde yaşayan organizmalarda biyobirikim süreçlerinin ve biyobelirteç yanıtlarının izlenmesi, çevresel izleme programları açısından önemli ve umut vadeden bilgiler sunmaktadır. Bu tür çalışmalar; gözetim, risk değerlendirmesi, yasal düzenlemelere uyumun kontrolü ve çevresel iyileşme süreçlerinin değerlendirilmesi gibi alanlara katkı sağlayabilir. Biyobelirteç temelli yaklaşımlar, yalnızca kimyasal kalıntıların ölçülmesiyle elde edilemeyen biyolojik etkilerin ortaya konulmasına imkân tanır. Ancak bazı durumlarda, biyobelirteç yanıtlarının artan maruziyetle tutarlı ve öngörülebilir bir ilişki gösterdiğinin ve daha yüksek düzeydeki biyolojik etkilerin bu

göstergeler üzerinden güvenilir biçimde tahmin edilebildiğinin daha fazla araştırmayla doğrulanması gerekmektedir (van der Oost vd, 2003).

Bazı biyobelirteçler çok düşük konsatrasyondaki kirleticilere dahi fizyolojik ya da biyolojik tepki gösterebilirler. Yapılan kimyasal analizlerde belirlenemeyecek değerlere ulaşılabilir. Laboratuvar ortamının aksine doğal ortamda bulunan kirleticilerin anlık olmayan gerçek etki değerleri elde edilebilir.

Elde edilen veriler uzun dönemi temsil ettiği için çevresel izleme programlarında ve yasal düzenlemelerde etkin ve güvenilir şekilde kullanılabilir. Ekosistem düzeyinde gerçekçiliği daha yüksektir. Daha bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Deniz kirliliği günümüzde ekosistemimizin dengesini bozan en kritik çevre sorunlarından biridir. Ancak denizin altında neler olup bittiğini her zaman çıplak gözle ya da karmaşık kimyasal analizlere hemen anlayamayabiliyoruz. İşte bu noktada biyoindikatör (belirteç) organizmalar, adeta doğanın “erken uyarı sistemleri” olarak hemen devreye girerler.

Modern teknolojik aletler suyu analiz edebilir ancak bize “anlık” veri sunarlar. Biyoindikatör organizmalar ise bize kirliliğin zamana yayılmış etkilerini dolayısıyla o bölgedeki kirlilik geçmişini gösterir. Biyoindikatör organizmalardaki biyobirikim bir kimyasalın sudaki miktarı çok düşük olsa bile, canlı bu maddeyi vücudunda biriktirerek kirliliği görünür kılar. Ayrıca farklı kirleticilerin bir araya gelerek oluşturduğu toplam zehirlilik etkisini (sinerjetik etki) sadece canlı organizmalar üzerinde gözlemleyebiliriz.

Sonuç olarak biyoindikatör organizmalar bize varlıklarıyla ve yokluklarıyla çok önemli bilgiler verirler. Sadece temiz sularda yaşayan bir türün görülmesi bize o bölgenin sağlıklı olduğunu veya kirliliğe çok hassas olan bir türün aniden kaybolması bize alarm zillerinin çaldığını gösterir.

Bütün bunların yanı sıra, sürekli izleme, erken uyarı, ekonomik çözüm ve zararlı maddelerin besin zincirinde nasıl ilerlediğini anlamamızı sağlamak gibi çok önemli görevleri de yerine getirir.

Özetle deniz kirliliği ile etkin mücadele edebilmek için bu canlıları korumak ve izlemek, kendi geleceğimizi ve gıda güvenliğimizi korumak anlamına gelmektedir. Denizler sessizdir ama içindeki canlılar aslında bize çok şeyler anlatır.

KAYNAKÇA

- Adams, S. M. ve Greeley, M. S. 2000. Ecotoxicological Indicators Of Water Quality: Using Multi-Response Indicators To Assess The Health Of Aquatic Ecosystems. *Water, Air and Soil Pollution*, 123: 103-115. doi: 10.1023/A:1005217622959
- Burger, J., Gochfeld, M. & Jewett, S. Amchitka Çevresinde Radyonüklitlerin Denizel Değerlendirilmesi İçin Tür Seçimi: Çeşitli Amaçlar ve İlgi Alanları İçin Planlama. *Environ Monit Assess* 123, 371–391 (2006). <https://doi.org/10.1007/s10661-006-9203-z>
- Debén, S., Fernández, J. A., Carballeira, A., & Aboal, J. R. (2016). Use of dead biomonitors for active monitoring of water pollution. *Environmental Pollution*, 210, 315–322. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.12.026>
- Fausch, K. D., Lyons, J., Karr, J. R., & Angermeier, P. L. (1990). Fish communities as indicators of environmental degradation. *American Fisheries Society Symposium*, 8, 123–144.
- MarijkeAnneStrain, E., WengSengLai, R., AnnaWhite, C., Piarulli, S., MeiYeeLeung, K., Airoldi, L., & Ou2019Brien, A. (2022). Editorial: Marine Pollution-Emerging Issues and Challenges. *Frontiers in Marine Science*. Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.918984>
- Mössner, S., & Ballschmiter, K. (1997). Marine mammals as global pollution indicators for organochlorines. *Chemosphere*, 34(5–7), 1285–1296. [https://doi.org/10.1016/S0045-6535\(97\)00426-2](https://doi.org/10.1016/S0045-6535(97)00426-2)
- Núñez, J. D., Laitano, M. V., & Cledón, M. (2012). An intertidal limpet species as a bioindicator: Pollution effects reflected by shell characteristics. *Ecological Indicators*, 14(1), 178–183. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.07.021>
- R.Gregory, M., & RGregory, M. (2009). Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement ingestion smothering hangers-on hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. The Royal Society. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0265>
- Özden, S. (2013). Uzman Görüşlerine Göre Çanakkale’de Deniz Kirliliği ve Kirliliğin Sebepleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*.
- Yılmaz, D., & Dönmez, A. E. (2015). Sucul Ortamlarda Biyoindikatör ve Biyobelirteçler. *Aquaculture Studies*. <https://doi.org/10.17693/yunusae.v15i21957.235774>
- Arisoy, G. (t.y.). *Biyoindikatör su canlılarının ağır metale ilgisi*. Elazığ Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. PDF Document
- Koçbaş, F., & Güner, H. (2008). Radyoaktif elementlerin tayininde kullanılabilecek Türkiye denizlerindeki biyoindikatör organizmalar. *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 63–68.
- Çevre Analiz. (2025, 31 Ekim). *Ekosistem sağlığı açısından biyolojik izleme (biomonitoring) yöntemleri*. https://www.cevreanaliz.com/endustriyel/ekosistem-sagligi-acisindan-biyolojik-izleme-biomonitoring-yontemleri_386
- van der Oost, R., Beyer, J., & Vermeulen, N. P. E. (2003). Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: A review. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 13(2), 57–149. [https://doi.org/10.1016/S1382-6689\(02\)00126-6](https://doi.org/10.1016/S1382-6689(02)00126-6)
- Zhou, Q., Zhang, J., Fu, J., Shi, J., & Jiang, G. (2008). Biomonitoring: An appealing tool for assessment of metal pollution in the aquatic ecosystem. *Analytica Chimica Acta*, 606(1–2), 135–150. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2007.11.018>

MODERN ÇATIŞMALARIN SESSİZ TANIĞI: EKOSİSTEMLER

Prof. Dr. Arzu MORKOYUNLU

Kocaeli Üniversitesi, Hereke Asım Kocabıyık Meslek Yüksekokulu, Körfez/Kocaeli,
0000-0002-3678-4930

Öğr. Gör. Dr. Şebnem ERKEBAY

Kocaeli Üniversitesi, Karamürsel Denizcilik MYO, Karamürsel Kocaeli,
0000-0002-6467-7198

Doç. Dr. Gönül KONAKAY

Kocaeli Üniversitesi, Hereke Ömer İsmet Uzunyol MYO, Körfez, Kocaeli,
0000-0002-4113-8992

Dr. Öğretim Üyesi Cem ERKEBAY

Kocaeli Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Kocaeli,
0000-0001-9100-3626

arzu.yuce@kocaeli.edu.tr

GİRİŞ

Tüm canlıların yaşam kaynağını oluşturan çevresel ekosistemler, sürdürülebilir yaşam için oldukça önemlidir. Su kalitesi, toprak kalitesi ve hava kalitesi doğal ekosistemlerin temelini oluşturmaktadır. Beşerî faaliyetlerle birlikte, değişen dünya yapısı, çatışmalar ve özellikle farklı coğrafyalarda yaşanan savaşların yol açtığı olumsuz sonuçlar ekosistemleri olumsuz yönde etkilemektedir. Savaş ortamında, su, toprak ve hava kalitesi fiziksel, kimyasal olarak etkilenmekte ve bunun sonucunda biyolojik yapıya zarar verilmektedir. Özellikle, kimyasal atıklar, petrol sızıntıları ve patlayıcı kalıntıları su kaynaklarına karışarak canlı yaşamını tehdit etmekte, balıklar ve diğer su canlıları zarar görmekte ve biyolojik denge bozulmaktadır. Bununla birlikte, temiz suya erişim zorlaşmakta, hem doğa hem insan sağlığı olumsuz etkilenmektedir. Hava, su ve toprak kalitesinin bozulması, o bölgedeki bitki örtüsünün yok olmasına, hayvan türlerinin yaşam alanlarını kaybedilmesine, nadir ve hassas türlerin yok olmasına neden olmaktadır. Modern çatışmaların etkisi, uzun vadeli çevresel hasarlardır. Bu örneklerden biri olan, Vietman savaşında kullanılan agent orange gibi kimyasal maddeler, geniş orman alanlarının yok olmasına neden olmuştur. Bu kimyasallar, bitki örtüsünü kurutarak tarım alanlarını verimsiz hale getirmiş ve milyonlarca hektar ormanı tahrip etmiştir. Bununla birlikte, savaş sonrası yeniden yapılanma süreçleri sırasında çevre genellikle ikinci planda kalmakta ve bu durum ekosistemlerin kendini yenilemesini zorlaştırmaktadır. Sonuç olarak, ekosistemler modern çatışmaların görünmeyen mağdurlarıdır. Bu nedenle savaşların çevresel etkilerinin azaltılması, uluslararası iş birliği ve sürdürülebilir politikalarla

desteklenmelidir. Doğanın korunması, yalnızca çevresel değil, aynı zamanda insani bir sorumluluktur.

İnsan ve endüstriyel faaliyetlerin hızla arttığı günümüzde, çevresel etkilerin ortaya çıkması kaçınılmazdır. Bu etkilerin ölçümü ile elde edilen sonuçlar, ekolojik talep ve arzı bağı olarak değişmektedir. Ekolojik ayak izi ve biyokapasite hacmi, küresel çevresel sürdürülebilirliği tahmin etmenin ön koşulları olarak her ülke için öncelikli hedefler haline gelmiştir. Gerçekten de ekolojik açığı olan ülkeler ile ekolojik fazlası olan ülkeler arasındaki biyokapasite ticareti çağımızın sıkça karşılaşılan faaliyetidir. Yani ekolojik fazlası olan ülkeler, sürdürülebilirliği ithal edebilir ve yerel olarak elde edilemeyen daha büyük ölçekte ekolojik dengeyi sağlayabilir. Bu nedenle, ekolojik dengenin sağlanması ve korunması, potansiyel şokların bu denge üzerindeki etkisini analiz etmek için önemli hale gelmiştir (Dürri, 2023).

Ekolojik denge kuramı çoğumuzun tahmininden çok daha eskiye dayalı bir geçmişe sahiptir.1970’li yılların başlarına dayanan bu kurama göre bir toplumun gelişmesini izlemek için öncelikle ve özellikle “toplumun ihtiyaçları” ve “çevrenin sunduğu imkanlar” arasında nasıl bir ilişki olduğuna bakılmalıdır. Bunun için iki olasılık sunar. Bunların ilki “Bir toplumun ihtiyaçları çevrenin sunduğu imkanlardan az ya da buna eşit ise bu durumda ekolojik bir denge söz konusudur.”, diğeri ise “Eğer bir toplumun ihtiyaçları çevrenin sunduğu imkanlardan fazla ise bu durumda ekolojik denge bozulmuştur. Başka bir deyişle üretim sistemi çevrenin dayanma gücünü aşmıştır.”

Ekolojik dengesizlik aslında zaman içerisinde ihtiyaçların asgaride tutulması, lüks alışkanlıkların terkedilmesi ya da nüfusu azaltmak yoluyla çözümlenebilir. Bu yöntemlerin denendiği zaman zaman görülmektedir. Ancak toplumlar bu dengesizliğe çoklukla göç ve fetihlerle tepki göstermişlerdir. Yani kendilerine sunulan kısıtlı çevresel kaynakları fark ederek yeni yaşam imkanlarına barışçıl yolla (göç) ya da zor kullanarak (fetihler) ile ulaşmaya çalışırlar (Canatan, 2007).

Aslında insanoğlunun ekosistem üzerindeki etkileri kısıtlı kaynaklara ulaşmak isteyen toplumları savaşıma iterken aynı zamanda savaşların sebep olduğu çevresel yıkımlar var olan durumu daha da içinden çıkılmaz bir duruma getirmektedir.

Savaşların Çevresel Etkileri

Savaş antik dönemlerden beri var olan bir kavramdır. Savaşlar çok farklı disiplinlerce mercek altına alınmış, sebepleri ya da sebep oldukları açısından tartışılmıştır. Ancak günümüzde neredeyse sonsuz üretim-tüketim döngüsü, dünyanın insanların emrinde olması durumunun farkına varılması ile artık çevresel boyutu da tartışılmaya başlanmıştır. Modernleşme başlığı altında kullanılan silahların geri dönülemez çevresel hasarlara yol açtığı gözlemlenmiştir (Kara, 2023).

Günümüzde güvenlik kavramı sadece askeri anlamda sınırların güvenliği değil çevre güvenliğini de ifade etmektedir. 5000 yıl öncesinde bile düşmanların tarlalarını su basması, zarar görmesi için bentler kazıldığı görülmektedir. Kimyasal silahların ilk örnekleri zehirli oklarla yüzlerce yıl önce görülmüştür. Milattan önce 432 yılında havaya kükürt yakarak zehirli gaz salınması sağlanmış, Spartalılar Atina şehirlerine bu şekilde saldırmıştır. Buradan anlıyoruz ki yüzyıllardır çevresel yıkım düşmanı yok etmenin bir yolu olarak görülmüştür (Karavelioğlu, 2009).

Savaşın Farklı Aşamalarının Çevre Üzerine Etkileri

Savaşların hazırlık aşamaları, çevrenin gereksinimlere göre düzenlenmesiyle başlar. Özellikle askeri mühimmatın depolanması, materyallerin yerleştirilmesi, askerlerin konuşlanması için seçilen arazilerin ekolojik hassasiyetleri dikkate alınmamaktadır. Örneğin Körfez Savaşında Suudi Arabistan ve Kuveyt'te 40 000 km² alan askeri yığınaklar için kullanılmıştır.

Bunun yanında askeri silahların denenmesi esnasında da çevresel zararlarla karşılaşmıştır. Deneme amacıyla yapılan tatbikatlar ya da yeni silah geliştirilmesi aşamasındaki test uygulamaları ciddi ekolojik sorunlar yaratabilmektedir. Günümüzün nükleer, biyolojik ve kimyasal silahlarının hem üretimi hem denenmesi hem de depolanması söz konusu coğrafyalarda geri dönüşü olmayan hasarlar oluşturmaktadır (Yücel ve Çolakkadıoğlu, 2007).

Savaş esnasında yaşanan yıkımlar nispeten daha kısa sürelerde hızla gerçekteştiğinden öncesi ve sonrasındaki durumlardan daha görünür ve etkilidir. Vietnam Savaşı sırasında ABD tarafından kullanılan milyonlarca litre "Agent Orange" isimli yaprak dökücü milyonlarca hektarlık alanda tahribata yol açmıştır. 1990-1991 yıllarında Körfez Savaşı esnasında yanan petrol kuyuları, 2006 yılında İsrail Lübnan Savaşında gerçekleşen ormanlar ve petrol sızıntıları savaş esnasında oluşabilecek etkilerin sadece birkaçı (Pearson,

2012). Tüm bunlar doğal kaynakların yok olması ve altyapı zararlarını beraberinde getirmektedir. Hiroşima ve Nagazaki yıkımın en üst seviyesinin birer göstergesidir. II. Dünya Savaşında Pasifik Okyanusundaki tropikal adaların neredeyse tamamının yaşanmaz hale getirildiği, Almanların Çek ormanlarını katlettiği, Norveçlilerin de heyelanları tetiklediği bilinmektedir (Karavelioglu, 2009).

Savaşlar sona erdikten sonra da artık yaraların sarılmasına sıra geldiğinde kullanılan kimyasal, biyolojik ve radyoaktif silahların arkasında bıraktığı, savaş sonrasında da ölümlerin devam etmesine yol açan etkilerle yüzleşilmektedir.

Ormanların yok edilmesi başlangıçta sadece doğal yapının bozulması şeklinde yorumlansa da zamanla ekolojik dengenin bozulması beraberinde çok daha farklı sonuçları getirmektedir. Örneğin, ormanların yok edilmesi, sıtma ve Mayaro virüsü gibi hastalıkların vektörleri olan Anopheles, Aedes ve Culex gibi sivrisinek türlerini destekleyen mikro iklimler yaratır ve böylece zoonotik hastalıkların insanlara bulaşmasını artırır. Habitat tahribatı, özellikle istilacı türler bağlamında, yerli türlerin hayatta kalmasını da etkiler. Ayrıca kıtlıkla karşılaşılması da kaçınılmazdır.

Savaş zamanında tesislerin tahrip edilmesinin yarattığı en kritik sorunlardan biri su kirliliğidir. Temiz su kaynaklarının, depoların, arıtma tesislerinin yok edilmesi beraberinde salgın hastalıkları getirmektedir (Kotsis, 2024).

Savaş sonrası yaşanan göçler de sıklıkla görülmektedir. Savaşın yol açtığı ekonomik ve çevresel zaiyat insanların daha yaşanabilir coğrafyalar arayışına girmesine sebep olmaktadır. Göç beraberinde kültürel yıkımı da getirmektedir. Hem terk edilen hem de göçülen ülkede istikrarsızlıklar oluşmaktadır. Yeni gelen nüfusa yaşam alanları oluşturmak dahi çevresel zarara yol açmaktadır.

Kirlenmiş halde kalan topraklarda biyoçeşitliliğin azalması ekolojik dengeyi bozmaktadır. Arta kalan mayınların temizlenmesi için patlatılmaları bölgesel tahribatı derinleştirmektedir (Kara, 2023).

Ukrayna'da geniş toprak parçaları kara mayınları ve patlamamış mühimmatla kirlenme riski altındadır. Toprakları, su yolları ve ormanları bombardıman, yangınlar ve seller nedeniyle kirlenmiştir. Kara mayınlarının ve pat-

lamamış mühimmatın temizlenmesi genellikle on yıllar sürer ve önemli yatırımlar gerektirir. Ukrayna'da maliyetin yaklaşık 35 milyar ABD doları olması bekleniyor.

Gazze'de Kanalizasyon, atık su ve katı atık yönetim sistemleri ve tesisleri çökmüştür. Bu da yoğun çevresel problemleri beraberinde getirmiştir (United Nations, 2026).

Rusya-Ukrayna savaşını inceleyen son çalışmalar, savaşın atmosfer üzerindeki etkilerine dair kritik bilgiler sunmaktadır. Bombardıman, hava saldırıları ve altyapı tahribatı da dahil olmak üzere askeri faaliyetlerin, NO₂, SO₂, CO, ozon (O₃) ve 2.5 µm'den küçük partikül madde (PM_{2.5}) gibi önemli kirleticilerin konsantrasyonlarını önemli ölçüde artırdığı bulunmuştur. Rusya-Ukrayna savaşının COVID-19 karantinaları sırasında görülen hava kalitesi iyileşmelerini tersine çevirdiğini ortaya koymuştur. Savaş bölgelerine yakın şehirlerde, PM_{2.5} ve NO₂ seviyeleri yaklaşık %10 artarken, O₃ konsantrasyonları yaklaşık %8 azalmıştır; bu da değişen emisyon modelleri nedeniyle karmaşık kimyasal etkileşimleri göstermektedir (Abulibdeh, 2025).

Savaşlar ve Çevre İlişkisine Hukuksal Bakış

Günümüzde savaşların çevresel etkilerinin azaltılmasına yönelik iki adet uluslararası anlaşma bulunmaktadır. Bunlardan ilki ENMOD (Askeri Amaçlarla ya da Daha Başka Düşmanca Amaçlarla Çevrenin Değiştirilmesi Tekniklerinin Kullanılmasına İlişkin Sözleşme, toplam taraf 66-imzalayan 48) ve 1977 tarihli 1949 Cenevre Sözleşmeleri'ne ek Cenevre I. Protokolüdür.

Taraf devletler sadece düşmanca amaçlı doğal ortamı değiştirici faaliyetlerde bulunmamanın yanında diğer ülkeleri özendirmeme vaadinde de bulunmaktadır. Ayrıca taraf devletlerin sorunları diyalog yoluyla çözmeleri öncelenmiştir. Ülkeler savaş durumunda dahi ekolojik dengeyi tehdit edecek aksiyonlar göstermeyeceklerini kendi iç hukuklarıyla desteklerler.

1977 I. Protokolünde saldırılara çevreye karşı zarar verecek şekilde saldırı ile cevap vermek yasaklanmıştır. Devamında yerel halkın yaşaması için gerekli olan gıda maddeleri ve bunların yetiştirildiği tarım alanları koruma altına alınmıştır (Şakacı, 2009).

SONUÇ

Savaşlar, yalnızca siyasi, ekonomik ve toplumsal sonuçlar doğuran olaylar değil; aynı zamanda ekosistemler üzerinde uzun süreli ve çoğu zaman geri döndürülemez etkiler bırakan çevresel krizlerdir. Tarih boyunca farklı coğrafyalarda yaşanan çatışmalar, doğal kaynakların tahrip edilmesine, biyolojik çeşitliliğin azalmasına, hava, su ve toprak kalitesinin bozulmasına neden olmuştur. Özellikle modern savaş teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte kimyasal, biyolojik ve nükleer içerikli tehditlerin çevre üzerindeki etkileri daha yıkıcı hale gelmiştir. Vietnam Savaşı'nda kullanılan Agent Orange, Körfez Savaşı sırasında meydana gelen petrol sızıntıları ve günümüzde Ukrayna ile Gazze'de yaşanan çevresel tahribatlar bu durumun somut örnekleri arasında yer almaktadır.

Savaşların çevresel etkileri yalnızca çatışma süreciyle sınırlı kalmamakta; savaş sonrasında da uzun yıllar boyunca etkisini sürdürmektedir. Kirlenen su kaynakları, mayınlarla kullanılamaz hale gelen tarım alanları, tahrip edilen ormanlar ve bozulan ekolojik denge hem insan sağlığını hem de doğal yaşamı tehdit etmektedir. Bunun yanında savaş sonrası yaşanan göç hareketleri, plansız kentleşme ve kaynak kullanımındaki artış çevresel baskıyı daha da artırmaktadır. Bu nedenle savaşların çevresel boyutu, günümüzde güvenlik kavramının ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilmelidir.

Uluslararası hukuk çerçevesinde oluşturulan ENMOD Sözleşmesi ve 1977 Cenevre I. Protokolü gibi düzenlemeler, savaş sırasında çevrenin korunmasına yönelik önemli adımlar olsa da uygulamada çeşitli yetersizlikler bulunmaktadır. Bu nedenle uluslararası toplumun çevre güvenliği konusunda daha bağlayıcı, denetlenebilir ve sürdürülebilir politikalar geliştirmesi gerekmektedir. Ayrıca savaş sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde çevresel rehabilitasyon çalışmalarına öncelik verilmesi büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak ekosistemler, modern savaşların görünmeyen ancak en ağır zarar gören unsurlarından biridir. Doğal çevrenin korunması yalnızca ekolojik sürdürülebilirlik açısından değil, insanlığın ortak geleceğinin korunması bakımından da temel bir sorumluluktur. Bu doğrultuda çevresel farkındalığın artırılması, uluslararası iş birliğinin güçlendirilmesi ve çevre odaklı politikaların yaygınlaştırılması, savaşların doğa üzerindeki yıkıcı etkilerinin azaltılmasında kritik bir rol oynayacaktır.

Literatürde savaşların çevresel boyutunun uzun yıllar boyunca güvenlik ve siyaset tartışmalarının gölgesinde kaldığı görülmektedir. Ancak çevresel bozulmanın insan sağlığı, gıda güvenliği, temiz suya erişim, göç hareketleri

ve ekonomik sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri dikkate alındığında, çevre güvenliğinin artık ulusal güvenlik kavramının ayrılmaz bir parçası olduğu anlaşılmaktadır. Özellikle savaş sonrası süreçte çevresel rehabilitasyon çalışmalarının yetersiz kalması, ekolojik toparlanma sürecini daha da zorlaştırmaktadır.

Savaşların çevresel etkilerinin azaltılabilmesi için aşağıdaki öneriler geliştirilebilir:

- Uluslararası hukukta çevreyi korumaya yönelik yaptırımlar güçlendirilmeli ve savaş suçları kapsamına çevresel tahribat daha açık biçimde dahil edilmelidir.
- ENMOD ve Cenevre Protokolleri gibi uluslararası düzenlemelerin uygulanabilirliği artırılmalı ve bağımsız denetim mekanizmaları oluşturulmalıdır.
- Savaş sonrası yeniden yapılanma süreçlerinde çevresel etki değerlendirmesi zorunlu hale getirilmelidir.
- Mayın temizleme faaliyetleri ve tehlikeli atık yönetimi için uluslararası fon mekanizmaları geliştirilmelidir.
- Çatışma bölgelerinde su kaynakları, tarım alanları ve orman ekosistemlerinin korunmasına yönelik özel koruma programları uygulanmalıdır.
- Sivil toplum kuruluşlarının çevresel farkındalık oluşturma, raporlama ve rehabilitasyon süreçlerine katılımı desteklenmelidir.
- Üniversiteler ve araştırma kuruluşları tarafından savaş-ekoloji ilişkisine yönelik disiplinlerarası bilimsel çalışmalar artırılmalıdır.
- Çevresel güvenlik kavramı, ulusal savunma ve kriz yönetimi politikalarına entegre edilmelidir.

KAYNAKÇA

- Abulibdeh, A. (2025). Air pollution in Gaza during the post-October 7 era: A satellite and machine learning assessment. *Global Environmental Change*, 94, 103044. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2025.103044>
- Dürrü, Z., & Konat, G. (2023). CIVETS ülkelerinde ekolojik dengenin stokastik yakınsaması: Fourier kantil birim kök testi yaklaşımı. *İktisadi İdari ve Siyasal Araştırmalar Dergisi*, 8(Özel Sayı), 137–152. <https://doi.org/10.25204/iktisad.1149267>
- Canatan, K. (2007). Haçlı savaşları ve sömürgecilik bağlamında genişleme hareketlerinin ekolojik arkaplanı. *Eskiye*, 4, 37–44.
- Kara, P. S. (2023). *Aydınlanma düşüncesinin ürettiği fikirlerden doğan çatışmaların ekolojik dengeye etkisi: Savaşların analizi* (Yüksek lisans tezi, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Karavelioğlu, F. (2009). *Körfez savaşlarının çevreye etkisi* (Doktora tezi, Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Yücel, M., & Çolakradioğlu, D. (2007). Savaşın çevresel etkileri. *Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22(4), 81–90.

- Pearson, C. (2012). Researching militarized landscapes: A literature review on war and the militarization of the environment. *Landscape Research*, 37(1), 115–133. <https://doi.org/10.1080/01426397.2011.570974>
- Kotsis, K. T. (2024). The impact of war on the environment. *European Journal of Ecology, Biology and Agriculture*, 1(5), 89–100. [https://doi.org/10.59324/ejeba.2024.1\(5\).07](https://doi.org/10.59324/ejeba.2024.1(5).07)
- Şakacı, B. K. (2009). Savaşın çevresel etkilerinin azaltılmasında sivil toplum kuruluşlarının rolü. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(2), 61–77.
- United Nations. (2026). *How conflict impacts our environment*. United Nations. <https://www.un.org/en/peace-and-security/how-conflict-impacts-our-environment>

BENTİK ORGANİZMALARDAN ELDE EDİLEN BİYOAKTİF BİLEŞİKLERİN İN- SAN SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ POTANSİYELİ: SİSTEMATİK DERLEME VE BİBLİ- YOMETRİK ANALİZ

Dr. Öğr. Üyesi Sera Övgü KABADAYI YILDIRIM

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi

ORCID: 0000-0002-0060-2445

e-posta: serakabadayi@isparta.edu.tr

1.GİRİŞ

Denizel organizmalar, yeryüzündeki biyolojik çeşitliliğin önemli bir bölümünü temsil etmekte olup, benzersiz çevresel koşullara uyum süreçleri sonucunda çok sayıda özgün biyoaktif metabolit üretmektedir. Bu metabolitler, son yıllarda doğal ürün araştırmaları ve ilaç keşfi çalışmalarının odak noktalarından biri hâline gelmiştir. Dünya biyotasının yaklaşık %80'ini barındıran denizel ekosistemler, biyolojik ve kimyasal açıdan devasa bir çeşitlilik sunmaktadır (Suleria vd., 2015). Bu ekosistemin tabanında yaşayan bentik organizmalar, zorlu çevre koşullarına (yüksek basınç, tuzluluk, değişken pH ve sıcaklık) uyum sağlamak amacıyla karasal benzeri bulunmayan özgün ikincil metabolitler üretirler (Ávila ve Angulo- Preckler, 2021; Kartihikeyan vd., 2022). Bu biyoaktif bileşikler, savunma mekanizmaları olarak evrimleşmiş olup; kanser, enfeksiyon ve inflamasyon gibi çeşitli insan hastalıklarına karşı yeni terapötik ajanlar geliştirilmesinde giderek artan önemli bir kaynak haline gelmektedir (Kumar, 2024).

Denizel omurgasızlar ve mikroorganizmalar tarafından üretilen bu bileşikler, özellikle FDA onaylı farmasötiklerin geliştirilmesinde geniş bir yapısal çeşitlilik sağlayarak ilaç sanayisinde özgün bir kaynak oluşturmaktadır (Raj ve Prabhakar, 2024). Buna karşın, biyoteknolojik uygulamalarda sürdürülebilirlik sağlamak adına, doğrudan hasat yerine bu metabolitlerin mikrobiyal simbiyontlardan elde edilmesi, büyük ölçekli ilaç üretimi için temel sınırlayıcı faktörlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Rijo vd., 2025).

Bu doğrultuda, okyanusların henüz keşfedilmemiş olan büyük bir kısmının sunduğu biyolojik çeşitlilik, günümüzün kronik ve bulaşıcı hastalıklarına karşı küresel mücadelede yenilikçi çözüm stratejilerinin merkezinde yer almaktadır (Prathyusha vd., 2026; Santos vd., 2020). Özellikle antikanser, antimikrobiyal ve antienflamatuar aktiviteleriyle ön plana çıkan bu metabolitler, mevcut ilaç direnci sorunlarına karşı alternatif tedavi stratejileri sunmaktadır (Hassan vd., 2024; Selvaraj, 2024).

Ayrıca, yapay zekâ destekli analiz yöntemleri ilaç geliştirme çalışmalarındaki yüksek maliyetli hataları minimize etmektedir. Bununla birlikte, genom madenciliği ve "marine-omics" teknolojilerinin kullanımı, bentik organizmaların genetik potansiyelini aydınlatarak karmaşık metabolitlerin biyosentetik yollarının daha etkin tanımlanmasına imkan tanımaktadır (Prajapati vd., 2025).

Bu çalışma, bentik kaynaklı bileşenlerin tıbbi önemini sistematik bir yaklaşımla incelemeyi ve bu alandaki küresel araştırma eğilimlerini bibliyometrik yöntemlerle analiz etmeyi amaçlamaktadır.

2.MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Sistematik Derleme Yöntemi

Çalışma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada sistematik derleme yöntemi uygulanmıştır. Literatür taraması, Web of Science veri tabanında, bentik organizmalardan elde edilen biyoaktif bileşiklerin insan sağlığı üzerindeki farmakolojik etkilerini konu alan hakemli yayınların belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. Tarama sürecinde, ("benthic organism*" OR sponge* OR coral* OR mollusc* OR echinoderm*) AND ("bioactive compound*" OR "secondary metabolite*" OR natural product*) AND ("human health" OR anticancer OR antimicrobial OR antioxidant OR anti-inflammatory) arama dizilimi kullanılmıştır. Analize, son on yıl içerisinde yayımlanmış çalışmalar dâhil edilerek toplam 918 araştırma makalesi işlenmiştir.

2.2. Bibliyometrik Analiz Yöntemi

Çalışmanın ikinci aşamasında bibliyometrik analiz gerçekleştirilmiştir. Seçilen yayınların bilimsel üretim yapısı ve araştırma eğilimlerini ortaya koymak amacıyla kümelenme analizleri ve ortak kelime haritalamaları oluşturulmuştur. Bibliyometrik görselleştirmeler VOSviewer ve R-bibliometrix yazılımları kullanılarak hazırlanmıştır (Caruso vd., 2022; Kong vd., 2025).

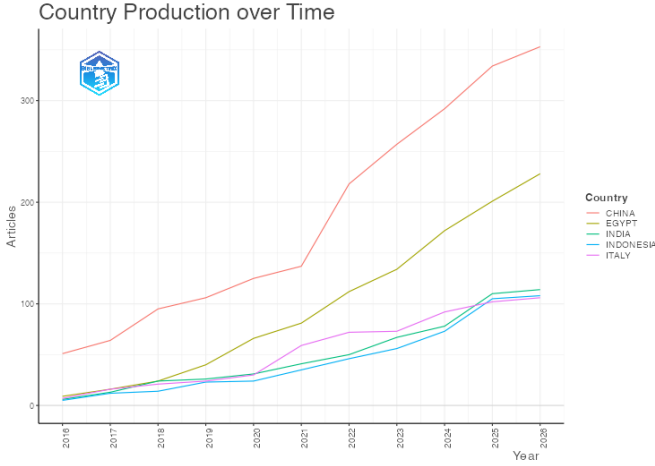
3. BİBLİYOMETRİK ANALİZ VE ARAŞTIRMA EĞİLİMLERİ

Bentik organizmalardan elde edilen doğal ürünler üzerine yapılan çalışmaların bibliyometrik haritalandırması, deniz bilimleri ile tıp arasındaki ilişim kümesinin son yirmi yılda eksponansiyel bir büyüme sergilediğini göstermektedir (Zamani vd., 2025a).

3.1. Yayın Çıktılarının Dağılımı

Bibliyometrik veriler, bu alandaki araştırmaların coğrafi olarak belirli merkezlerde yoğunlaştığını ortaya koymaktadır:

- Lider Ülkeler:** Çin Halk Cumhuriyeti ve Hindistan, yayın sayısı ve atıf oranlarında küresel olarak baskın durumdadır. Özellikle Çin, denizel mikro-organizmalar ve omurgasızlardan elde edilen bileşikler konusunda son yıllarda yayın çıktısını en fazla artıran ülke konumundadır (Şekil 1.)



Şekil 1. Ülkelerin yıllık makale üretim sayıları

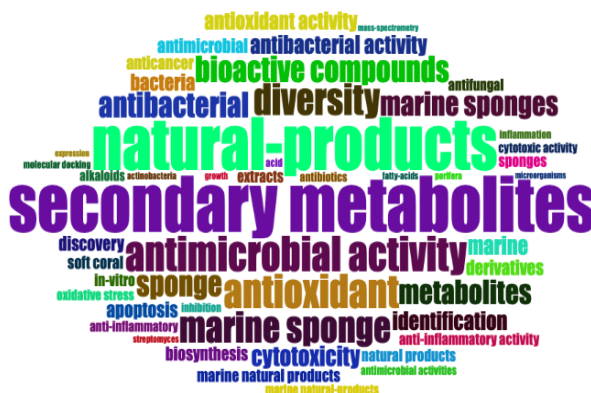
3.2. Anahtar Kelime Analizi

Bu çalışma kapsamında yapılan anahtar kelime trend analizi, ilgili literatürün zaman içinde tematik olarak belirgin bir dönüşüm geçirdiğini göstermektedir. 2016–2018 döneminde araştırmaların daha çok “algae”, “community” ve “fermentation” gibi ekoloji ve temel mikrobiyoloji odaklı kavramlar etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum, alanın başlangıçta daha temel biyolojik süreçler ve organizma çeşitliliğine odaklandığını göstermektedir. 2019–2022 yılları arasında ise “natural-products”, “secondary metabolites”, “antimicrobial activity” ve “marine sponges” gibi terimlerin öne çıkmasıyla birlikte araştırmaların denizel doğal ürünler ve bunların biyolojik aktiviteleri üzerine yoğunlaştığı anlaşılmaktadır. 2020 sonrası süreçte “antioxidant”, “anti-inflammatory activity” ve özellikle daha güncel dönemde “antibiofilm” gibi anahtar kelimelerin ortaya çıkması, araştırmaların klinik uygulamalara daha yakın, hedefe yönelik ve özellikle dirençli mikroorganizmalara karşı çözümler geliştirmeye odaklandığını göstermektedir. Genel olarak bulgular, alanın temel biyolojiden başlayarak denizel doğal ürünler üzerinden farmakolojik ve klinik uygulamalara doğru evrildiğini ortaya koymaktadır. Anahtar kelime eş-oluşum ağları araştırma alanındaki kavramsal yapıyı ortaya koymaktadır (Şekil 2.).



Bu çalışmada elde edilen anahtar kelime bulutu analizi (Word Cloud), araştırma alanında baskın tematik odakları ortaya koymaktadır. En yüksek frekansa sahip terimler arasında “secondary metabolites” ve “natural-products” yer almakta olup, bu durum araştırmaların temel olarak denizel doğal ürünler ve bunların sekonder metabolitleri üzerine yoğunlaştığını göstermektedir. Bu ana eksen “antimicrobial activity”, “antioxidant”, “antibacterial” ve “anti-inflammatory activity” gibi biyolojik aktivite odaklı kavramlar takip etmektedir. Bu bulgular, çalışmalarda özellikle farmakolojik potansiyel taşıyan bileşiklerin ve bunların biyolojik etkilerinin ön planda olduğunu ortaya koymaktadır.

Ayrıca “molecular docking”, “mass-spectrometry” ve “biosynthesis” gibi yöntem odaklı terimler, araştırmalarda ileri analitik ve hesaplamalı tekniklerin yaygın olarak kullanıldığını göstermektedir (Şekil 3.).



Bibliyometrik ağ haritaları, biyoaktif bileşiklerin kaynağı olarak belirli filumların baskın olduğunu göstermektedir. Porifera ve Cnidaria: En yüksek yayın yoğunluğuna ve yeni bileşik bildirimine sahip gruplardır. Klinik Uygulamalar: "Antikanser", "anti-inflamatuar" ve "antioksidan" anahtar kelimeleri, biyoaktivite çalışmalarının merkezinde yer almaktadır.

4. BENTİK ORGANİZMALARIN BİYOAKTİF BİLEŞİK POTANSİYELİ

Denizel organizmalar, yeryüzündeki biyolojik çeşitliliğin önemli bir bölümünü temsil etmekte olup, benzersiz çevresel koşullara uyum süreçleri sonucunda çok sayıda özgün biyoaktif metabolit üretmektedir. Bu metabolitler, son yıllarda doğal ürün araştırmaları ve ilaç keşfi çalışmalarının odak noktalarından biri hâline gelmiştir. Aşağıda başlıca gruplar verilmiştir.

Deniz süngerleri, denizel omurgasızlardan elde edilen bileşenlerin yaklaşık %48,8'ini sağlayan bu alandaki en verimli biyolojik kaynaklardan biri olarak kabul edilmektedir (Leal vd., 2012; Shahidi ve Santhiravel, 2022). İkincil metabolitler; süngerlerin kuru ağırlığının %50-60'ını oluşturan simbiyotik mikroorganizmalar tarafından üretilir ve antioksidan, anti-aging, cilt beyazlatma ve fotokoruma gibi çok yönlü kozmesötik faaliyetler sergilemektedir (Esposito vd., 2021; Stuart vd., 2020).

Mercanlar, özellikle yumuşak mercanlar, terpenoid yapılar ve steroid türevleri içermeleri nedeniyle denizel biyoteknolojinin önemli bir odak noktasını oluşturmaktadır (Zhang vd., 2021). Bu organizmalar, sitotoksik ve antienflamatuar özelliklere sahip metabolitleri sayesinde, özellikle kronik inflamatuvar hastalıkların tedavisinde yeni jenerasyon farmasötik ajanlar için değerli birer biyolojik rezervuar olarak değerlendirilmektedir (Rotter vd., 2021).

Deniz hıyarları ve deniz yıldızları gibi ekinodermiler, sahip oldukları tri-terpen glikozitler, saponinler ve sülfatlanmış polisakkaritler sayesinde yüksek yapısal çeşitlilik gösteren bir farmakolojik yapı sunmaktadır (Romano vd., 2022).

Özellikle yumuşakçaların atık kısımlarından elde edilen kolajen, kitosan ve çeşitli lipit bileşenleri, kozmesötik formülasyonlarda sürdürülebilir ve yüksek performanslı ham maddeler olarak öne çıkmaktadır. Bu organizmalar, sahip oldukları özgün biyoaktif alkaloidler ve peptitler sayesinde özellikle antikanser ve antienflamatuar potansiyelleri ile dikkat çekmektedir (Agrawal vd., 2016; Watters, 2018; Papadopoulou vd., 2025).

Bentik bölgelerde yaşayan mikroalgler, ürettikleri karotenoidler, fitosteroller ve spesifik protein ekstratları sayesinde gelişmiş antioksidan ve yaşlanma karşıtı formülasyonların temel yapı taşlarını oluşturmaktadır (İstanbuluoğlu vd., 2019). Ayrıca bu mikroalglerin metabolik yolları, günümüzde kozmetik endüstrisinde hidrasyon ve anti-aging etkileri artırmak amacıyla yoğun bir şekilde araştırılan doğal bileşenler arasında yer almaktadır (Cou-teau ve Coiffard, 2025).

Denizel bakteriler ve mantarlar, son yıllarda doğal ürün keşfi çalışmalarında en hızlı yükselen araştırma alanlarından birini oluşturmaktadır. Özellikle ekstrem çevre koşullarına uyum sağlamış bentik mikroorganizmalar, yeni biyosentetik yollar ve daha önce tanımlanmamış kimyasal yapılara sahip metabolitlerin önemli kaynakları olarak kabul edilmektedir (Guillerm vd., 2017).

5. KLİNİK BAŞARIYA ULAŞAN VE GELİŞTİRME AŞAMASINDAKİ BİLEŞİKLER

Denizel kaynaklı bileşenlerin ilaç geliştirme süreçlerindeki değerini ortaya koyan en önemli ölçütlerden biri, keşfedilen moleküllerin klinik uygulamaya aktarılabilmesidir. Denizel bentik organizmalardan elde edilen bazı biyoaktif bileşiklerin FDA ve diğer düzenleyici kuruluşlar tarafından onaylanmış olması, bu organizmaların modern farmasötik araştırmalardaki önemini açıkça göstermektedir.

FDA Onaylı ve Klinik Başarı Gösteren İlaçlar

Günümüzde klinik standartlarda kullanılan bentik kökenli ilaçlar, özgün kimyasal yapıları ve yüksek hedef spesifitesi ile öne çıkmaktadır (Tablo1):

- Trabectedin (Yondelis®): *Ecteinascidia turbinata* adlı tunikat türünden izole edilen bir alkaloiddir. DNA'nın minör oluğuna (minor groove) bağlanarak transkripsiyonu ve DNA tamir mekanizmalarını inhibe etme yoluyla anti-tümör etki gösterir (Ali- Seyed ve Siddiqua, 2021; Rotter vd., 2021).
- Eribulin Mesylate (Halaven®): *Halichondria okadai* süngerinden elde edilen doğal Halichondrin B bileşiğinin sentetik bir analogudur (Ali- Seyed ve Siddiqua, 2021; Rotter vd., 2021).
- Ziconotide (Prialt®): *Conus magus* (koni salyangozu) zehrinden elde edilen, ω -konotoksinin sentetik bir formudur (Kiuru vd., 2014; Rotter vd., 2021).
- Brentuximab Vedotin (Adcetris®): *Dolabella auricularia* (deniz tavşanı) yumuşakçasından elde edilen Dolastatin 10 bileşiğinden türetilen, antikor-ilaç

konjugatı teknolojisine dayalı bir ajandır (Ali- Seyed ve Siddiqua, 2021; Rotter vd., 2021).

- Cytarabine (Cytosar-U®): *Cryptotheca crypta* süngerinden türetilen ve 1969'da onaylanan, denizel kaynaklı en eski ilaçlardan biridir (Ali- Seyed ve Siddiqua, 2021; Kiuru vd., 2014).

Tablo 1. FDA Tarafından onaylanan ve benthos kaynaklı ilaçlar tablosu

İlaç Adı	Etken Bileşik / Köken	Kaynak Organizma	Tıbbi Kullanım
Cytosar-U®	Cytarabine	Sünger (<i>C. crypta</i>)	Lösemi (Ali-Seyed ve Siddiqua, 2021)
Yondelis®	Trabectedin	Tunikat (<i>E. turbinata</i>)	Sarkom ve Kanser (Ali-Seyed ve Siddiqua, 2021)
Halaven®	Eribulin	Sünger (<i>H. okadaï</i>)	Meme Kanseri (Ali-Seyed ve Siddiqua, 2021)
Prialt®	Ziconotide	Koni Salyangozu (<i>C. magus</i>)	Kronik Ağrı (Ali-Seyed ve Siddiqua, 2021)
Adcetris®	Brentuximab vedotin	Deniz Tavşanı/Siyanobakteri	Lenfoma (Ali-Seyed ve Siddiqua, 2021)
Vira-A®	Vidarabine	Sünger (<i>C. crypta</i>)	Antiviral (Rotter vd., 2021)

6. SONUÇ

Bentik organizmalar, sahip oldukları yüksek taksonomik ve kimyasal çeşitlilik sayesinde günümüzde doğal ürün araştırmalarının ve ilaç keşif çalışmalarının önemli biyolojik kaynakları arasında değerlendirilmektedir. Bu organizmalardan ve bunlarla ilişkili simbiyotik mikroorganizmalardan elde edilen sekonder metabolitler; antikanser, antimikrobiyal, antiinflamatuvar, antioksidan ve nöroaktif etkileriyle çok sayıda biyolojik hedefe yönelik farmakolojik aktivite sergilemektedir.

Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen bibliyometrik değerlendirmeler, bentik organizmalardan elde edilen biyoaktif bileşiklere yönelik araştırmaların son yıllarda belirgin bir ivme kazandığını ortaya koymuştur. Anahtar kelime eğilimleri ve tematik kümelenmeler, araştırma odağının tür tanımlama ve biyoçeşitlilik çalışmalarından, farmakolojik aktivite analizleri, biyosentetik mekanizmaların aydınlatılması ve klinik uygulama potansiyelinin değerlendirilmesine doğru evrildiğini göstermektedir. Özellikle antikanser, antimikrobiyal ve antiinflamatuvar aktivitelere yönelik çalışmaların yoğunlaşması, mevcut ilaç direnci sorunları ve kronik hastalık yükü karşısında denizel bileşiklerin giderek artan önemini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak bentik organizmalar, günümüzün ve geleceğin sağlık sorunlarına yönelik yenilikçi terapötik ajanların geliştirilmesinde yüksek potansiyele sahip doğal ürün rezervuarlarıdır. Biyolojik çeşitlilik, biyoteknoloji ve farmasötik bilimler arasındaki disiplinler arası etkileşimin güçlenmesiyle

birlikte, bentik kaynaklı bileşiklerin tıp ve ilaç geliştirme süreçlerindeki rolünün önümüzdeki yıllarda daha da artacağı öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- Agrawal, S., Adholeya, A., ve Deshmukh, S. K. (2016). The Pharmacological Potential of Non-ribosomal Peptides from Marine Sponge and Tunicates. *Frontiers in Pharmacology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fphar.2016.00333>
- Ali-Seyed, M., ve Siddiqua, A. (2021). *Marine-derived pipeline anticancer natural products: a review of their pharmacotherapeutic potential and molecular mechanisms* [Review of *Marine-derived pipeline anticancer natural products: a review of their pharmacotherapeutic potential and molecular mechanisms*]. <https://doi.org/10.1186/s43094-021-00350-z>
- Àvila, C., ve Angulo-Preckler, C. (2021). A Minireview on Biodiscovery in Antarctic Marine Benthic Invertebrates. *Frontiers in Marine Science*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.686477>
- Caruso, F., Tedesco, P., Sala, G. D., Esposito, F. P., Signore, M., Canese, S., Romeo, T., Borra, M., Gili, C., ve Pascale, D. de. (2022). Science and Dissemination for the UN Ocean Decade Outcomes: Current Trends and Future Perspectives. *Frontiers in Marine Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.863647>
- Couteau, C., ve Coiffard, L. (2025). Examples of Underexploited Marine Organisms in Cosmeceutical Applications. *Marine Drugs*, 23(8), 305–305. <https://doi.org/10.3390/md23080305>
- Esposito, R., Ruocco, N., Viel, T., Federico, S., Zupo, V., ve Costantini, M. (2021). Sponges and Their Symbionts as a Source of Valuable Compounds in Cosmeceutical Field. *Marine Drugs*, 19(8), 444–444. <https://doi.org/10.3390/md19080444>
- Guillerme, J.-B., Couteau, C., ve Coiffard, L. (2017). Applications for Marine Resources in Cosmetics. *Cosmetics*, 4(3), 35–35. <https://doi.org/10.3390/cosmetics4030035>
- Hassan, S. S. ul, Wu, J., Li, T., Ye, X., Rehman, A., Yan, S., ve Jin, H. (2024). Unlocking marine microbial treasures: new PBP2a-targeted antibiotics elicited by metals and enhanced by RSM-driven transcriptomics and chemoinformatics. *Microbial Cell Factories*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12934-024-02573-0>
- İstanbuluoğlu, S., Timur, S. S., ve Gürsoy, R. N. (2019). Kozmetiklerde Kullanılan Biyoteknolojik Etkin ve Yardımcı Maddeler. *DergiPark (Istanbul University)*. <https://dergipark.org.tr/pub/hujpharm/issue/54286/685095>
- Karthikeyan, A., Joseph, A., ve Nair, B. G. (2022). Promising bioactive compounds from the marine environment and their potential effects on various diseases [Review of *Promising bioactive compounds from the marine environment and their potential effects on various diseases*]. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, 20(1), 14–14. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1186/s43141-021-00290-4>
- Kiuru, P., D'Auria, M. V., Muller, C. D., Tammela, P., Vuorela, H., ve Yli-Kauhaluoma, J. (2014). *Exploring Marine Resources for Bioactive Compounds* [Review of *Exploring Marine Resources for Bioactive Compounds*]. <https://doi.org/10.1055/s-0034-1383001>
- Kong, C.-C., Wang, J., Shan, B., Zhang, H., Qin, S., ve Ren, C. (2025). Marine endophytes: biosynthetic engines for novel bioactive metabolites. *Frontiers in Microbiology*, 16, 1684777–1684777. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2025.1684777>
- Kumar, P., Pranav. (2024). Marine Metabolites in Disease Management. In *Advances in medical technologies and clinical practice book series*. IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-5878-8>
- Leal, M. C., Puga, J., Serôdio, J., Gomes, N. C. M., ve Calado, R. (2012). *Trends in the Discovery of New Marine Natural Products from Invertebrates over the Last Two Decades – Where and What Are We Bioprospecting?* <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0030580>

- Papadopoulou, S. N. A., Adamantidi, T., Kranas, D., Cholidis, P., Anastasiadou, C., ve Τσούπρας, A. (2025). A Comprehensive Review on the Valorization of Bioactives from Marine Animal By-Products for Health-Promoting, Biofunctional Cosmetics. *Marine Drugs*, 23(8), 299–299. <https://doi.org/10.3390/md23080299>
- Prajapati, P., Parekh, B., Bhanderi, R., Chandrashekar, M., ve Nathani, N. M. (2025). Omics Translation Marine-Derived Pharmaceuticals for the Blue Bio-economy. In *Marine Biotechnology* (pp. 96–119). Springer Science+Business Media. <https://doi.org/10.1201/9781032698106-5>
- Prathyusha, V. S. C., Nyola, N. K., Kumar, Dr. A., ve Jain, S. K. (2026a). Oceans in Medicine: Advances in Marine-Based Therapeutants for Modern Diseases. In *Zenodo (CERN European Organization for Nuclear Research)*. European Organization for Nuclear Research. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18419341>
- Prathyusha, V. S. C., Nyola, N. K., Kumar, Dr. A., ve Jain, S. K. (2026b). Oceans in Medicine: Advances in Marine-Based Therapeutants for Modern Diseases. In *Zenodo (CERN European Organization for Nuclear Research)*. European Organization for Nuclear Research. <https://doi.org/10.5281/zenodo.18419340>
- Raj, R. G., ve Prabhakar, P. K. (2024). Marine Marvels. In *Advances in medical technologies and clinical practice book series* (pp. 1–22). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-5878-8.ch001>
- Rijo, P., Taşdemir, D., ve Rotter, A. (2025). Editorial: The multiple applications of marine-derived bioactives. *Frontiers in Pharmacology*, 16, 1733987–1733987. <https://doi.org/10.3389/fphar.2025.1733987>
- Romano, G., Almeida, M., Coelho, A. V., Cutignano, A., Gonçalves, L. G., Hansen, E., Khnykin, D., Mass, T., Ramšak, A., Rocha, M. S., Silva, T. H., Sugni, M., Ballarin, L., ve Genevière, A. (2022). Biomaterials and Bioactive Natural Products from Marine Invertebrates: From Basic Research to Innovative Applications. *Marine Drugs*, 20(4), 219–219. <https://doi.org/10.3390/md20040219>
- Rotter, A., Barbier, M., Bertoni, F., Bones, A. M., Cancela, M. L., Carlsson, J., Carvalho, M. F., Ceglowska, M., Chirivella-Martorell, J., Dalay, M. C., Cueto, M., Dailianis, T., Deniz, İ., Diñaz-Marrero, A. R., Drakulović, D., Dubñika, A., Edwards, C., Einarsson, H., Erdoğan, A., ... Vasquez, M. I. (2021). The Essentials of Marine Biotechnology. *MA-CAU (Kiel University)*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.629629>
- Santos, J. D. N. dos, Vitorino, I. R., Reyes, F., Vicente, F., ve Lage, O. M. (2020). From Ocean to Medicine: Pharmaceutical Applications of Metabolites from Marine Bacteria. *Antibiotics*, 9(8), 455–455. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9080455>
- Selvaraj, H. (2024). Harnessing the ocean's pharmacy: marine bioactive compounds as next-generation therapeutics. *Natural Product Research*, 39(22), 6633–6634. <https://doi.org/10.1080/14786419.2024.2373965>
- Shahidi, F., ve Santhiravel, S. (2022). *Novel Marine Bioactives: Application in Functional Foods, Nutraceuticals, and Pharmaceuticals*. <https://doi.org/10.31665/jfb.2022.18316>
- Stuart, K. A., Welsh, K., Walker, M. C., ve Edrada-Ebel, R. (2020). *Metabolomic tools used in marine natural product drug discovery* [Review of *Metabolomic tools used in marine natural product drug discovery*]. <https://doi.org/10.1080/17460441.2020.1722636>
- Suleria, H. A. R., Osborne, S. A., Masci, P. P., ve Gobé, G. C. (2015). Marine-Based Nutraceuticals: An Innovative Trend in the Food and Supplement Industries. *Marine Drugs*, 13(10), 6336–6351. <https://doi.org/10.3390/md13106336>
- Watters, D. (2018). Ascidian Toxins with Potential for Drug Development. *Marine Drugs*, 16(5), 162–162. <https://doi.org/10.3390/md16050162>

- Zamani, M., Melnychuk, T., Eisenhauer, A., Gäbler, R., ve Schultz, C. (2025). *Investigating Past, Present, and Future Trends on Interface Between Marine and Medical Research and Development: A Bibliometric Review*. <https://doi.org/10.3390/md23010034>
- Zhang, J., Zeng, R., ve Labes, A. (2021). Editorial: Marine Microbial-Derived Molecules and Their Potential Medical and Cosmetic Applications. *Frontiers in Microbiology*, 12, 706152–706152. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.706152>

PREMENSTRUAL SENDROM NEDENLERİ, ETKİLEYEN FAKTÖRLER VE YÖNETİMİNDE KULLANILAN NON-FARMAKOLOJİK YÖNTEMLER

Öğr. Gör. Sema GÖÇMEZ

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sağlık Yüksekokulu, Ebelik Bölümü

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-0504-2790>

sgocmez@mehmetakif.edu.tr

GİRİŞ

Premenstrual sendrom (PMS), kadınlarda menstrual döngünün geç luteal evresinde ortaya çıkan; bilişsel, duygusal, davranışsal ve fiziksel belirtilerle seyreden döngüsel bir durum olarak tanımlanmaktadır (Çelik& Uskun, 2021). Amerikan Obstetrik ve Jinekologlar Birliği, PMS tanısı için menstruasyon öncesindeki beş gün içinde semptomların görülmesi ve menstruasyon başladıktan sonraki dört gün içinde kaybolması gerektiğini belirtmektedir (Saraçoğlu& Kocakuşak, 2019). Üreme çağındaki kadınların yaklaşık %90'ında hafif ya da orta düzeyde PMS semptomları görülürken, %5–8'inde bu belirtilerin günlük yaşamı ciddi şekilde kısıtlayacak düzeyde şiddetli olduğu bilinmektedir (Bakır& Beji, 2021; Özkan& Gülten, 2020; Çelik& Uskun, 2021). Kadınlar bu süreçte abdominal şişkinlik, halsizlik, meme hassasiyeti, sinirlilik, kırılganlık, huzursuzluk ve ağlama eğilimi gibi yakınmalar yaşamaktadır (Karaküçük et al., 2022). Yorulmaz ve Karadeniz'in (2021) çalışmasında kadınların %76,4'ünde gerginlik/anksiyete, %72,7'sinde şişkinlik, %70,8'inde yorgunluk, %60,2'sinde ağrı semptomları olduğu; %53,2'sinin ise kültürel uygulamalardan yararlandığı saptanmıştır (Yorulmaz& Karadeniz, 2021). DSÖ'nün farklı kültürlerden 5000'den fazla kadınla yaptığı çalışmada, fiziksel semptomların %55–70, duygudurum değişikliklerinin ise %23–70 oranında görüldüğü belirlenmiştir (Yeşilyurt, 2020).

Premenstrual sendrom (PMS) kadınların günlük yaşam aktivitelerini, sosyal ilişkilerini, iş performansını ve akademik başarılarını olumsuz yönde etkilemektedir (Öztürk& Karaca, 2019). Bu dönemde kaza yapma ve suç işleme eğiliminin arttığı, semptomların majör depresyon bulgularına benzediği bildirilmektedir. Bazı ülkelerde PMS hukuki açıdan hafifletici sebep olarak kabul edilmekte ve bu dönemde suç işleyen kadınlar daha düşük cezalar almaktadır (Saraçoğlu& Kocakuşak, 2019).

Kadınlar bu dönemde öncelikle yaşam tarzı düzenlemeleri, beslenme değişiklikleri ve stresle başa çıkma yöntemlerini tercih etmekte; semptomların devam etmesi halinde bilişsel davranışçı terapi gibi tamamlayıcı yaklaşımlara

yönelmektedir (Saraçoğlu& Kocakuşak, 2019). Farmakolojik tedavilerin yan etkileri ve ekonomik yükü göz önünde bulundurulduğunda, PMS'nin yönetiminde ilk basamak olarak non-farmakolojik yöntemlerin önerilmesi önemlidir. Bu yöntemler arasında aromaterapi, masaj, refleksoloji, sıcak uygulama, akupunktur, yoga, fitoterapi ve dikkati başka yöne çekme gibi teknikler yer almaktadır (Çetin, 2020).

PMS, yalnızca klinik açıdan değil, aynı zamanda psikososyal ve kültürel boyutlarıyla da ele alınması gereken bir sağlık sorunudur. Kadınların yaşam kalitesini düşürmesi, sağlık hizmetlerine başvuru nedenleri arasında önemli bir yer tutması ve yüksek prevalansı ile ayrıntılı olarak incelenmesi gereken bir durumdur (Özkan& Gülten, 2020; Erbil, 2021).

PREMENSTRUAL SENDROM ETİYOLOJİSİ VE ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Premenstrual sendrom (PMS), menstrual döngünün luteal fazında ortaya çıkan ve menstruasyonun başlamasından kısa süre sonra kendiliğinden hafifleyen; fiziksel, psikolojik ve davranışsal belirtilerle seyreden önemli bir sağlık sorunudur. Royal College of Obstetricians and Gynaecologists verilerine göre her on kadından dördünde premenstrual semptomlar gözlenmektedir (Green et al., 2017). Tanı koyabilmek için son üç adet döngüsünde, menstruasyon öncesindeki beş gün boyunca en az bir duygusal (örneğin depresyon, öfke, anksiyete, sosyal geri çekilme) ve bir fiziksel semptomun (örneğin meme hassasiyeti, abdominal şişkinlik, baş ağrısı, ekstremitte ödemi) bulunması; bu belirtilerin menstruasyon başladıktan sonraki dört gün içinde kaybolması ve en az 13. güne kadar tekrar etmemesi gerekmektedir (Özkan& Gülten, 2020). Premenstrual sendrom (PMS) semptomlarının yoğun yaşandığı durumlar Premenstrual Disforik Bozukluk (PMD) ya da Geç Luteal Faz Bozukluğu olarak sınıflandırılmaktadır (Yorulmaz& Karadeniz, 2021). Premenstrual Disforik Bozukluk (PMD), Ruhsal Bozuklukların Tanısal ve İstatistiksel El Kitabı'nda depresif bozukluklar için yeni bir kategori olarak yer almış (Epperson et al., 2012) ve 2019 yılında Dünya Sağlık Örgütü'nün Uluslararası Hastalık Sınıflandırması'nda jinekolojik bir tanı olarak kodlanmıştır (Harrison et al., 2021).

PMS'nin görülme oranları ülkeler arasında farklılık göstermektedir. Tayland'da lise öğrencilerinde %30 (Buddhabunyakan et al., 2017), Pakistan'da %78,7 (Ashfaq& Jabeen, 2017), Mısır'da 12–25 yaş arası gençlerde %86,3 oranında saptanmıştır (Arafa et al., 2018). Hindistan'da yapılan bir çalışmada ise bekâr kadınların %2,5'inde şiddetli, %34,5'inde orta, %63'ünde

hafif düzeyde PMS semptomları görülürken; evli kadınlarda bu oranlar sırasıyla %3, %31,5 ve %65,5 olarak bulunmuştur (Jain& Parekh, 2015). Reprodüktif dönemdeki 9147 kadında %70,8; Fransa’da %12; İran’da ise %98 olarak saptanmıştır (Direkvand-Moghadam et al., 2014). Türkiye’de hemşirelik öğrencileri üzerinde yapılan araştırmada ise oran %60,1 olarak bulunmuştur (Saraçoğlu& Kocakuşak, 2019). Türkiye’de yapılan başka bir çalışmada da öğrencilerdeki PMS prevalansının %63–65 civarında olduğu rapor edilmiştir (Uzuner& Koçak, 2019; Dönmez& Gümüşsoy, 2019). Ayrıca bir meta-analiz çalışmasında lise öğrencilerinde %59, üniversite öğrencilerinde %50,3 ve genel popülasyonda %66 oranında PMS yaygınlığı belirlenmiştir (Erbil& Yücesoy, 2021). Bu veriler PMS’nin üreme çağındaki kadınlarda sık görülen ve sosyal yaşamı olumsuz etkileyen bir sağlık sorunu olduğunu göstermektedir (Bakır& Beji, 2021).

Etiyolojisi tam olarak açıklanamamış olsa da hareketsiz yaşam tarzı, yoğun stres, dengesiz beslenme, aşırı kafein, alkol ve nikotin tüketimi ile fazla tuz ve kırmızı et alımı risk faktörleri arasında olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra ovaryen siklik aktivite, östrojen ve progesteronun serotonin ve GABA sistemi üzerindeki etkileri de PMS’nin gelişiminde önemli rol oynamaktadır. PMS’nin puberte öncesinde, gebelikte ve menopoz sonrasında görülmemesi ovaryen siklik aktivitenin belirleyici olduğunu desteklemektedir (Öztürk& Karaca, 2019). Ayrıca seks steroidleri ile nörotransmitterler arasındaki etkileşim, PMS’nin patogeneze dair öne sürülen bir diğer mekanizmadır. Luteal fazda PMS’li kadınlarda serotonin düzeylerinin düşük bulunması, bu sendromun serotonerjik sistemle ilişkili psikiyatrik tablolarla benzerlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Progesteronun metaboliti olan allopregnanolonun GABA reseptörlerine bağlanarak anksiyolitik ve sedatif etki oluşturmaya, bu sistemdeki düzensizliklerin PMS semptomlarını açıklayabileceğini göstermektedir (Çelik& Uskun, 2021). Bunun yanında kültürel faktörler, eğitim düzeyi, çalışma koşulları, menstruasyona ilişkin bilgi ve tutumlar ile dismenore gibi diğer menstrual sorunların varlığı da PMS’nin şiddetini etkileyen unsurlar arasında yer almaktadır (Işgın& Büyüktuncer, 2017).

PREMENSTRAL SENDROMDA NON-FARMAKOLOJİK BAŞ ETME YÖNTEMLERİ

Premenstrual sendromun yönetiminde farmakolojik olmayan yöntemlerin temel amacı, günlük yaşamı olumsuz etkileyen fiziksel ve psikolojik semptomları azaltmak ve ilaç tedavisinin yol açabileceği yan etkileri en aza

indirmektedir. Bu süreçte bütüncül bir yaklaşımın benimsenmesi önem taşımaktadır (Öztürk & Karaca, 2019). Nonfarmakolojik yöntemler, analjezik ilaçların etkinliğini artırabilmekte, ilaç kullanım ihtiyacını azaltabilmekte ve ekonomik açıdan daha az yük getirmektedir (Tufan, 2019). Hafif ve orta düzeyde semptom yaşayan kadınlarda yaşam tarzı düzenlemeleri, beslenme desteği, düzenli egzersiz, fitoterapi, akupunktur, masaj, refleksoloji, aromaterapi, yoga ve dikkati başka yöne çekme teknikleri güvenilir ve etkili seçenekler olarak öne çıkmaktadır. Ancak semptomların günlük yaşamı ciddi şekilde kısıtladığı durumlarda farmakolojik tedaviye başvurulması önerilmektedir (Abay, 2019; Işgın & Büyüktuncer, 2017; Çelik & Uskun, 2021). Araştırmalar, kadınların PMS ile başa çıkmak için farklı yöntemlere yöneldiğini göstermektedir. Örneğin öğrenciler; soğuktan korunma (%65,3), masaj (%22,4), ılık duş (%61,7), sıcak uygulama (%53,8), bitki çayı tüketme (%37), beslenme düzenine dikkat etme (%32,9) ve kozmetik ürün kullanma (%6,4) gibi uygulamalara başvurmuştur (Karaküçük et al., 2022). Başka bir çalışmada ise kadınların %27,3'ünün PMS semptomlarını hafifletmek için sıcak uygulama, duş alma ve bol su içme gibi yöntemleri tercih ettiği saptanmıştır (Balkan & Genç, 2022). Bu bulgular, nonfarmakolojik yöntemlerin çeşitliliğinin kadınların yaşam kalitesini artırmada önemli bir destek sağladığını göstermektedir.

Masaj, vücudun yumuşak dokularının elle veya mekanik yollarla uyarılmasıdır. Bu uygulama, derideki reseptörleri harekete geçirerek sinir sistemi aracılığıyla beyne iletilen uyarılar oluşturur. Masajın depresyon, kas gerginliği ve anksiyeteyi azaltmada etkili olduğu bilinmektedir (Çetin, 2020). PMS tanılı kadınlarda yapılan çalışmalarda masajın somatik ve psikolojik şikayetleri azalttığı, ödem ve ağrı gibi semptomlarda rahatlatma sağladığı bildirilmiştir (Moradi, 2011; Lotfipour-Rafsanjani et al., 2018; Hernandez-Reif et al., 2000). Ayrıca lavanta, ylang ylang, sardunya ve papatya gibi yağların masajla birlikte kullanılması semptomların hafiflemesine katkı sağladığı bilinmektedir (Akgün, 2022).

Refleksoloji, ayak, el ve kulaklardaki refleks noktalarının baskı ile uyarılması esasına dayanır. Bu yöntem stresin azaltılmasına ve fizyolojik farklılıkların oluşmasına yardımcı olur. Yapılan çalışmalarda refleksolojinin PMS semptomlarını hafiflettiği ve ilaç tedavisine kıyasla daha düşük distres puanları sağladığı gösterilmiştir (Bolsoy & Şirin, 2020; Hasanpour et al., 2019).

Akupunktur, vücudun belirli noktalarına ince iğnelerin batırılmasıyla uygulanan geleneksel bir yöntemdir. PMS semptomlarını hafifletmede etkili

olduğu, endorfin ve serotonin düzeylerini artırarak analjezik etki sağladığı bildirilmektedir (Çetin, 2020). Çalışmalar, luteal fazda uygulanan akupunkturun semptomlarda %50'den fazla azalma sağladığını göstermektedir (Jang, 2014; Shin et al., 2019).

Egzersiz, endorfin salınımını artırarak şişkinlik ve meme hassasiyetini azaltır, duygu durumunu iyileştirir. Düzenli egzersizin PMS'de ağrı kontrolünde etkili olduğu sistematik derlemelerle desteklenmiştir (Sağlam & Orsal, 2020; Dehnavi et. al.,2018).

Yoga ve hipnoz, beden ve zihnin bütüncül olarak eğitilmesini sağlayan yöntemlerdir. Yoga hareketlerinin PMS semptomlarını ve ağrı şiddetini azalttığı, hipnozun ise öğrencilerde semptomların hafiflemesine katkı sağladığı bulunmuştur (Vaghela et al., 2019; Moghtader & Pakseresht, 2019).

Aromaterapi, bitkilerden elde edilen esansiyel yağların soluma veya masaj yoluyla uygulanmasıdır. Lavanta ve adaçayı yağlarının PMS semptomlarını hafiflettiği, kalp hızını düzenlediği ve duygusal belirtileri azalttığı gösterilmiştir (Çetin, 2020; Matsumoto et al., 2013; Geethanjali et al., 2020).

Vitamin ve mineral takviyeleri, özellikle kalsiyum, D vitamini ve magnezyumun PMS semptomlarını hafifletmede etkili olduğu çalışmalarda ortaya konmuştur (Abdi et al., 2019; Ozolinya et al., 2020; Kaewrudee et al., 2018; Şimşek et al., 2022).

Fitoterapi, şifalı bitkilerin kullanıldığı bir yöntemdir. Vitex agnus castus (hayıt) bitkisinin PMS semptomlarını azaltmada etkili olduğu meta-analizlerle desteklenmiştir (Verkaik et al., 2017). Ayrıca sarı kantaron ve ginkgo bitkilerinin de semptomları hafifletmede yararlı olduğu bildirilmektedir (Stevinson & Ernst, 2001; Azmoudeh et al., 2019).

Müzik terapisi, özellikle Mozart müziğinin PMS stres puanlarını düşürdüğü ve depresyon ile anksiyeteyi azalttığı çalışmalarda gösterilmiştir (Azizah, 2021; Zadbagher Seighalani et al., 2019). PMS'nin yönetiminde yaşam tarzı değişiklikleri, bitkisel destekler, gevşeme teknikleri ve tamamlayıcı terapiler önemli bir rol oynamaktadır. Bu yöntemlerin klinik uygulamalara entegre edilmesi, kadınların hem fiziksel hem de psikolojik iyilik halini güçlendirmekte ve yaşam kalitesini artırmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Premenstrual sendromun nedenleri ve etkileyen faktörleri incelendiğinde, biyolojik, psikolojik ve sosyo-kültürel etmenlerin bir arada rol oynadığı görülmektedir. Bu çok boyutlu yapı, sendromun yalnızca tıbbi bir sorun değil, aynı zamanda yaşam kalitesini doğrudan etkileyen bir kadın sağlığı sorunu olduğunu ortaya koymaktadır. Non-farmakolojik yöntemlerin (egzersiz, beslenme düzenlemeleri, gevşeme teknikleri, aromaterapi, refleksoloji, müzik terapisi vb.) semptomların hafifletilmesinde etkili olduğu kanıtlanmış olup, bu yöntemlerin klinik uygulamalara entegre edilmesi kadınların günlük yaşamda daha işlevsel ve üretken olmasına katkı sağlamaktadır. Bu noktada, PMS'nin yönetiminde bireysel farklılıklar dikkate alınmalı, kişiye özgü bakım planları geliştirilmelidir. Sağlık profesyonelleri, farmakolojik tedaviye ek olarak tamamlayıcı yöntemleri kadınlara önermeli ve bu konuda eğitim almalıdır. Üniversitelerde ve toplum sağlığı merkezlerinde kadınlara yönelik farkındalık programları düzenlenerek, yaşam tarzı değişiklikleri ve stres yönetimi teknikleri öğretilmelidir. Araştırmalar, farklı non-farmakolojik yöntemlerin uzun vadeli etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemeli ve kanıta dayalı rehberler oluşturulmalıdır. Sağlık politikalarında PMS'nin kadın sağlığı üzerindeki etkileri göz önünde bulundurularak, destekleyici hizmetlerin yaygınlaştırılması ve erişilebilirliğinin artırılması sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Abay, H., & Kaplan, S. (2019). Current approaches in premenstrual syndrome management. *Bezmialem Science*, 7(2), 150–156.
- Abdi F, Ozgoli G, Rahnamaie FS. (2019). A Systematic Review Of The Role Of Vitamin D And Calcium In Premenstrual Syndrome . *Obstetrics And Gynecology Science*, 62(2),73-86
- Akgün, Ö., & Çakır, D. (2022). Aromaterapinin kadın sağlığındaki rolü. *Sağlık & Bilim*, 27, 1–7.
- Arafa, A. E., Senosy, S. A., Helmy, H. K., & Mohamed, A. A. (2018). Prevalence and patterns of dysmenorrhea and premenstrual syndrome among Egyptian girls (12–25 years). *Middle East Fertility Society Journal*, 23(4), 486–490. <https://doi.org/10.1016/j.mefs.2018.01.007>
- Ashfaq, R., & Jabeen, S. (2017). Association between the prevalence of premenstrual syndrome and weight status of adolescent girls (11–21 years). *Advances in Obesity, Weight Management & Control*, 6(1), 1–4.
- Azizah, F. N. (2021). The effectiveness of progressive muscle relaxation and Mozart music therapy on premenstrual syndrome stress scores. *Jurnal Kebidanan*, 11(1), 10–14.
- Azmoudeh, B. E., Habibian, M., & Askari, B. (2019). The effectiveness of the combination of cinnamon and ginger with exercise training in the treatment of dysmenorrhea and premenstrual syndrome. *Iran Journal of Nursing*, 32(121), 68–81.
- Bakır, N., & Beji, N. K. (2021). Üniversite öğrencilerinde premenstrual sendrom prevalansı ve etkileyen faktörler. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 9(1), 264–277.

- Balkan, E., & Genç, R. (2022). Ebelik öğrencilerinin premenstrual sendromda kullandıkları farmakolojik olmayan yöntemlerin belirlenmesi. *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri*
- Bolsoy, N., & Şirin, A. (2020). Perimenstrüel distresin hafifletilmesinde refleksolojinin etkinliğinin incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 4(2), 124-143.
- Buddhabunyakan, N., Kaewrudee, S., Chongsomchai, C., Soontrapa, S., Somboonporn, W., & Sothornwit, J. (2017). Premenstrual syndrome (PMS) among high school students. *International Journal of Women's Health*, 9, 501-505. <https://doi.org/10.2147/IJWH.S140679>
- Çelik, A., & Uskun, E. (2021). Yaşam kalitesini bozan bir sorunsal: Premenstrual sendrom [A problematic that disrupts the quality of life: Premenstrual syndrome]. *Smyrna Tıp Dergisi*, 57-68.
- Dehnavi, Z. M., Jafarnejad, F., & Goghary, S. S. (2018). The effect of 8 weeks aerobic exercise on severity of physical symptoms of premenstrual syndrome: A clinical trial study. *BMC Women's Health*, 18(1), 1-7.
- Dergisi, 13(4), 615-623. <https://doi.org/10.31067/acusaglik.1052817>
- Direkvand-Moghadam, A., Sayehmiri, K., Delpisheh, A., & Kaikhavandi, S. (2014). Epidemiology of premenstrual syndrome (PMS): A systematic review and meta-analysis study. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8(2), 106-110. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/8024.4025>
- Dönmez, S., & Gümüşsoy, S. (2019). Investigation of premenstrual syndrome and its affecting factors in nursing students. *Kocaeli Medical Journal*, 8(2), 38-45.
- Epperson, C. N., Steiner, M., Hartlage, S. A., Eriksson, E., Schmidt, P. J., Jones, I., et al. (2012). Premenstrual dysphoric disorder: Evidence for a new category for DSM-5. *American Journal of Psychiatry*, 169(5), 465-475. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2012.11081302>
- Erbil, N., & Yücesoy, H. (2021). Premenstrual syndrome prevalence in Turkey: A systematic review and meta-analysis. *Psychology, Health & Medicine*, 28(5), 1347-1357.
- Geethanjali, S., Venugopal, V., Poonguzhali, S., & Maheshkumar, K. (2020). Effect of clary sage oil as an aromatherapy on cardiac autonomic function among patients with premenstrual syndrome: A randomized controlled study. *Obesity Medicine*, 18, 100193
- Green, L. J., O'Brien, P. M. S., Panay, N., & Craig, M. (2017). Management of premenstrual syndrome. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 124(1), 73-105. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.14664>
- Harrison, J. E., Weber, S., Jakob, R., & Chute, C. G. (2021). ICD-11: An international classification of diseases for the twenty-first century. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 21(Suppl 6), 206. <https://doi.org/10.1186/s12911-021-01534-6>
- Hasanpour, M., Mohammadi, M. M., & Shareinia, H. (2019). Effects of reflexology on premenstrual syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Biopsychosocial Medicine*, 13, 25.
- Hernandez-Reif, M., Martinez, A., Field, T., Quintero, O., Hart, S., & Burman, I. (2000). Premenstrual symptoms are relieved by massage therapy. *Journal of Psychosomatic Obstetrics & Gynecology*, 21(1), 9-15. <https://doi.org/10.1080/13548506.2021.2013509>
- Işgın, K., & Büyüktuncer, Z. (2017). Premenstrual sendromda beslenme yaklaşımı. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 74(3), 249-260.
- Jain, H. ve Parekh, A. (2015). Prevalence of premenstrual syndrome in married and unmarried females of 18-28 years of age. *Indian Journal of Physical Therapy*, 3, 56-61.

- Jang SH, Kim D, Choi MS. (2014). Effects And Treatment Methods Of Acupuncture And Herbal Medicine For Premenstrual Syndrome/ Premenstrual Dysphoric Disorder: Systematic Review. *BMC Complementary And Alternative Medicine*, 14(11), 1-13.
- Kaewrudee S, Kietpeerakool C, Pattanittum P, Lumbiganon P (2018). Vitamin Or Mineral Supplements For Premenstrual Syndrome (Protocol). *Cochrane Database Of Systematic Reviews*, 1, 1-20
- Karaküçük, S., Sönmez, M., & Kenç, İ. (2022). Üniversite öğrencilerinde premenstrual sendrom günlüğü ile premenstrual sendrom belirtileri sıklığının belirlenmesi ve baş etme yöntemleri. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(3), 419–430.
- Kucukkelepce, D. S., Unver, H., Nacar, G., & Tashan, S. T. (2021). The effects of acupressure and yoga for coping with premenstrual syndromes on premenstrual symptoms and quality of life. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 42, 101282.
- Lotfipour-Rafsanjani, S. M., Ravari, A., Ghorashi, Z., & diğerleri. (2018). Effects of geranium aromatherapy massage on premenstrual syndrome: A clinical trial. *International Journal of Preventive Medicine*, 9, 1–7.
- Matsumoto T, Asakura H, Hayashi T. (2013). Does Lavender Aromaterapy Alleviate Premenstrual Emotional Symptoms?:A Randomized Crossover Trial. *Biopsychosocial Medicine*, 7(12), 1-10.
- Moradi, M. (2011). Assessment of the effects of massage therapy on premenstrual syndrome. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 13(2), 20–24.
- Ozolinya, L. A., Overko, A. V., & Bakhodurova, K. A. (2020). The role of magnesium in the treatment of premenstrual syndrome. *VF Snegirev Archives of Obstetrics and Gynecology*, 7(2), 102–107.
- Özkan, S., & Gülten, K. O. Ç. (2020). Kadınlarda premenstrual sendrom yaşanmasını etkileyen sosyal ve kültürel faktörler. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*, 7(2), 180–185.
- Öztürk, S., & Karaca, A. (2019). Premenstrual sendrom ve sağlıklı yaşam biçimi davranışlarına ilişkin ebe ve hemşirenin rolü. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(2), 105–110.
- Sağlam, H. Y., & Orsal, Ö. (2020). Effects of exercise on premenstrual symptoms: A systematic review. *Complementary Therapies in Medicine*, 48, 102–108.
- Saraçaloğlu, A. S., & Kocakuşak, N. Ü. (2019). Toplumsal cinsiyet eşitsizliği ve şiddet. *Anne Çocuk*, 7, 15–25.
- Sarı Çetin, H., & Erbil, N. (2020). Premenstrual sendromda ağrı yönetimi. *Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi*, 3(2), 202–210. <https://doi.org/10.38108/Ouhcd.693294>
- Shin, K. R., Kang, Y., Kim, J., & Park, H. (2009). The effect of hand acupuncture therapy and hand moxibustion therapy on premenstrual syndrome among Korean women. *Western Journal of Nursing Research*, 31(2), 171–186.
- Stevinson C, Ernest E. (2001). Complementary /Alternative Therapies For Premenstrual Syndrome: A Systematic Review Of Randomized Controled Trials. *American Journal Of Obstetrics And Gynecology*, 185(1), 227-235.
- Şimşek, D., Duman, F. N., & Gölbaşı, Z. (2022). Sağlık Bilimleri Fakültesi öğrencilerinin premenstrual sendrom ile baş etmede kullandığı geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 12(1), 116–125.
- Tufan, N. (2019). *Ebelik ve hemşirelik öğrencilerinin premenstrual sendrom ve nonfarmakolojik yöntemlerine ilişkin bilgi ve tutumlarının değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Bilim Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Uzun, L. A., & Koçak, D. Y. (2019). Premenstrual syndrome and healthy lifestyle behaviors relationship in university students. *Nobel Medicus*, 15(3), 24–32.

- Vaghela, N., Mishra, D., Sheth, M., & Dani, V. B. (2019). To compare the effects of aerobic exercise and yoga on premenstrual syndrome. *Journal of Education and Health Promotion*, 8, 199.
- Verkaik, S., Kamperman, A. M., Van Westrhemman, R., & Schulte, P. F. J. (2017). The treatment of premenstrual syndrome with preparations of *Vitex agnus castus*: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 217(2), 150–166.
- Yeşilyurt, S. (2020). *Premenstrual sendrom ve dismenorezi olan sağlık çalışanlarının semptomlarla baş etme yöntemlerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi, Ufuk Üniversitesi)
- Yorulmaz, D. S., & Karadeniz, H. (2021). Premenstrual sendrom yaşayan üniversite öğrencilerinin yakınmalarını azaltmaya yönelik kültürel uygulamalar. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 9(2), 755–769.
- Zadbagher Seighalani, M., Hosseini, A., & Rahimi, N. (2019). The effectiveness of traditional Iranian music therapy on depression, anxiety, and aggression in PMS patients. *Journal of Psychological Studies*, 15(3), 55–72.

6 ŞUBAT 2023 DEPREM BÖLGESİNDE GÖREV YAPAN ÇOCUK VE ERGEN PSİKİYATRİSİ UZMANLARININ DENEYİMLERİ: FENOMENOLOJİK BİR ÇALIŞMA

Ali Nedim YAŞITLI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Sağlık Yüksekokulu,
Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü, ORCID ID: 0009-0004-2536-1264,
anyasitli@mehmetakif.edu.tr

GİRİŞ

6 Şubat 2023'te Kahramanmaraş merkezli olarak birkaç saat arayla meydana gelen 7.7 ve 7.6 büyüklüğündeki depremler, 11 ili doğrudan etkileyerek 50 binden fazla can kaybına yol açmış ve Türkiye tarihinin en büyük afetlerinden biri olarak kayıtlara geçmiştir. Yüksek şiddeti, geniş coğrafi yayılımı, kitlesel kayıp ve yaralanmalar, güvenlik sorunları, zorunlu göç ve afet sürecindeki insan kaynaklı aksaklıklar bir araya geldiğinde, bu felaket ülke genelinde yaygın etkiler doğuran kitlesel bir travma niteliği kazanmıştır (Polat vd., 2023). Doğası gereği öngörülemeyen ve insan ile çevre üzerinde ciddi yıkımlara yol açan depremler, ağır travmatik yaşantılar arasında yer almaktadır. Çocukluk ve ergenlik döneminde depreme maruz kalma; uzuv kaybı, ebeveyn kaybı ya da enkaz altında uzun süre kalma gibi deneyimler, psikiyatrik sorunların ortaya çıkması için önemli bir risk zemini oluşturmaktadır (Bozduman Çelebi vd., 2025). Bu tür geniş ölçekli afetlerin yol açtığı maddi ve manevi yıkımlar ise, özellikle çocuk ve ergenlerin ruhsal yapısında çeşitli değişimlere ve psikiyatrik sorunların ortaya çıkmasına zemin hazırlayabilmektedir (Özmen vd., 2024).

Travmatik yaşantılar, çocukların ve ergenlerin alışageldikleri yaşam düzenlerinin bozulmasına, güven duygularının zedelenmesine ve geleceğe yönelik kaygılarının artmasına yol açabilmektedir. Bununla birlikte, bu süreç; yeterlilik algısında azalma, suçluluk duygularının gelişmesi, yoğun üzüntü ve kontrol kaybı hissi gibi çeşitli psikolojik tepkilerin ortaya çıkmasıyla da ilişkilendirilmektedir (Yıldız vd., 2023). Bu tür psikolojik etkiler dikkate alındığında, ani gelişen afetlerle baş etme süreçleri ile çocuk ve ergenlerde travma sonrası stres belirtileri arasındaki ilişkinin anlaşılması, kısa ve uzun vadeli ruhsal iyilik hâlinin desteklenmesi açısından kritik önem taşımaktadır. Bu ilişkinin daha iyi kavranması ise, afet sonrasında çocuk ve ergenlere yönelik psikososyal müdahalelerin planlanması, uygulanması ve etkinliğinin artırılmasına önemli katkılar sunmaktadır (Powell vd., 2021).

Afet sonrası süreçlerde çocuklar ve ergenler, yalnızca bakım ve korunma gereksinimi olan bireyler olarak değil; aynı zamanda duygularını ifade etmeye, güven duygusunu yeniden inşa etmeye, yaşantılarına anlam kazandırmaya ve iyileşmeye ihtiyaç duyan öznel varlıklar olarak ele alınmalıdır (Altıok vd., 2025). Bu yaklaşım doğrultusunda çocuk ve ergenlerin yalnızca desteklenen değil, aynı zamanda güçlendirilen öznel aktörler olarak konumlandırılması büyük önem taşımaktadır. Afet risklerinin azaltılmasına yönelik süreçlerde çocuk ve ergenlerin bilgi, kaynak ve katılım olanaklarıyla desteklenmesi; dayanıklılığı yüksek yeni kuşakların yetişmesine katkı sağlamaktadır. Gençlerin toplumsal güvenlik planlaması ve uygulama süreçlerine aktif biçimde dâhil edilmesi, kırılganlığı azaltırken bireysel ve toplumsal dayanıklılığı güçlendirmektedir. Bu katılım, toplulukları tabandan itibaren güçlendirerek hazırlık ve uyum kültürünün gelişmesine zemin hazırlamaktadır. Sonuç olarak, çocuk ve ergenlere yapılan her yatırım, daha güvenli ve daha dirençli bir geleceğe yönelik stratejik bir yatırım niteliği taşımaktadır (KP vd., 2025).

Afet sonrası ortaya çıkan psikiyatrik belirtiler ve bozukluklar, çocuklar ve ergenlerin maruz kaldıkları kayıp ve travmanın niteliğine bağlı olarak değişmekle birlikte; klinik pratikte en sık akut stres tepkileri ve yas belirtileri biçiminde gözlenmektedir (Özmen vd., 2024). Afetlerin ardından çocuklarda ve gençlerde ortaya çıkan ruhsal ve davranışsal sonuçlar geniş bir yelpazeye yayılmakta ve bu etkiler uzun süre sürebilmektedir. Klinik gözlemler, çocuklarda ve gençlerde en sık görülen psikiyatrik tabloların akut stres tepkileri, uyum bozukluğu, depresyon, panik bozukluğu, Travma Sonrası Stres Bozukluğu (TSSB) ve anksiyete bozuklukları olduğunu göstermektedir. Ayrıca çocukluk ve gençlik dönemine özgü psikiyatrik bozukluklar ile birlikte komorbid durumlar ve subklinik sendromlar da afet sonrası süreçte yaygın olarak görülmektedir (Kar, 2009).

Deprem gibi doğal afetlerde çocuklar özellikle kırılgan bir grubu oluşturmaktadır. Bununla birlikte, bu tür olağanüstü koşullarda çocuklarla araştırma yürütmenin güçlüğüne rağmen, literatürde depremin hemen sonrasındaki dönemde çocukların yaşantılarını doğrudan inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir (Dağ vd., 2024). Bu çalışma, 6 Şubat 2023 depremleri sonrasında çocuk ve ergen ruh sağlığı alanında yürütülen klinik ve psikososyal hizmetleri, yalnızca hizmet alan çocuk ve ergenlerin ihtiyaçları üzerinden değil; aynı zamanda bu hizmetleri sahada sunan çocuk ve ergen psikiyatrisi uzmanlarının deneyimleri üzerinden birlikte ele alması bakımın-

dan özgün bir katkı sunmaktadır. Literatürde, afet sonrası çocuk ve ergenlerin ruhsal etkilenmelerine ilişkin çalışmaların sınırlı sayıda olmasıyla birlikte, bu sürecin çocuk ve ergen psikiyatrisi uzmanları açısından nasıl deneyimlendiğinin; klinik karar süreçlerini, mesleki rollerini ve psikolojik iyi oluşlarını nasıl etkilediğinin de yeterince ele alınmadığı görülmektedir. Oysa çocuk ruh sağlığı hizmetlerinin niteliği ve sürdürülebilirliği, doğrudan bu hizmetleri sunan uzmanların mesleki dayanıklılığı, etik karar verme kapasiteleri ve psikososyal destek olanaklarıyla yakından ilişkilidir. Bu bağlamda araştırma, afet sonrası dönemde çocuk ve ergenlerin yaşadığı travmatik etkiler ile bu etkilerle çalışan uzmanların ikincil travmatik maruziyetleri arasındaki etkileşimi görünür kılarak, ruh sağlığı hizmetlerini çift yönlü bir iyilik hâli perspektifi içinde değerlendirmektedir.

Çalışmadan elde edilecek bulguların; çocuk ve ergenlere yönelik afet temelli ruh sağlığı müdahalelerinin güçlendirilmesine, aynı zamanda çocuk ve ergen psikiyatrisi uzmanlarına yönelik kurumsal destek, süpervizyon ve psikososyal koruyucu mekanizmaların geliştirilmesine katkı sağlaması beklenmektedir. Bu yönüyle araştırma, afet sonrası ruh sağlığı hizmetlerinin yalnızca müdahale odaklı değil, sürdürülebilir ve koruyucu bir çerçevede yeniden yapılandırılmasına yönelik bilimsel bir zemin sunmaktadır.

Afet sonrası süreçlerde çocuk ve ergenlerin ruhsal gereksinimlerine yönelik müdahaleler giderek artmakla birlikte, bu müdahaleleri sahada gerçekleştiren çocuk ve ergen psikiyatrisi uzmanlarının deneyimleri ve bu deneyimlerin uzmanlar üzerindeki mesleki ve psikolojik etkileri yeterince görünür değildir. Literatürde ağırlıklı olarak çocuk ve ergenlerin travma sonrası belirtilerine odaklanılmakta; ancak bu belirtilerle çalışan uzmanların karşılaştıkları klinik güçlükler, etik ikilemler, duygusal yüklenmeler ve mesleki sınırları yeniden müzakere etme süreçleri sınırlı biçimde ele alınmaktadır. Bu durum, afet sonrası çocuk ruh sağlığı hizmetlerinin geliştirilmesinde, hizmet sunucularının ihtiyaçlarının ikincil planda kalmasına yol açabilmektedir.

Dolayısıyla bu araştırmanın temel problemi, afet sahasında görev yapan çocuk ve ergen psikiyatrisi uzmanlarının deneyimlerinin ve bu deneyimlerin hem çocuklar hem de uzmanlar üzerindeki etkilerinin bütüncül biçimde incelenmemiş olmasıdır. Bu araştırma, aşağıdaki iki ana eksen doğrultusunda sorulara yanıt aramaktadır:

A. Çocuk ve Ergen Psikiyatrisi Uzmanlarının Saha Deneyimlerine İlişkin Sorular

- Çocuk ve ergen psikiyatrisi uzmanları, 6 Şubat 2023 depremleri sonrasında afet bölgesinde görev yapma sürecini nasıl deneyimlemiştir?
- Afet sahasında çocuk ve ergenlere yönelik yürütülen klinik uygulamalar ve psikososyal müdahaleler hangi olanaklar ve sınırlılıklar çerçevesinde gerçekleşmiştir?
- Uzmanlar, afet ortamında karşılaştıkları etik ikilemleri ve mesleki sorumluluklarını nasıl değerlendirmiştir?

B. Bu Deneyimlerin Hem Çocuklar Hem de Uzmanlar Üzerindeki Etkilerine İlişkin Sorular

- Afet sahasında görev yapmak, çocuk ve ergen psikiyatrisi uzmanlarının duygusal yüklenmeleri ve psikolojik iyi oluşları üzerinde ne tür etkiler yaratmıştır?
- Bu süreç, uzmanların mesleki kimlikleri, profesyonel sınırları ve tükenmişlik algıları üzerinde nasıl yansımalar oluşturmuştur?
- Uzmanlar, afet sonrası dönemde hem kendi iyilik hâllerini korumak hem de çocuk ve ergenlere sürdürülebilir biçimde destek olabilmek için hangi baş etme ve dayanıklılık stratejilerini geliştirmiştir?
- Kurumsal destek mekanizmaları (süpervizyon, ekip çalışması, psikososyal destek), bu etkilerin yönetilmesinde nasıl bir rol oynamıştır?

YÖNTEM

Araştırma Deseni

Bu araştırma, 6 Şubat 2023 depremleri sonrasında afet bölgesinde görev yapan çocuk ve ergen psikiyatrisi uzmanlarının deneyimlerini ve bu deneyimlerin mesleki ve psikolojik etkilerini derinlemesine incelemek amacıyla fenomenolojik desen kullanılarak yürütülmüştür. Fenomenolojik yaklaşım, bireylerin belirli bir olguyu nasıl deneyimlediklerini ve bu deneyimlere hangi anlamları yüklediklerini ortaya koymayı amaçladığı için (Creswell & Poth, 2018; van Manen, 2016), afet gibi yoğun duygusal, etik ve mesleki boyutlar içeren bağlamlarda uzman deneyimlerinin öznel ve çok katmanlı yapısını görürür kılmak açısından uygun bir yöntem sunmuştur.

Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcılarını, 6 Şubat 2023 depremleri sonrasında afet bölgesinde fiilen çocuk ve ergenlere yönelik ruh sağlığı hizmeti sunmuş dört çocuk ve ergen psikiyatrisi uzmanı oluşturmuştur. Katılımcılar, amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme tekniği kullanılarak belirlenmiştir (Patton, 2015). Bu kapsamda katılımcılarda şu ölçütler aranmıştır:

- Çocuk ve ergen psikiyatrisi uzmanı olarak aktif görev yapıyor olmak,
- Deprem sonrasında afet bölgesinde klinik ya da psikososyal hizmet sunmuş olmak.

Fenomenolojik araştırmalarda amaç, deneyimin özünü derinlemesine anlamlandırmak olduğundan, örneklem büyüklüğü nicel araştırmalardaki temsiliyet ölçütlerinden ziyade veri zenginliği ve deneyim yoğunluğu temelinde belirlenmektedir (Creswell & Poth, 2018). Afet sahasında görev yapmış uzmanlara erişimin sınırlı olması ve katılımcıların deneyimlerinin yüksek bilgi yoğunluğu içermesi dikkate alınarak veri toplama süreci, veri doygunluğu ilkesi doğrultusunda yürütülmüştür. Görüşmeler ilerledikçe yeni verilerin kavramsal olarak önceki bulguları tekrar ettiği ve yeni tema üretimine sınırlı katkı sunduğu gözlemlenmiş; bu nedenle veri toplama dört katılımcı ile sonlandırılmıştır (Guest vd., 2006).

Katılımcılara ilişkin demografik ve mesleki bilgiler Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1: Katılımcı Özellikleri

Katılımcı	Cinsiyet	Afet Bölgesinde Görev Süresi	Görev Türü
P1	Erkek	2 Yıl	Klinik ve Psikososyal Hizmet
P2	Erkek	14 Gün	Klinik ve Psikososyal Hizmet
P3	Erkek	1 Ay	Klinik ve Psikososyal Hizmet
P4	Kadın	15 Gün	Klinik ve Psikososyal Hizmet

Katılımcılar afet bölgesinde farklı sürelerde görev yapmış olup saha deneyimleri, kısa süreli görevlendirmelerden daha uzun süreli saha çalışmalarına kadar uzanan bir çeşitlilik göstermektedir. Bu çeşitlilik, bulguların farklı müdahale koşullarını yansıtmaya olanak sağlamıştır.

Veri Toplama Aracı

Araştırmada veri toplama aracı olarak, araştırmacılar tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış derinlemesine görüşme formu kullanılmıştır. Görüşme formunun geliştirilme süreci üç aşamada yürütülmüştür:

Literatür taraması: Afet ruh sağlığı, ikincil travmatik stres, merhamet yorgunluğu ve çocuk travması alanındaki çalışmalar incelenmiştir (Hobfoll vd., 2007; Stamm, 2010).

Uzman görüşü: Taslak görüşme soruları, afet psikiyatrisi, çocuk ve ergen ruh sağlığı ve nitel araştırma alanlarında çalışan 9 uzmanın değerlendirmesine sunulmuştur. Uzmanlardan alınan geri bildirimler doğrultusunda soru

ifadeleri sadeleştirilmiş, örtüşen sorular birleştirilmiş ve kapsam geçerliği güçlendirilmiştir.

Son düzenleme: Revizyonlar sonrasında görüşme formu iki ana tematik eksenini kapsayacak biçimde yapılandırılmıştır:

- Saha deneyimleri (klinik uygulamalar, etik ikilemler, kurumsal koşullar),
- Bu deneyimlerin uzmanlar üzerindeki etkileri (duygusal yüklenme, ikincil travmatik stres, merhamet yorgunluğu, baş etme ve dayanıklılık).

Veri Toplama Süreci

Veri toplama süreci, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 14 Ocak 2026 tarihli (Toplantı No: 2026/1; Karar No: GO 2026/2528) onayı alınarak gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler, katılımcıların tercihine bağlı olarak yüz yüze ya da güvenli çevrim içi platformlar aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Her görüşme ortalama 45–60 dakika sürmüştür. Katılımcıların yazılı bilgilendirilmiş onamları alınmış; görüşmeler ses kaydı ile kaydedilmiş ve daha sonra kelimesi kelimesine yazıya aktarılmıştır. Transkripsiyonlar katılımcılarla paylaşılmış ve doğrulama yapılmıştır. Tüm veriler, katılımcıların kimlik bilgileri çıkarılarak anonimleştirilmiş, yalnızca araştırmacıların erişebildiği güvenli dijital ortamlarda saklanmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler, yansıtıcı tematik analiz yöntemi kullanılarak çözümlenmiştir (Braun & Clarke, 2006, 2021). Analiz süreci aşağıdaki aşamalar doğrultusunda yürütülmüştür:

- Verilere aşinalık kazanma,
- İlk kodların oluşturulması,
- Ön temaların geliştirilmesi,
- Temaların gözden geçirilmesi,
- Temaların tanımlanması ve adlandırılması,
- Analitik anlatının oluşturulması.

Analiz, tümevarımsal bir yaklaşımla gerçekleştirilmiş; afet ruh sağlığı, ikincil travmatik stres ve merhamet yorgunluğu literatürü yorumlama sürecinde kuramsal duyarlılık sağlamıştır (Figley, 1995; Stamm, 2010). Kodlama süreci iki araştırmacı tarafından bağımsız biçimde yürütülmüş; kodlar karşılaştırılarak uzlaşa sağlanmıştır. Süreç boyunca ayrıntılı bir analiz günlüğü tutulmuştur.

Güvenirlilik

Araştırmanın nitel güvenirliliği, Lincoln ve Guba'nın (1985) önerdiği ölçütler doğrultusunda sağlanmıştır:

- İnandırıcılık: Katılımcı doğrulaması ve uzun süreli etkileşim,
- Tutarlılık: Araştırma sürecinin ayrıntılı raporlanması,
- Doğrulanabilirlik: Akran değerlendirmesi ve araştırmacı yansıtıcılığı,
- Aktarılabilirlik: Bağlam ve katılımcı özelliklerinin ayrıntılı betimlenmesi.

Etik İlkeler

Araştırma, ilgili üniversitenin etik kurulundan onay alındıktan sonra yürütülmüştür. Katılımcılara araştırmanın amacı, kapsamı ve süreci ayrıntılı biçimde açıklanmış; bilgilendirilmiş gönüllü onamları yazılı olarak alınmıştır. Katılım tamamen gönüllülük esasına dayanmış ve katılımcılar istedikleri herhangi bir aşamada gerekçe göstermeksizin araştırmadan çekilebilmiştir. Afet deneyimlerinin duygusal açıdan hassas doğası dikkate alınarak, görüşmeler sırasında yoğun duygusal zorlanma yaşayan katılımcılar için görüşmeler durdurulmuş; gerekli görüldüğünde uygun psikososyal destek mekanizmalarına yönlendirme yapılmıştır. Bu süreç, Dünya Sağlık Örgütü'nün afet ve acil durumlarda psikososyal destek ilkeleri doğrultusunda yürütülmüştür (WHO, 2011).

BULGULAR

Yansıtıcı tematik analiz sonucunda çocuk ve ergen psikiyatrisi uzmanlarının afet sahasındaki deneyimlerinin yedi ana tema etrafında örgütlendiği görülmüştür: rol ve yapısal belirsizlikler, klinik başvuru örüntüleri, aile ruhsallığı ile çocuk iyilik hâli arasındaki ilişki, güvenlik ve etik gerilimler, mesleki duygusal yük, mesleki kimlik dönüşümü ve sistem düzeyinde iyileştirme gereksinimleri. Bu temalar afet bağlamında çocuk ruh sağlığı hizmetlerinin klinik ve yapısal boyutlarının birbirine güçlü biçimde eklemlendiğini ortaya koymuştur.

Rol ve Yapısal Belirsizlikler

Katılımcılar afet sahasına ulaşma sürecinde görev tanımlarının ve organizasyonel yapıların çoğu zaman belirsiz olduğunu ifade etmişlerdir. Bu belirsizlik, sahadaki işleyişin meslektaş deneyimleri veya süreç içinde gelişen koordinasyon aracılığıyla şekillenmesine neden olmuştur. Örneğin, bir katılımcı deprem bölgesine gitmeden önce çalışma koşullarına ilişkin ayrıntılı bilgiye sahip olmadığını ve bu nedenle “benden önce çalışmış hekimlerin

deneyimlerinden faydalandığını” belirtmiştir (P2). Benzer şekilde, başka bir katılımcı rolünün başlangıçta tanımlı olmadığını; “ilk ekipte yer aldığı için rolünün sahada Sağlık Bakanlığı ile koordinasyon içinde şekillendiğini” ifade etmiştir (P3). Görevlendirme süreçlerindeki belirsizlik yalnızca klinik rolü değil, lojistik hazırlığı da etkilemiştir. Bir katılımcı, mesleki rolünün açık olmasına rağmen görevlendirileceği yerin sürekli değişmesi nedeniyle “yaklaşık 1 hafta planın netleşmesini beklediğini” dile getirmiştir (P4). Bu bulgular afet müdahalesinin yalnızca klinik değil, organizasyonel hazırlık düzeyinde de yapılandırılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Klinik Başvuru Örüntüleri ve Travma Sunumları

Sahada karşılaşılan çocuk vakalarının geniş bir yaş aralığına yayıldığı ve travma tepkilerinin davranışsal, duygusal ve somatik biçimlerde ortaya çıktığı gözlenmiştir. Başvurular sıklıkla uyku sorunları ve kaygı temelli belirtiler etrafında yoğunlaşmıştır. Bir katılımcı sahadaki başvuruların büyük bölümünü “uyuyamama ve uyku problemleri nedeniyle yapılan başvuruların oluşturduğunu” belirtmiştir (P2). Buna ek olarak, çocuklarda ebeveyne yapışma davranışı, regresyon ve kaçınma tepkileri gözlenmiştir. Bir katılımcı sahadaki klinik tabloyu “bedensel şikâyetler, ebeveyne yapışma, artçılar nedeniyle beklenti kaygısı ve regresyonun sık görülmesi” şeklinde tanımlamıştır (P4). Bunun yanında nörogelişimsel farklılıkları olan çocuklarla çalışma gerekliliği de ortaya çıkmış; bir katılımcı “her yaş grubundan ve nörogelişimsel sorunları olan çocuklarla çalıştığını” ifade etmiştir (P3). Bu bulgular afet sonrası çocukların ruhsal tepkilerinin tekil bir travma belirtisine indirgenemeyecek kadar çok katmanlı olduğunu göstermektedir.

Aile Ruhsallığı ve Çocuk İyilik Hâli Etkileşimi

Katılımcı deneyimleri çocukların ruhsal durumlarının ebeveynlerin psikolojik süreçleriyle yakından ilişkili olduğunu ortaya koymuştur. Aile görüşmelerinde, ebeveynlerin ruh sağlığındaki bozulmanın çocukların uyum süreçlerini belirgin biçimde etkilediği ifade edilmiştir. Bir katılımcı görüşmelerde “ebeveyn ruhsallığındaki kayıpların çok belirgin olduğunu” vurgulamıştır (P1). Ailelerin depresyon deneyimini tekrar tekrar anlatması ve kayıp anlatılarının duygusal izolasyonla birlikte ifade edilmesi de dikkat çekmiştir. Bir katılımcı ailelerin “depresyon anını tekrar tekrar anlattığını ve kayıpları çoğu zaman duygusal izolasyon içinde dile getirdiğini” belirtmiştir (P4). Aynı katılımcı hayatta kalma suçluluğunun kayıp anlatılarını zorlaştırdığını ifade etmiştir. Bu bulgular afet sonrası müdahalelerin aile sistemini kapsayan bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Güvenlik ve Etik Gerilimler

Saha koşulları çocuk güvenliği açısından etik gerilimler üretmiştir. Güvenli barınma alanlarının sınırlılığı müdahale süreçlerinde önemli bir zorluk olarak ortaya çıkmıştır. Bir katılımcı, “güvenli olmayan kamp ve çadır ortamlarının çocuklar açısından ciddi bir sorun oluşturduğunu” ifade etmiştir (P3). Ayrıca devam eden artçı sarsıntılar, çocuklara güvenlik hissi sunma çabası ile gerçeklik arasındaki gerilimi artırmıştır. Bir katılımcı bu durumu “çocuklara güvendesin demeye çalışırken depremlerin devam ediyor olmasının büyük bir ikilem yarattığını” belirterek açıklamıştır (P4). Bu tema afet ortamında etik kararların bağlamsal sınırlılıklar içinde şekillendiğini göstermektedir.

Mesleki Duygusal Yük ve Baş Etme Süreçleri

Travmatik deneyimlere tanıklık etmek uzmanlar üzerinde duygusal yük oluşturmuştur. Katılımcılar çocukların yaşadığı kayıplara tanıklığın zorlayıcı olduğunu ifade etmişlerdir. Bir katılımcı “çocukların yaşadığı travmatik durumlara tanıklığın duygusal olarak zorlayıcı olduğunu” belirtmiştir (P1). Bazı katılımcılar bu yükü profesyonel motivasyon aracılığıyla düzenlediklerini ifade etmişlerdir. Örneğin, bir katılımcı “üzülmekle birlikte yardım etme düşüncesini duygularının önüne koymaya çalıştığını” dile getirmiştir (P2). Bununla birlikte, duygusal etkilenmenin zaman içinde ortaya çıkabildiği de görülmüştür; bir katılımcı sahada soğukkanlı kalmasına rağmen “duygusal etkileri görev dönüşü daha yoğun hissettiğini” ifade etmiştir (P4). Bu bulgular ikincil travmatik etkilenmenin zamansal boyutuna işaret etmektedir.

Mesleki Kimlik ve Müdahale Anlayışında Dönüşüm

Afet sahasında çalışmak müdahale pratiklerinin yeniden değerlendirilmesine yol açmıştır. Bir katılımcı müdahalenin sahada daha çok güvenli rutinler kurmaya odaklandığını ve “meselenin ilaç pratiği değil, destekleyici temas kurmak olduğunu” belirtmiştir (P4). Bir diğer katılımcı ise bu deneyimin “mesleki değerlerinde bir dönüşüm yarattığını” ifade etmiştir (P1). Ancak dönüşümün katılımcılar arasında homojen olmadığı görülmüş; önceki afet deneyimine sahip katılımcılar değişimin sınırlı olduğunu belirtmişlerdir. Bu durum mesleki dönüşümün deneyim geçmişiyle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Sistem ve Organizasyon Düzeyinde İyileştirme Gereksinimleri

Katılımcılar afet sonrası hizmetlerin iyileştirilmesine yönelik önerilerinde organizasyonel yapının güçlendirilmesini vurgulamışlardır. Bir katılımcı, “ruh sağlığı çalışanları arasında görev dağılımının net biçimde yapılmasının süreci kolaylaştıracağını” ifade etmiştir (P2). Benzer biçimde başka bir katılımcı “aynı işi yapan ekiplerin bağımsız çalışmasının sahada bıkkınlık yarattığını” belirtmiştir (P4). Bu bulgular çocuk ruh sağlığı hizmetlerinin etkinliğinin yalnızca klinik uzmanlık değil, sistem düzeyinde koordinasyon kapasitesiyle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

TARTIŞMA

Bu çalışma, 6 Şubat 2023 depremleri sonrasında afet sahasında görev yapan çocuk ve ergen psikiyatrisi uzmanlarının deneyimlerini inceleyerek çocuk ruh sağlığı hizmetlerinin klinik, etik ve yapısal boyutlarını bütüncül bir biçimde ortaya koymuştur. Bulgular, mevcut afet ruh sağlığı literatürüyle önemli ölçüde örtüşmekle birlikte, saha deneyimine dayalı özgün katkılar sunmaktadır. Çalışmada belirlenen klinik başvuru örüntüleri, afet sonrası çocuklarda gözlenen travma tepkileri ile uyumludur. Katılımcıların ifade ettiği uyku sorunları, kaygı belirtileri, regresyon ve davranışsal değişimler literatürde deprem sonrası çocuk popülasyonunda en sık gözlenen ruhsal tepkiler arasında yer almaktadır (Kar, 2009; Özmen vd., 2024). Erken dönemde akut stres tepkileri ve yas reaksiyonlarının yaygınlığı da önceki çalışmalar tarafından vurgulanmıştır (Yıldız vd., 2023). Ayrıca afet sonrası baş etme süreçleri ile travma belirtileri arasındaki ilişkinin çocukların uzun vadeli psikolojik iyilik hâlini etkilediği gösterilmiştir (Powell vd., 2021). Bu bağlamda saha bulguları, çocuk ruh sağlığı risklerinin afet sonrası dönemde çok boyutlu biçimde ortaya çıktığını desteklemektedir.

Bulgular, çocuk ruh sağlığı ile ebeveyn ruh sağlığı arasındaki güçlü ilişkiyi ortaya koymuştur. Katılımcılar aile kaygısının, kayıp deneyimlerinin ve duygusal çözümlerin çocukların uyum süreçlerini doğrudan etkilediğini vurgulamışlardır. Benzer şekilde, deprem sonrası yapılan çalışmalar ebeveynlerin psikolojik zorlanmalarının çocukların davranışsal ve duygusal sorunlarını artırabildiğini göstermektedir (Altıok vd., 2025). Çocukların yalnızca korunması gereken bireyler değil, aynı zamanda anlam üretme ve iyileşme süreçlerine katılan öznel aktörler olarak değerlendirilmesi gerektiği yönündeki yaklaşımlar da bu bulgularla örtüşmektedir (Fegert vd., 2023). Bu durum afet müdahalelerinde aile merkezli psikososyal yaklaşımların önemini pekiştirmektedir.

Çalışmanın bir diğer önemli bulgusu, güvenlik algısı ile fiziksel koşullar arasındaki gerilimin etik karar süreçlerini şekillendirmesidir. Katılımcılar çocuklara güvenlik hissi vermeye çalışırken devam eden artçı sarsıntıların ve yetersiz barınma koşullarının müdahale pratiğini zorlaştırdığını belirtmişlerdir. Afet sonrası çocukların ölüm korkusu, bağımlılık davranışları ve çevresel güvensizlik algısı geliştirebildikleri literatürde de belirtilmiştir (Kar, 2009). Bu bağlamda fiziksel çevre koşullarının psikososyal müdahalelerin etkinliğini doğrudan etkilediği anlaşılmaktadır.

Mesleki duygusal yük teması, afet sahasında çalışan ruh sağlığı profesyonellerinin ikincil travmatik etkilenmeye açık olduğunu ortaya koymuştur. Katılımcıların sahada duygusal tepkilerini bastırma eğilimi göstermeleri ve etkilenmenin görev sonrası dönemde belirginleşmesi, travmatik içeriklere maruz kalan profesyonellerde stres ve tükenmişlik riskinin artabileceğini ortaya koyan çalışmalarla uyumludur (Figley, 1995). Bu durum kurumsal süpervizyon ve destek mekanizmalarının afet müdahalesinin ayrılmaz bir parçası olması gerektiğini göstermektedir.

Mesleki kimlik ve müdahale anlayışına ilişkin bulgular, afet ortamının klinik pratiği yeniden yapılandırabildiğini göstermiştir. Katılımcılar farmakolojik müdahaleden çok güvenli rutin oluşturma, psikososyal destek sağlama ve ilişki kurmaya dayalı yaklaşımların ön plana çıktığını ifade etmişlerdir. Afet bağlamında erken müdahalelerde psikolojik ilk yardım ve koruyucu ruh sağlığı yaklaşımlarının öncelikli olması gerektiği literatürde de vurgulanmaktadır (World Health Organization [WHO], 2011). Bu durum çocuk psikiyatrisi uygulamalarının bağlamsal esneklik gerektirdiğini ortaya koymaktadır.

Son olarak katılımcılar sistem düzeyinde koordinasyon eksikliklerini afet müdahalesinin temel sorunlarından biri olarak tanımlamıştır. Görev dağılımı belirsizlikleri ve kurumlar arası iletişim eksiklikleri hizmet sunumunu zorlaştırmıştır. Afet sonrası ruh sağlığı hizmetlerinin etkinliği yalnızca klinik kapasiteye değil, organizasyonel yapıların işlevselliğine de bağlıdır (Powell vd., 2021). Bu nedenle afet hazırlık planlarının disiplinlerarası koordinasyonu güçlendirecek şekilde yapılandırılması kritik öneme sahiptir.

Genel olarak çalışma bulguları, afet bağlamında çocuk ruh sağlığı hizmetlerinin yalnızca klinik müdahale perspektifiyle ele alınamayacağını; aile sistemleri, fiziksel güvenlik koşulları, uzman dayanıklılığı ve kurumsal koordinasyon gibi çok katmanlı faktörlerin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Uzman deneyimlerinden elde edilen bu bulgular afet

sonrası müdahale modellerinin yeniden yapılandırılması açısından önemli çıkarımlar sunmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışma, 6 Şubat 2023 depremleri sonrasında afet sahasında görev yapan çocuk ve ergen psikiyatrisi uzmanlarının deneyimlerini fenomenolojik bir perspektifle inceleyerek çocuk ruh sağlığı hizmetlerinin çok katmanlı doğasını ortaya koymuştur. Bulgular, afet bağlamında çocuk ve ergenlere yönelik ruh sağlığı müdahalelerinin yalnızca klinik semptomlara odaklanan bireysel yaklaşımlar çerçevesinde değerlendirilemeyeceğini; aile ruhsallığı, çevresel güvenlik koşulları, uzman dayanıklılığı ve organizasyonel yapı gibi birbiriyle ilişkili faktörlerin bütüncül biçimde ele alınması gerektiğini göstermiştir.

Araştırma sonuçları, afet sonrası çocuklarda gözlenen travma tepkilerinin heterojen ve çok boyutlu olduğunu; uyku sorunları, regresyon, ayrılık kaygısı ve somatik yakınmalar gibi belirtilerin sahada sıklıkla karşılaşıldığını ortaya koymuştur. Bunun yanında ebeveyn psikolojik durumlarının çocukların ruhsal uyum süreçleri üzerinde belirleyici rol oynadığı görülmüş, bu durum aile merkezli müdahale yaklaşımlarının önemini vurgulamıştır. Katılımcı deneyimleri ayrıca fiziksel güvenlik koşullarının sınırlılığı ve devam eden afet etkilerinin etik karar süreçlerini zorlaştırabildiğini göstermiştir.

Çalışma, afet sahasında görev yapan uzmanların duygusal yüklenmeye ve ikincil travmatik etkilenmeye açık olduğunu ortaya koymuş; meslektaş desteği ve süpervizyonun bu süreçte koruyucu bir işlev gördüğünü göstermiştir. Bununla birlikte, afet ortamının müdahale anlayışını dönüştürerek farmakolojik yaklaşımlardan ziyade güvenli rutin oluşturma, ilişki kurma ve psikososyal destek odaklı uygulamaları öne çıkardığı belirlenmiştir. Bu bulgu çocuk ruh sağlığı hizmetlerinin bağlamsal esneklik gerektirdiğine işaret etmektedir.

Araştırmanın en güçlü çıkarımlarından biri, afet müdahalelerinde sistem düzeyinde koordinasyonun belirleyici bir rolü olduğudur. Görev dağılımının belirsizliği, kurumlar arası iletişim eksiklikleri ve hizmetlerin tekrarlayıcı biçimde yürütülmesi uzmanlar tarafından önemli yapısal sorunlar olarak ifade edilmiştir. Bu durum, afet hazırlık planlarının yalnızca klinik kapasiteyi değil, disiplinlerarası koordinasyonu ve organizasyonel altyapıyı da güçlendirecek biçimde yapılandırılması gerektiğini göstermektedir.

Sonuç olarak bu çalışma, çocuk ruh sağlığı hizmetlerinin afet bağlamında yeniden ele alınmasına katkı sunmaktadır. Bulgular, afet müdahalelerinin çocuk merkezli, aile odaklı ve sistem düzeyinde bütünleşik bir yaklaşım çerçevesinde yapılandırılmasının önemini ortaya koymaktadır. Gelecek araştırmaların daha geniş uzman gruplarını içeren karşılaştırmalı tasarımlar kullanarak mesleki dayanıklılığın, müdahale modellerinin ve organizasyonel yapıların etkisini incelemesi önerilmektedir. Bu yöndeki çalışmalar, afet sonrası çocuk ve ergen ruh sağlığı hizmetlerinin sürdürülebilirliğini ve etkinliğini artırmaya yönelik bilimsel bilgi birikimine önemli katkılarda bulunacaktır.

ÖNERİLER

Bu çalışmanın bulgularına dayanarak, afet bağlamında çocuk ve ergen ruh sağlığı hizmetlerinin güçlendirilmesi için müdahalelerin yalnızca bireysel semptom odaklı değil, aile merkezli ve bütüncül bir yaklaşımla yapılandırılması önerilmektedir. Ebeveyn ruh sağlığının çocukların uyum süreçleri üzerindeki belirleyici etkisi göz önünde bulundurularak psikososyal programlara ebeveyn destek bileşenlerinin entegre edilmesi önem taşımaktadır. Afet sahasında görev yapan ruh sağlığı profesyonellerinin ikincil travmatik etkilenmeye karşı korunması amacıyla düzenli süpervizyon, akran destek mekanizmaları ve afet psikiyatrisi eğitimlerinin yaygınlaştırılması gerekmektedir. Bununla birlikte, görev tanımlarının önceden netleştirilmesi, kurumlar arası koordinasyonun güçlendirilmesi ve veri paylaşım sistemlerinin geliştirilmesi afet müdahalelerinin etkinliğini artıracaktır. Gelecek araştırmaların daha geniş örneklemlemlerle uzman deneyimlerini karşılaştırmalı biçimde incelemesi ve müdahale modellerinin etkililiğini değerlendirmesi alandaki bilgi birikiminin derinleştirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Altıok, B., Arıcı, A., & Özüçelik, D. N. (2025). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinin kadınlar ve çocuklar üzerindeki etkileri ve sosyal hizmet müdahaleleri [6 February 2023 Kahramanmaraş earthquakes' effects on women and children and social work interventions]. *Socrates Journal of Interdisciplinary Social Researches*, 11(52), 1–28. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15244885>
- Bozduman Çelebi, S., Güneş, S., Şefik, P., Koçak, E., Altun Varmış, D., Kılı, Y., Çoban, N., İnal Ulutaş, G., Erol Tanırkulu, E., Özlük, K., & Kamış, B. (2025). 6 Şubat Kahramanmaraş depremi sonrası, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Türkiye, Adana Şehir Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde yatan depremzede çocuklar için çocuk psikiyatrisi'nden istenen konsültasyonlar. *Turkish Journal of Child and Adolescent Mental Health*, 32(2), 119–124. <https://doi.org/10.4274/tjcamh.galenos.2024.38233>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

- Braun, V., & Clarke, V. (2021). *Thematic analysis: A practical guide*. Sage.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). Sage.
- Dağ, Y. S., Zengin, M., Yayan, E. H., & Dağ, S. (2025). Understanding the impact of natural disasters on children within first hours and days after an event: A phenomenological study through the experience of nurses. *International Nursing Review*, 72(2), e13031. <https://doi.org/10.1111/inr.13031>
- Fegert, J. M., Vitiello, B., Plener, P. L., & Clemens, V. (2020). Challenges and burden of the coronavirus 2019 (COVID-19) pandemic for child and adolescent mental health: A narrative review to highlight clinical and research needs in the acute phase and the long return to normality. *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*, 14, 20. <https://doi.org/10.1186/s13034-020-00329-3>
- Figley, C. R. (1995). *Compassion fatigue: Coping with secondary traumatic stress disorder in those who treat the traumatized*. Brunner/Mazel.
- Guest, G., Bunce, A., & Johnson, L. (2006). How many interviews are enough? An experiment with data saturation and variability. *Field Methods*, 18(1), 59–82. <https://doi.org/10.1177/1525822X05279903>
- Hobfoll, S. E., Watson, P., Bell, C. C., Bryant, R. A., Brymer, M., Friedman, M. J., & Ursano, R. J. (2007). Five essential elements of immediate and mid-term mass trauma intervention. *Psychiatry*, 70(4), 283–315. <https://doi.org/10.1521/psyc.2007.70.4.283>
- Kar, N. (2009). Psychological impact of disasters on children: Review of assessment and interventions. *World Journal of Pediatrics*, 5(1), 5–11. <https://doi.org/10.1007/s12519-009-0001-x>
- KP, F. H., Christy, J., Roopesh, B. N., & VS, B. (2025). Exploring psychological resilience in the face of natural disasters: A narrative review on East and South Asian adolescents. *Trends in Psychology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s43076-025-00483-7>
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage.
- Özmen, S., Gül, M. K., Sertkaya, B., & Demirci, E. (2024). Kahramanmaraş depremi sonrasında depremzede çocuklarda görülen psikiyatrik bulgular, sosyodemografik özellikler, akut stres belirtileri. *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi*, 31(2), 168–173. <https://doi.org/10.4274/tjcamh.galenos.2024.58561>
- Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods* (4th ed.). Sage.
- Polat, I., Anuk, D., Özkan, M., & Bahadır, G. (2023). Mental health in the aftermath of disasters: Psychological effects, treatment approaches and coping. *Journal of Istanbul Faculty of Medicine*, 86(4), 393–401. <https://doi.org/10.26650/IUITFD.1322896>
- Powell, T., Wegmann, K. M., & Backode, E. (2021). Coping and post-traumatic stress in children and adolescents after an acute onset disaster: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(9), Article 4865. <https://doi.org/10.3390/ijerph18094865>
- Stamm, B. H. (2010). *The concise ProQOL manual* (2nd ed.). ProQOL.org.
- Yıldız, M. I., Basterzi, A. D., Yıldırım, E. A., Yüksel, S., Aker, A. T., Semerci, B., Çakıroğlu, S., Yazgan, Y., Sercan, M., Erim, B. R., Küçükparlak, I., & Yıldırım, M. H. (2023). Deprem sonrası erken dönemde koruyucu ve tedavi edici ruh sağlığı hizmeti: Türkiye Psikiyatri Derneği uzman görüşü. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 34(1), 39–49. <https://doi.org/10.5080/u27305>
- van Manen, M. (2016). *Researching lived experience: Human science for an action sensitive pedagogy* (2nd ed.). Routledge.

World Health Organization, War Trauma Foundation, & World Vision International. (2011). *Psychological first aid: Guide for field workers*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241548205>

AFET VE EVCIL HAYVAN YÖNETİMİ: TAHLİYE, GEÇİCİ BARINMA VE PSİKOSOSYAL DAYANIKLILIK

Ali Nedim YAŞITLI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Sağlık Yüksekokulu, Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü, ORCID ID: 0009-0004-2536-1264, anyasitli@mehmetakif.edu.tr

Tuncay POLAT

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, ORCID ID: 0000-0002-1066-8886, tuncapolat04@gmail.com

Faruk Özgür GÜNSAY

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Sağlık Yüksekokulu, Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü, ozgurgunsay@gmail.com

GİRİŞ

Afetler insanları, hayvanları ve yaşamsal çevreyi aynı anda etkileyen çok katmanlı krizlerdir. Bununla birlikte, afet planlarının önemli bir bölümü hane içindeki evcil hayvanları tahliye, ulaşım, geçici barınma, sağlık ve yeniden birleştirme süreçlerinden dışlayabilmektedir. Bu boşluk yalnızca hayvan refahına ilişkin etik bir sorun değildir. Evcil hayvanını geride bırakmak istemeyen kişilerin tahliyeyi geciktirmesi, tahliye emrine uymaması ya da hayvanını almak için tehlikeli bölgeye geri dönmesi, insan güvenliğini, arama-kurtarma ekiplerinin çalışma koşullarını ve toplu barınma düzenini doğrudan etkileyebilmektedir (Chadwin, 2017; Day, 2017). Güncel araştırmalar evcil hayvan sahipliğinin tahliye davranışı üzerindeki etkisinin tek yönlü olmadığını göstermektedir (Day, 2017; Wu vd., 2023; Bansal vd., 2025).

Evcil hayvan, erişilebilir ulaşım ve barınma seçeneklerinin bulunmadığı koşullarda tahliyeyi zorlaştıran bir etken olabilirken, yüksek risk algısı, güvenilir uyarı ve hayvanla birlikte tahliye olanağı sağlandığında sahiplerin koruyucu eyleme geçmesini de hızlandırabilmektedir. Bansal ve arkadaşlarının (2025) çalışması, tahliye istekliliğinin riskin şiddetine, hayvan sayısına ve hayvanın kronik bakım gereksinimlerine göre değiştiğini ortaya koymuştur. Dolayısıyla temel sorun, evcil hayvan sahipliğinin kendisinden çok, afet sisteminin hane içindeki insan-hayvan birliğini yönetebilecek kapasiteye sahip olup olmamasıdır. Bu çalışmada insan-hayvan bağı ve Tek Sağlık (One Health) yaklaşımı (O'Carroll vd., 2024) çerçevesinde tahliye kararları, geçici barınma modelleri, halk sağlığı ve psikososyal iyileşme ele alınmakta; ABD, Japonya ve Avustralya uygulamaları karşılaştırılmakta; Türkiye Afet Müda-

hale Planı (TAMP), Türkiye Afet Sonrası İyileştirme Planı (TASİP) ve 6 Şubat 2023 depremlerinden elde edilen deneyimler temelinde Türkiye için uygulanabilir bir yönetim modeli önerilmektedir.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

İnsan-Hayvan Bağı ve Afet Davranışı

İnsan-hayvan bağı, evcil hayvanın yalnızca mülkiyete konu bir varlık olarak değil, bakım verilen, duygusal yakınlık kurulan ve gündelik yaşamın bir parçası olan bir hane üyesi olarak da deneyimlenmesini ifade eder. Bu bağ, afet sırasında karar verme sürecinin merkezine yerleşebilir. Sahipler, kendi güvenliklerini hayvanlarının güvenliğinden bağımsız düşünmeyebilir; ayrılık, terk edilme ya da hayvanın zarar görmesi olasılığı tahliye kararının ertelenmesine neden olabilir. Sistemik derlemeler, taşıma aracı bulunmaması, taşıma kafesi eksikliği, çoklu hayvan sahipliği, hayvan kabul eden barınma yerlerinin bilinmemesi ve ekonomik yetersizliklerin bu davranışsal baskıyı artırdığını göstermektedir (Day, 2017; Moslehi vd., 2025; Wu vd., 2023).

Bununla birlikte “evcil hayvan sahibi tahliye etmez” biçimindeki genelleme bilimsel olarak yetersizdir. Bansal ve arkadaşları (2025), risk algısı yükseldiğinde evcil hayvan sahiplerinin tahliye istekliliğinin de belirgin biçimde artabildiğini; ancak çok sayıda hayvanı bulunan ya da kronik hastalığı olan hayvanlara bakım veren kişilerin lojistik belirsizlikler nedeniyle farklı örüntüler sergilediğini göstermiştir. Bu bulgu, standart bir mesaj yerine farklı sahiplik koşullarına uyarlanmış bir tahliye iletişimine gerek olduğuna işaret etmektedir. Örneğin, birden fazla hayvanı olan hanelere araç ve kafes kapasitesi; kronik hastalığı olan hayvanlara ise ilaçların soğuk zinciri ve veteriner desteği; yaşlı veya engelli bireylere ise kapıdan tahliye desteği önceden planlanmalıdır.

İnsan-hayvan bağının dikkate alınması, kişilerin duygusal tercihlerine ayrıcalık tanımak anlamına gelmez; tahliye davranışını gerçekçi bir biçimde modellemek anlamına gelir. Afet planı, insanların fiilî olarak nasıl karar verdiklerini hesaba katmadığında, öngörülen tahliye süresi, araç kapasitesi ve barınma ihtiyacı hatalı hesaplanır. Bu nedenle evcil hayvan sayısı, türü, taşıma gereksinimi, özel bakım durumu ve alternatif bakım kişileri hane afet planının temel değişkenleri olmalıdır.

Tek Sağlık, Tek Refah ve Toplumsal Dayanıklılık

Tek Sağlık yaklaşımı insan, hayvan ve çevre sağlığının karşılıklı bağımlılığını vurgular. Afet koşullarında bu bağımlılık daha görünür hâle gelir: yaralı veya sahipsizleşmiş hayvanlar, bozulan su ve atık altyapısı, aşılama ve parazit kontrolündeki kesintiler, geçici yerleşimlerde yoğun temas ve çevresel kirlilik aynı risk zincirinin parçalarıdır. O'Carroll, La Jeunesse ve Lawry (2024) insani krizlerde evcil hayvanların tahliye ve bakımına ilişkin standartların halk sağlığı, biyogüvenlik, müdahale güvenliği ve çevresel etkiler açısından Tek Sağlık çerçevesinde geliştirilmesi gerektiğini belirtmektedir.

Bu yaklaşım hayvanları otomatik olarak hastalık kaynağı olarak gören indirgemeci bir tutumdan ayrılmalıdır. Zoonotik riskler: kayıt, sağlık taraması, izolasyon, aşılama, parazit kontrolü, uygun dışkı-atık yönetimi ve güvenli su temini yoluyla yönetilebilir. Evcil hayvanların barınma alanlarından bütünüyle dışlanması ise tahliye reddi, kontrolsüz geri dönüş, hayvanların sahipsizleşmesi ve kayıt zincirinin kopması gibi daha büyük riskler yaratabilir. Dolayısıyla koruyucu strateji, “hayvanı dışlamak” değil; insan ve hayvan akışını önceden tasarlanmış alanlar ve standart işletim prosedürleriyle yönetmektir.

Toplumsal dayanıklılık yalnızca fiziksel altyapının ayakta kalmasıyla sınırlı değildir. Afet sonrası gündelik rutinin kurulması, aidiyetin sürdürülmesi ve sosyal destek ağlarının yeniden çalışması iyileşmenin önemli parçalarıdır. Evcil hayvanla kurulan bakım rutini, bazı kişiler için kontrol ve süreklilik duygusunu destekleyebilir; hayvanın kaybı ya da zorunlu ayrılık ise yas, suçluluk ve travma belirtilerini ağırlaştırabilir (Montgomery vd., 2024; Wu vd., 2023). Bu nedenle, sahip-hayvan bütünlüğünü mümkün olduğunca koruyan bir sistem hayvan refahına ek olarak psikososyal iyileşmeye de yatırım yapar.

TAHLİYE KARARLARI VE OPERASYONEL RİSKLER

Evcil hayvanların tahliye üzerindeki etkisi üç aşamada ortaya çıkar. İlk aşama hazırlıktır. Kimliklendirme, taşıma kafesine alışma, tasma ve kayış, en az birkaç günlük mama ve su, ilaç, sağlık kaydı, hayvanın güncel fotoğrafı ve alternatif bakım kişinin belirlenmesi tahliye süresini kısaltır. İkinci aşama karar ve ulaşımdır. Resmî uyarının pet dostu barınma noktalarını, toplu taşıma koşullarını ve kabul kurallarını açıkça bildirmemesi belirsizliği artırır. Üçüncü aşama ise varış ve kayıttır. Kabul noktasında kimliklendirme,

sağlık ve davranışsal triyaj ile sahip-hayvan eşleştirme sistemi bulunmadığında, barınma alanı kısa sürede düzensizleşebilir (Moslehi vd., 2025; O'Carroll vd., 2024).

Tahliye gecikmesi yalnızca bireysel bir tercih olarak ele alınmamalıdır. Zaman penceresinin daraldığı yangın, sel, tsunami ve ani gelişen diğer afetlerde birkaç dakikalık gecikme, yolların kapanması, görüşün azalması veya yapısal çökme tehlikesiyle birleşebilir. Tahliye sonrasında hayvanını almak için geri dönme davranışı, sivilleri yeniden risk alanına sokar ve ilk müdahale ekipleri için ek bir kurtarma görevi doğurur (Chadwin, 2017). Bu nedenle hayvanların tahliye planına dâhil edilmesi, arama-kurtarma kaynaklarını korumak bir risk azaltma önlemidir.

Operasyonel planlama haneleri tek tip olarak kabul edilmemelidir. Kedi ve küçük köpeklerin taşıyıcı gereksinimleri ile büyük köpeklerin, kuşların, küçük memelilerin veya egzotik türlerin gereksinimleri farklıdır. Hizmet hayvanları, evcil hayvanlardan ayrı bir hukuki ve işlevsel kategori olarak değerlendirilmelidir; kullanıcılarından ayrılmaları, kişinin hareket, iletişim veya sağlık işlevini doğrudan etkileyebilir. Ayrıca hayvan sayısı arttıkça araç hacmi, kafes, bakım süresi ve barınma alanı gereksinimi doğrusal olmayan bir biçimde artabilir. Yerel risk analizlerinde hane bazlı hayvan envanteri ve kırılabilirlik haritası oluşturulması bu nedenle önemlidir.

GEÇİCİ BARINMA VE LOJİSTİK MODELLER

Barınma Modellerinin Karşılaştırılması

Afetlerde evcil hayvanlar için 3 temel barınma modeli bulunmaktadır. Birincisi, insan ve hayvanların aynı yaşam alanında birlikte kaldığı ortak bir barınmadır. Bu model bağın korunmasını kolaylaştırır da alerji, korku, gü-rültü, hijyen ve türler arası çatışma açısından yüksek bir yönetim kapasitesi gerektirir. İkincisi, insanların afet sonrası geçici yaşam alanı ile hayvan barınmasının aynı bölge içinde, ancak fiziksel olarak ayrılmış alanlarda kurulmasıdır. “Eş yerleşimli” olarak adlandırılabilir bu model, sahiplerin bakım sorumluluğunu sürdürmesine izin verirken toplu yaşam risklerini bölgelerendirir. Üçüncüsü, hayvanların uzaktaki ayrı tesislere gönderilmesidir. Bu seçenek, ancak aynı kampüste alan bulunmadığında ve güvenli ulaşım ile kesintisiz eşleştirme sistemi sağlandığında kullanılmalıdır; aksi hâlde ayrılık kaygısını ve kayıp riskini artırır (Day, 2017; Thompson vd., 2014; Motomura ve Tanida, 2025).

Türkiye için varsayılan modelin aynı kampüste ayrılmış ve erişilebilir bir hayvan bakım alanı olması daha uygulanabilir görünmektedir. İnsan yatakhaneleri, yemek hazırlama alanları ve sağlık birimleri hayvan bakım alanından ayrılmalı; hizmet hayvanları ve özel gereksinimli kişilere ilişkin düzenlemeler ayrıca yapılmalıdır. Hayvan bölümünde tür ve boyuta uygun kafesleme, gölgelendirme ve havalandırma, güvenli gezdirme alanı, temiz-kirli akış, mama-su deposu, atık toplama, izolasyon ve veteriner muayene noktası bulunmalıdır. Kayıt formunda mikroçip/kimlik bilgisi, sahip iletişimi, sağlık ve ilaç gereksinimi, davranışsal risk, teslim alan kişi ve her yer değişikliği izlenmelidir.

Japonya Çevre Bakanlığı'nın rehberi, normal zamanda kafes eğitimi, kimlik etiketi ve mikroçip, aşı ve parazit kontrolü, ilaçlar, en az 5 günlük mama-su, sağlık kayıtları ve kabul eden barınakların önceden belirlenmesini vurgulamaktadır (Japan Ministry of the Environment, 2018). Bu yaklaşım, barınma yönetiminin afet anında başlamadığını; hayvanın taşıma ve toplu yaşam koşullarına önceden hazırlanması gerektiğini göstermektedir. Evcil hayvan hazırlık kitlerinin belediye ve veteriner klinikleri aracılığıyla standartlaştırılması, yerel tatbikatlarda hayvanlı tahliye senaryolarına yer verilmesi ve barınak kapasitesinin gerçek hayvan nüfusuna göre sınanması gerekir.

Veteriner Triyajı ve Halk Sağlığı

Geçici barınmada veteriner triyajı, yaşamı tehdit eden yaralanmaların belirlenmesinin ötesinde bir işlev de taşır. Hayvanlar, kabul sırasında kırmızı (acil), sarı (geciktirilebilir), yeşil (hafif/rutin) ve bulaşıcı hastalık şüphesi nedeniyle izolasyon gerektiren gruplara ayrılabilir. Kayıt dışı veya sahibi bulunamayan hayvanlar için fotoğraflı dijital kayıt açılmalı, mikroçip taraması yapılmalı ve yerel ve kentler arası yeniden birleştirme ağı kurulmalıdır. Isırma-tırmalama, kaçma ve stres davranışları için veteriner hekimler ile hayvan davranışı konusunda eğitilmiş personelin ortak bir protokolü olmalıdır (Moslehi vd., 2025; O'Carroll vd., 2024).

Barınma hizmetinin sürekliliği tedarik zincirine bağlıdır. Mama, içme suyu, ilaç, sarf malzemesi, kafes, tasma, kum, atık torbası, dezenfektan ve kişisel koruyucu ekipman için asgari stok seviyeleri belirlenmelidir. Yerel kapasite aşıldığında, komşu iller ve özel sektörle önceden yapılan protokoller devreye alınmalıdır. Moslehi ve arkadaşlarının (2025) 57 çalışmayı kapsayan güncel derlemesi, eğitim, sorumluluk sahibi olma, kurumsal koordinasyon, barınma altyapısı ve psikolojik-davranışsal etkenlerin birlikte ele alınmadığı sistemlerde aynı sorunların tekrarlandığını göstermektedir.

ULUSLARARASI POLİTİKA VE UYGULAMA MODELLERİ

Amerika Birleşik Devletleri

2005 Katrina Kasırgası sonrasında kabul edilen Evcil Hayvanların Tahliyesi ve Ulaştırılması Standartları Yasası (Pets Evacuation and Transportation Standards Act [PETS Act]), federal afet yardımından yararlanan eyalet ve yerel yönetimlerin kitle tahliyesi ve barınma planlarında evcil hayvanlar ile hizmet hayvanlarının gereksinimlerini ele almasını zorunlu hâle getirmiştir. FEMA'nın güncel planlama yaklaşımı, hayvan gereksinimlerinin insan tahliyesi ve kitle bakım operasyonlarına eklenmesini; ayrıca, ayrı fakat bağlantılı kabul, barınma, ulaşım ve yeniden birleştirme süreçlerinin kurulmasını öngörmektedir (Federal Emergency Management Agency [FEMA], 2023). Modelin temel katkısı, hayvan barınmasını gönüllü yardım faaliyetinden çıkarıp kamu planlaması, finansman ve sorumluluk zincirinin bir parçası hâline getirmesidir.

Japonya

Japonya'nın "birlikte tahliye, düzenlenmiş barınma" yaklaşımı, sahiplerin hayvanlarıyla tahliye merkezine ulaşmasını destekler; ancak insanların yaşadığı alan ile hayvan bakım alanını çoğunlukla ayırır. Bu yaklaşım, tahliye uyumunu artırırken alerji, korku, gürültü ve hijyen sorunlarını mekânsal yönetimle azaltmayı amaçlar. Motomura ve Tanida'nın (2025) Osaka, Kyoto ve Kobe'deki kentsel tahliye merkezlerine odaklanan araştırması, kabul kararlarının yalnızca ulusal rehberde değil, tesis koşullarına, yöneticilerin hazırlığına ve yerel uygulama kapasitesine de bağlı olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla rehber yayımlamak tek başına yeterli değildir; her merkez için alan planı, malzeme, görevli eğitimi ve tatbikat planı gerekir.

Avustralya

Avustralya, evcil hayvanlar, çiftlik hayvanları ve yaban hayatını afet dönüsünün tamamına yerleştiren çok paydaşlı bir yaklaşım geliştirmiştir. Australian Institute for Disaster Resilience tarafından yayımlanan Afetlerde Hayvanlar İçin Planlama El Kitabı (Planning for Animals Handbook), risk azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileşmede ulusal olarak uzlaşılan ilkeleri ve asgari uygulama beklentilerini sunmaktadır (Australian Institute for Disaster Resilience [AIDR], 2024). Bu modelde devlet kurumları, yerel yönetimler, veteriner hizmetleri, hayvan refahı kuruluşları, üreticiler ve topluluklar arasında rol paylaşımı önceden tanımlanır. Türkiye açısından çıkarılabilecek

başlıca ders, hayvan yönetiminin tek bir kurumun ek görevi değil, ortak komuta yapısı içinde tanımlanmış bir işlev olmasıdır.

TÜRKİYE’DE MEVCUT DURUM VE 2023 DEPREMLERİ

Türkiye Afet Müdahale Planı, afet müdahalesinin ulusal ve yerel düzeylerdeki koordinasyonunu belirler. Mevcut metinde gerektiğinde hayvan tahliyesinin yapılması; sahipsiz veya barınsız hayvanların barındırılması, hayvanlara ilk yardım sağlanması, hayvan kaynaklı salgınların önlenmesi ve evcil, sokak, büyükbaş-küçükbaş ile kanatlı hayvanların aşı ve tedavi hizmetleri gibi görevler yer almaktadır (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı [AFAD], 2022). Bu düzenlemeler, hayvanların planın bütünü dışında olmadığını göstermektedir. Ancak evcil hayvanların toplu tahliye araçlarına kabulü, pet-dostu barınakların kapasite ölçütleri, sahip-hayvan kayıt ve yeniden birleştirme sistemi, çoklu hayvan sahipliği, hizmet hayvanları ve belediye-veteriner-STK iş birliği için ayrıntılı standart işletim prosedürlerine ihtiyaç vardır. 6 Şubat 2023’teki Kahramanmaraş merkezli depremler, veteriner hizmetlerinin afet müdahalesindeki önemini somut biçimde ortaya koymuştur. Hatay örneğini inceleyen Can ve Can (2023), yaralı hayvanların tedavisi, sahadaki hayvanların beslenmesi, ilaç ve malzeme temini, gönüllü veteriner hekimlerin koordinasyonu ve kurumlar arası bilgi akışının geniş bir organizasyon gerektirdiğini göstermektedir. Sahada oluşan dayanışma önemli olmakla birlikte, görevlerin afet öncesinde tanımlanmaması aynı bölgede yığılma, bazı gereksinimlerin görünmez kalması, veri tekrarları ve kaynakların düzensiz dağılımı riskini doğurabilir. 2025 yılında yürürlüğe giren Türkiye Afet Sonrası İyileştirme Planı, iyileştirme çalışmalarının planlı, sistematik, kapsayıcı ve kurumlar arası iş birliği içinde yürütülmesini hedeflemektedir (AFAD, 2025). Bu çerçeve, kayıp hayvanların sahipleriyle yeniden birleştirilmesi, geçici bakımda kalan hayvanların uzun dönemli yerleştirilmesi, veteriner sağlık kapasitesinin onarılması, sahipsizleşmenin önlenmesi ve evcil hayvanı bulunan afetzedelerin geçici-kalıcı konuta erişiminde karşılaştığı engellerin izlenmesi için önemli bir fırsat sunmaktadır. Hayvan boyutunun TASİP uygulama göstergelerine açık biçimde eklenmesi, müdahale ile iyileştirme arasındaki sürekliliği güçlendirecektir.

TÜRKİYE İÇİN BÜTÜNLEŞİK EVCIL HAYVAN AFET YÖNETİM MODELİ

Önerilen model, evcil hayvanları bağımsız bir yardım alanı olarak değil, TAMP içindeki tahliye, barınma, sağlık, lojistik, güvenlik, iletişim ve veri yönetimi işlevlerine yatay biçimde bağlar. Ulusal düzeyde AFAD koordinasyonu altında Tarım ve Orman Bakanlığı, yerel yönetimler, Türk Veteriner

Hekimleri Birliği ve odalar, üniversitelerin veteriner fakülteleri, özel veteriner klinikleri, hayvan refahı kuruluşları ve lojistik sağlayıcıların rolleri protokolle tanımlanmalıdır. İl düzeyinde “Hayvan Tahliye ve Geçici Barınma Alt Çalışma Grubu” oluşturulmalı; grup, hayvan nüfusu ve risk envanteri, tesis ve araç kapasitesi, personel listesi, tedarik anlaşmaları, eğitim ve tatbikatlardan sorumlu olmalıdır.

Tablo 1. Türkiye için önerilen bütünsel evcil hayvan afet yönetim modelinin asgari bileşenleri

Afet evresi	Asgari operasyonlar	Koordinasyon ve kayıt çıktısı
Risk azaltma ve hazırlık	Hayvan envanteri; mikroçip ve iletişim bilgilerinin güncellenmesi; taşıma kafesi eğitimi; pet acil durum kiti; pet dostu tahliye rotası ve tesis kapasitesi; yıllık tatbikat.	İl AFAD, belediye ve Tarım ve Orman birimleri için güncel tesis, araç, personel ve stok veritabanı.
İlk 72 saat	Hayvanlı hanelere erken uyarı; taşıma desteği; kabul-kayıt; mikroçip taraması; veteriner ve davranışsal triyaj; yaralı ve bulaşıcı şüpheli hayvanların ayrılması.	Ortak olay kaydı; sahip-hayvan eşleştirme numarası; sevk ve teslim zinciri.
Geçici barınma	Aynı kampüste ayrılmış hayvan alanı; tür/boyut zonlaması; mama-su, ilaç, atık, havalandırma ve güvenlik; katılımcıların katılımıyla bakım; hizmet hayvanlarına erişim.	Barınma yöneticisi + veteriner ekip + STK; günlük sağlık, stok, olay ve kapasite raporu.
İyileşme	Yeniden birleştirme; geçici koruyucu bakım; sahiplendirme için etik ve izlenebilir süreç; veteriner altyapısının onarımı; pet dostu geçici ve kalıcı konut politikaları.	TASİP izleme sistemi: kapanış, yeniden birleştirme ve uzun dönem refah göstergeleri.

Modelin çalışabilmesi için 3 çapraz kapasite gereklidir. Birincisi ortak veri altyapısıdır. Mikroçip kayıtları, afet kayıt sistemi ve barınma kayıtları kişisel verilerin korunması ilkeleri çerçevesinde birlikte çalışabilmelidir. İkincisi mesleki yeterliktir. AFAD, belediye, kolluk, veteriner ve gönüllü ekipler güvenli yakalama, taşıma, temel hayvan davranışı, biyogüvenlik, psikolojik ilk yardım ve sahiplerle iletişim konularında ortak eğitim almalıdır. Üçüncüsü finansmandır. Kafes, mobil klinik, ilaç, mama, veri sistemi ve geçici tesis giderleri afet bütçesinde önceden tanımlanmadığında, müdahale bağışlara aşırı bağımlı hâle gelir. Başarı yalnızca kurtarılan hayvan sayısıyla ölçülmemelidir. Tahliye emrine uyum oranı, hayvan nedeniyle geciken tahliye sayısı, kabul noktasında bekleme süresi, yaralı hayvana ilk veteriner müdahale süresi, sahip-hayvan yeniden birleştirme oranı, kayıp kayıtlarının kapanma süresi, ısırma/kaçma olayları, zoonotik olaylar, stok kesintileri ve sahiplerin psikososyal iyilik hâli izlenmelidir. Bu göstergeler ilk tatbikatlarda test edilerek planların düzenli bir biçimde güncellenmesini sağlamalıdır.

PSİKOSOSYAL DESTEK VE ETİK İLKELER

Afet sonrası psikososyal destek, evcil hayvan kaybını “ikincil” ya da “önemsiz” bir kayıp olarak görmemelidir. Hayvanını kaybeden, geride bırakmak zorunda kalan ya da akıbetini bilmeyen kişilerde belirsiz kayıp, suçluluk ve yas tepkileri görülebilir. Zorunlu ayrılık üzerine yapılan kapsamlı inceleme, barınma ve hizmet sistemlerinin insan-hayvan bağına tanımamasının özellikle şiddet, evsizlik, hastaneye yatış ve afet gibi krizlerde yardım aramayı geciktirebildiğini göstermektedir (Montgomery vd., 2024). Psikososyal ekipler kaybı doğrulayan, yargılamayan ve yeniden birleştirme bilgisine yönlendiren bir iletişim kullanmalıdır.

Etik kararlar insan yaşamı ile hayvan yaşamını basit bir karşıtlık içinde kurmamalıdır. Acil durumda insan güvenliği önceliklidir; ancak önceden planlanmış hayvan tahliyesi çoğu zaman bu önceliği zayıflatmaz; tersine, insanların güvenli biçimde ve zamanında ayrılmasını kolaylaştırır. Kaynak kıtlığında kararlar, şeffaf triyaj ölçütlerine dayanmalı; sahipli-sahipsiz ayrımı yalnızca kayıt ve yeniden birleştirme süreci için kullanılmalı, acil tedaviye erişimin etik değerini belirlememelidir. Ötenazi, ancak veteriner hekimlik ölçütleri ve mevzuat çerçevesinde, giderilemeyen ağır acı veya umutsuz prognoz durumlarında düşünülmeli; kapasite yetersizliğini telafi eden rutin bir araç hâline gelmemelidir.

Gönüllülerin ve profesyonel müdahale personelinin ruh sağlığı da korunmalıdır. Çok sayıda yaralı veya ölü hayvana maruz kalma, sahiplerin yoğun duygularına eşlik etme ve sınırlı kaynaklarla karar verme ikincil travma, merhamet yorgunluğu ve ahlaki sıkıntıya yol açabilir. Vardiya düzeni, görev öncesi bilgilendirme, ekip içi değerlendirme, psikolojik destek ve olay sonrası izlem hayvan müdahale ekiplerinin standart güvenlik paketine dâhil edilmelidir.

SONUÇ

Evcil hayvanların afet yönetimine dâhil edilmesi, yalnızca hayvanları korumaya yönelik bir refah politikası değildir; tahliye uyumunu, müdahale güvenliğini, halk sağlığını ve afet sonrası toparlanmayı güçlendiren bir insan güvenliği stratejisidir. Güncel kanıtlar, tahliye davranışının sahiplik durumundan çok risk algısı, hayvan sayısı ve sağlık gereksinimleri, erişilebilir ulaşım, kabul eden barınaklar ve güvenilir bilgiyle biçimlendiğini göstermektedir. Bu nedenle etkili bir politika, evcil hayvan sahiplerini “uyumsuz” olarak etiketlemek yerine uyumu mümkün kılan bir altyapı kurmalıdır.

Türkiye’de TAMP içinde hayvan tahliyesi, barındırma ve sağlık görevlerinin bulunması önemli bir başlangıçtır. Bundan sonraki adım, evcil hayvanlara özgü standart işletim prosedürlerinin, il bazlı kapasite planlarının, pet dostu tahliye ve barınma sistemlerinin, dijital yeniden birleştirme altyapısının ve ölçülebilir performans göstergelerinin geliştirilmesidir. TASİP’in kapsayıcı iyileştirme yaklaşımı, hayvan sahipli hanelerin geçici ve kalıcı konut, veteriner hizmetleri ve psikososyal destek gereksinimlerini iyileştirme planlarına bağlamak için kullanılabilir. Ulusal mevzuat, yerel kapasite, veterinerlik hizmetleri ve toplum hazırlığı aynı sistem içinde buluşturulduğunda “hiçbir hane üyesini geride bırakmayan” daha güvenli ve dirençli bir afet yönetimi mümkün olacaktır.

KAYNAKÇA

- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2022). *Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP)*. T.C. İçişleri Bakanlığı. <https://www.afad.gov.tr/turkiye-afet-mudahale-planı>
- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. (2025, 26 Mayıs). *Türkiye Afet Sonrası İyileştirme Planı*. <https://afad.gov.tr/turkiye-afet-sonrasi-iyilestirme-planı-yururluge-girdi>
- Australian Institute for Disaster Resilience. (2024). *Planning for animals handbook*. Australian Government.
- Bansal, P., Parzniewski, S., Ru, S., Chen, S., & Wu, H. (2025). The roles of companion animals in the relationship between disaster risk perception and willingness to evacuate. *International Journal of Disaster Risk Science*, 16(3), 333–345. <https://doi.org/10.1007/s13753-025-00648-z>
- Can, B., & Can, E. (2023). Şubat 2023 Türkiye depremleri sonrası afet bölgesi hayvan sağlığı koordinasyonu kapsamında Hatay ilinde yürütülen çalışmalar ve afet yönetiminde veteriner hekimliği. *Resilience*, 7(2), 375–389. <https://doi.org/10.32569/resilience.1359851>
- Chadwin, R. (2017). Evacuation of pets during disasters: A public health intervention to increase resilience. *American Journal of Public Health*, 107(9), 1413–1417. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2017.303877>
- Day, A. M. (2017). Companion animals and natural disasters: A systematic review of literature. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 24, 81–90. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2017.05.015>
- Federal Emergency Management Agency. (2023). *Service animals and household pets: Key planning factors for mass care, evacuation, and sheltering*. <https://www.fema.gov/cbrn-tools/key-planning-factors-bio/kpf-4/4>
- Hunt, M. G., Bogue, K., & Rohrbaugh, N. (2012). Pet ownership and evacuation prior to Hurricane Irene. *Animals*, 2(4), 529–539. <https://doi.org/10.3390/ani2040529>
- Japan Ministry of the Environment. (2018). *Are you and your pets safe in the event of a disaster? Disaster preparedness guideline for humans and pets*. https://www.env.go.jp/nature/dobutsu/aigo/2_data/pamph/h3010a/a-1b.pdf
- Montgomery, J., Liang, Z., & Lloyd, J. (2024). A scoping review of forced separation between people and their companion animals. *Anthrozoös*, 37(2), 245–267. <https://doi.org/10.1080/08927936.2023.2287315>

- Moslehi, S., Tavan, A., Narimani, S., & Soleimanpour, S. (2025). Progress and challenges in pet management in disasters: Recommended strategies for developing countries—A scoping review. *BMC Veterinary Research*, 21, Article 562. <https://doi.org/10.1186/s12917-025-05028-9>
- Motomura, M., & Tanida, H. (2025). Disaster preparedness for accepting companion animals in urban evacuation shelters in Japan. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 29(1), 1–13. <https://doi.org/10.1080/10888705.2025.2491533>
- O'Carroll, A., La Jeunesse, C., & Lawry, L. L. (2024). Considering the human-animal bond in developing One Health guidelines and standards for companion animals in humanitarian crises. *CABI One Health*, 3(1), Article 0009. <https://doi.org/10.1079/cabi-onehealth.2024.0009>
- Thompson, K., Every, D., Rainbird, S., Cornell, V., Smith, B., & Trigg, J. (2014). No pet or their person left behind: Increasing the disaster resilience of vulnerable groups through animal attachment, activities, and networks. *Animals*, 4(2), 214–240. <https://doi.org/10.3390/ani4020214>
- Pets Evacuation and Transportation Standards Act of 2006*, Pub. L. No. 109–308, 120 Stat. 1725 (2006).
- Wu, H., Heyland, L. K., Yung, M., & Schneider, M. (2023). Human-animal interactions in disaster settings: A systematic review. *International Journal of Disaster Risk Science*, 14, 369–381. <https://doi.org/10.1007/s13753-023-00496-9>

MANAGEMENT OF NEONATAL JAUNDICE: A NARRATIVE REVIEW ON CURRENT TREATMENT AND NURSING APPROACHES

Tuğçe SÖĞÜT

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Institute of Health Sciences, Burdur, Türkiye,
ORCID: 0009-0001-8643-9481, 2510301010@ogr.mehmetakif.edu.tr

Selda Ates BESİRİK

Burdur Mehmet Akif Ersoy University, Bucak School of Health, Department of Nursing,
Department of Pediatric Nursing, Burdur, Türkiye, ORCID: 0000-0002-0744-3213,
sabesirik@mehmetakif.edu.tr

INTRODUCTION

Neonatal jaundice is a common clinical condition observed in a large proportion of newborns during the first weeks of life. Jaundice becomes clinically apparent when the Total Serum Bilirubin (TSB) level exceeds 5 mg/dL. It is characterized by yellow discoloration of the skin and sclerae due to the accumulation of bilirubin in the skin and mucous membranes. In newborns, the upper limit of normal TSB is generally accepted as 17–18 mg/dL, while bilirubin levels of 15–16 mg/dL usually require close monitoring rather than active intervention (Delibaş & Akça, 2022; İlhan et al., 2014). The severity of neonatal jaundice is influenced by multiple factors, including ethnicity, genetic predisposition, feeding method, and maternal diabetes (Boskabadi et al., 2020; Hansen, 2021).

The pathophysiology of neonatal jaundice is related to bilirubin, a yellow pigment produced during the breakdown of erythrocytes. In newborns, the lifespan of erythrocytes is approximately 70–90 days. During the fetal period, the increased number of erythrocytes facilitates adaptation to the relatively low-oxygen intrauterine environment (Hansen, 2021). Following birth, as the infant begins to obtain oxygen through respiration, excess erythrocytes are broken down, leading to bilirubin production through hemoglobin degradation. Bilirubin and iron are subsequently transported to the liver for metabolism (Hansen, 2021; Shirzadfar et al., 2019). However, because hepatic function is not fully mature in newborns, bilirubin metabolism may not be sufficiently efficient (Ansong-Assoku et al., 2024).

Neonatal jaundice is generally classified into three categories: physiological jaundice, pathological jaundice, and breast milk jaundice. Physiological jaundice typically appears after the first 24 hours of life, peaks between 48 and 96 hours, and gradually resolves within 2–3 weeks, depending on the infant's condition (Ansong-Assoku et al., 2024). Diagnostic characteristics

of physiological jaundice include onset after the first 24–36 hours of life, a daily increase in TSB of less than 5 mg/dL, bilirubin levels below 12 mg/dL in term infants and below 15 mg/dL in preterm infants, direct bilirubin levels below 2 mg/dL, and a duration of less than 7 days in term infants and 10–14 days in preterm infants (Kemper et al., 2022). In contrast, pathological jaundice usually develops within the first 24 hours after birth. Rapidly rising bilirubin levels, persistence of jaundice beyond two weeks, and the presence of additional clinical findings are suggestive of pathological jaundice. Common causes include Rh incompatibility, ABO incompatibility, hemolysis, and isoimmunization (Shaughnessy & Goyal, 2019).

Elevated bilirubin levels beyond the normal range may result in acute bilirubin encephalopathy and kernicterus in newborns (Das & Van Landeghem, 2019; Özcan et al., 2017). The severity of neurological manifestations depends on gestational age, bilirubin concentration, and the duration of exposure to elevated bilirubin levels (Shaughnessy & Goyal, 2019). According to the literature, the most frequently used treatment modalities for reducing bilirubin levels are phototherapy, intravenous immunoglobulin (IVIG) therapy, and exchange transfusion (Shaughnessy & Goyal, 2019; Özcan et al., 2017).

Neonatal jaundice is a common postnatal condition that can be effectively managed through appropriate care and regular follow-up. Nurses play a critical role in the prevention, early identification, monitoring, and family education associated with neonatal jaundice. Their knowledge and clinical practices significantly contribute to the early recognition and effective management of the condition (Dzantor, Serwaa, & Abdul-Mumin, 2023). Newborns should be visually assessed for jaundice by nurses at least every 12 hours (Dzantor et al., 2023). Infants receiving phototherapy should be monitored for complications such as bronze baby syndrome, skin rashes, and other dermatological changes. Furthermore, perianal skin integrity should be maintained in cases of frequent watery green stools associated with increased bilirubin excretion (Hockenberry & Wilson, 2020). Nurses should provide guidance to families regarding the severity of jaundice, treatment processes, and home-based follow-up care. An individualized monitoring plan should be developed for each newborn based on risk factors for hyperbilirubinemia. During follow-up assessments, infant weight, weight loss, feeding status, urinary and stool characteristics, and jaundice severity should be evaluated and documented (Halaf et al., 2019). Regular monitoring is

essential for reducing jaundice severity and promoting healthy infant development. According to the World Health Organization (WHO) guidelines, newborns presenting with yellow discoloration of the palms and soles should be referred to a healthcare facility. If jaundice persists without involvement of the palms and soles, parents should be informed and advised to return for reassessment the following day. If jaundice is improving, home care may continue, and the infant should be re-evaluated at three weeks of age. Persistent jaundice at three weeks warrants further clinical assessment in a healthcare setting (Kemper et al., 2022).

Early identification and appropriate management of neonatal jaundice are crucial for preventing bilirubin-induced neurological complications. Recommendations regarding the care and management of neonatal jaundice continue to evolve, highlighting the need for healthcare professionals to access up-to-date evidence-based information. Therefore, the aim of this narrative review is to examine current treatment approaches and nursing practices for managing neonatal jaundice in light of the existing literature.

MATERIALS AND METHODS

This narrative review examined studies published between January 2021 and March 2026 by searching the PubMed, CINAHL, Web of Science, Scopus, Cochrane Library, ULAKBİM, and Google Scholar databases. The search strategy included the keywords “*Neonatal Jaundice*,” “*Hyperbilirubinemia*,” “*Phototherapy*,” “*Infant*,” “*Newborn*,” and “*Nursing Care*,” which were combined using the Boolean operators “AND” and “OR.” Eligibility criteria were established according to the PICOS framework, encompassing Population (P), Intervention (I), Comparison (C), Outcomes (O), and Study Design (S). Initially identified studies were independently screened by two researchers based on their titles and abstracts. Subsequently, the full texts of potentially eligible articles were reviewed. Data extraction was performed using a standardized form that included information on sample characteristics, intervention types, measurement tools, and key findings.

RESULTS

Studies published between January 2021 and March 2026 that met the inclusion criteria were reviewed within the scope of this narrative review.

Neonatal Massage Interventions

Phototherapy remains one of the most commonly used treatment modalities for neonatal jaundice. However, recent evidence suggests that massage therapy may serve as a beneficial complementary intervention for reducing bilirubin levels. A study investigating the effects of white cloth wrapping combined with massage therapy reported enhanced bilirubin excretion, shorter phototherapy duration, reduced length of hospitalization, and improved weight gain among newborns (Çiftci Demirtaş, Çamur Demir, & Doğan, 2026). Similarly, another study found that infants receiving massage therapy exhibited increased defecation frequency, lower serum bilirubin levels, and shorter hospital stays (Erçelik & Yılmaz, 2026).

In a randomized controlled trial evaluating massage and bathing interventions, both approaches were shown to facilitate meconium passage, reduce bilirubin, and cause no adverse effects (Çamur et al., 2024). Furthermore, a meta-analysis involving twenty studies demonstrated a significant association between massage therapy and decreased bilirubin concentrations (Shahbazi et al., 2022). Collectively, these findings indicate that massage interventions may be effective in reducing bilirubin levels and shortening the duration of phototherapy.

Nursing Care During Phototherapy

Evidence suggests that high-quality nursing care during phototherapy positively influences treatment outcomes. In newborns with ABO hemolytic jaundice, cluster nursing interventions combined with phototherapy were associated with lower bilirubin levels, increased milk intake, and shorter hospital stay (Wang et al., 2020).

Likewise, another study reported that infants receiving optimized nursing care experienced faster symptom resolution, earlier first defecation, and lower bilirubin concentrations. Additionally, nursing care quality scores were significantly higher in the intervention group (Dong & Huang, 2025). These findings highlight the critical role of nursing care in maximizing the effectiveness of phototherapy.

Promotion of Breastfeeding

Breastfeeding plays a vital role in neonatal health. Although breast milk jaundice is recognized in the literature, most studies indicate that breastfeeding contributes positively to jaundice management. Early initiation and effective breastfeeding are associated with a lower incidence of neonatal

jaundice. One study reported significant associations between maternal knowledge, attitudes, breastfeeding frequency, and the occurrence of physiological jaundice (Rahmawati et al., 2025).

Another study found that exclusive breastfeeding, maternal characteristics, and birth weight were significantly associated with neonatal jaundice outcomes (Septiana, 2025). These findings support the importance of promoting breastfeeding as a key component of jaundice management.

Skin-to-Skin Contact

Successful initiation and maintenance of breastfeeding are essential for preventing and managing neonatal jaundice. Nurses play a pivotal role in facilitating this process. Immediate skin-to-skin contact after birth, early initiation of breastfeeding, and ongoing parental education are recommended practices. Because phototherapy may temporarily disrupt mother-infant interaction, newborns should be removed from phototherapy devices during feeding intervals whenever possible to facilitate maternal contact. Providing families with information regarding treatment procedures may also help reduce parental anxiety (Kemper et al., 2022). Furthermore, breastfeeding education delivered by professionally trained nurses enhances maternal knowledge and supports continued breastfeeding (Alioğulları, Esencan, & Ünal, 2016).

Positioning and Environmental Factors

Appropriate positioning and environmental management are important nursing interventions in the care of neonatal jaundice. A recent study indicated that changing an infant's position during phototherapy may increase skin exposure to light and enhance bilirubin reduction (Clarkson, Tshangini, & Satodia, 2021). Another study emphasized that phototherapy effectiveness depends not only on device performance but also on the amount of light reaching the infant's skin and the extent of exposed body surface area. Maintaining an optimal distance between the infant and the phototherapy unit and maximizing exposed skin surface area were associated with improved bilirubin reduction (Dam-Vervloet et al., 2022). Therefore, nurses should regularly reposition infants, ensure proper placement of eye protection, and monitor the distance to the device throughout treatment. In addition, phototherapy supported by aluminum foil reflectors has been reported to accelerate bilirubin decline and shorten treatment duration (Bhavitha et al., 2026).

Family Education

Family education represents a fundamental component of neonatal jaundice management. A study evaluating structured obstetric nursing interventions found that families receiving education recognized jaundice earlier and experienced lower rates of severe hyperbilirubinemia and hospital readmission (Du et al., 2025). Another study identified a significant relationship between maternal anxiety and neonatal jaundice (Ünver & Taş Arslan, 2022). Consequently, nurses should establish effective communication with families, provide accurate information, and offer comprehensive education regarding jaundice management. Research assessing maternal knowledge and attitudes toward neonatal jaundice revealed that although most mothers possessed some knowledge about the condition, much of this information was obtained from non-medical sources (Badran et al., 2026). The literature consistently emphasizes the importance of breastfeeding education, jaundice recognition training, phototherapy education, discharge preparation, and home-monitoring guidance (Ünver & Taş Arslan, 2022).

DISCUSSION

The literature indicates that neonatal jaundice is generally a treatable condition and that early diagnosis, coupled with regular monitoring, substantially reduces the risk of complications. The studies reviewed suggest that the effectiveness of bilirubin-lowering interventions is closely associated with timely intervention, appropriate treatment selection, and individualized patient care.

Phototherapy remains the first-line treatment for neonatal jaundice. Evidence demonstrates that phototherapy promotes the conversion of bilirubin into water-soluble isomers, thereby facilitating its elimination from the body (Maisels & McDonagh, 2008). Nevertheless, treatment effectiveness may vary with light intensity, wavelength, exposure duration, and the extent of the infant's skin exposed to light. Consequently, continuous nursing assessment and monitoring are essential. Key nursing responsibilities include ensuring appropriate positioning, maintaining eye protection, and monitoring hydration status (Hockenberry, Wilson, & Rodgers, 2020).

Increasing enteral feeding is also considered a supportive strategy for reducing bilirubin levels. Frequent breastfeeding enhances gastrointestinal motility, decreases enterohepatic circulation, and accelerates bilirubin excretion. Moreover, because breastfeeding can be continued outside the hospital

setting and promotes mother–infant bonding, it may contribute to reducing infection risk. Conversely, inadequate feeding may exacerbate jaundice, underscoring the importance of breastfeeding counseling (Flaherman, V.J., Maisels, M.J., & Academy of Breastfeeding Medicine, 2017).

For severe cases, invasive interventions such as intravenous immunoglobulin (IVIG) therapy and exchange transfusion remain important treatment options, particularly in hemolytic disease. Current guidelines indicate that IVIG may be beneficial in selected cases for reducing bilirubin levels, whereas exchange transfusion remains a life-saving intervention in severe hyperbilirubinemia (Kemper et al., 2022). Nevertheless, further research is required to establish the long-term safety and effectiveness of these approaches.

CONCLUSION

Overall, the current evidence suggests that interventions to reduce bilirubin levels in neonatal jaundice should be implemented within a multidisciplinary framework. Early identification, assessment of risk factors, and selection of appropriate treatment strategies are essential for preventing potential complications. Future research should focus on individualized treatment protocols and the long-term outcomes of non-invasive interventions to further optimize neonatal jaundice management.

REFERENCES

- Flaherman, V.J., Maisels, M.J., & Academy of Breastfeeding Medicine. (2017). *ABM Clinical Protocol #22: Guidelines for Management of Jaundice in the Breastfeeding Infant 35 Weeks or More of Gestation—Revised 2017*. *Breastfeeding Medicine*, 12(5), 250–257. <https://doi.org/10.1089/bfm.2017.29042.vjf>
- Alioğulları, A.S., Yılmaz Esencan, T., Ünal, A., & Şimşek, Ç. (2016). Anne sütünün faydalarını ve emzirme tekniklerini içeren görsel mesaj içerikli broşür ile annelere verilen eğitimin etkinliğinin değerlendirilmesi. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 19(4), 252–260.
- Ansong-Assoku, B., Shah, S., Adnan, M., & Ankola, P. (2024). *Neonatal jaundice*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532930/>
- Badran, E. F., Abu Nasrieh, D., Masa'deh, R., Banihani, H. A., Dabbah, Y. A., Al-Soudi, M., Jaber, H., Al-Sanouri, M. T., & Makhshoum, J. (2026). Beyond the yellow: Predictors of mother's knowledge and attitude toward neonatal jaundice. *Clinical Epidemiology and Global Health*, 38, 102206. <https://doi.org/10.1016/j.cegh.2025.102206>
- Bhavitha, G., Senthilkumaran, R., Srinivas, P., Manickam, K., & Kandasamy, V. (2026). Efficacy of aluminum foil reflector-enhanced phototherapy in term neonates with hyperbilirubinemia: A randomized controlled trial. *Journal of Neonatal-Perinatal Medicine*. <https://doi.org/10.1177/19345798261450477>
- Boskabadi, H., Sezavar, M., & Zakerihamidi, M. (2020). Evaluation of neonatal jaundice based on the severity of hyperbilirubinemia. *Journal of Clinical Neonatology*, 9(1), 46–51. https://doi.org/10.1016/0.4103/jcn.JCN_81_19

- Clarkson, D. M., Tshangini, M., & Satodia, P. (2021). Preliminary observations of a system for determination of phototherapy exposure over a neonate body shape. *Medical Engineering & Physics*, 95, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2021.07.001>
- Çamur, Z., Erdoğan, Ç., Akyıldız, D., & Karamelikli, E. (2024). The effect of massage and bathing on bilirubin levels in newborns with hyperbilirubinemia: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Neonatal Nursing*, 30(6), 601–608. <https://doi.org/10.1016/j.jnn.2024.06.004>
- Çiftci Demirtaş, Z., Çamur Demir, Z., & Doğan, E. (2026). White cover and massage as adjunct interventions during phototherapy in newborns: A randomized controlled trial. *Journal of Pediatric Nursing*, 88, 413–421. <https://doi.org/10.1016/j.pedn.2026.03.008>
- Dam-Vervloet, A. J., Bosschaart, N., van Straaten, H. L. M., et al. (2022). Irradiance footprint of phototherapy devices: A comparative study. *Pediatric Research*, 92, 453–458. <https://doi.org/10.1038/s41390-021-01795-x>
- Das, S., & Van Landeghem, F. (2019). Clinicopathological spectrum of bilirubin encephalopathy/kernicterus. *Diagnostics*, 9(1), 24. <https://doi.org/10.3390/diagnostics9010024>
- Delibaş, H., & Akça, S. Ö. (2022). Yenidoğan yoğun bakım hemşirelerinin yenidoğan sarılığı ve tedavisi ile ilgili bilgi düzeyleri. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(1), 229–236.
- Dong, Q., & Huang, F. (2025). Optimizing nursing care in phototherapy to improve treatment outcomes in neonatal jaundice management. *Frontiers in Pediatrics*, 13, 1652188. <https://doi.org/10.3389/fped.2025.1652188>
- Du, Q., Wu, X., Wang, J., Ma, Y., Ma, H., & Jia, R. (2025). Analysis of obstetric nursing interventions for home monitoring of neonatal jaundice. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 18, 6901–6909. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S535284>
- Dzantor, E. K., Serwaa, D., & Abdul-Mumin, A. (2023). Neonatal jaundice management: Improving clinical knowledge of jaundice for improved attitudes and practices to enhance neonatal care. *SAGE Open Nursing*, 9, 1–10. <https://doi.org/10.1177/23779608231220257>
- Erçelik, Z. E., & Yılmaz, D. A. (2026). Effect of Infant Massage in Neonates with Hyperbilirubinemia Receiving Phototherapy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Biological Research for Nursing*, 28(2), 274–282. <https://doi.org/10.1177/10998004251385121>
- Halaf, F. R., Mohamed, H. I., Hassan, A. M., Mohamed, S. H., & Ibrahim, A. K. (2019). Educational program on the knowledge and attitude of pregnant women regarding neonatal jaundice. *American Journal of Nursing Research*, 7(4), 542–549. <https://doi.org/10.12691/ajnr-7-4-15>
- Hansen, T. W. R. (2021). The epidemiology of neonatal jaundice. *Pediatric Medicine*, 5, 18.
- Hockenberry, M. J., Wilson, D., & Rodgers, C. C. (2020). *Wong's nursing care of infants and children* (11th ed.). Elsevier.
- İlhan, Ö., Özer, E. A., Sütçüoğlu, S., & Alkan, S. (2014). Yenidoğan sarılığı nedeni ile hastaneye yatırılan olgularda tedavi kılavuzlarına uyumun araştırılması. *Selçuk Tıp Dergisi*, 30(1), 8–11.
- Kemper, A. R., Newman, T. B., Slaughter, J. L., Maisels, M. J., Watchko, J. F., Downs, S. M., ... & Russell, T. L. (2022). Clinical practice guideline revision: management of hyperbilirubinemia in the newborn infant 35 or more weeks of gestation. *Pediatrics*, 150(3), e2022058859. <https://doi.org/10.1542/peds.2022-058859>
- Maisels, M. J., & McDonagh, A. F. (2008). Phototherapy for neonatal jaundice. *New England Journal of Medicine*, 358(9), 920–928.
- Özcan, M., Sarıcı, S. Ü., Yurdugül, Y., Akpınar, M., Altun, D., Özcan, B., & Gümüş, M. (2017). Association between early idiopathic neonatal jaundice and urinary tract infections.

- Clinical Medicine Insights: Pediatrics*, 11, 1–6.
<https://doi.org/10.1177/1179556517701118>
- Rahmawati, S., Nency, A., & Hodijah, S. (2025). Relationship between maternal knowledge, maternal attitudes and exclusive breastfeeding frequency with physiological jaundice in newborns. *REAL in Nursing Journal*, 8(3), 185–192.
- Septiana, E. (2025). Relationship between exclusive breastfeeding and neonatal jaundice incidence. *JKM (Jurnal Kebidanan Malahayati)*, 11(1), 69–77.
- Shahbazi, M., Khazaei, S., Moslehi, S., & Shahbazi, F. (2022). Effect of massage therapy for the treatment of neonatal jaundice: A systematic review and dose-response meta-analysis. *International Journal of Pediatrics*, 2022, 9161074.
<https://doi.org/10.1155/2022/9161074>
- Shaughnessy, E. E., & Goyal, N. K. (2019). Jaundice and hyperbilirubinemia in the newborn. *Nelson Textbook of Paediatrics*. 21st ed. Elsevier Saunders, 4097–4124.
- Shirzadfar, H., Sheikhi, K., & Meschian, Z. (2019). The epidemiologic study of neonatal jaundice. *Clinical Practice*, 16(3), 1117–1125.
- Ünver, F., & Taş Arslan, F. (2022). Yenidoğan sarılığına ilişkin annelerin kaygısı. *Journal of Current Nursing Research*, 2(1), 1–7.
- Wang, W., Tang, C., Ji, Q. L., Xiu, H., Shao, H., & Yu, X. M. (2020). Evaluation of the use and effect of cluster nursing interventions in ABO hemolytic disease in newborns. *International Journal of Medical Research*, 48(1). <https://doi.org/10.1177/0300060519887630>

TOXICOLOGIC STUDIES IN LEECHES

Diyorakhon JANBAZ

Andijan State University, Faculty of Chemistry and Biology, Andijan, Uzbekistan
E-posta: diyorafoziljonova47@gmail.com | ORCID ID: 0009-0009-4550-8813

Mustafa CEYLAN

Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Eğirdir Fisheries, Isparta, Türkiye
E-posta: mustafaceylan@isparta.edu.tr | ORCID ID: 0000-0002-3283-0637

INTRODUCTION

Aquatic ecosystems are increasingly exposed to anthropogenic pressures resulting from industrial activities, domestic waste, mining runoff, and agricultural inputs (Izah and Ogwu, 2026; Panda et al., 2026). Heavy metals are particularly hazardous among these pollutants due to their non-biodegradable nature, persistence, and potential for bioaccumulation. Furthermore, chemical stressors, such as disinfectants like methylene blue, are being tested in leech toxicology, highlighting the variety of anthropogenic contaminants in aquatic systems (Alaama et al., 2021; Doğan et al., 2024; Sharma et al., 2025). Employing sensitive, reliable, and sustainable biological indicators or biomarkers is essential for accurately assessing pollution loads in aquatic environments and their associated ecological risks (Petrauskienė, 2003; Moulinec et al., 2025).

Leeches (Hirudinea), belonging to the phylum Annelida, are essential constituents of benthic aquatic communities (Ceylan et al., 2021; Kurina, 2025). Their dual roles as prey and predators within the food webs of shallow freshwater ecosystems make them exemplary model organisms for assessing ecosystem health (Wicklum et al., 1997; Nieoczym et al., 2023). Leeches are extensively used in ecotoxicological risk monitoring programs due to their ease of maintenance in laboratory environments, rapid morphological and behavioral responses to stress, and significant bioaccumulation capacity (Ben Ahmed et al., 2025; Çelik et al., 2026).

Habitat loss due to global warming, unregulated overharvesting, and industrial pollution poses a significant threat to numerous leech populations, potentially leading to their extinction (Elliott and Kutschera, 2011). Investigating the lethal and sublethal impacts of environmental pollutants on leech species can aid in the sustainable management of these organisms. Additionally, such research may enhance current bioindicator methods used to

evaluate the effects of pollution on aquatic biodiversity in shallow freshwater ecosystems, where leeches are prevalent (Çelik et al., 2026).

This review examines the extent to which leeches exhibit sensitivity, bioaccumulation capacity, and measurable stress responses, thereby supporting their use as bioindicators of heavy metal pollution in freshwater ecosystems. Specifically, it synthesizes tolerance limits, physiological responses, and sublethal biomarkers to assess the evidence base for incorporating leeches into aquatic risk assessment frameworks.

METHOD

This study undertook a literature review concentrating on toxicological research involving leeches (Hirudinea). Relevant publications were sourced from Scopus, Web of Science, and Google Scholar databases. The literature search employed combinations of the following keywords: "leech", "toxicology", "aquatic toxicology", "LC₅₀", "LT₅₀", "bioindicator", "bioaccumulation", "acute", "sublethal" and "heavy metal".

This study incorporated peer-reviewed papers that investigate the effects of environmental pollutants on leeches. The selected papers were evaluated based on toxicant type, exposure conditions, lethal concentration (LC₅₀) and lethal time (LT₅₀) values, as well as physiological, histopathological, biochemical, and molecular responses. The aim was to determine whether leeches demonstrate sensitivity and response characteristics comparable to or surpassing those of established aquatic bioindicators, and to identify methodological gaps that limit their practical application in pollution monitoring.

RESULTS and DISCUSSIONS

A thorough examination of toxicological literature reveals that leeches' reactions to chemical stressors are markedly affected by both the dosage and the duration of exposure. These observations highlight the extensive spectrum of toxic effects, ranging from subtle molecular and behavioral alterations to acute mortality.

In the context of aquatic risk assessment, it is crucial to determine the specific concentration ranges at which individual pollutants provoke physiological responses. Current research utilizes a variety of experimental designs and exposure methods, which are primarily dictated by the target species and the specific outcomes being evaluated, such as tissue damage and

mortality rates. Table 1 provides a summary of the baseline exposure levels employed in the leech models analyzed in this review.

Table 1 provides a summary of the variability in concentrations of heavy metals and disinfectants as reported in previous studies. Acute exposure assessments for *Hirudo verbana* necessitate milligram-per-liter scales to accurately determine median lethal limits. Conversely, sublethal histopathological evaluations in species such as *Erpobdella johannsoni* and *Limnatis nilotica* have identified tissue degradation at microgram-per-liter levels during laboratory exposures. This suggests their potential utility in detecting low-level contamination, although their comparative sensitivity to other invertebrate biomarkers has yet to be established.

Table 1. Summary of tested toxicants and exposure concentration ranges across different leech models

Toxicant	Concentration range	Leech species	Target endpoint	Reference
Cadmium	0 – 32 mg/L	<i>Hirudo verbana</i>	Acute mortality	Çelik et al. (2026)
Cadmium	50 µg/L	<i>Limnatis nilotica</i>	Reproductive his- topathology	Khaled et al. (2023)
Zinc	0 – 200 mg/L	<i>Hirudo verbana</i>	Acute lethality	Ceylan et al. (2021)
Zinc	0.188 – 48 mg/L	<i>Hirudo verbana</i>	Long-term sur- vivorship	Petrauskienė (2008)
Copper	0.2 mg/L	<i>Hirudo verbana</i>	Ultrastructural tis- sue damage	Kutlu et al. (2010)
Copper	0.004 – 1 mg/L	<i>Hirudo verbana</i>	Long-term sur- vivorship	Petrauskienė (2008)
Methylene blue	1 – 512 ppm	<i>Hirudo verbana</i>	Antiseptic usage	Doğan et al. (2024)
Polyethylene microplastics	1–1000 µg/L	<i>Erpobdella johannsoni</i>	Oxidative stress, neurotoxicity and biochemical res- ponses	Ben Ahmed et al. (2025)

The 96-hour median lethal concentration (LC_{50}) is a definitive measure of acute environmental toxicity, representing the chemical concentration required to lethally affect 50% of an exposed population. Analyzing these numerical thresholds allows researchers to evaluate the relative potency of various aquatic pollutants. The calculated 96-hour LC_{50} values for the southern medicinal leech (*H. verbana*) are detailed in Table 2.

The toxicological hierarchy outlined in Table 2 identifies copper (Cu) as the most lethal heavy metal tested against *H. verbana*, with a median lethal threshold of less than 1 mg/L. The significant toxicity of copper is attributed to its rapid disruption of the epithelial surface, resulting in the destruction of outer protective structures and compromising osmotic stability (Kutlu et al., 2010). Conversely, methylene blue demonstrated the highest absolute value (60.38 ppm), indicating a broader physiological tolerance. This finding supports its use as an effective aquaculture antiseptic at low therapeutic concentrations, while highlighting the risks associated with overdosage (Doğan et al., 2024).

Table 2. Acute 96-hour lethal concentration (LC₅₀) thresholds for *H. verbana*

Toxicant	96-hour LC ₅₀ value	Relative toxicity rank	Reference
Copper	0.84 mg/L	Highest toxicity	Petrauskienė (2008)
Cadmium	4.02 mg/L	Severe toxicity	Çelik et al. (2026)
Zinc	14.12 – 15.83 mg/L	Moderate toxicity	Petrauskienė (2008) and Ceylan et al. (2021)
Methylene blue	60.38 ppm	Lowest toxicity	Doğan et al. (2024)

Acute ecotoxicity is determined by the total quantity of a substance and the rate at which the toxicant disrupts essential biological functions. The median lethal time (LT₅₀) specifies the exact temporal window required for a particular concentration to achieve 50% mortality in the target population. The significant time-dose reciprocity observed in *H. verbana* cohorts exposed to cadmium (Cd) and zinc (Zn) is detailed in Table 3.

Table 3. Median lethal times (LT₅₀) for *H. verbana* under varying toxicant concentrations

Toxicant	Exposure concentration	Median lethal time (LT ₅₀) (hours)	Reference
Cadmium	32 mg/L	12.04	Çelik et al. (2026)
Cadmium	2 mg/L	118.28	Çelik et al. (2026)
Zinc	200 mg/L	12.78	Ceylan et al. (2021)
Zinc	25 mg/L	38.63	Ceylan et al. (2021)
Methylene blue	32 ppm	212.92	Doğan et al. (2024)

Methylene blue	512 ppm	17.82	Doğan et al. (2024)
----------------	---------	-------	---------------------

Table 3 illustrates survival data indicating a consistent decrease in lifespan with increasing toxicant concentrations. Notably, heavy metal exposure exhibits a significant dose-dependent effect; at a concentration of 32 mg/L Cd, the LT_{50} was recorded at 12.04 hours, signifying severe toxicity, whereas at 2 mg/L Cd, the LT_{50} extended to 118.28 hours (Çelik et al., 2026). A similar trend of reduced survival at higher concentrations is observed with chemical dyes such as methylene blue, where the LT_{50} decreased sharply from 212.92 hours at a 32 ppm concentration to merely 17.82 hours at 512 ppm (Doğan et al., 2024). The extended survival at lower exposure levels across these toxicants may be attributed to physiological defense mechanisms, such as increased mucus production, which potentially mitigates chemical stress and delays mortality under conditions of reduced pollution.

Leeches exposed to heavy metals and antiseptics demonstrate significant deviations from normal health and behavior. Macroscopically, initial stress indicators include erratic and uncontrolled swimming loops, as well as persistent attempts to exit the testing containers to escape the contaminated medium (Petrauskienė, 2003). With increased chemical exposure, leeches exhibit a loss of neuromuscular control, leading to a marked decrease in sucker attachment strength, which impairs their ability to anchor to the substrate or maintain proper posture (Ceylan et al., 2021). Furthermore, a significant pathological response is the immediate regurgitation of recently digested blood meals, documented as a defensive reflex during high-dose exposure to zinc and methylene blue (Ceylan et al., 2021; Doğan et al., 2024).

From a pathological perspective, chemical stress induces specific structural alterations within cells. In response to mucosal irritation, leeches increase the secretion of a dense mucus layer, thereby establishing a physical barrier against dissolved ions. Nevertheless, prolonged exposure leads to the depletion of mucocytes, resulting in localized edema, deep lesions, and erosion of the body wall layers (Kutlu et al., 2010). A particular pathological anomaly associated with acute cadmium (Cd) stress is penile prolapse, which is characterized by the irreversible extrusion of the male reproductive organ due to uncontrolled spastic muscular contractions (Çelik et al., 2026). To standardize these observable distortions, recent studies have introduced a morphological biomarker known as the Body Flexion Ratio (BFR). This

metric precisely quantifies the ratio between a leech's fully extended length and its coiled and twisted states under stress. As neurotoxic or muscular stress intensifies, the BFR value increases, offering a reliable, non-destructive morphological indicator for aquatic risk assessment (Çelik et al., 2026).

These macroscopic alterations are accompanied by notable cellular and biochemical modifications. Analyses conducted using light and transmission electron microscopy (TEM) have demonstrated that copper and cadmium compromise the structural matrix of the leech body wall. Exposure to 0.2 mg/L of copper leads to the scaling of the delicate cuticle layer, the formation of large internal vacuoles within epithelial cells, and the disorganization and unraveling of the underlying fibroblast networks and collagen fiber bundles (Kutlu et al., 2010). At the organ level, cadmium pollution directly impairs reproductive processes. In *L. nilotica*, exposure to sublethal concentrations inhibits spermatogenesis within the testisacs and induces extensive testicular necrosis, thereby threatening the long-term reproductive success of the local population (Khaled et al., 2023).

Intense oxidative stress induces tissue injury, with heavy metals elevating reactive oxygen species (ROS) levels beyond the leeches' internal defense mechanisms. Initially, low-level pollution triggers a protective increase in antioxidant enzymes, including superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), and glutathione peroxidase (GPx). However, when toxicant accumulation surpasses the defense capacity, the antioxidant system becomes inadequate, leading to lipid peroxidation and cellular damage. This damage is marked by a significant rise in malondialdehyde (MDA) levels, indicating extensive cell membrane destruction (Khaled et al., 2023).

The response of leeches to chemical pollutants is notably influenced by their individual body mass. Toxicological evaluations reveal that larger leeches exhibit greater tolerance to acute lethality, as indicated by higher LC₅₀ thresholds compared to smaller leeches (Wicklum et al., 1997). It is probable that this disparity is attributed to the larger surface area and muscle volume of bigger leeches, resulting in a higher absolute toxicant load and thereby eliciting a more pronounced neuromuscular response while avoiding immediate mortality. Furthermore, such spastic muscular behavior may be intrinsically associated with neurotoxicity in the central nervous system. Advanced electrophysiological investigations on the large Retzius neurons of the horse leech (*Haemopsis sanguisuga*) demonstrate that cadmium ions directly alter the membrane potential. Cadmium obstructs outward potassium

(K+) channels, prolonging the action potential duration, inducing rapid and irregular firing frequencies, and causing cellular depolarization. This blockage effectively paralyzes neural signaling, accounting for the loss of coordination and coiled body postures observed macroscopically (Jovanovic, 2021).

At a fundamental level, physiological crises substantially alter gene expression profiles in leeches. Comparative de novo transcriptomic sequencing (RNA-Seq) of *Whitmania pigra* subjected to chronic lead (Pb) exposure has revealed that pollution modifies the expression of specific genes. These differentially expressed genes (DEGs) are predominantly linked to metabolic reorganization, immune defense activation, and cellular structural remodeling. The marked upregulation of xenobiotic detoxification pathways, particularly the Cytochrome P450 enzymatic cascade, suggests that leeches allocate significant genetic and metabolic resources to the biotransformation and elimination of heavy metals from their systems (Kun et al., 2022).

Two distinct remediation strategies have been documented in the literature to mitigate the severe effects of global water pollution. The first strategy entails a chemical intervention utilizing salicylic acid. In studies where Cd-exposed *L. nilotica* cohorts were treated with salicylic acid, the compound effectively reversed injuries to testicular and somatic tissues (Khaled et al., 2023). Salicylic acid acts as a potent antioxidant, enhancing the activities of superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT), scavenging excess reactive oxygen species (ROS), and restoring malondialdehyde (MDA) levels to baseline. This intervention protects cell membranes from lipid peroxidation and maintains reproductive function. The second strategy involves a physical purification method applicable to clinical and aquaculture settings. Research on *Hirudinaria manillensis* has demonstrated that when wild-harvested leeches are placed in clean, controlled holding tanks and subjected to repeated deionized water washings, they effectively eliminate accumulated toxins (Alaama et al., 2021). Such purification of the leech body wall and salivary glands could reduce the likelihood of toxic trace element transfer during hirudotherapy, thereby enhancing consumer safety and supporting sustainable medical practice.

CONCLUSION

Toxicological insights from these diverse investigations offer a definitive response to the fundamental question regarding the ecological and practical significance of the toxic burden on leeches. As benthic macroinvertebrates,

leeches occupy a distinct niche within shallow freshwater food webs, functioning as both formidable predators and essential prey (Ceylan et al., 2021). Consequently, chemically induced stress or population decline in these organisms may have broader ecological implications due to their dual roles, although the magnitude of trophic effects and ecosystem-level consequences requires empirical validation (Wicklum et al., 1997). When persistent toxicants such as Cd, Pb, or Cu compromise the physiological integrity of these keystone species, they signal broader systemic degradation of aquatic biodiversity (Sharma et al., 2025).

Beyond their ecological importance, the bioaccumulation of heavy metals in leeches raises urgent commercial and biosecurity concerns with direct consequences for public health. Medicinal leeches, which are extensively harvested from the wild and cultivated in aquaculture for clinical hirudotherapy, can accumulate persistent contaminants within their tissues. This accumulation poses a considerable biomedical risk (Alaama et al., 2021). The use of unmonitored, contaminated leeches in clinical settings could potentially expose patients to trace metals during hirudotherapy. However, the bioavailability, transfer efficiency, and clinical significance of such exposure remain uncharacterized and require further investigation.

To effectively manage these complex risks, environmental regulatory frameworks must transition from retrospective mortality indices to biomonitoring. Sole dependence on traditional 96-hour LC_{50} values only identifies environmental damage after it has become lethal and irreversible. By integrating non-invasive, sublethal behavioral and morphological metrics, such as the Body Flexion Ratio (BFR) proposed by Çelik et al. (2026), along with cellular and transcriptomic biomarkers, researchers can potentially detect neurotoxic and metabolic distress at sublethal exposure levels. Nonetheless, independent validation, inter-laboratory standardization, and field testing are necessary to confirm the predictive validity and ecological relevance of BFR and other emerging biomarkers.

Furthermore, the integration of advanced diagnostic tools with effective remediation protocols, including targeted salicylic acid supplementation or deionized water washing, results in viable strategies for wildlife conservation and detoxification on commercial farms (Alaama et al., 2021; Khaled et al., 2023).

This study transcends the mere compilation of lethal thresholds, demonstrating that a comprehensive understanding of leech toxicology is crucial

for safeguarding the biological integrity of aquatic ecosystems and human health. By synthesizing toxicological data across various leech species and stressor types, this review underscores the underexplored potential of leeches as bioindicators. It also identifies significant knowledge gaps, such as the necessity for field validation, comparative sensitivity benchmarking, and clinical safety assessments, which must be addressed to incorporate leeches into standardized aquatic risk assessment frameworks.

This narrative review is subject to several limitations. Firstly, the studies included exhibit considerable variation in exposure protocols, leech species, life stages, and endpoints, which restricts the direct comparability of LC₅₀/LT₅₀ values and sublethal responses. Secondly, most of these studies are conducted in laboratory settings, with limited field validation of laboratory-derived thresholds, thereby diminishing ecological realism. Lastly, the taxonomic and ecological diversity within Hirudinea suggests that the findings from the species discussed may not be applicable to others, especially those occupying different trophic roles or habitat types.

DECLARATION OF AI USE

In the preparation of this chapter, the authors utilized Gemini 1.5 Pro, DeepL Translator, and Paperpal for translation, linguistic refinement, and formatting. These tools were instrumental in enhancing the chapter's clarity and coherence; however, they were not used for primary data generation or reference creation. The authors meticulously reviewed all outputs and suggestions to ensure scientific accuracy. They take full responsibility for the content and integrity of the final version of this chapter.

REFERENCES

- Alaama, M., Abdulkader, A. M., Ghawi, A. M., Merzouk, A., Khalid, R. S., & Helaluddin, A. B. M. (2021). Assessment of trace heavy metals contamination in the tissues and saliva of the medicinal leech *Hirudinaria manillensis*. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21 (5), 225-31. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v21_5_02
- Ben Ahmed, R., Khaled, I., El Ayari, T., Saidi, I., & Harrath, A. H. (2025). Assessing the effect of polyethylene microplastics in the freshwater leech *Erpobdella johannsoni* (Annelida, Hirudinida) through integrated biomarkers and histopathological analysis. *Animals*, 15(10), 1417. <https://doi.org/10.3390/ani15101417>
- Ceylan, M., Çetinkaya, O., & Bulut, C. (2021). Acute toxicity of zinc on southern medicinal leech, *Hirudo verbana* Carena, 1820. *Acta Aquatica Turcica*, 17(3), 421-428. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.874241>
- Çelik, Z., Aydın, H., & Ceylan, M. (2026). Acute cadmium toxicity in the medicinal leech *Hirudo verbana* Carena, 1820 with a novel biomarker for aquatic risk assessment. *Ecotoxicology*, 35, 3. <https://doi.org/10.1007/s10646-025-02996-4>

- Doğan, S., Farzali, S., Karimova, B., & Sağlam, N. (2024). Evaluation of methylene blue as an effective antiseptic for medicinal leeches (*Hirudo verbana*). *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 48(2), 96-104. <https://doi.org/10.4274/tpd.galenos.2024.85047>
- Elliott, J. M., & Kutschera, U. (2011). Medicinal leeches: Historical use, ecology, genetics and conservation. *Freshwater Reviews*, 4(1), 21-41. <https://doi.org/10.1608/FRJ-4.1.417>
- Izah, S. C., & Ogwu, M. C. (2026). Water pollution and contamination: industrial, agricultural, and urban impacts. In M. C. Ogwu, & S. C. Izah (Eds.), *Water Quality and Safety in the Global South: Challenges, Solutions and Future Directions* (pp. 61-85). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-032-10602-5_3
- Jovanovic, Z. (2021). The electrophysiological effects of cadmium on Retzius nerve cells of the leech *Haemopsis sanguisuga*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 247, 109062. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2021.109062>
- Khaled, I., Saidi, I., Ben Ahmed, R., Amari, R., Aldahmash, W., Pacioglu, O., ... & Harrath, A. H. (2023). Cadmium exposure induces testicular oxidative damage and histopathological changes in the freshwater leech *Limnatis nilotica* (Savigny, 1822): The protective role of salicylic acid. *African Journal of Aquatic Science*, 48(2), 189-198. <https://doi.org/10.2989/16085914.2023.2200853>
- Kun, W., Jieqin, M., Liangke, C., Fujuan, S., Chaojie, Y., Mijiti, M., & Yaojun, Y. (2022). Comparative de novo transcriptomics reveal the effect of lead on leech in aquaculture environment. *Aquaculture Reports*, 23, 101019. <https://doi.org/10.1016/j.aqrep.2022.101019>
- Kurina, E. M. (2025). Distribution of Leeches (Hirudinea) in the benthic communities of the volga and kama reservoirs. *Inland Water Biology*, 18, 160-166. <https://doi.org/10.1134/S1995082924601047>
- Kutlu, M., Tanatmış, M., İşcan, M., Ertorun, N., & Çalım, M. (2010). Effect of copper on the body wall structures of the medicinal leech *Hirudo verbana* Carena, 1820. *Fresenius Environmental Bulletin*, 19(6), 1171-1176.
- Moulinec, A., Arle, J., Hollert, H., Hörchner, S., Johann, S., Kienle, C., ... & Sundermann, A. (2025). Assessing chemical pollution with biomonitoring approaches in streams and rivers: a critical review. *Environmental Sciences Europe*, 37, 69. <https://doi.org/10.1186/s12302-025-01110-z>
- Nieoczym, M., Mencfel, R., Bielecki, A., Cichocka, J. M., & Kloskowski, J. (2023). Abundance and composition of invertebrate-feeding leeches in relation to fish status in ponds. *The European Zoological Journal*, 90(2), 877-888. <https://doi.org/10.1080/24750263.2023.2289585>
- Panda, P. P., Samal, D. K., Sukla, L. B., Behera, S. K., & Das, A. P. (2026). The effective recovery of anthropogenic waste in the freshwater environment and the marine ecosystem: Obstacles, prospects, and approaches. In A. P. Das, S. Mishra, & M. P. Shah (Eds.), *Decarbonization of Wastewater Pollutants as a Sustainable Solution* (pp. 271-308). <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-33062-9.00024-2>
- Petrauskienė, L. (2003). Water and sediment toxicity assessment by use of behavioural responses of medicinal leeches. *Environment International*, 28(8), 729-736. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(02\)00118-6](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(02)00118-6)
- Petrauskienė, L. (2008). Lethal effects of Zn, Cu and their mixture on the medicinal leech (*Hirudo verbana*). *Ekologija*, 54(2), 77-80. <https://doi.org/10.2478/V10055-008-0012-2>
- Sharma, M., Kant, R., Sharma, A. K., & Sharma, A. K. (2025). Exploring the impact of heavy metals toxicity in the aquatic ecosystem. *International Journal of Energy and Water Resources*, 9, 267-280. <https://doi.org/10.1007/s42108-024-00284-1>

Wicklum, D., Smith, D. E. C., & Davies, R. W. (1997). Mortality, preference, avoidance, and activity of a predatory leech exposed to cadmium. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 32, 178-183. <https://doi.org/10.1007/s002449900172>

GELENEK VE MODERNLİK ARASINDA: EBELİK ÖĞRENCİLERİNİN ERKEK EBELİĞE YÖNELİK TUTUMLARININ SİSTEMATİK BİR İNCELEMESİ

Öğr. Ebe Ümmü Naz ÇOBAN

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulu Ebelik Bölümü,
0009-0007-0856-7991, ummunazcoban@gmail.com

Öğr. Ebe Semanur KARATAŞ

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulu Ebelik Bölümü,
0009-0000-8777-4452, semakaratas4176@gmail.com

Dr. Öğr. Üyesi Sabriye UÇAN YAMAÇ

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulu Ebelik Bölümü,
0000-0002-3932-8017, suyamac@mehmetakif.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Endam ÇETİNKAYA AK

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulu Ebelik Bölümü,
0000-0003-2667-2633, ecetinkaya@mehmetakif.edu.tr

GİRİŞ

Anglo-Sakson dilinde “with” ve “woman” kelimelerinden türeyen ve “doğrudan bir kadın ile birlikte olan kadın” anlamına gelen ebe kavramı, Batı dillerinde “midwife” olarak kullanılmaktadır. Tarihsel süreçte ebeler; bilge kadın, toprak ana, hemşire, kadın doğum uzmanı ve hekim gibi farklı unvanlarla anılmıştır (Türkmen ve ark., 2023, s. 52).

Ebelik, tüm dünyada olduğu gibi, gelenekte kadına ait, çoğu kez anneden kız çocuğa ya da yakın bir kadın akrabaya usta-çırak yöntemi ile aktarılan bir aile mesleği olarak kabul edilmiştir (Akalın, 1933, s. 289–296). Efesli hekim Soranus, *Jinekoloji* adlı eserinde iyi bir ebenin okuryazar, soğukkanlı, güvenilir, tıp bilgisine sahip, cerrahi el becerisi gelişmiş, sır saklayabilen, gebelere uygun bakım ve danışmanlık verebilen bir kişi olması gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca ebenin anlayışlı, saygın ve mesleğini severek yapan bir sağlık bakım vericisi olması gerektiğini vurgulamıştır (Türkmen ve ark., 2023, s. 54–55).

Ebelik mesleği ile ilgili pek çok görüş olsa da genel kanı ebeliğin kadına ait olduğu ve akıllı, becerikli kadınların üstlendiği bir görev olmuştur. Erkekler ise meslekte kabul görmemiş ve ebelik, tam anlamıyla kadınlara özgün bir meslek haline gelmiştir. Türkiye’de ebelik eğitimi ve uygulaması uzun yıllar sadece kadınlara özgü kalmıştır. Türkiye’de ebelik hizmetleri ağırlıklı olarak kadın sağlık profesyonelleri tarafından yürütülmeye devam etmektedir. Sağlık Bakanlığı istatistikleri ebelik insan gücüne ilişkin genel sayısal görünümü ortaya koymakla birlikte, erkek ebelerin meslek içindeki

görünürlüğünün sınırlı olduğu dikkat çekmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2024). Erkek ebelerin meslek içindeki sınırlı görünürlüğü, bu grubun mesleki süreçte karşılaşılabileceği toplumsal, kültürel ve kurumsal tutumların incelenmesini önemli kılmaktadır. Özellikle gelecekteki meslektaşları olan ebelik öğrencilerinin erkek ebelere yönelik algı ve tutumları, mesleğin cinsiyet dengesi, profesyonel kabulü ve toplumsal görünürlüğü açısından kritik öneme sahiptir. Mesleki yetkinliğin cinsiyetten bağımsız, teknik, klinik ve etik becerilerle şekillenen profesyonel bir uygulama alanı olduğu gerçeğinden hareketle, bu sistematik derleme ebelik öğrencilerinin erkek ebelere/erkek ebeliğe yönelik görüş, algı ve tutumlarını mevcut literatür doğrultusunda sistematik olarak incelemeyi amaçlamaktadır.

YÖNTEM

Bu çalışma sistematik derleme olarak tasarlanmış olup PRISMA 2020 rehberi doğrultusunda raporlanmıştır (Page ve ark., 2021).

Araştırmanın Sorusu

Ebelik öğrencilerinin erkek ebelere yönelik tutumları nelerdir?

Literatür Tarama Stratejisi

Bu çalışma, dünya genelinde ve Türkiye’de ebelik öğrencilerinin erkek ebeliğine yönelik görüş ve tutumlarını analiz etmek amacıyla sistematik derleme olarak tasarlanmıştır. Literatür taraması Google Scholar, PubMed ve ScienceDirect veri tabanlarında gerçekleştirilmiştir. Literatür taraması 2015–2025 yılları arasında yayımlanan çalışmalarla sınırlandırılmış; ilgili veri tabanlarında son kontrol Mart 2026 tarihinde yapılmıştır.

Taramada Türkçe ve İngilizce anahtar kelimeler birlikte kullanılmıştır. İngilizce aramalarda “midwifery students”, “student midwives”, “male midwives”, “men in midwifery”, “male student midwives”, “attitudes”, “perceptions”, “views” ve “opinions”; Türkçe aramalarda ise “erkek ebe”, “erkek ebelik”, “ebelik öğrencileri”, “öğrenci ebeler”, “tutum”, “görüş” ve “algı” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Arama stratejisi, veri tabanlarının özelliklerine göre “AND” ve “OR” bağlaçları ile uyarlanmıştır. Örnek arama kombinasyonu şu şekildedir: (“midwifery students” OR “student midwives”) AND (“male midwives” OR “men in midwifery” OR “male student midwives”) AND (“attitudes” OR “perceptions” OR “views” OR “opinions”).

Çalışmaların Belirlenmesi ve Seçimi

Bu sistematik derlemede çalışmaların belirlenmesi ve seçimi iki araştırmacı tarafından bağımsız olarak yürütülmüştür. İlk aşamada Google Scholar, PubMed ve ScienceDirect veri tabanlarında yapılan tarama sonucunda Google Scholar'dan 467, PubMed'den 221 ve ScienceDirect'ten 194 olmak üzere toplam 882 kayda ulaşılmıştır. Ulaşılan kayıtlar başlık ve özet düzeyinde incelenmiş; araştırma sorusu ile ilişkili olmayan, dahil edilme kriterlerini karşılamayan, derleme niteliğinde olan, yalnızca hemşirelik öğrencileri, gebeler, lohusalar veya toplum örnekleme üzerinde yürütülen çalışmalar kapsam dışı bırakılmıştır.

Başlık ve özet incelemesi sonucunda 27 çalışma tam metin değerlendirmesi için uygun bulunmuştur. Tam metin inceleme aşamasında 19 çalışma kapsam dışı bırakılmıştır. Kapsam dışı bırakılan çalışmalar; araştırma sorusunu doğrudan karşılamaması, ebelik öğrencilerinin erkek ebelere/erkek ebeliğe yönelik görüş veya tutumlarını içermemesi, çalışma türünün dahil edilme kriterlerine uygun olmaması, yalnızca gebeler, lohusalar, refakatçiler, toplum örnekleme veya hemşirelik öğrencileri üzerinde yürütülmesi ya da tam metin üzerinden yeterli veriye ulaşılamaması nedeniyle dışlanmıştır. Sonuç olarak, dahil edilme kriterlerini karşılayan toplam 8 çalışma sistematik derlemeye alınmıştır. Çalışma seçim sürecinde araştırmacılar arasında görüş ayrılığı oluşması durumunda değerlendirmeler yeniden gözden geçirilmiş ve ortak bir görüş birliği sağlanmıştır. Çalışmaların seçim süreci PRISMA akış şeması ile gösterilmiştir (Şekil 1).

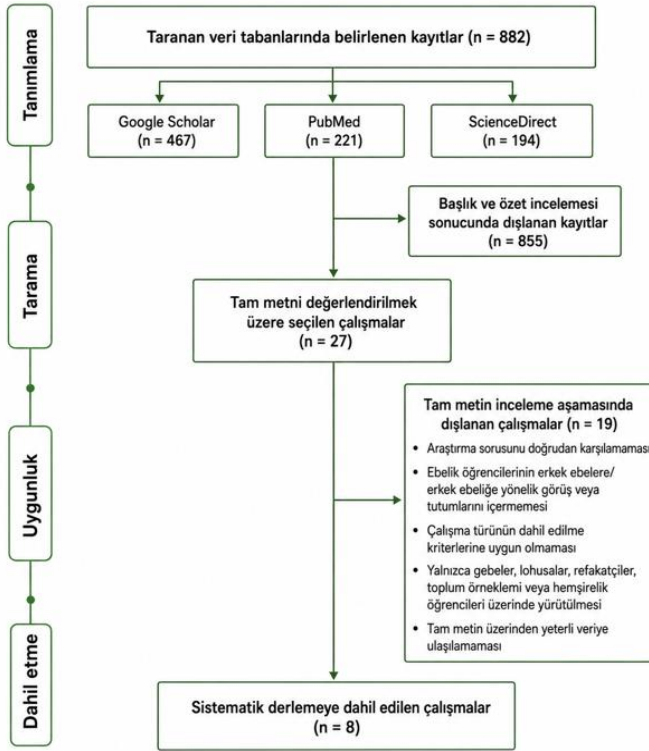
Dahil Etme Kriterleri

Bu sistematik derlemeye; 2015–2025 yılları arasında yayımlanan, Türkçe veya İngilizce dilinde olan, tam metnine erişilebilen, araştırma makalesi niteliği taşıyan ve ebelik öğrencilerinin erkek ebelere/erkek ebeliğe yönelik görüş, algı veya tutumlarını değerlendiren çalışmalar dahil edilmiştir.

Dışlama Kriterleri

Derleme makaleleri, editöre mektuplar, kongre bildirileri, tezler, tam metnine ulaşılamayan çalışmalar, yalnızca hemşirelik öğrencileri üzerinde yürütülen araştırmalar, yalnızca gebeler, lohusalar, refakatçiler veya toplum örnekleme üzerinde yapılan çalışmalar ve ebelik öğrencilerinin erkek ebeliğe yönelik görüş veya tutumlarını doğrudan içermeyen çalışmalar kapsam dışı bırakılmıştır.

Şekil 1. PRISMA 2020 Akış Şeması



Veri Toplama Araçları ve Süreçleri

Araştırma verilerini elde etmek için araştırmacılar tarafından geliştirilen veri çekme aracı kullanılmıştır. Veri çekme aracında sistematik derlemeye alınan çalışmaların araştırma tipi, örneklem hacmi, başlıca bulgular ve araştırma sonuçları incelenmiştir. Veri çekme işlemi birinci araştırmacı tarafından bağımsız olarak yapılmış ve ikinci araştırmacı tarafından kontrol edilmiştir.

Çalışmaların Kalite Değerlendirmesi

Sistematik derlemeye dahil edilen çalışmaların metodolojik kalitesi, çalışma desenlerine uygun değerlendirme ölçütleri dikkate alınarak iki araştırmacı tarafından bağımsız olarak değerlendirilmiştir. Kesitsel ve tanımlayıcı çalışmalar örneklem seçimi, ölçüm araçlarının uygunluğu, veri toplama süreci, istatistiksel analizlerin yeterliliği ve bulguların araştırma amacıyla uyumu açısından değerlendirilmiştir. Nitel çalışma ise araştırma deseninin uygunluğu, örneklem seçimi, veri toplama yöntemi, veri analizi süreci ve bulguların temalarla desteklenmesi açısından incelenmiştir. Değerlendirme

sürecinde araştırmacılar arasında görüş ayrılığı oluşması durumunda ilgili çalışma yeniden gözden geçirilmiş ve ortak görüş birliği sağlanmıştır.

Verilerin Analizi

Bu sistematik derlemede dahil edilen çalışmaların desen, örneklem ve ölçüm araçları bakımından heterojen özellik göstermesi nedeniyle meta-analiz yapılmamış; veriler anlatı sentezi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Araştırmacılar tarafından geliştirilen veri özetleme formu kullanılarak çalışmaların yazarları, yayın yılı, ülke bilgisi, araştırma deseni, örneklem hacmi, amacı ve temel bulguları tablo halinde özetlenmiştir. Elde edilen bulgular benzer içerik alanlarına göre gruplandırılmış ve tematik olarak sunulmuştur. Bu doğrultuda bulgular; ebelik öğrencilerinin tanıtıcı özellikleri ve mesleki tercih durumları, erkek ebe istihdamına ve meslek imajına yönelik görüşler, toplumsal cinsiyet rol tutumları ve eğitim faktörü başlıkları altında sentezlenmiştir.

BULGULAR

Bu sistematik derlemeye dahil edilen 8 çalışmanın 7'si Türkiye'de, 1'i ise Güney Afrika Cumhuriyeti'nde yürütülmüştür. Çalışmaların yayın yılları 2016–2025 arasında değişmektedir. Dahil edilen çalışmaların çoğunluğu kesitsel, tanımlayıcı veya kesitsel-tanımlayıcı desende yürütülmüş olup bir çalışma nitel fenomenolojik desende gerçekleştirilmiştir. Çalışmaların örneklem hacimleri 32 ile 280 ebelik öğrencisi arasında değişmektedir. Dahil edilen çalışmaların temel özellikleri, araştırma desenleri, örneklem hacimleri, veri toplama araçları, temel bulguları ve yöntemsel değerlendirme notları Tablo 1'de sunulmuştur.

1. Ebelik Öğrencilerinin Tanıtıcı Özellikleri ve Mesleki Tercih Durumları

Sistematik derlemeye dahil edilen çalışmalarda ebelik öğrencilerinin yaş ortalamalarının ağırlıklı olarak genç erişkin yaş grubunda yoğunlaştığı görülmektedir. İçke ve Balçık Çolak (2021) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin %90,5'inin 18–23 yaş aralığında olduğu ve %30,8'inin üçüncü sınıfta öğrenim gördüğü bildirilmiştir. Benzer şekilde Bahadır Yılmaz ve Ekin (2020) öğrencilerin yaş ortalamasını $20,27 \pm 1,60$; Mete ve ark. (2019) ise $20,71 \pm 1,88$ olarak belirtmiştir.

Öğrencilerin ebelik bölümünü tercih etme durumları incelendiğinde, bölümü isteyerek tercih etme oranlarının genel olarak yüksek olduğu görülmektedir. İçke ve Balçık Çolak'ın (2021) çalışmasında öğrencilerin %68,3'ünün, Mete ve ark.'nın (2019) çalışmasında ise %71,6'sının ebelik

bölümünü isteyerek tercih ettiği saptanmıştır. Bölümü isteyerek tercih eden öğrencilerin tercih nedenleri arasında iş olanağının yüksek olması ve aile isteği/yönlendirmesi öne çıkmaktadır. Bu bulgular, ebelik öğrencilerinin meslek tercihinde hem bireysel ilgi hem de istihdam güvencesi gibi pragmatik faktörlerin etkili olabileceğini göstermektedir.

2. Öğrencilerin Erkek Ebe İstihdamına ve Meslek İmajına Yönelik Görüşleri

Sistematiik derlemeye dahil edilen çalışmalarda, ebelik öğrencilerinin erkeklerin ebelik mesleğinde yer almasına ilişkin görüşlerinin genel olarak karma bir yapı gösterdiği belirlenmiştir. Öğrenciler, erkek ebelerin mesleğe katılımını profesyonelleşme, mesleki görünürlük ve bakım kalitesi açısından olumlu değerlendirebilmekle birlikte, mahremiyet ve kişisel bakım alma süreci söz konusu olduğunda daha çekimser tutumlar sergilemektedir.

Mete ve ark. (2019) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin %66,2'si ebelikte erkeklerin yer alması gerektiğini belirtirken, İçke ve Balçık Çolak'ın (2021) çalışmasında öğrencilerin %48,4'ü mesleki yaşamlarında bir erkek ebe ile çalışmak istediğini ifade etmiştir. Erkek ebelerin mesleğin geleceğine yönelik etkileri değerlendirildiğinde, öğrencilerin %59,2'sinin profesyonelliğın, %49,8'inin ise bakım kalitesinin artacağını düşündüğü bildirilmiştir. Ayrıca öğrencilerin %64,0'ı erkeklerin meslekte yer almasıyla olumlu yasal gelişmeler yaşanabileceğini belirtmiştir.

Mesleki imaj açısından değerlendirildiğinde, öğrencilerin önemli bir bölümünün erkek ebelerin ebelik imajını olumsuz etkilemeyeceğini düşündüğü görülmektedir. Buna karşın, bireysel bakım alma tercihi söz konusu olduğunda daha sınırlı bir kabul düzeyi ortaya çıkmaktadır. Bazı çalışmalarda öğrencilerin yaklaşık yarısının erkek bir ebeden bakım alırken rahatsızlık duyabileceği ya da erkek ebeden bakım almak istemeyebileceği bildirilmiştir. Bu bulgular, öğrencilerin erkek ebeliğe ilişkin mesleki düzeyde daha olumlu, kişisel bakım ve mahremiyet bağlamında ise daha çekimser bir tutum sergilediğini göstermektedir.

3. Toplumsal Cinsiyet Rol Tutumları ve Eğitim Faktörü

Sistematiik derlemeye dahil edilen çalışmalarda, öğrencilerin toplumsal cinsiyet rollerine yönelik tutumlarının erkek ebeliğe ilişkin görüşlerini etkileyen önemli bir faktör olduğu görülmektedir. Daha eşitlikçi toplumsal cinsiyet rol tutumuna sahip öğrencilerin, erkeklerin ebelik mesleğinde yer almasına daha olumlu yaklaştığı belirlenmiştir.

Bahadır Yılmaz ve Ekin (2020) tarafından yapılan çalışmada, erkek ebelerle yönelik olumlu görüş bildiren öğrencilerin Toplumsal Cinsiyet Roller Tutum Ölçeği puan ortalamalarının, olumsuz görüş bildiren öğrencilere göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu saptanmıştır ($p<0,05$). Bu bulgu, erkek ebeliğe yönelik kabulün toplumsal cinsiyet eşitliği algısıyla yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

Eğitim faktörü açısından değerlendirildiğinde, toplumsal cinsiyet eşitliği konusundaki ders ve farkındalık çalışmalarının öğrencilerin tutumları üzerinde etkili olabileceği görülmektedir. “Toplumsal Cinsiyet Eşitliği” dersi alan öğrencilerin Toplumsal Cinsiyet Roller Tutum Ölçeği puan ortalamasının ($161,38 \pm 14,90$), dersi almayan öğrencilerin puan ortalamasından ($151,59 \pm 13,76$) anlamlı derecede yüksek olduğu bildirilmiştir ($p<0,05$). Ayrıca sınıf düzeyleri açısından yapılan değerlendirmelerde, birinci ve ikinci sınıf öğrencilerinin eşitlikçi cinsiyet rolü tutum puanlarının üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencilerine göre daha yüksek olduğu belirtilmiştir. Bu sonuçlar, ebelik eğitiminde toplumsal cinsiyet eşitliği temelli içeriklerin planlı ve sürekli biçimde ele alınmasının erkek ebeliğe yönelik mesleki kabulü destekleyebileceğini düşündürmektedir.

Tablo 1. Sistematik derlemeye dahil edilen çalışmaların temel özellikleri ve yöntemsel değerlendirme notları (n = 8)

Yazar/Yıl	Ülke	Araştırma Deseni	Örneklem	Veri Toplama Aracı / Ölçüm Aracı	Temel Bulgular	Yöntemsel Değerlendirme Notu
İçel, 2025	Türkiye	Nitel, fenomenolojik çalışma	32 ebelik öğrencisi	Yarı yapılandırılmış görüşme formu	Öğrencilerin yanıtları; cinsiyetler arası farklılıklar ve kültürün etkisi, aile tutumunun etkisi ve ebelik mesleğine yönelik tutum olmak üzere üç ana temada toplanmıştır. Katılımcıların toplumsal cinsiyet eşitliğine yönelik geleneksel tutumlar sergilediği belirlenmiştir.	Nitel desen araştırma amacıyla uyumludur. Bulgular tema temelli sunulmuştur; ancak örneklem hacminin sınırlı olması nedeniyle genellenebilirlik dikkatli değerlendirilmelidir.
Gönül ve Akyıldız, 2024	Türkiye	Kesitsel çalışma	280 ebelik öğrencisi	Tanıtıcı bilgi formu, erkeklerin ebelik mesleğinde yer almasına ilişkin görüş formu ve toplumsal cinsiyet algı-	Ebelik öğrencilerinin önemli bir bölümünün meslekte erkeklerin yer almasına ilişkin görüşlerinin olumsuz olduğu; toplumsal cinsiyet algısı olumsuz olan öğrencilerin erkek ebeliğe yönelik görüşlerinin de daha olumsuz olduğu belirlenmiştir.	Örneklem hacmi yeterlidir ve araştırma sorusuyla doğrudan ilişkilidir. Kesitsel tasarım nedeniyle nedensel çıkarım yapılamaz.

				sını değerklen- diren ölçüm aracı		
Demirezen, Bilgiç ve Akdu-man, 2022	Türkiye	Tanımlayıcı çalışma	246 ebelik öğrencisi	Tanıtıcı bilgi formu ve erkek ebeye ilişkin görüşleri değerklen-diren anket formu	Öğrencilerin %50,8'i ebeliğin kadına özgü bir meslek olmadığını belirtmiştir. Buna karşın %64,6'sı toplumun erkek ebeleri desteklemeyeceğini düşünmüştür. Son sınıf öğrencilerinin birinci sınıflara göre ebelik eğitimi ve meslekte erkeklerin yer almasına daha olumlu yaklaştığı saptanmıştır.	Çalışma araştırma sorusuyla doğrudan ilişkilidir. Örneklem ve temel bulgular açık sunulmuştur; tanımlayıcı desen nedeniyle sonuçlar ilişki ve nedensonuç açısından sınırlıdır.
İçke ve Balçık Çolak, 2021	Türkiye	Kesitsel-analitik çalışma	221 ebelik öğrencisi, 72 lohusa ve 72 refakatçi	Tanıtıcı bilgi formu ve erkek ebeye ilişkin görüşleri değerklen-diren anket formu	Ebelik mesleğine erkeklerin katılması öğrenciler ve refakatçiler tarafından daha olumlu karşılanırken, lohusaların büyük çoğunluğunun mahremiyet nedeniyle çekinceleri olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin %68,3'ünün ebelik bölümünü isteyerek tercih ettiği saptanmıştır.	Çalışma farklı grupların görüşlerini karşılaştırması bakımından güçlüdür. Ancak sistematik derlemenin ana odağı ebelik öğrencileri olduğu için lohusa ve refakatçi bulguları dikkatli yorumlanmalıdır.
Madlala, Ngxongo ve Sibiya, 2021	Güney Afrika Cumhuriyeti	Kesitsel-tanımlayıcı çalışma	40 öğrenci ebe	Tanıtıcı bilgi formu ve cinsiyet eşitsizliğine ilişkin görüşleri değerklendiren veri toplama formu	Katılımcılar, doğum ünitelerindeki kadınların erkek öğrenci ebelere yönelik önyargı, ret ve direnç göstermesini ebelik eğitimlerini olumsuz etkileyen ve cinsiyet eşitsizliğine zemin hazırlayan bir faktör olarak değerklendirmiştir.	Uluslararası bağlam sunması açısından değerlidir. Örneklem hacminin sınırlı olması ve tek ülke/kurum bağlamında yürütülmesi nedeniyle bulguların genellenebilirliği sınırlıdır.
Bahadır Yılmaz ve Ekin, 2020	Türkiye	Kesitsel-tanımlayıcı çalışma	243 ebelik öğrencisi	Tanıtıcı bilgi formu, erkek ebelere ilişkin görüş formu ve Toplumsal Cinsiyet Rollerini Tutum Ölçeği	Erkek ebelerin meslekte yer alması gerektiğine ve bu durumun mesleğin gelişimine olumlu katkı sağlayacağına inanan öğrencilerin daha eşitlikçi toplumsal cinsiyet rol tutumlarına sahip olduğu belirlenmiştir.	Ölçek kullanılması çalışmanın ölçüm gücünü artırmaktadır. Kesitsel tasarım nedeniyle toplumsal cinsiyet tutumu ile erkek ebeliğe yönelik görüşler arasında nedensel ilişki kurulamaz.
Mete, Reyhan, Çelik ve Sayiner, 2019	Türkiye	Kesitsel çalışma	225 ebelik öğrencisi	Tanıtıcı bilgi formu ve erkek ebeler hakkındaki	Öğrencilerin yarısından fazlası erkeklerin ebeliğe katılımını istemekte ve bu durumun mesleğe olumlu katkı sağlayacağını düşünmektedir. Bununla	Çalışma araştırma sorusuyla doğrudan uyumludur. Bulgular erkek ebeliğe yönelik

				görüşleri değerlendirilen anket formu	birlikte, toplum tarafından kabul görmeyeceği, erkek ebeden bakım almak istememe ve erkek bir yakının ebe olmasını istememe gibi çelişkili görüşler de bildirilmiştir.	olumlu ve çekinceli tutumları birlikte göstermesi açısından değerlidir; ancak kesitsel yapı nedensel yorumları sınırlar.
Gönenç, Sezer, İlhan ve Karataş, 2016	Türkiye	Tanımlayıcı çalışma	251 ebelik öğrencisi	Tanıtıcı bilgi formu ve erkeklerin ebelik mesleğine katılmasına ilişkin görüşleri değerlendiren anket formu	Öğrencilerin yaklaşık yarısı erkek ebelerin mesleğe katılmasını olumlu karşılamıştır. Öğrencilerin erkek ebe konusundaki görüşlerinin toplumsal cinsiyet faktöründen etkilendiği; yoğunluğun erkek ebeden bakım almak istemediği, yarısından fazlasının ise erkeklerin mesleğin yasal haklara kavuşmasını hızlandıracağını ve statüsünü artıracığını düşündüğü belirlenmiştir.	Çalışma konuya ilişkin erken dönem Türkiye verisi sunması açısından önemlidir. Tanımlayıcı desen nedeniyle bulgular ilişki ve nedensellik açısından sınırlı değerlendirilmelidir.

TARTIŞMA

Türkiye’de 2007 yılında gerçekleştirilen mevzuat değişikliği, ebeliği cinsiyet odaklı bir tanımlamadan uzaklaştırarak profesyonel bir sağlık disiplini statüsüne taşımıştır (Resmî Gazete, 2007). Bu sistematik derlemede incelenen çalışmalar, ebelik öğrencilerinin erkek ebeliğe yönelik tutumlarının tek yönlü olmadığını; geleneksel toplumsal cinsiyet kalıpları, mahremiyet algısı, mesleki profesyonelleşme ve eğitim süreci ile birlikte şekillendiğini göstermektedir. Genel olarak öğrencilerin erkek ebelerin meslekte yer almasına yönelik belirli düzeyde olumlu görüşler bildirdiği, ancak kişisel bakım alma, doğum salonunda hizmet alma ve toplumun kabulü gibi alanlarda daha çekimser tutumlar sergilediği görülmektedir. Bu durum, erkek ebeliğe ilişkin kabulün yalnızca yasal düzenlemelerle değil, aynı zamanda toplumsal algı, mesleki kimlik ve eğitim süreçleriyle birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Öğrencilerin mesleki motivasyonları değerlendirildiğinde, ebelik bölümünü tercih etmede mesleki ilgi ve bakım verme isteğinin yanı sıra istihdam olanakları ve aile yönlendirmesi gibi pragmatik faktörlerin de etkili olduğu görülmektedir. İçke ve Balçık Çolak’ın (2021) çalışmasında öğrencilerin önemli bir bölümünün ebelik bölümünü isteyerek tercih ettiği, ancak tercih nedenleri arasında iş olanağının yüksek olması ve aile isteğinin öne çıktığı bildirilmiştir. Benzer şekilde Mete ve ark. (2019) çalışmasında da öğrencilerin çoğunluğunun bölümü isteyerek tercih ettiği belirtilmiştir. Bu bulgular, ebelik öğrencilerinin mesleğe yönelik olumlu bir başlangıç motivasyonuna

sahip olmakla birlikte, meslek tercihinin yalnızca idealist veya bakım odaklı gerekçelerle açıklanamayacağını göstermektedir. Mesleki kimliğin eğitim sürecinde güçlendirilmesi, öğrencilerin erkek ebeliğe yönelik tutumlarını daha profesyonel ve toplumsal cinsiyet kalıplarından bağımsız biçimde değerlendirmelerine katkı sağlayabilir.

Literatürde dikkat çeken temel bulgulardan biri, bazı ebelik öğrencilerinin erkeklerin mesleğe katılımını mesleki statü, profesyonelleşme ve toplumsal görünürlük açısından olumlu değerlendirmesidir. Mete ve ark. (2019) öğrencilerin bir bölümünün erkek ebelerin mesleğin gelişimine katkı sağlayacağını düşündüğünü bildirmiştir. Benzer şekilde Bahadır Yılmaz ve Ekin (2020), erkek ebeliğe yönelik olumlu görüş bildiren öğrencilerin daha eşitlikçi toplumsal cinsiyet rol tutumlarına sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, erkek ebeliğe yönelik kabulün yalnızca mesleki bilgi düzeyiyle değil, öğrencilerin toplumsal cinsiyet rollerine ilişkin algılarıyla da ilişkili olduğunu göstermektedir. Sistematik derlemeye dahil edilmeyen ancak sağlık mesleklerinde cinsiyet algısını tartışan hemşirelik literatüründe de erkek öğrencilerin mesleğe katılımının meslek imajı ve toplumsal algı üzerinde etkili olabileceği belirtilmektedir (Abdel El-Halem ve ark., 2011). Bu nedenle erkek ebeliğe ilişkin tutumların, yalnızca ebelik mesleği özelinde değil, sağlık mesleklerinde toplumsal cinsiyet rolleri bağlamında da değerlendirilmesi önemlidir. Bununla birlikte, son sınıf öğrencilerinin erkek ebelere yönelik daha olumlu tutum sergilemesi, eğitimin önyargıların azaltılmasında etkili olabileceğini düşündürmektedir (Demirezen ve ark., 2022). Ancak bazı çalışmaların (Gönenç ve ark., 2016) sınıf düzeyi arttıkça daha olumsuz tutumlar bildiriyor olması, bu konuda literatürde tutarsızlık bulunduğunu ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Ebelik öğrencilerinin erkek ebeliğe yönelik tutumlarında dikkat çeken bir diğer nokta, mesleki kabul ile kişisel bakım alma tercihi arasındaki farklılaşmadır. Dahil edilen çalışmalarda öğrencilerin bir bölümünün erkeklerin ebelik mesleğinde yer almasını desteklediği, ancak kendi gebeliklerinde, doğum süreçlerinde veya yakın aile üyelerinin bakımında erkek ebeden hizmet alma konusunda daha çekimser davrandığı görülmektedir. Demirezen ve ark. (2022) çalışmasında öğrencilerin yalnızca bir kısmının kendi gebeliklerinde erkek ebeden bakım almayı kabul etmesi, bu durumun önemli bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Benzer şekilde Mete ve ark. (2019) çalışmasında, öğrencilerin erkeklerin meslekte yer almasına yönelik olumlu görüşler bildirmelerine rağmen, erkek ebeden bakım alma ya da erkek bir yakınının ebe olmasını isteme konusunda daha sınırlı kabul gösterdikleri belirtilmiştir. Bu

bulgular, erkek ebeliğe ilişkin tutumların yalnızca mesleki yeterlilik algısıyla değil, mahremiyet, toplumsal onay, kültürel normlar ve kişisel sınır algısıyla da şekillendiğini göstermektedir.

Erkek ebelerin klinik görev ve sorumluluklarına ilişkin bulgular, öğrencilerin mesleki yetkinliği cinsiyetten bağımsız değerlendirme eğiliminde olduğunu; ancak doğum salonu, vajinal muayene, doğum eylemine aktif katılım ve lohusalık bakımı gibi mahremiyetin daha belirgin olduğu alanlarda kabul düzeyinin sınırlanabildiğini göstermektedir. Mete ve ark. (2019) öğrencilerin erkek ebelerin klinik görevleri yerine getirebileceğine yönelik olumlu görüşler bildirdiğini, ancak toplumun erkek ebeleri kabul etmesi ve erkek ebeden bakım alma konusunda çekincelerin sürdüğünü belirtmiştir. Gönenç ve ark. (2016) çalışmasında da öğrencilerin erkek ebelerin mesleğe katılımını belirli ölçüde olumlu değerlendirmelerine rağmen, erkek ebeden bakım alma ve yakın çevresinde erkek ebe bulunmasını isteme konusunda daha sınırlı kabul gösterdikleri bildirilmiştir. Bu durum, erkek ebeliğe yönelik tutumların yalnızca mesleki yeterlilik algısı üzerinden değil, aynı zamanda mahremiyet, kültürel değerler ve sağlık hizmeti alan bireyin tercihleri üzerinden de şekillendiğini göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bu sistematik derleme ebelik öğrencilerinin erkek ebeliğe yönelik tutumlarının çok boyutlu bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Öğrenciler erkek ebelerin mesleğe katılımını mesleki statü, profesyonelleşme ve bakım kalitesinin gelişimi açısından olumlu değerlendirebilmekte; ancak mahremiyet, toplumsal kabul ve kişisel bakım alma tercihi gibi alanlarda daha çekimser tutumlar sergileyebilmektedir. Bu nedenle erkek ebeliğe yönelik tutumların geliştirilmesinde yalnızca yasal düzenlemelerin yeterli olmayacağı; ebelik eğitiminde toplumsal cinsiyet eşitliği, profesyonel kimlik gelişimi, mahremiyet yönetimi ve hasta tercihine saygı gibi konuların bütüncül biçimde ele alınması gerektiği düşünülmektedir.

SONUÇ

Bu sistematik derleme, ebelik öğrencilerinin erkek ebeliğe yönelik tutumlarının tek boyutlu olmadığını; mesleki kabul, mahremiyet algısı, toplumsal cinsiyet rolleri, kültürel normlar ve eğitim süreciyle birlikte şekillendiğini göstermektedir. Dahil edilen çalışmalar genel olarak öğrencilerin erkek ebelerin meslekte yer almasına yönelik belirli düzeyde olumlu görüşler taşıdığını; ancak kişisel bakım alma, doğum sürecinde erkek ebeden hizmet

alma ve toplumun erkek ebeleri kabul etmesi gibi konularda çekincelerin sürdüğünü ortaya koymaktadır.

Elde edilen bulgular, ebelik eğitiminde toplumsal cinsiyet eşitliği temelli içeriklerin güçlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Müfredatta yalnızca teorik düzeyde toplumsal cinsiyet eşitliği konularına yer verilmesi yeterli olmayıp, klinik uygulama alanlarında mahremiyet yönetimi, hasta tercihine saygı, profesyonel rol gelişimi ve erkek ebelik öğrencilerinin/mezunlarının görünürlüğünü artırmaya yönelik vaka analizleri, rol model çalışmaları ve farkındalık etkinlikleri desteklenmelidir. Bu yaklaşım, ebelik öğrencilerinin erkek ebeliğe yönelik tutumlarını daha profesyonel, kapsayıcı ve toplumsal cinsiyet kalıplarından bağımsız biçimde değerlendirmelerine katkı sağlayabilir.

Gelecekte yapılacak araştırmalarda farklı ülkelerden ve kültürel bağlamlardan daha geniş örneklemlemlerle yürütülen çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca erkek ebeliğe yönelik tutumların yalnızca ebelik öğrencileri açısından değil, gebeler, lohusalar, aile üyeleri, sağlık profesyonelleri ve sağlık kurumları bağlamında da incelenmesi önerilmektedir. Nitel, karma yöntemli ve uzunlamasına araştırmalar, erkek ebeliğe ilişkin algıların eğitim süreci boyunca nasıl değiştiğini daha ayrıntılı biçimde ortaya koyabilir.

SINIRLILIKLAR

Bu sistematik derlemenin bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak, literatür taramasının Google Scholar, PubMed ve ScienceDirect veri tabanları ile sınırlı tutulması, farklı veri tabanlarında yer alan bazı çalışmaların kapsam dışında kalmasına neden olmuş olabilir. İkinci olarak, yalnızca Türkçe ve İngilizce dillerinde yayımlanan ve tam metnine erişilebilen araştırma makalelerinin dahil edilmesi, ilgili literatürün tamamına ulaşılmasını sınırlandırmış olabilir. Üçüncü olarak, derlemeye dahil edilen çalışmaların büyük çoğunluğunun Türkiye’de yürütülmüş olması, bulguların farklı kültürel ve sağlık sistemi bağlamlarına genellenebilirliğini sınırlamaktadır. Ayrıca dahil edilen çalışmaların çoğunun kesitsel ve tanımlayıcı desende olması, erkek ebeliğe yönelik tutumların nedenleri ve zaman içindeki değişimi hakkında nedensel çıkarım yapılmasını güçleştirmektedir. Çalışmaların desen, örneklem ve ölçüm araçları bakımından heterojen özellik göstermesi nedeniyle meta-analiz yapılamamış; bulgular anlatı sentezi yöntemiyle değerlendirilmiştir. Bu nedenle sonuçlar, dahil edilen çalışmaların yöntemsel özellikleri ve kapsamı dikkate alınarak yorumlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- Abdel El-Halem, G. E., El Hawashy, Z. I., Gamal El-Dein, A. A., & Taha, E. E. (2011). Undergraduate male nursing students' perception about the image of the nursing profession. *Journal of American Science*, 7(3), 614–623.
- Akalın, B. Ö. (1933). Ebelik ve bizde nasıldı ve ne haldedir? In M. Osman (Ed.), *Sıhhat Almanacağı* (pp. 289–296). İstanbul.
- Bahadır Yılmaz, E., & Ekin, H. (2020). Ebelik öğrencilerinin erkek ebelerle ilişkin görüşleri ve toplumsal cinsiyet rol tutumları arasındaki ilişki. *JAREN*, 6(1), 117–124.
- Demirezen, E., Bilgiç, F. Ş., & Akduman, N. G. (2022). Ebelik öğrencilerinin erkek ebeye ilişkin görüşlerinin incelenmesi. *Fenerbahçe University Journal of Health Sciences*, 2(3), 559–567.
- Gönenç, İ. M., Sezer, N. Y., İlhan, S. E., & Karataş, D. Ö. (2016). Ebelik öğrencilerinin erkeklerin mesleğe katılması konusundaki görüşleri. *Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences*, 1(2), 79–87.
- Gönül, E., & Akyıldız, D. (2024). Determination of the relationship between midwifery students' views on being male in the profession and gender perceptions: A cross-sectional study. *Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences*, 9(2). doi: 10.5336/healthisci.2023-10059
- İçel, S. (2025). Toplumsal cinsiyet eşitliği bağlamında ebelik öğrencilerinin tutumu: Nitel bir çalışma. *Anatolian Journal of Health Research*, 6(1), 42–48. <https://doi.org/10.61534/anatoljhr.1539062>
- İçke, S., & Balçık Çolak, M. (2021). Ebelik öğrencilerinin, lohusaların ve refakatçilerin erkek ebe ile ilgili görüşleri. *Gevher Nesibe Journal of Medical & Health Sciences*, 6(12), 10–18. <http://dx.doi.org/10.46648/gnj.194>
- Madlala, S.T., Ngxongo, T.S. & Sibiyi, M.N., 2021, Perceptions of student accoucheurs regarding gender inequality in midwifery training at Free State maternal healthcare institutions', *Curationis* 44(1), a1988. <https://doi.org/10.4102/curationis.v44i1.1988>
- Mete, A., Reyhan, F. A., Çelik, N., & Sayiner, F. D. (2019). Ebelikte erkekler: Ebelik öğrencilerinin görüşleri. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 6(2), 266–274. DOI: [10.17681/hsp.447291](https://doi.org/10.17681/hsp.447291)
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Resmî Gazete. (2007, 2 Şubat). Hemşirelik Kanununda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun (Sayı:26422).
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2024). *Sağlık istatistikleri yılı 2024*. Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü.
- Türkmen, H., Akın, B., & Yalnız Dilen, H. (Eds.). (2023). *Ebelikte meslek tarihi ve deontoloji*. Nobel Akademik Yayıncılık.

TATLI SU KAYNAĞI OLARAK IŞIKLI GÖLÜ: EKOLOJİK DEĞİŞİM VE ÖNEMİ

Fatma TOSLAK

Su Ürünleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü – Eğirdir/Isparta
ORCID ID: 0009-0004-3877-3380 fatma.toslak@tarimorman.gov.tr

Z. Arzu BECER ÖCAL

Akdeniz Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Temel Bilimleri Bölümü, Antalya
ORCID ID: 0000-0002-2793-4503 abecer@akdeniz.edu.tr

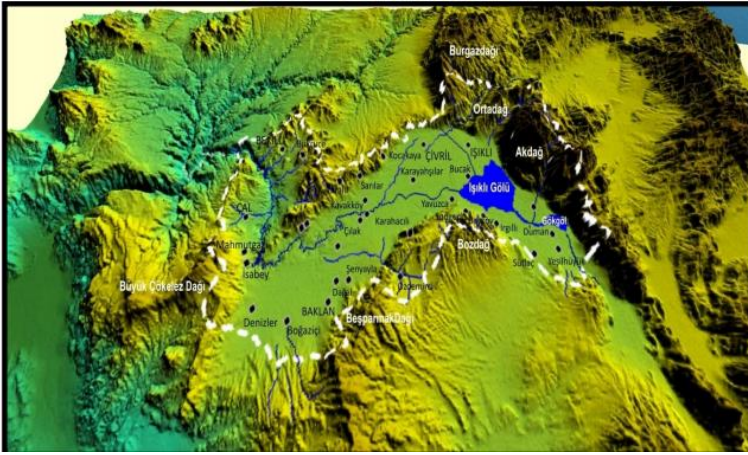
1. Giriş

Sulak alanlar bulundukları durumu itibariyle ekolojik süreçlerin sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahip, kompleks ve dinamik bir ekosistemdirler. Çevresinde yaşayan insan topluluklarına çok yönlü ekosistem hizmetleri sunmakta olup, biyofiziksel ve sosyo-ekonomik açıdan işlevler üstlenmektedir. Genellikle bataklık ve sazlık alanlardan oluşan bu ekosistemler, kendilerine özgü yapıları, ekolojik işlevleri ve zengin canlı çeşitliliği ile öne çıkmaktadır. Su rejiminin düzenlenmesi, besin döngülerinin sürdürülmesi ve habitat çeşitliliğinin korunması gibi temel süreçlerde belirleyici rol oynamaktadırlar (Elmacı ve diğ., 2010; Katip ve Karaer, 2011; Lai ve diğ., 2012). Ayrıca çok sayıda bitki ve hayvan türüne yaşam ve üreme ortamı sağlayarak ekolojik açıdan katkı sağlarlar. Kuşlar için göç sırasında dinlenme ve korunma alanı, balıklar için ise yumurtlama ve barınma ortamı sunan bu ekosistemler, birçok memeli ve nesli tehlike altındaki türlere de ev sahipliği yapmaktadır (Koohafkan, 2005).

Bu özellikleri nedeniyle sulak alanlar, 1970’li yıllardan itibaren uluslararası düzeyde koruma çalışmalarının odağı haline gelmiş ve çeşitli sözleşmeler kapsamında koruma altına alınmıştır (Fletcher vd., 2011). Ramsar Sözleşmesi kapsamında uluslararası öneme sahip sulak alanlar iki kategori altında ele alınmaktadır. İlk kategori, nadir veya eşsiz türleri barındıran alanlar; ikinci kategori ise biyolojik çeşitliliğin korunmasında önemli rol oynayan sulak alanları kapsamaktadır (Anonim, 2004). Bu sınıflandırmaya göre Işıklı Gölü, yüksek ekolojik değere sahip sulak alanlar arasında yer almakta ve ulusal ölçekte önemli bir doğal ekosistem olarak değerlendirilmektedir (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2014a). Çalışmamızda göl ekosisteminin geçmişten günümüze ekolojik değişimi ele alınarak, sulak alan ekosistemleri içerisindeki önemi bu kapsamda değerlendirilecektir.

2. Işıklı Gölü'nün Tarihsel Süreçte Fiziksel ve Hidrolojik Değişimi

Işıklı Gölü havzası, belirgin topoğrafik sınırlarla çevrelenmiş karmaşık bir jeomorfolojik yapı sergilemektedir. Havzanın kuzeyinde Ortadağ (1687 m), Burgaz Dağı (1930 m) ve Çivril Ovası yer alırken, güney kesimi Bozdağ (2421 m) ile sınırlandırılmaktadır. Güneybatı kesimde Beşparmak Dağları (1646 m) ve Baklan Ovası, güneydoğuda Irgılı Ovası, batıda ise Büyük Çökelez Dağı (1841 m) havza morfolojisini şekillendiren temel birimler arasında yer almaktadır. Bu topoğrafik çerçeve, havzanın drenaj özellikleri ve morfodinamik süreçleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. (Şekil.1).



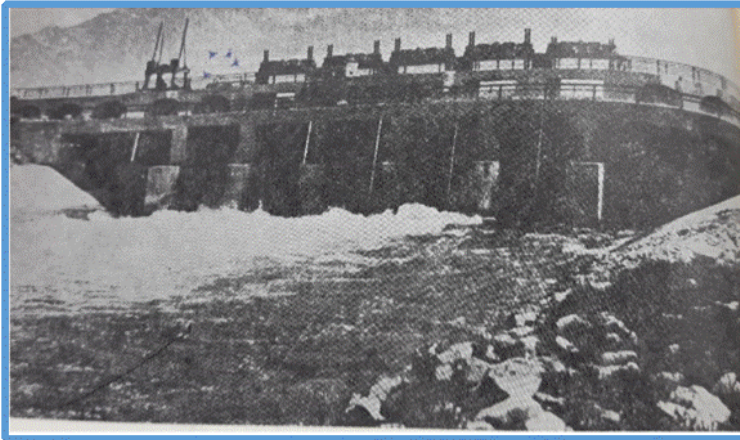
Şekil 1. Işıklı Gölü Havzası ve yakın çevresi (Kaynak: Özdemir & Tatar, 2016)

Işıklı Baraj Gölü, hidrografik açıdan Büyük Menderes Nehir Havzası'nın önemli beslenme alanları içerisinde yer almakta olup; Kûfi Çayı, Işıklı Pınarı, Akçay Deresi, Gökgöl ve yeraltı su kaynakları tarafından beslenmektedir (Uray vd., 2019). Tarihsel kayıtlara göre ise, 1332 tarihli Osmanlı haritasında Göl; Gökgöl, Büyük Menderes Nehri ve Kûfi Çayı tarafından beslenen, zaman zaman bataklık özellikleri sergileyen doğal bir hidrolojik sistem niteliğindedir.

Bölgenin yerleşim tarihi ve hidrolojik özellikleri de bu yapıyı destekler niteliktedir. Nitekim "Çivril" kelimesinin etimolojik olarak "bol sulu geçit" anlamına gelmesi, alanın su varlığı açısından zenginliğine işaret etmektedir. Havza içerisinde öne çıkan akarsu unsuru, Kûfi Çayı'dır ve bu akarsu Büyük Menderes Nehri drenaj sisteminin temel bileşenlerinden birini oluşturmaktadır. Yağmur ve kar suları ile beslenen Kûfi Çayı'nın aylık ve yıllık ortalama akım değerleri oldukça düzensiz bir rejim sergilemektedir. Bu düzensizlikler, akarsuyun hidrolik karakterini belirgin hale getirirken, aynı zamanda

Işıkli Gölü'ne önemli miktarda evsel atık ve alüvyon taşınmasına neden olmaktadır. Taşınan bu materyaller sedimantasyon hızını artırarak gölün zamanla dolmasına neden olmaktadır. Buna ek olarak, gölün düşük derinlikli morfolojik yapısı bu sürecin etkisini daha da artırmaktadır (İsmael, 2009). Bu durum, Kûfi Çayı'nın akım rejimini doğrudan etkilemekte olup, söz konusu akarsuyun hidrolik karakterinin Büyük Menderes Nehri ve Dinar-suyu'ndan farklılaşmasına neden olmaktadır.

Zaman içerisinde gölün yer yer bataklık alanlarla kaplı olması ve gölü besleyen su kaynaklarının akışındaki düzensizlikler, önemli ekolojik ve ekonomik potansiyele sahip Işıkli Gölü'nden yeterli düzeyde yararlanılmasını engellemiştir. Yıllık yağış miktarının 409,56 mm, buna karşılık buharlaşmanın 472,44 mm düzeyinde olması, alanın yarı kurak bir iklim özelliği göstermesine sebep olmuştur. İklim ve yapısal özelliklerdeki değişimler nedeniyle, Işıkli Gölü'nün doğal yapısından farklı olarak bir baraj gölü gibi işletilmesi zorunlu hâle gelmiştir (Aksever & Eroğlu, 2016). 1941 yılının Nisan ayında Çivril'de yaklaşık bir gün boyunca devam eden yoğun yağışlar, ciddi bir sel felaketine yol açmış ve yerleşim alanı üç taraftan sular altında kalmıştır (Karabulut ve Yıldırım, 2022). Bölgede meydana gelen yoğun yağışların Kûfi Çayı'na taşınması sonucu oluşan taşkın riskleri de baraj ihtiyacını artıran önemli bir etken olmuştur. Bu bağlamda, sulama ve enerji üretimi amaçlı bir baraj inşasına yönelik hidrolojik planlama çalışmaları Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından başlatılmıştır (Şekil 2).



Şekil 2. Çivril Işıkli Gölü Barajı ilk hali (Kaynak: Karabulut ve Yıldırım, 2022)

Kûfi Çayı Vadisi, yalnızca hidrolojik özellikleriyle değil, aynı zamanda tarihsel süreç içerisindeki işleviyle de dikkat çekmektedir (Şekil 3). Söz konusu vadi, hem günümüzde hem de geçmiş dönemlerde ulaşım amacıyla

kullanılmış; stratejik konumu nedeniyle de önemli bir geçiş alanı olarak öne çıkmaktadır. Çivril ile Sandıklı arasındaki en elverişli geçiş hattını oluşturma, bölgenin topoğrafik açıdan ulaşım kolaylığı sağlamasıyla ilişkilidir. 12. yüzyılda gerçekleşen Miryakefolon Savaşı döneminde, Kûfi Çayı Boğazı'nın günümüze kıyasla daha zengin ve yoğun bir doğal bitki örtüsüne sahip olduğu anlaşılmaktadır. Selçuklu ordusunun boğazın dik yamaçlarında gizlenebilmesi, ancak bu yoğun bitki örtüsü ile mümkün olabilmiştir. Ayrıca Bizans tarihçisi Niketas'a ait "ağaçlar arasını maktul düşenler doldu" şeklindeki ifadesi, söz konusu dönemlerde bölgenin belirgin ve geniş bir orman örtüsüne sahip olduğunu göstermektedir. Selçuklu Hükümdarı II. Kılıç Arslan ile Bizans İmparatoru Manuel Komnenos arasında 1176 yılının 17 Eylül'ünde meydana gelen Miryakefolon Savaşı'nın, tarihsel kayıtlarında coğrafi betimlemeler dikkate alındığında, Kûfi Çayı Boğazı'nda meydana geldiği kabul edilmektedir (Ceylan & Eskikurt, 2001).

Bu kapsamda, Kûfi Çayı Boğazı ve yakın çevresi; sahip olduğu özgün topoğrafik yapı, biyofiziksel özellikler ve tarihsel değerler dikkate alındığında, koruma statüsünün güçlendirilmesini gerektiren bir alan niteliğindedir. Bu doğrultuda bölgenin milli park olarak ilan edilmesi hem doğal hem de kültürel mirasın sürdürülebilirliği açısından önemli bir adım olacaktır. Ayrıca, yörede bulunan tarihî eserlerin korunması ve gelecek nesillere aktarılması amacıyla Çivril'de kurulacak bir müzede sergilenmesi uygun bir yaklaşım olacaktır.



Şekil 3. Kûfi Çayı Boğazı Görünümü (Kaynak: Ceylan ve Eskikurt, 2001)

3. Geçmişten Günümüze Ekolojik Durumu ve Su Kalitesi

Işıklı Baraj Gölü, su ekosistemi bakımından göl ve akarsu sistemleri ile sazlık ve bataklık alanları içeren karmaşık bir yapıya sahiptir. Bu çok bileşenli yapı içinde yer alan göl, tatlı su gölü özelliği göstermektedir (Ismael, 2009). Göl çanağı, oluşum bakımından tektonik kökenli olup bölgedeki aylanma süreçleriyle şekillenmiştir (Ceylan & Eskikurt, 2001). Baraj tamamlanmasıyla birlikte göl en fazla 7 metre derinliğe ulaşmıştır. Kış mevsiminde doluluk seviyesine ulaşan baraj, haziran ayından itibaren başlayan sulama faaliyetleri ve özellikle pamuk üretimine bağlı su kullanımı nedeniyle su seviyesinde düşüşe neden olmakta; bu durum ise bataklık alanların oluşumunu beraberinde getirmektedir. (Yarar & Gernant, 1997). Işıklı Gölü gibi sığ göllerde havanın ısınmasıyla birlikte yüzey su kütesinin dalga etkisiyle alt su katmanındaki daha soğuk suyla karışmaktadır. Ayrıca gölü besleyen ve boşaltan su kaynaklarının yoğunluğu, göl içerisindeki su kütlelerinin karışmasına neden olan diğer bir faktördür. 1950'li yıllarda çevre bilincinin düşük düzeyde olması ve tarımsal sulamada geleneksel (vahşi) sulama yöntemlerinin yaygın biçimde uygulanması, Işıklı Gölü Barajı'nda su kaynaklarının yetersiz kalmasına neden olmuştur. Yapılan düzenlemelerle kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Barajın inşasından sonra Işıklı Gölü'nün bitki florasında da değişimler gözlenmiş, özellikle nilüferlerin yetismeye başladığı belirlenmiştir. Sulama ve taşkınlardan korunmak amacıyla oluşturulan baraj sistemi, zaman içinde yaz aylarında nilüfer türlerinin görüldüğü bir habitat halini almıştır. Bu durum doğaseverlerin ilgisini çekmiş ve iç turizmin canlanmasına katkı sağlamaktadır.

Işıklı Gölü ve onu besleyen su kaynaklarının jeojenik ve antropojenik etkiler altında farklı kimyasal özellikler sergilediği, yüzey ve yeraltı sularının ise birbiriyle etkileşim halinde olduğu tespit edilmiştir. Suların Ca, Mg, Cl ve HCO₃ iyonları bakımından ağırlıklı olarak bulunduğu belirlenmiştir. Örneklerin büyük bir kısmı sulama açısından uygun olup, tarımsal faaliyetler ve azot kirliliğinden önemli ölçüde etkilenmemiştir. Ancak Işıklı Kaynağı ve Kufi Çayı'nda volkanik kökenli arsenik artışı (> 10 ppb) nedeniyle içme suyu açısından risk bulunduğu ortaya konmuştur (Aksever & Büyükşahin, 2015). Öte yandan, göldeki su sıcaklığı kış döneminde 4–8 °C, yaz döneminde ise 25–30 °C seviyelerinde değişim göstermektedir. Su rengi açık mavi ile koyu kahverengi tonlar arasında değişmekte olup, yaz dönemlerinde artan organik madde miktarı ve biyolojik üretkenliğe bağlı olarak genellikle yeşil görünüm kazanmıştır (Şekil 4) (Ismael, 2009).



Şekil 4. Işıklı Gölünün Mevsimlere Görünümü (Kaynak: Tunç, 2025)

Işıklı Gölü Barajı faunası açısından en sürdürülebilir ekonomik faaliyet balıkçılıktır. Bölgede balıkçılık sektöründe faaliyet gösteren yüzün üzerinde aktif balıkçı ve üç balıkçı kooperatifi yer almakta olup, bu durum pek çok ailenin geçim kaynağı olmasının yanı sıra baraj çevresinde işletilen restoranların oluşmasına da katkı sağlamaktadır (T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, 2018). 1980 yılı itibarıyla kerevit (*Astacus leptodactylus*) üretimine başlanmış olup, aynı yıl yaklaşık 1010 tonluk üretim gerçekleşmiştir. 1985 sonrasında ise kerevitlerde görülen veba hastalığı sebebiyle üretimde belirgin bir düşüş yaşanmış; 1986–1997 yılları arasında ise üretim tamamen durmuştur. 1998 yılından itibaren yeniden başlatılan üretim faaliyetleri, sürdürülebilirlik ve verimlilik açısından sınırlı düzeyde kalmıştır. Ayrıca Gölde bulunan yaklaşık 152 kuş türünün üreme dönemleri gözetilerek, sportif kuş avcılığı faaliyetleri ilgili kamu kurumu denetiminde yürütülmektedir (Şekil 5) (Çivril Belediyesi, 2015).



Şekil 5. Işıklı Gölü Kuşları (Kaynak: Turan, 1990)

4. Antropojenik Baskılar ve Zamansal Ekolojik Değişim

Sucul ekosistemler içerisinde yer alan göller, akarsulara kıyasla daha durgun hidrodinamik özelliklere sahip olmaları nedeniyle antropojenik etkilerden daha fazla etkilenmektedir. Bu bağlamda Işıklı Gölü, 1930'lu yıllardan itibaren yoğun tarımsal faaliyetlerin etkisi altında kalmış; insan kaynaklı baskılar gölün morfometrik özelliklerinde, hidrolojik dengesinde ve ekolojik yapısında belirgin değişimlere yol açmıştır. Karstik oluşumlu olan göl, büyük ölçüde yer altı suları ve çevresindeki kaynaklar tarafından beslenmekte olup, bu durum gölü çevresel değişimlere karşı daha hassas hale getirmektedir. Geçmişte binlerce hektarlık bataklık alanlarla çevrili olan gölün çevresinde, 1960'lı yıllarda yaklaşık 2000 hektarlık sulak alan kurutularak tarım alanına dönüştürülmüştür (Ekiz, 2008). 1985–2010 yılları arasında arazi kullanımında önemli değişimler gözlenmiş; sulamalı tarım alanları artarken kuru tarım alanları azalmıştır. Sulak alanların ziraata açılması, yanlış su kullanımı ve yoğun gübre ile pestisit uygulamaları göl ekosistemini olumsuz yönde etkilemiştir. Sulu tarım faaliyetlerindeki bu genişleme, gölü besleyen su kaynakları üzerinde baskı oluşturarak bazı kaynakların debisinin azalmasına, bazılarının ise tamamen kurummasına neden olmuştur. Buna ek olarak, Gölü besleyen suyun yaklaşık %80'inin Dinar bölgesinden gelmesi, beraberinde sanayi ve evsel kirlilik yükünün de taşınmasına neden olmaktadır (Çivril Belediyesi, 2015).

Öte yandan, yağış yetersizliği ve yüksek buharlaşma gibi iklimsel faktörler de gölün hidrolojik dengesini bozarak su bütçesinde açık oluşmasına yol

açmaktadır. Bu durum, mevsimsel ve yıllık ölçekte su seviyesinde düşüşlere, derinlik ve depolanan su hacminde azalmaya neden olmakta; bu da ekosistem üzerinde doğrudan biyolojik etkiler yaratmaktadır. Nitekim sığlaşan alanlarda sucul bitki örtüsü artmakta, buna bağlı olarak balıklar ve bentik organizmaların dağılımı ile popülasyon dinamikleri değişmektedir. Bunun yanı sıra, gölde yapılan bilinçsiz avcılık faaliyetleri de fauna üzerinde baskı oluşturmaktadır.

Sonuç olarak, Işıklı Gölü'nde gözlenen zamansal ekolojik değişimler; yoğun antropojenik baskılar ile hidrolojik ve morfometrik değişimlerin etkileşimi sonucunda ortaya çıkmakta ve göl ekosisteminin yapısal ve fonksiyonel özelliklerini doğrudan etkilemektedir.

5. Biyolojik Göstergeler (Balıklar) ile Değişimin Değerlendirilmesi

Sucul ekosistemlerde yaşayan balık türleri, ekosistemin fiziksel ve kimyasal özelliklerindeki değişimlere karşı duyarlılıkları nedeniyle önemli biyolojik göstergeler olarak kabul edilmektedir. Bu kapsamda, balık topluluklarının kendi aralarındaki ilişkilerinin ve çevresel faktörlerle etkileşimlerinin incelenmesi, hem ekosistemden sürdürülebilir yararlanma sınırlarının belirlenmesi hem de sucul ekosistemin biyolojik verimliliğinin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır (Kırgız, 1984). Işıklı Gölü'nün balık faunasına ilişkin araştırmalarda yapılan çalışmalarda, *L. Cephalus* ile birlikte *Cyprinidae* familyasından *Cyprinus carpio*, *Carassius gibelio*, *Chondrostoma meandrense*, *Tinca tinca*, *Barbus capito pectoralis*, *Barbus plebejus escherichi*, *Hemigrammocapoeta kemali*, *Gobio gobio* ve *Pseudophoxinus meandricus*; *Esocidae* familyasından *Esox lucius*; *Cobitidae* familyasından *Cobitis taenia* ve *Orthrias angorae*; *Poeciliidae* familyasından *Gambusia affinis*; ve *Cyprinodontidae* familyasından *Aphanius anatoliae* olmak üzere toplam 15 balık türü tespit edilmiştir (Kuru vd. , 2001). Bu türlerin kompozisyonu, bolluğu ve dağılımı, su kalitesindeki değişimlerin izlenmesi, gölün trofik durumunun belirlenmesi ve ekolojik kalite sınıflandırmasının yapılmasında önemli biyolojik göstergeler sunmaktadır. Özellikle kirliliğe toleranslı ve hassas türlerin varlığı veya yokluğu, ekosistemde meydana gelen değişimlerin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Günümüzde su ürünleri avcılığı göl çevresinde kurulmuş üç su ürünleri kooperatifi tarafından yürütülmekte olup, yılda belirlenen avlanabilir stoktan başta Sazan (*Cyprinus carpio*), Kadife (*Tinca tinca*), Turna (*Esox lucius*) ve Gümüşü havuz balığı (*Carassius gibelio*) olmak üzere çeşitli türler avlanmaktadır. İstilacı türlerin Işıklı ve Gökgöl göllerine ulaşmasından önce, göl ekosisteminin doğal balık faunası içerisinde yer alan turna (*Esox lucius*) ve

sazan (*Cyprinus carpio*) dengeli popülasyon yapıları sergilemekteydi. Bu türler, yerel toplum için besin kaynağı olmanın yanı sıra bölge ekonomisine katkı sağlayan önemli su ürünleri arasında yer almaktaydı. Ancak Türkiye'deki birçok iç su ekosisteminde olduğu gibi, istilacı bir tür olan İsrail sazanının (*Carassius gibelio*) bu göl sistemlerine yayılması, yerli balık türleri ile birlikte ekosistemin genel yapısı üzerinde de olumsuz etkiler meydana getirmiştir. Bununla birlikte, balık avcılığının türler üzerinde oluşturduğu aşırı baskı, göldeki ticari balık popülasyonlarının azalmasına ve biyoçeşitliliğin zarar görmesine neden olmaktadır. Bu durum, balık toplulukları üzerindeki insan kaynaklı baskıların ve ekosistemdeki biyolojik değişimlerin izlenmesinde kritik bir gösterge olup, ekosistemin sürdürülebilir yönetimi açısından temel bir referans niteliği taşımaktadır.

6. Işıklı Gölü'nde Hidrolojik Değişimlerin Ekosistem Üzerindeki Etkileri

Işıklı Gölü ve çevresi, farklı habitat tiplerini bir arada barındıran önemli bir sulak alan ekosistemidir. Yüksek su seviyesine bağlı olarak gelişen bataklık bitki örtüsü, daha çok Küfi Çayı'nın alüvyon biriktirdiği kuzeydoğu kesiminde sınırlı bir yayılım göstermektedir (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2014b).

Gölün alanının orta kesimlerinde saz adacıkları yer alırken, kuzeydoğu bölümünde bataklık karakterli alanlar bulunmaktadır. (Saraçoğlu, 1990). Doğu ve batı kıyıları kavaklıklar ve tarım alanları ile karakterize edilirken, güney bölümünde hububat üretimine ayrılmış geniş tarım alanları yer almaktadır. Bataklık karakterli vejetasyon, özellikle Gökgöl ve yakın çevresinde yayılım göstermektedir (T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, 2014b). Bu habitat çeşitliliği, gölün biyolojik çeşitliliğini desteklemesinin yanı sıra rekreasyonel değerini de artırmaktadır. Işıklı Gölü'nden sulama amacıyla yoğun su çekimi yapılması, göl su seviyesinde önemli düşüşlere neden olmaktadır. Su seviyesindeki azalma, sucul bitkilerin yayılımını teşvik ederek göl yüzeyinin geniş alanlarını kaplamasına yol açmaktadır. Nitekim yaz döneminde göl yüzeyinin yaklaşık %60–70'inin su içi bitkilerle kaplandığı bildirilmektedir (Kavakoğlu, 2007).

Oluşan yoğun makrofit örtüsü ve su seviyesindeki düşüş, balıkçılık faaliyetlerini güçleştirmekte ve ticari balıkçılığın verimliliğini azaltmaktadır. Bu durum, gölün ekonomik değerini olumsuz yönde etkileyen önemli faktörlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Sonuç olarak, Işıklı Gölü ekosistemi, sulama faaliyetlerine bağlı hidrolojik değişimler ve antropojenik baskılar nedeniyle sürekli bir dönüşüm süreci içerisinde. Bu değişimler, sucul bitki

örtüsünün yapısını ve dağılışını etkilerken, aynı zamanda gölün ekolojik işlevleri ile ekonomik kullanım potansiyeli üzerinde de belirleyici rol oynamaktadır.

7. Sonuç ve Gelecek Perspektifleri

Işıklı ve Gököl göllerinde su bütçesi, arazi kullanım değişimleri ve yoğun tarımsal faaliyetler nedeniyle ciddi bir bozulma süreci yaşanmaktadır. Özellikle sulu tarımın artması, vahşi sulama yöntemleri ve kontrolsüz yeraltı suyu kullanımı göl seviyelerinde düşüşe yol açmıştır. Buna ek olarak, evsel ve tarımsal kaynaklı kirlilik girdileri göllerde besin tuzu birikimini artırmış, su kalitesini olumsuz etkilemiştir. Sonuç olarak göllerin ekolojik yapısı hızla değişmekte ve doğal sulak alan karakteri zayıflamaktadır. Göllerde artan besin tuzları (özellikle azot ve fosfor bileşikleri) sucul ötrofikasyonu tetikleyerek makrofitlerin aşırı çoğalmasına neden olmuştur. Bu durum, su kolonunda oksijen dengesini bozmuş; yüzey ve dip tabakalar arasında çözünmüş oksijen açısından belirgin farklılıklar oluşmuştur. Organik madde yükünün artması, su kalitesinin düşmesine ve biyolojik çeşitliliğin azalmasına yol açmaktadır. Ayrıca istilacı türlerin popülasyon artışı yerli türler üzerinde baskı oluşturarak ekosistem dengesini tehdit etmektedir. Sürecin devam etmesi halinde göllerin sulak alan özelliğini kaybederek karasal ekosistemlere dönüşme riski bulunmaktadır.

Göl havzalarında sürdürülebilir bir yönetim için öncelikle evsel ve tarımsal atıkların kontrol altına alınması ve gerekli arıtma altyapısının kurulması gerekmektedir. Tarımsal faaliyetlerde gübre ve pestisit kullanımının azaltılması, çiftçilerin çevre bilinci konusunda eğitilmesi önemlidir. Vahşi sulama yerine damla ve yağmurlama gibi modern sulama tekniklerinin teşvik edilmesi, su kaynaklarının verimli kullanımını sağlayacaktır. İzinsiz açılan sondaj kuyularının denetlenmesi ve su çekiminin kontrol altına alınması gerekmektedir. Ayrıca kamu kurumları, yerel yönetimler, STK'lar ve bilimsel kuruluşların birlikte hareket ederek bütüncül bir havza yönetim planı oluşturması, göllerin ekolojik dengesinin yeniden sağlanması açısından kritik öneme sahiptir.

8. KAYNAKÇA

- Aksever, F., & Büyükşahin, S. (2015). Işıklı Gölü'nü (Çivril/Denizli) besleyen su kaynaklarının hidrojeokimyasal özellikleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(2), 55–64.
- Anonim. (2004). *Su kirliliği kontrolü yönetmeliği*. T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Resmî Gazete (Sayı: 25687, 31 Aralık 2004).

- Anonim Kavakoğlu U., Işıklı (Denizli) Koruma Amaçlı İmar Planı Araştırma Raporu, İller Bankası 3. Bölge Müdürlüğü İmar Planlama Şubesi. Denizli. 2007
- Ceylan, M. A., & Eskikurt, A. (2001). Kûfi Çayı Boğazı'nın doğal ve tarihi coğrafyası (Çivril/Denizli). *Marmara Coğrafya Dergisi*, 1 (3), 123–152.
- Çivril (2022). <https://www.cevak.org.tr/tarih.aspx> (Erişim Tarihi: 13.03.2022).
- Çivril Belediyesi. (2015). *Işıklı ve Gökgöl sulak alanlarının kurtarılması ve sürdürülebilir yönetimi için fizibilite raporu oluşturulması projesi* (Referans No: TR32/15/DFD/0013)
- Elmacı, A., Topaç, F. O., Teksoy, A., Özengin, N., & Başkaya, H. S. (2010). Uluabat Gölü fizikokimyasal özelliklerinin yönetmelikler çerçevesinde değerlendirilmesi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering and Architecture*, 15(1), 149–157.
- Ekiz, A. N. (2008). *Güneybatı Anadolu'da yayılış gösteren sucul yaprak böceklerinin (Coleoptera: Chrysomelidae) taksonomisi, sistematiği ve ekolojisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Isparta, s. 78
- Fletcher, S., Kawabe, M., & Rewhorn, S. (2011). Wetland conservation and sustainable coastal governance in Japan and England. *Marine Pollution Bulletin*, 62(5), 956–962.
- Ismael, M. T. (2009). *Işıklı Göl (Çivril, Denizli) tortullarının sedimantolojik incelenmesi*. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Karabulut, U., & Yıldırım, Y. (2022). Çevre Tarihi Perspektifinden Suyun Kontrolü: Işıklı Gölü Barajı. *Belgi Dergisi*, (24), 267-283
- Katip, A., & Karaer, F. (2011). Uluabat Gölü su kalitesinin Türk mevzuatına ve uluslararası kriterlere göre değerlendirilmesi. *Uludağ University Journal of the Faculty of Engineering and Architecture*, 16(2), 25–34.
- Kırgız, T. (1984). *Seyhan Baraj Gölü bentik hayvansal organizmaları ve dağılımları* (Doktora tezi, Biyoloji Anabilim Dalı). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, Türkiye. 86 s.
- Koohafkan, P. (2005). *Use of agro-ecological zones and resource management domains for sustainable management of African wetlands*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/docrep/003/x6611e03b.htm>.
- Kuru, M., Balık, S., Ustaoglu, M. R., Ünlü, E., Taşkavak, A., Gül, A., Yılmaz, M., Sarı, H. M., Küçük, F., Kutrup, B., & Hamalosmanoğlu, M. (2001). *Türkiye sulak alanlarının Ramsar kriterlerine göre değerlendirilmesi*. T.C. Çevre Bakanlığı.
- Lai, X.J., Huang, Q., ve Jiang, J.H. (2012). Wetland inundation modeling of Dongting Lake using two dimensional hydrodynamic model on unstructured grids. *Procedia Environmental Sciences* 13, 1091 -1098.
- Saraçoğlu, H. (1990). *Bitki örtüsü, akarsular ve göller*. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2014a). *İstatistik verileri* [Excel veri dosyası]. <https://www.milliparklar.gov.tr/istatistik/51.xls>
- T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. (2014b). *Işıklı (Çivril) Gölü (Denizli)*. <http://www.turkiye-sulakalanlari.com/isikli-civril-golu-denizli>
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2018). *Gökgöl ve Işıklı Gölü sulak alan revize yönetim planı projesi hidrobiyolojik değerlendirme raporu*. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
- Özdemir, M. A., & Tatar (Dönmez), S. (2016). CBS tabanlı RUSLE yöntemiyle Işıklı Gölü havzasının erozyon risk analizi. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 8(1), 1–21.
- Timur, G., Timur, M., & Diler, Ö. (2010). Türkiye'de kerevit vebası hastalığının etkisi. *SDÜ Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 6(2), 32
- Tunç, M. (2025). *Işıklı (Çivril) ve Gökgöl Sulak Alanı (Denizli)'nın makrofüt florası, ekolojik kalite, ağır metal riskleri ve fitoremediasyon potansiyelinin değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı. 502 s.

- Uray, G., Yaşlıoğlu, A., Eryıldırım, M., Yıldızhan, M., Durmaz, Z., & Koçbay, G. (2019). *Büyük Menderes Havzası taşkın planı raporu*. Tarım ve Orman Bakanlığı. Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Ankara, 584 ss .
- Yarar, M., & Magnin, G. (1997). Important bird areas of Turkey. *Doğal Hayatı Koruma Derneği*, 313s.

TÜRKİYE’DE EĞİTİM GÖREN ULUSLARARASI ÖĞRENCİLERİN SAĞLIK HİZMETLERİNE ERİŞİMDE KARŞILAŞTIĞI ZORLUKLAR

Doç. Dr. Nurten VİCDAN

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İç Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı

Azada ALLAMBERGENOVA

Yüksek Lisans Öğrencisi

Giriş

Yirmi birinci yüzyılda yükseköğretim, sınır ötesi hareketliliğin arttığı, küresel ölçekte etkileşim ve bilgi paylaşımının güç kazandığı bir alan hâline gelmiştir. Bu dönüşümle birlikte uluslararası öğrenci hareketliliği de önemli ölçüde artmış, ülkeler yükseköğretimde uluslararasılaşmayı stratejik bir hedef olarak benimsemeye başlamıştır (UNESCO Institute for Statistics, 2024). Türkiye de son yıllarda yükseköğretimde uluslararasılaşma politikaları doğrultusunda önemli bir gelişim göstermiş; Yükseköğretim Kurulu tarafından yürütülen stratejik planlar ve uygulamalar sonucunda uluslararası öğrenciler için bölgesel bir çekim merkezi hâline gelmiştir (Yükseköğretim Kurulu [YÖK], 2024). Nitekim 2024 yılı itibarıyla Türkiye’de yükseköğretime devam eden uluslararası öğrenci sayısının 336 binin üzerine çıktığı bildirilmektedir (YÖK, 2024). Bu öğrenciler, yalnızca akademik yaşamın bir parçası değil, aynı zamanda ülkeler arası kültürel etkileşimi güçlendiren önemli sosyal aktörler olarak da değerlendirilmektedir (Uluslararası Öğrenci Dernekleri Federasyonu [UDEFF], 2023).

Uluslararası öğrencilerin yükseköğretim sürecindeki deneyimleri yalnızca akademik performansla sınırlı değildir. Öğrencilerin yeni bir ülkeye, dile, kültüre ve eğitim sistemine uyum sağlaması; barınma, sosyal entegrasyon, iletişim, ekonomik koşullar ve sağlık gibi birçok boyutu içeren karmaşık bir süreçtir (Andrade, 2006; Chen, 2009; Kısa et al., 2023). Bu süreçte sağlık hizmetlerine erişim, öğrencilerin fiziksel ve ruhsal iyilik hâllerinin korunması, akademik devamlılıklarının desteklenmesi ve yaşam kalitelerinin sürdürülmesi açısından temel bir gereksinimdir. Uluslararası öğrencilerin sağlık hizmetlerinden etkili şekilde yararlanabilmeleri, yalnızca bireysel sağlık sonuçlarını değil, aynı zamanda eğitim süreçlerini ve toplumsal uyumlarını da doğrudan etkilemektedir (Saleem et al., 2019). Türkiye’de 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu kapsamında uluslararası

öğrencilere belirli yasal güvenceler tanınmakla birlikte, uygulamada bu hakların kullanımında çeşitli güçlükler yaşanabildiği bilinmektedir (Türkiye Büyük Millet Meclisi, 2006).

Literatürde, uluslararası öğrencilerin sağlık hizmetlerine erişiminde çeşitli bireysel ve yapısal engellerle karşılaştıkları bildirilmektedir. Bu engeller arasında özellikle dil bariyeri, sağlık sistemine ilişkin bilgi eksikliği, bürokratik işlemlerin karmaşıklığı, ekonomik güçlükler ve sağlık hizmeti sunucularıyla iletişim sorunları öne çıkmaktadır (Yılmaz et al., 2021). Sakarya Üniversitesi örneğinde yürütülen bir çalışmada, uluslararası öğrencilerin önemli bir bölümünün sağlık hizmetlerine ulaşmada zorluk yaşadığı, yeterli tedaviye ulaşmadığı ve sunulan hizmetleri yetersiz bulduğu belirtilmiştir (Yardımcıoğlu et al., 2017). Benzer biçimde, sağlık sigortası okuryazarlığının ve sağlık sistemi hakkındaki bilginin yetersiz olmasının, öğrencilerin sağlık hizmetlerinden yararlanmayı ertelemelerine ya da tamamen kaçınmalarına neden olabildiği gösterilmiştir (Liu et al., 2023).

Sağlık hizmetlerine erişimde yaşanan güçlükler yalnızca sistemsel düzenlemelerle sınırlı olmayıp kültürel ve toplumsal etkenlerle de yakından ilişkilidir. Özellikle göçmen ve yabancı uyruklu bireylerin sağlık kuruluşlarında iletişim sorunu yaşadığı, tercüman desteğine ulaşamadığında tanı ve tedavi sürecinin aksayabildiği bildirilmektedir (Bakacak et al., 2019). Ayrıca sağlık hizmetlerinde eşitsizliklerin toplumsal cinsiyet, sınıf ve etnik köken gibi değişkenlerle iç içe geçtiği, bu nedenle bazı grupların sağlık sisteminden daha dezavantajlı biçimde yararlanabildiği vurgulanmaktadır (Ağartan, 2012). Bu çerçevede uluslararası öğrencilerin sağlık hizmetlerine erişim deneyimlerinin yalnızca hizmet kullanımı açısından değil; dil, kültür, ekonomik koşullar ve kurumsal tutumlar bağlamında bütüncül biçimde ele alınması gerekmektedir.

Türkiye’de eğitim gören uluslararası öğrencilerin sağlık hizmetlerine erişim yaşantıları üzerine çalışmalar bulunmakla birlikte, bu deneyimlerin belirli üniversite bağlamlarında nitel yaklaşımla derinlemesine incelendiği araştırmalar sınırlıdır. Özellikle Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi’nde öğrenim gören uluslararası öğrencilerin sağlık hizmetlerine erişimde yaşadıkları güçlüklerin ortaya konulması, öğrencilerin gereksinimlerinin anlaşılmasına, mevcut sorun alanlarının belirlenmesine ve üniversite ile sağlık kurumları düzeyinde geliştirilebilecek destek mekanizmalarının planlanmasına katkı sağlayacaktır.

Yöntem

Araştırmanın Tipi

Bu araştırma, Türkiye’de öğrenim gören uluslararası öğrencilerin sağlık hizmetlerine erişimde karşılaştıkları zorlukları belirlemek amacıyla nitel araştırma deseninde yürütülmüştür.

Araştırmanın Yeri ve Katılımcılar

Araştırma, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi’nde öğrenim gören uluslararası öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu, araştırmaya katılmayı kabul eden 45 uluslararası öğrenci oluşturmuştur. Katılımcılar amaçlı örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Etik ve mahremiyet açısından katılımcı isimleri raporda kullanılmamış; örnek ifadeler ülke/bölüm bilgisi verilmeden anonim öğrenci ifadesi olarak sunulmuştur.

Veri Toplama Süreci

Araştırma verileri Nisan-Mayıs ayları arasında yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılarak toplanmıştır. Görüşmeler yüz yüze gerçekleştirilmiş, katılımcıların onayı doğrultusunda ses kaydı alınmış ve daha sonra yazılı metne dönüştürülmüştür. Görüşmelerde öğrencilerin sağlık hizmetlerine erişim deneyimleri, karşılaştıkları güçlükler ve çözüm önerileri ele alınmıştır.

Verilerin Analizi

Elde edilen veriler tematik analiz yöntemi ile değerlendirilmiştir. Analiz sürecinde görüşme kayıtları tekrar tekrar okunmuş, anlamlı ifadeler kodlanmış ve benzer kodlar bir araya getirilerek tema ve alt temalar oluşturulmuştur. Bulgular, katılımcı görüşlerinden doğrudan alıntılarla desteklenerek sunulmuştur.

Etik Boyut

Araştırmanın yürütülebilmesi için Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’ndan etik kurul izni alınmıştır. Araştırma, Etik Kurul’un 01.04.2026 tarihli ve 2026/4 sayılı toplantısında görüşülmüş, GO 2026/2954 karar numarası ile etik açıdan uygun bulunmuştur. Araştırmaya katılan öğrencilere çalışma hakkında bilgi verilmiş, gönüllü katılım esas alınmış ve tüm veriler gizlilik ile anonimlik ilkelerine uygun olarak değerlendirilmiştir.

Bulgular

Veriler tematik içerik analizi yaklaşımıyla değerlendirilmiştir. Önce tüm metinler okunmuş, ardından anlamlı ifadeler açık kodlara dönüştürülmüştür. Benzer kodlar alt temalar altında toplanmış, alt temalar ise ana temalara dönüştürülmüştür.

Özellik	Betimsel bulgu
Katılımcı sayısı	45
Cinsiyet	Kadın: 26; Erkek: 19
En sık bildirilen uyruklar	Türkmenistan: 22; Azerbaycan: 5; Özbekistan: 5; Suriye: 4; Afganistan: 3; İran: 2; Tajikistan:1; Somali:1; Endonezya:1; Gürcistan:1
Türkiye’de bulunma süresi	4 yıl ve üstü: 24; 2-3 yıl: 15; 6 ay- 1 yıl: 5; 6 yıl: 1
Türkçe bilme düzeyi	C1: 37; B1: 4; A2: 4
Sağlık güvencesi	Özel sağlık sigortası: 23; Sağlık güvencesi yok: 16; SGK: 6
Türkiye’de sağlık hizmeti alma deneyimi	Evet: 35; Hayır: 10

2. Ana Temalar ve Alt Temalar

Ana tema	Alt tema/kodlar
Tema 1. Finansal güvencesizlik ve sigorta kaynaklı erişim engelleri	Sigortasızlık, özel sigorta maliyeti, muayene/tahlil/görüntüleme ücretleri, sağlık hizmetini erteleme
Tema 2. Randevu, kayıt ve sağlık sistemi işleyişinde karmaşa	MHRS/randevu alma, kayıt işlemleri, sevk ve bölüm yönlendirmesi, acil durumda prosedür engeli
Tema 3. Dil, iletişim ve kültürel uyum güçlükleri	Tıbbi terimleri anlamama, hızlı konuşma ve yerel şive, kendini ifade edememe, tercüman eksikliği
Tema 4. Sağlık personeliyle etkileşimde tutum, ayrımcılık algısı ve güven	Yabancı öğrenciye yönelik mesafeli/sabırsız yaklaşım, ayrımcılık algısı, hastaneye başvurmaktan çekinme
Tema 5. Bilgiye erişim, baş etme stratejileri ve kurumsal çözüm beklentisi	Arkadaş/aile desteği, internet/çeviri/yapay zekâ kullanımı, üniversite sağlık danışmanlığı, oryantasyon, çok dilli materyal ve öğrenci dostu sigorta

Tema 1. Finansal güvencesizlik ve sigorta kaynaklı erişim engelleri

Bu tema verilerde en güçlü biçimde tekrar eden ana sorundur. Sigortasızlık veya özel sağlık sigortasının sınırlı/kapsamsız algılanması; muayene, tahlil, görüntüleme ve ilaç maliyetlerine ilişkin belirsizlikle birleşerek öğren-cilerin sağlık hizmeti alma kararını geciktirmektedir.

Ses kaydı metinlerinde sigortasız muayene ücretlerinin belirsizliği, sağlık giderlerinin yüksekliği ve özel sigorta yaptıranın öğrenci bütçesini zorlaması doğrudan vurgulanmıştır. Katılımcıların vermiş olduğu yanıtlarda da özel sağlık sigortası ve sağlık güvencesi olmayan öğrencilerin maliyet odaklı kaygıları belirgindir.

Örnek katılımcı ifadeleri:

- “Sigorta istiyorlar, ücret çok pahalı; yabancı öğrenci için hiç destek yok.”
- “Memnun kaldım ama ücret konusunda zorlandım.”
- “Sağlık giderlerinin yüksek olması büyük bir engel teşkil etmektedir.”

Tema 2. Randevu, kayıt ve sağlık sistemi işleyişinde karmaşa

Öğrenciler yalnızca hastaneye ulaşmakta değil, hizmete giriş kapısı olan randevu, kayıt, sevk ve bölüm seçimi süreçlerinde de zorlanmaktadır. MHRS, hastaneye doğrudan başvuru, kayıt için gerekli belgeler ve hangi birime başvurulacağı gibi süreçler belirsizleştğinde erişim kesintiye uğramaktadır.

Görüşme metinlerinde randevu sistemi hakkında bilgilendirilmeden hastaneye gitme, işlem yaptıramadan ayrılma, sevk süreçlerinin maliyeti artırması ve acil durumda randevu/prosedür engeli yaşanması dikkat çekmektedir.

Örnek katılımcı ifadeleri:

- “Randevu sistemi daha kolay olmalı.”
- “Hastaneye doğrudan gitmeme rağmen, randevu sistemi hakkında bilgilendirilmedim.”
- “Genel olarak hastanenin yönlendirmesi/iletişim en büyük sorun ve güçlük.”

Tema 3. Dil, iletişim ve kültürel uyum güçlükleri

Türkçe düzeyi yüksek olan öğrencilerde bile iletişim güçlüğü devam etmektedir. Bu durum dil yeterliğinin yalnızca genel konuşma düzeyinde değil; tıbbi terminoloji, hızlı konuşma, yerel şive, bürokratik dil ve hastane içi yönlendirme dili üzerinden değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Öğrenciler kendilerini ifade etme, sağlık personelinin anlama ve yanlış anlaşılma korkusu yaşamaktadır. Bu korku, yanlış tanı veya yanlış bölüme yönlendirilme kaygısıyla birleşmektedir.

Örnek katılımcı ifadeleri:

- “Sağlık çalışanını anlamada güçlük yaşadım.”
- “Tıbbi terimleri ve yerel şiveleri anlamakta zorluk çektim.”
- “Doktorun hızlı konuşması karşısında yanlış anlaşılma korkusu yaşadım.”

Tema 4. Sağlık personeliyle etkileşimde tutum, ayrımcılık algısı ve güven

Verilerde tüm deneyimler olumsuz değildir; bazı öğrenciler doktorların ilgili ve hizmet kalitesinin iyi olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte, yabancı olduğu fark edildiğinde mesafeli, sabırsız veya yargılayıcı yaklaşım algısı öğrencilerin güven duygusunu azaltmaktadır.

Bu tema, öğrencinin yalnızca hizmete erişimini değil, hizmete başvurma isteğini de etkileyen psikososyal bir bariyer olarak görünmektedir. Bazı katılımcılar sorun yaşamamak için şikayet mekanizmalarını kullanmadığını, bazıları ise hastaneye gitmekten çekindiğini ifade etmektedir.

Örnek katılımcı ifadeleri:

- “Yabancı diye konuşmuyor, ilaç yazmıyorlar.”
- “Sağlık çalışanları zaman zaman ayrımcı bir tutum sergiliyorlar.”
- “Yabancı olduğunu fark ettiklerinde daha mesafeli ve bazen sabırsız davrandıklarını gözlemledim.”

Tema 5. Bilgiye erişim, baş etme stratejileri ve kurumsal çözüm beklentisi

Öğrenciler çoğu zaman kurumsal bir sağlık rehberliği yerine arkadaş, aile, danışman hoca, internet, çeviri araçları ve bazen yapay zekâ/mobil uygulamalar üzerinden çözüm aramaktadır. Bu durum dayanışma ağlarının önemini gösterse de sağlık hizmetlerine erişimin kişisel beceri ve sosyal çevreye bağımlı hale geldiğini göstermektedir.

Çözüm önerileri, üniversite bünyesinde sağlık danışmanlığı/koordinasyon ofisi, zorunlu oryantasyon, çok dilli broşür ve tabelalar, hastanelerde yabancı danışma birimleri, tercüman veya akran refakat sistemi, WhatsApp/telefon destek hattı ve öğrenci dostu sigorta paketleri etrafında toplanmaktadır.

Örnek katılımcı ifadeleri:

- “Üniversiteler yabancı uyruklu öğrenciler için bir sistem oluşturabilir.”
- “Yeni gelen öğrencilerin bu sıkıntıları yaşamamaları için bilgilendirme yapılmalı.”

- “Her üniversitede yabancı öğrencilerin sağlık sorunlarını ve hastane süreçlerini yöneten bir danışman olmalıdır.”

Tartışma

Bu çalışmada, Türkiye’de eğitim gören uluslararası öğrencilerin sağlık hizmetlerine erişim sürecinde çok boyutlu güçlükler yaşadığı belirlenmiştir. Bulgular, özellikle finansal güvencesizlik, sigorta süreçlerine ilişkin belirsizlik, randevu ve kayıt işlemlerinde yaşanan karmaşa, dil ve iletişim sorunları ile sağlık personeline yönelik güven ve ayrımcılık algısının öne çıktığını göstermektedir. Bu yönüyle çalışma bulguları, uluslararası öğrencilerin sağlık hizmetlerine erişimde bireysel, yapısal ve kurumsal engellerle karşılaştığını bildiren önceki araştırmalarla paralellik göstermektedir (Liu et al., 2023; Yılmaz et al., 2021).

Araştırmada en belirgin sorun alanlarından biri finansal güvencesizlik ve sigorta kaynaklı erişim engelleridir. Öğrencilerin önemli bir kısmı sağlık güvencesinin olmaması, özel sigorta kapsamının sınırlı algılanması ve sağlık hizmetlerinin maliyetine ilişkin belirsizlik nedeniyle sağlık hizmeti alma davranışını ertelediğini ifade etmiştir. Bu bulgu, sağlık sigortası okuryazarlığının yetersiz olmasının tıbbi bakımın ertelenmesine ya da kaçınılmasına yol açabileceğini gösteren çalışma ile uyumludur (Liu et al., 2023). Benzer şekilde, uluslararası öğrencilerin sosyoekonomik güçlükler nedeniyle temel hizmetlere erişimde sorun yaşadığını bildiren araştırmalar da bu sonucu desteklemektedir (Yardımcıoğlu et al., 2017).

Çalışmada randevu alma, uygun birime yönelme, sevk ve kayıt işlemlerini anlama gibi sağlık sistemi işleyişine ilişkin sorunların da erişimi zorlaştırdığı görülmüştür. Öğrencilerin yalnızca sağlık hizmetine ihtiyaç duyduklarında değil, sisteme nasıl gireceklerini bilmediklerinde de hizmetten etkili biçimde yararlanamadıkları anlaşılmaktadır. Bu durum, Türkiye’de eğitim gören uluslararası öğrencilerin sağlık hizmeti kullanım eğilimlerinin sistem bilgisi ve kurumsal yönlendirme ile yakından ilişkili olduğunu gösteren bulgularla örtüşmektedir (Saleem et al., 2019; Yılmaz et al., 2021).

Dil ve iletişim güçlükleri, bu araştırmanın en dikkat çekici bulgularından biridir. Katılımcılar arasında Türkçe düzeyi yüksek olan öğrenciler bulunsada, tıbbi terminolojiyi anlamada, hızlı konuşmayı takip etmede ve kendilerini doğru ifade etmede zorlandıkları görülmüştür. Bu bulgu, genel dil yeterliliğinin sağlık okuryazarlığı ve sağlık iletişimi için tek başına yeterli olmadığını düşündürmektedir. Göçmen ve yabancı uyruklu bireylerin sağlık hizmetine erişiminde tercüman eksikliği ve iletişim sorunlarının bakım sürecini

olumsuz etkilediğini bildiren çalışmalar bu sonucu desteklemektedir (Bakacak et al., 2019). Ayrıca uluslararası öğrencilerin yeni kültürel çevreye uyum süreçlerinde iletişim temelli sorunlar yaşadıkları bilinmektedir (Andrade, 2006; Chen, 2009).

Araştırmanın bir diğer önemli bulgusu, bazı öğrencilerin sağlık persone-line yönelik mesafeli tutum, sabırsız yaklaşım ve ayrımcılık algısı nedeniyle sağlık hizmetlerine başvururken çekince yaşamalarıdır. Her ne kadar bazı katılımcılar olumlu bakım deneyimleri bildirmiş olsa da, olumsuz tutum algısı öğrencilerin güven duygusunu zedelemekte ve sağlık hizmeti arama davranışını baskılayabilmektedir. Bu durum, sağlık hizmetlerinde eşitsizliklerin yalnızca yapısal değil, aynı zamanda kişilerarası etkileşim düzeyinde de yeniden üretilebildiğine işaret etmektedir (Ağartan, 2012). Özellikle yabancı bireylerin sağlık kurumlarında iletişim ve kabul görme açısından kırılgan bir konumda olabildiği literatürde de vurgulanmaktadır (Bakacak et al., 2019).

Bu çalışmada öğrencilerin sorunlarla baş etmede çoğunlukla arkadaş, aile, internet, çeviri uygulamaları ve yapay zekâ gibi informal kaynaklara yöneldiği belirlenmiştir. Bu bulgu, kurumsal destek mekanizmalarının yetersiz kaldığı durumlarda öğrencilerin bireysel ve sosyal kaynaklara bağımlı hâle geldiğini göstermektedir. Dolayısıyla sağlık hizmetlerine erişimin kişisel çaba ve sosyal çevreye bağlı olmaktan çıkarılıp daha sistematik, anlaşılır ve kapsayıcı bir yapıya kavuşturulması gerekmektedir. Bu doğrultuda üniversite temelli sağlık danışmanlığı, zorunlu sağlık oryantasyonu, çok dilli bilgilendirme materyalleri ve akran destek mekanizmalarının geliştirilmesi önemli görünmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada, Türkiye’de eğitim gören uluslararası öğrencilerin sağlık hizmetlerine erişim sürecinde çeşitli yapısal, iletişimsel ve bireysel güçlükler yaşadıkları belirlenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, öğrencilerin sağlık sistemine ilişkin bilgi eksikliği, sigorta süreçlerini yeterince bilmemeleri, randevu alma ve sağlık kurumlarında yön bulma konusunda zorlanmaları, ayrıca dil ve kültürel farklılıklardan kaynaklanan iletişim sorunları yaşadıkları anlaşılmıştır. Bu sonuçlar, uluslararası öğrencilerin sağlık hizmetlerine erişiminin kolaylaştırılmasına yönelik daha planlı ve öğrenci odaklı destek mekanizmalarına ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Bu kapsamda, üniversite bünyesinde uluslararası öğrencilere yönelik bir sağlık danışmanlığı ya da koordinasyon biriminin kurulması yararlı olacaktır. Üniversiteye kayıt

sürecinde, sağlık sigortası, genel sağlık sigortası ve özel sigorta kapsamı, başvuru süreleri, MHRS kullanımı, acil servis ve aile hekimliği hizmetlerine başvuru süreçlerini içeren zorunlu bir sağlık oryantasyonunun verilmesi önerilmektedir. Ayrıca hastanelerde uluslararası öğrenciler için çok dilli bilgilendirici rehberler, yönlendirme afişleri ve mümkün olduğunda yabancı hasta danışma noktalarının oluşturulması erişimi kolaylaştırabilir. Yeni gelen öğrencilerin sürece uyumunu desteklemek amacıyla Türkçe bilen üst sınıf öğrenciler aracılığıyla gönüllü akran destek sistemleri geliştirilebilir. Bunun yanı sıra üniversite ve hastane iş birliğiyle öğrencilerin sık başvurduğu birimlere yönelik hızlı danışma hattı ya da WhatsApp bilgilendirme grupları oluşturulabilir. Sağlık personeline kültürlerarası iletişim, ayrımcılık karşıtı yaklaşım ve yabancı öğrenci deneyimleri konusunda kısa farkındalık eğitimleri verilmesi de hizmet sunumunun niteliğini artırabilir. Son olarak, öğrenci bütçesine uygun, kapsamı açık ve güvenilir sigorta seçenekleri hakkında üniversite tarafından düzenli ve proaktif bilgilendirme yapılması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Ağartan, T. İ. (2012). Toplumsal cinsiyet ve sağlık reformu: Politikalar ve etkileri. İçinde S. Dedeoğlu & A. Y. Elveren (Ed.), *Türkiye’de refah devleti ve kadın* (ss. 251–279). İletişim Yayınları.
- Andrade, M. S. (2006). International students in English-speaking universities: Adjustment factors. *Journal of Research in International Education*, 5(2), 131–154. <https://doi.org/10.1177/1475240906065589>
- Bakacak, A. G., Akalın, E., & Öktem, P. (2019). Türkiye’ye farklı ülkelerden göç etmiş kadınların sağlık hizmetlerine erişimi üzerine nitel bir alan araştırması. *Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Dergisi*, 36(2), 383–399.
- Chen, L. H. (2009). International students’ experiences: A case study of Chinese students in the United States. *Journal of International Students*, 1(2), 142–156.
- Kısa, N., Gün, F., Turabik, T., & Neyişçi, N. (2023). Uluslararası öğrencilerin üniversiteye uyum süreçleri bağlamında okulu bırakma eğilimlerinin incelenmesi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 6(1), 1–26.
- Liu, E., Arledge, S. A., Cai, M., Tao, D., & Li, W. (2023). Health insurance literacy and medical care avoidance among international students: A case study. *International Journal of Public Health*, 68, Article 1605788.
- Saleem, D. A., Ekiz, T., & Tarım, M. (2019). Türkiye’de eğitim gören uluslararası öğrencilerin sağlık hizmeti kalitesine yönelik algılarının değerlendirilmesi. *Journal of Health Sciences and Management*, 1(1), 21–34.
- Türkiye Büyük Millet Meclisi. (2006). 5510 sayılı Sosyal Sigortalar ve Genel Sağlık Sigortası Kanunu. *Resmî Gazete* (Sayı: 26200).
- Uluslararası Öğrenci Dernekleri Federasyonu [UDEP]. (2023). *Dünya’da ve Türkiye’de uluslararası öğrencilik raporu*. UDEP Yayınları.
- UNESCO Institute for Statistics. (2024). *Global flow of tertiary-level students report*. UNESCO.

- Yardımcıoğlu, F., Beşel, F., & Savaşan, F. (2017). Uluslararası öğrencilerin sosyo-ekonomik problemleri ve çözüm önerileri (Sakarya Üniversitesi örneği). *Akademik İncelemeler Dergisi*, 12(1), 203–254.
- Yılmaz, N., Fettahoğlu, R., & Mackenzie, O. M. (2021). Uluslararası öğrencilerin sağlık hizmeti tecrübeleri ve sağlık hizmeti kullanma eğilimleri üzerine bir araştırma. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(1), 707–740.
- Yükseköğretim Kurulu [YÖK]. (2024). Uluslararasılaşma strateji belgesi (2024–2028). YÖK Yayınları.

TÜRKİYE TATLI SULARINDA İSTİLAÇI YABANCI BALIK TÜRLERİNİN HABİTAT ODAKLI DEĞERLENDİRİLMESİ

Ufuk Gürkan YILDIRIM

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi

ORCID ID: 0000-0002-6348-8264

ufukyildirim@isparta.edu.tr

GİRİŞ

Türkiye, Asya ve Avrupa kıtaları arasında stratejik bir köprü konumunda yer alması ve farklı zoocoğrafik bölgelerin kesişim noktasında bulunması nedeniyle, tatlı su balık faunası açısından küresel ölçekte bir "sıcak nokta" (hotspot) niteliği taşımaktadır (Toutain vd., 2024). Güncel çalışmalar, Türkiye'nin en az 427 tatlı su balığı türüne ev sahipliği yaptığını ve bu faunanın %50,4'ünü (215 tür) oluşturan endemik yapının, ülkenin tatlı su ekosistemlerini hem ekolojik hem de ekonomik açıdan vazgeçilmez bir doğal miras haline getirdiğini ortaya koymaktadır (Toutain vd., 2024). Bu zenginlik, aynı zamanda küresel tatlı su biyoçeşitliliğinin korunması için de kritik bir sorumluluk üstlenildiği anlamına gelmektedir. Ancak bu eşsiz biyoçeşitlilik, son yüzyılda küreselleşme, teknolojik bağımlılık, insan hareketliliğinin yoğunlaşması ve sınır aşan nehir sistemlerinin varlığı gibi faktörlerin etkisiyle ciddi bir baskı altına girmiştir (KİZİROĞLU, 2023; Toutain vd., 2024). İstilacı yabancı türler, doğal yayılım alanlarının dışında, genellikle insan faaliyetleri aracılığıyla taşınarak yeni yerleştikleri ekosistemlerde baskın popülasyonlar oluşturan ve yerel türlerin yaşam alanlarını daraltan organizmalar olarak tanımlanmaktadır (Polat vd., 2016). Bu türler, besin zincirini bozarak, habitat rekabetine neden olarak ve yerel türlerle genetik etkileşime girerek biyoçeşitlilik kaybına yol açmakta; ekosistemlerin bütünlüğü üzerinde "onarılması zor hasarlar" bırakmaktadır (İlhan & Ateşşahin, 2024; KİZİROĞLU, 2023). Türkiye özelinde izole göl ekosistemleri ve yüksek bağlantısallığa sahip nehir sistemleri, istilacı türlerin etkilerinin değerlendirilmesini ve yönetimini özellikle karmaşık hale getirmektedir (Tarkan vd., 2023).

Bu çalışma, Türkiye tatlı sularındaki istilacı balık türlerini "habitat bağlamı" merkezli bir yaklaşımla ele almakta; türlerin başarısının yalnızca biyolojik özellikleriyle değil, doğrudan içinde bulundukları habitatın fiziksel, kimyasal, termal ve antropojenik parametreleriyle şekillenen çok katmanlı bir filtre platformu tarafından belirlendiğini ortaya koymaktadır. Çalışmada

ayrıca, bu türlerin Türkiye ekonomisine etkileri habitat tercihleriyle eşleştirilerek analiz edilmekte ve mevcut yönetim politikalarının yapısal eksiklikleri değerlendirilmektedir.

Türkiye'nin Tatlı Su Kaynakları ve Endemik Fauna

Türkiye'nin tatlı su kaynakları, akarsular, göller, lagünler, mağara suları ve yer altı suları gibi farklı habitatları kapsamakta olup, bu çeşitlilik 400'den fazla tatlı su balığı türüne ev sahipliği yapmaktadır (OFLUOĞLU vd., 2021; Toutain vd., 2024). Bu fauna içinde 215'in üzerinde endemik türün bulunması, Türkiye'nin tatlı su biyoçeşitliliği açısından küresel önemini vurgulamaktadır (OFLUOĞLU vd., 2021a, 2021b). Onüç farklı tatlı su ekolojik bölge barındıran ülke, iklim değişiklikleri ve hidrolojik değişimlerden doğrudan etkilenen bir balık çeşitliliği sergilemektedir (Gürbüz, 2023).

Yıldız Dağları'nın yer aldığı Trakya bölgesi, iki büyük kıtanın kesişim noktasında bulunması, boğazlar sistemi ile Anadolu'dan ayrılmış olması ve akarsular, su basar ormanlar (longozlar), lagünler gibi farklı ekosistemleri bünyesinde barındırması nedeniyle Türkiye içsu balık faunasında önemli bir yere sahiptir (Sarı vd., 2019). Bu coğrafi ve ekolojik çeşitlilik, Türkiye'yi hem bir endemizm merkezi hem de istilacı türler için elverişli bir "alıcı ekosistem" haline getirmektedir. Türkiye'deki iç suları tehdit eden başlıca unsurlar arasında küresel iklim değişikliği, habitat tahribatı, kirlilik, yabancı türlerin sokulması, aşırı ve/veya kaçak avcılık, aşırı su tüketimi, turizm ve su rejimine yapılan müdahaleler yer almakta olup, tüm bu unsurların temelinde insan faaliyetleri doğrudan veya dolaylı olarak yer almaktadır (ÖZBEK, 2023).

İstilacı Tür Kavramı ve Türkiye'deki Etkileri

İstilacı türler, doğal yayılım alanlarının dışında, genellikle insan faaliyetleri aracılığıyla taşınan ve yeni yerleştikleri ekosistemlerde baskın popülasyonlar oluşturarak yerel türlerin yaşam alanlarını daraltan organizmalar olarak tanımlanmaktadır (Polat vd., 2016). Bu türler, besin zincirini bozarak, habitat rekabetine neden olarak ve yerel türlerle melezlenerek biyoçeşitlilik kaybına yol açabilmektedir (Kaymak vd., 2023). Türkiye'de, türlerin ülkeye giriş ve yayılış şekilleri zaman ve yer bakımından net olmayıp, mevcut kayıtlar ancak 50-60 yıllık bir geçmişe sahiptir ve bu kayıtlar sonrasında yeterli takip ve araştırma yapılmamıştır (Polat vd., 2016).

Sucul ekosistemlerde istilacı türlerin etkileri dört temel kategoride değerlendirilmektedir. Birincisi, yerli ve endemik türler üzerindeki doğrudan

etkilerdir: Eğirdir Gölü'nde yabancı türlerin aşılınması, gölün yerli balık faunasının değişmesine yol açmış, göl ekosisteminin besin zinciri yapısı bozulmuş ve endemik türler zarar görmüş; bölgedeki sosyo-ekonomik yapı da olumsuz etkilenmiştir (Yerli vd., 2013). İkincisi, habitat yapısının bozulmasıdır: İstilacı türler, yerli türlerin ekolojik nişlerine müdahale ederek habitat parçalanmasına ve yerli popülasyonların yerinden edilmesine neden olmaktadır (KIZIROĞLU, 2023). Üçüncüsü, hastalık ve parazit taşınımıdır: *Pseudorasbora parva* gibi türler, taşımış olduğu parazitlerin de hızlı yayılmasına aracılık etmektedir (Bakaç vd., 2017). Dördüncüsü, ekonomik kayıplardır: İstilacı türler hem balıkçılık ekonomisini hem de ekosistem hizmetlerinin değerini doğrudan azaltmaktadır (Büyükkateş vd., 2025; İlhan & Ateşşahin, 2024).

İstilacı Yabancı Türlerin Türkiye Envanteri

Mevcut Durum

Türkiye iç sularına bugüne kadar bilinçli veya kazara aşıl原因 en az 38 egzotik tür bulunmaktadır (ÇİÇEK vd., 2023). Bu türlerden 21 tanesi doğada kalıcı popülasyonlar oluşturarak "doğallaşmış" statüsü kazanmıştır (ÇİÇEK vd., 2023). Türkiye'deki iç sulara yabancı balık türlerinin aşılınması, göl ve akarsu ekosistemlerinin doğal yapısını bozmuş, özellikle endemik türler üzerinde olumsuz etkiler yaratmış ve sosyo-ekonomik dengeleri de etkilemiştir (Yerli vd., 2013). Türkiye'nin coğrafi konumu ve sınır aşan nehir sistemleri, Asya ve Avrupa'dan istilacı türlerin giriş riskini artırarak, mevcut 30 yabancı tatlı su balığı türüne ek olarak, bazı süs balıklarının da iç sulara yayılmasıyla bu sayıyı 33'e çıkarmıştır (Aksu vd., 2021).

Türkiye genelinde yapılan ilk kapsamlı ulusal değerlendirme, 271 yerleşik yabancı türü 160 familya altında belgelemiş olup, denizel türler (n=198) listenin büyük bölümünü oluşturmaktadır; bunu kara türleri, tatlı su türleri, kara/tatlı su ve tatlı su/deniz takip etmektedir (Tarkan vd., 2026). Çalışma, yabancı türlerin %17'sinin bilinen ekolojik veya ekonomik etkilere sahip olduğunu vurgulamış; bu da hedefli etki değerlendirmeleri ve erken öngörü ile yönetim ihtiyacının aciliyetini ortaya koymuştur (Tarkan vd., 2026).

Başlıca İstilacı Türler

Türkiye'de doğallaşmış ve yaygın olarak dağılım gösteren başlıca istilacı yabancı balık türleri şunlardır:

İstilacı ve Yaygın Türler: İsrail Sazanı, Çizgili Sazancık, Sivrisinek Balığı ve Güneş Levreği Türkiye'nin birçok havzasına yayılmış ve yerli biyoçeşitlilik

üzerinde ciddi baskı oluşturan türlerdir (Kurtul vd., 2024; Özuluğ vd., 2018).

Akvaryum ve Süs Balığı Kökenli Türler: Lepistes, Mücevher Cichlid, Vatoz Balığı, Piranha, Yürüyen Yayın Balığı ve Kedi Balığı özellikle son yıllarda akvaryum salınımları yoluyla içsularımızda tespit edilen türlerdir (Aksu vd., 2021; Erdoğan vd., 2021; Özuluğ vd., 2018).

Ekonomik Amaçlı Diğer Türler: Gökkuşluğu Alabalığı, Gümüşü Havuz Balığı, Mozambik Tilapyası, Karabalık, Kanal Yayın Balığı ve *Gymnocephalus cernua* balıkçılık, yetiştiricilik veya deneme amaçlı getirilen türlerdir (Erdoğan vd., 2021; KARAKAYA vd., 2022; Kaya vd., 2016).

Münferit Kayıtlar: *Acipenser baerii*, *Pangasius sanitwongsei*, hibrit Morone türleri (*M. chrysops* × *M. saxatilis*) ve *Pygocentrus nattereri* gibi türlerin doğada gerçekten kalıcı popülasyonlar oluşturup oluşturmadığı konusunda bir belirsizlik ve onaylama ihtiyacı bulunmaktadır (Erdoğan vd., 2021). Bu türlerin envanterdeki durumu, biyogüvenlik politikalarının etkinliği açısından kritik bir belirsizlik unsuru oluşturmaktadır.

Havza Bazlı Dağılım Profilleri

Marmara ve Meriç-Ergene havzalarında 135 istasyonda gerçekleştirilen kapsamlı saha araştırmaları, istilacı türlerin havza bazlı dağılımına ilişkin kritik veriler sunmaktadır (Özuluğ vd., 2018). *C. gibelio* toplam 24 istasyonda yakalanmış ve 15 yeni lokasyonda varlığı kaydedilmiştir; *G. holbrooki* 17 istasyonda yakalanmış ve 15 yeni lokasyona yayılmıştır; *L. gibbosus* Rezve ve Sultanbahçe derelerinde yeni kayıtlara sahip olmuş; *P. parva* ise 10 istasyonda yakalanmış ve 9 yeni lokasyona yayılmıştır (Özuluğ vd., 2018).

Habitat Odaklı Adaptasyon Stratejileri

İstilacı türlerin bir bölgede kalıcı popülasyon oluşturabilmesi, o bölgenin habitat özelliklerinin türün biyolojik ihtiyaçlarıyla ne derece örtüştüğüne bağlıdır (Kurtul vd., 2024). Habitat bağlamı, "bir türün yeni bir bölgede kalıcı olup olamayacağını belirleyen ana filtre" olarak değerlendirilmekte; istilacı türlerin başarısı, çok katmanlı bir filtre platformu tarafından şekillendirilmektedir. Bu platformun dört temel katmanı aşağıda detaylı olarak incelenmektedir.

Fiziksel Mikrohabitat Seçimi

Fiziksel habitat özellikleri, istilacı türlerin yerli türlere karşı mekânsal üstünlük kurmasını sağlayan birincil katmanı oluşturmaktadır. Derinlik,

akıntı hızı ve substrat yapısı birbiriyle bağlantılı şekilde çalışır. Derinlik-strateji ilişkisi: *G. holbrooki* gibi küçük boyutlu türler, enerji tasarrufu ve avcılardan korunma stratejisi gereği sığ kıyı bölgelerini tercih ederken, Marmara Bölgesi'nde yapılan çalışmalar *Proterorhinus semilunaris*'in bitki örtüsüyle kaplı sığ kıyısız bölgeleri, *Neogobius fluviatilis*'in ise bitki örtüsünden yoksun kumluk ve derin alanları tercih ettiğini ortaya koymuştur (Top vd., 2019). Bu "niş ayrımı," her iki türün aynı habitat içinde bile farklı mikroalanları işgal edebildiğini göstermektedir. Akıntı hızı: *C. gibelio* ve *G. holbrooki*'nin düşük akıntılı alanları tercih etmesi, sadece bir konfor tercihi değil, aynı zamanda enerji ekonomisi ve üreme stratejisi ile ilişkili bir adaptasyondur (Kurtul vd., 2024; Sarı vd., 2019). Durgun su seven bu türler, korunaklı mikrohabitatlarda hem enerji tasarrufu sağlar hem de avcılardan korunur. Substrat yapısı: *G. holbrooki*'nin orta boy kayaçları ve çakıl substratı tercih etmesi, türün Türkiye'nin farklı jeomorfolojisine sahip 48 lokasyonda başarılı olmasının somut bir açıklamasıdır (Kurtul vd., 2024). Buna karşılık, *C. gibelio*'nun yumuşak, çamurlu ve kumlu zeminlerde kolonize olması, onun dip beslenme stratejisiyle uyumlu bir habitat seçimidir (Sarı vd., 2019). Ayrıca, *G. holbrooki* türünün daha çok akarsuların mansap bölgeleri ile göllerin az akıntılı ve vejetasyonlu kısımlarında başarılı popülasyonlar oluşturabildiği; hızlı akan suları yaşam alanı olarak tercih etmediği gözlemlenmiştir (Kurtul & Sarı, 2019).

Kimyasal Habitat Toleransı

Kimyasal parametrelerdeki geniş tolerans, türlerin stresli ortamlarda baskınlık kurmasının "biyolojik silahıdır." Türkiye'deki istilacı türlerin ortak özelliği, pH, oksijen ve tuzluluk gibi parametrelerdeki plastisitenin yerli türlerden belirgin biçimde yüksek olmasıdır (Büyükkateş vd., 2025). pH ve oksijen esnekliği: *G. holbrooki*'nin yüksek pH esnekliği sergilemesi ve farklı havzalardaki değişken koşullara hızla uyum sağlaması, türün "generalist" adaptasyon stratejisinin kimyasal boyutunu göstermektedir (Kurtul vd., 2024). *C. gibelio*'nun düşük oksijenli kirlenmiş sularda hayatta kalabilmesi, onu ötrofikasyonun arttığı Türkiye göllerinde yapısal olarak avantajlı kılmaktadır (Sarı vd., 2019). Tuzluluk ve iletkenlik toleransı: Mozambik tilapyası gibi bazı türlerin acı su habitatlarında bile popülasyon kurabilmesi, Türkiye'nin kıyı lagünlerinde ve nehir ağızlarında yeni bir istila cephesi oluşturmaktadır (Erdoğan vd., 2021; KARAKAYA vd., 2022). Burdur Havzası örneğinde, istatistiksel analizler, lotik habitatlardaki endemik türlerin yüksek besin tuzluluğu ve çözünmüş oksijen konsantrasyonları ile ilişkili olduğunu, buna

karşılık *C. gibelio* gibi lentik yerli olmayan türlerin pH, su sıcaklığı ve bulanıklık gibi fiziksel değişkenlerden etkilendiğini ortaya koymuştur (Saç vd., 2025). Bu kimyasal tolerans, kentsel ve tarımsal kirliliğin yoğun olduğu bölgelerdeki habitatları, istilacı türler için "rekabet avantajı sahası" haline getirmektedir (OFLUOĞLU vd., 2021).

Termal Habitat ve Sığınak Dinamiği

Türkiye'deki termal habitat yapısı, coğrafi olarak uygun olmayan türlerin bile o habitata yerleşmesini mümkün kılan özel bir mekanizmadır. Sıcak su kaynakları termal sığınağı: Yukarı Sakarya Havzası, bu mekanizmanın en çarpıcı örneğidir. Bu bölgedeki kaplıcalar ve jeotermal kaynaklar, minimum su sıcaklığının 16°C'nin üzerinde olduğu mikrohabitatlar yaratmaktadır; havzadaki yabancı türlerin yedisi (toplam 14 türden) yalnızca sıcak su kaynaklarında bulunmuştur (Aksu vd., 2021). *Poecilia reticulata*, *Hemichromis letourneuxi*, *Bujurguina vittata* ve *Xiphophorus* spp. gibi tropikal kökenli türler, bu termal sığınaklarda kış koşullarını atlatarak kalıcı popülasyonlar oluşturabilmektedir; ayrıca *Bujurguina vittata* ve *Xiphophorus* spp. Türkiye iç sularından ilk kez (Aksu vd., 2021) çalışmasıyla rapor edilmiştir. Termal habitatlar, iklim koşullarının yumuşatılmış kopyaları işlevi görerek, türlerin doğal yayılım alanlarının çok dışında yerleşmesine olanak sağlamaktadır. İklim senaryoları: *G. holbrooki*'nin 10-20°C arası yıllık ortalama sıcaklık aralığında yayılış göstermesi ve sıcaklığın sınırlayıcı bir faktör olmaktan çıkması (Kurtul vd., 2024), küresel ısınma senaryolarında bu türün daha da geniş alanlara yayılabileceğine dair ipuçları vermektedir.

Antropojenik Habitat Değişimi

Habitat bağlamının en kritik boyutu, antropojenik müdahalelerin doğal habitatları nasıl dönüştürdüğü ve bu dönüşümün istilacılar lehine nasıl çalıştığıdır. Lentik sistemlere dönüşüm: Türkiye'de baraj ve HES inşaatları, akarsu habitatlarını durgun su sistemlerine çevirmektedir (İnnal, 2012; Sarı vd., 2019). Bu dönüşüm, akarsu bağımlı endemik türlerin habitatını ortadan kaldırırken, *L. gibbosus* gibi durgun su seven istilacılar için geniş yeni yaşam alanları yaratmaktadır. Sarıçay örneği, *L. gibbosus*'un bitki örtüsü zengin kıyı alanlarını yuva ve barınak olarak kullanarak yerli endemiklerle doğrudan mikrohabitat çakışmasına girdiğini göstermektedir (Top vd., 2016). Kimyasal habitat bozulması: Su kirliliği, aşırı su çekimi ve ötrofikasyon gibi çevresel stresörler, yerli endemik türlerin fizyolojik toleransını aşan koşullar yaratırken, kimyasal plastisitesi yüksek istilacı türler için "boş habitat alanları"

oluşturmaktadır (Saç vd., 2025). Burdur Havzası'nda, sulama amaçlı su çekimi, nehir koridorlarının parçalanması, baraj inşaatı ve madencilik gibi antropojenik stresörler nedeniyle nehirlerin kuruması balık habitatlarının tahrip olmasına neden olmuş, yabancı/istilacı türlerin havzaya girişi ve limnolojik koşullardaki değişimler türlerin dağılımını etkilemiştir (Saç vd., 2025). Yapay su kütleleri ve stoklama: *C. gibelio*'nun yapay göllerde akarsu popülasyonlarına kıyasla daha yüksek büyüme ve üreme özellikleri sergilemesi, bu yapay habitatların istilacı türler için biyolojik güçlendirme alanı oluşturduğunu göstermektedir (Tarkan vd., 2012). Stoklama kontaminasyonu, *C. gibelio*, *P. parva* ve *L. gibbosus*'un Türkiye genelinde "ortak taşıyıcısı" işlevi görmek; yapay su kütlelerinin artışı yayılımı kolaylaştırmaktadır (Tarkan & Marr, 2015; Toutain vd., 2024).

Bütünleştirici Yorum: Habitat Bir Filtre Platformu Olarak

Anadolu coğrafyası, söz konusu habitat filtrelerinin tümünün aynı anda çalıştığı özel bir sahadır: fiziksel habitat çeşitliliği yüksek, kimyasal koşullar değişken, termal habitatlar mevcut ve antropojenik dönüşüm yoğundur (Gürbüz, 2023; Tarkan vd., 2023). Bu çoklu filtre bileşimi, Türkiye'nin endemik türler açısından zengin olmasının nedeni olduğu kadar, istilacı türler için de "doyurucu" bir ortam sunmaktadır. Habitat bağlamı, istilacı türleri değerlendirmede yalnızca bir arka plan değil, aktif bir belirleyici değişkendir; habitat karakterizasyonu yapılmadan yürütülecek herhangi bir istila yönetimi stratejisi, havzalar arası farklılıkları yakalamakta yetersiz kalacaktır (Büyükkateş vd., 2025; Kaymak vd., 2023).

Yayılım Mekanizmaları ve Vektörler

Türkiye'deki yabancı türlerin yayılımı hem kasıtlı insan faaliyetlerini hem de kaza süreçlerini kapsamaktadır. Su ürünleri yetiştiriciliği ve kontrolsüz balıklandırma: Türkiye'de yabancı balık türlerinin yayılımındaki en baskın vektör, ticari balıkçılığı geliştirmek amacıyla yapılan balıklandırma faaliyetleridir (Santini vd., 2014; Tarkan & Marr, 2015). Örneğin Atatürk Baraj Gölü'nde yapılan balıklandırma çalışmaları vasıtasıyla göl suyunda istilacı balık türleri bölgeye yerleşmiştir (Parmaksız & DEMİR, 2022). Hedef türlerin (örneğin sazan) arasına karışan *P. parva* veya *Carassius* türleri kazara yeni habitatlara taşınmaktadır (İlhan & Ateşşahin, 2024). Akvaryum ticareti: Sivas'taki su sistemlerinde saptanan *Piaractus mesopotamicus* gibi egzotik türler, akvaryum sahipleri tarafından doğaya bırakılmıştır (Ünver vd., 2021). Benzer şekilde İznik Gölü, Eğirdir Gölü, Sapanca Gölü ve Altınapa Baraj Gölü gibi birçok su sisteminde akvaryum kaynaklı türler tespit edilmiştir

(Ünver vd., 2021). Biyolojik mücadele: *G. holbrooki*, sıtma ile mücadele kapsamında 1920'lerden itibaren Türkiye'nin hemen her sulak alanına aşılarmış ve günümüzde en yaygın istilacı türlerden biri haline gelmiştir (Kurtul vd., 2024). Canlı yem kullanımı: Sportif balıkçıların canlı yem olarak kullandıkları küçük istilacı balıkları av sonunda suya bırakmaları önemli bir yayılım vektörüdür; *P. parva* bu şekilde hızla bulaşabilmektedir (Bostancı vd., 2020). Su transfer kanalları: Sulama kanalları ve barajlar arasındaki su aktarımları, doğal olarak izole kalması gereken havzalar arasında "biyolojik koridorlar" oluşturmaktadır (Tarkan & Marr, 2015). Ballast suları: Gemilerin ballast suları, kıyı lagünlerine ve nehir ağızlarına yakın iç su ekosistemlerine denizel türlerin larvalarını taşımaktadır (İlhan & Ateşşahin, 2024). Doğal vektörler: Su kuşları, balıkların yayılımında önemli bir doğal vektör olarak işlev görmektedir; yapışkan yumurta yapısına sahip bazı balık türlerinin yumurtaları kuşların tüylerine yapışarak veya sindirim sisteminden canlı geçerek izole habitatlar arasında taşınabilmektedir (İlhan & Ateşşahin, 2024).

Sosyo-Ekonomik Zararlar ve Habitat Odaklı Tür Analizi

Ekonomik Zarar Kategorileri

Türkiye'deki ekonomik zarar dört ana kategori altında değerlendirilebilir: doğrudan av araçlarına verilen hasar, ticari değer kaybı, kontrol ve yönetim maliyetleri ile kayıt dışı riskler (İlhan & Ateşşahin, 2024). Bu zararların mekansal ve operasyonel boyutları farklılık göstermekte olup, tür-habitat eşleşmesi zarar tipi ile yakından ilişkilidir.

Denizel En Yüksek Ekonomik Etki Örneği: Balon Balığı

Akdeniz odaklı bu tür, Türkiye'de ölçülebilir en yüksek ekonomik zarara neden olan istilacı türdür. Tür, Akdeniz kıyılarında en yoğun popülasyona sahip olup, artan su sıcaklıkları yayılımını Ege Denizi'nin kuzeyine doğru genişletmektedir; balıkçıların %60'ı bu egzotik türlere rastlamaktadır (Akyol vd., 2022). Türkiye'nin Akdeniz kıyılarındaki küçük ölçekli balıkçıların %78'i bu tür nedeniyle ekipman hasarı bildirmekte; görüşülen balıkçıların tamamına yakını (%97) bu türün av araçlarına ve ağlara takılan balıklara zarar verdiğini belirtmektedir (Ünal & Bodur, 2017). Sadece bu türün yıllık ortalama kaybı 6.033.577 TRY (~2.051.416 EUR) düzeyindedir; balıkçıların 99%'u herhangi bir kurum veya kooperatiftan destek almamaktadır (Ünal, 2015). Ulman ve arkadaşlarının kapsamlı çalışmasına göre balıkçı başına düşen kayıp 2011-2012 döneminde 183 USD iken 2013-2014'te 325 USD'ye,

2015-2016'da 370 USD'ye yükselmiştir; bu son rakam 2020 Türkiye kişi başına GSYİH'sinin %4,3'üne ve ABD'de 8.548 USD'ye tekabül etmektedir (Ulman vd., 2021). Güney Türkiye'deki balıkçılar batı bölgelerinden daha ağır etkilenmekte olup, 2016 yılında uzun hat (longline) tekneleri başına 538 USD, sade ağ tekneleri başına ise 616 USD kayıp hesaplanmıştır (Ulman vd., 2021).

***C. gibelio*: Tür Değişimi ve Düşük Değer Paradoksu**

Bu tür, Türkiye iç sularında en yaygın ve yüksek hacimli av üreten istilacı tür olmasına rağmen, ticari değerinin düşüklüğü balıkçı ekonomisini doğrudan olumsuz etkilemektedir. Marmara Gölü'nde 2012'de 12,5 ton avlanmasına rağmen, ekonomik değerinin düşüklüğü nedeniyle "ıskarta av" kategorisinde değerlendirilmektedir ve Türkiye iç su balıkçılığında üretim miktarı bakımından ikinci sırada yer almasına karşın, düşük ekonomik değeri nedeniyle balıkçılar için kârlı bir tür değildir (A. İlhan vd., 2020; M. İlhan & Ateşşahin, 2024). Bu durum "çok avlanıyor ama para kazandırmıyor" paradoksunu yaratmaktadır (Aydın vd., 2018). Burdur Havzası'nda endemik *Pseudophoxinus burduricus* popülasyonları daralırken, *C. gibelio* lentik alanlarda baskın hale gelmiştir (Saç vd., 2025). Yapay göllerde akarsu popülasyonlarına kıyasla daha yüksek büyüme ve üreme özellikleri göstermesi, yapay habitatların tür için biyolojik güçlendirme alanı oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Tarkan vd., 2012).

***G. holbrooki*: Ekosistem Hizmeti Kaybı**

Türkiye'nin 130 farklı lokasyonundan 48'inde (19 lotik, 29 lentik) tespit edilen tür, sığ sular, orta boy kayaçlar ve düşük akıntı hızı gösteren alanları tercih etmektedir (Kurtul vd., 2024). IUCN'in "Dünyanın En Kötü 100 İstilacı Türü" listesinde yer alan tür (KARAKAYA vd., 2022), endemik ve yerli tür popülasyonları üzerinde kalıcı bir tehdit oluşturmaktadır. 1920'lerde sıtma ile biyolojik mücadele amacıyla yapılan aşılama, günümüzde geri dönüşü olmayan bir ekosistem maliyeti üretmektedir (Kurtul vd., 2024). Endemik tür kaybı, su ekosistemlerinde ekoturizm ve biyoçeşitlilik değerinin azalmasına, dolaylı olarak kırsal kalkınma ve turizm gelirlerinde kayba yol açmaktadır.

***P. parva*: Parazit Vektörlüğü Ekonomik Maliyeti**

Türkiye'nin Ordu ili gibi farklı bölgelerinde yeni yayılım kaydı raporlanan bu tür (Bostancı vd., 2020), Marmara ve Meriç-Ergene havzalarında 10 istasyonda tespit edilmiş, 9 yeni lokasyonda yayılım göstermiştir (Özuluğ

vd., 2018). Bu yayılım ağırlıklı olarak kontrolsüz balıklandırma kontaminasyonu yoluyla gerçekleşmektedir (Tarkan & Marr, 2015). *P. parva*, doğal türler üzerinde besin ve habitat rekabeti yaratırken, taşıdığı parazitlerin yerli tür popülasyonlarına bulaşması ekonomik açıdan kritik bir tehdit oluşturmaktadır (Bakaç vd., 2017). Bu paraziter risk, su ürünleri yetiştiriciliği sektörü (alabalık, sazan çiftlikleri) için yüksek ekonomik risk taşımaktadır (İlhan & Ateşşahin, 2024). Kontrolsüzce yapılan balık aşılamaalarının doğal türler üzerinde rekabet, habitat değiştirme, predatörlük, hibridizasyon, parazitlik ve hastalıklar gibi olumsuz etkileri bulunmakta; *P. parva* bu tehditleri en yoğun şekilde somutlaştıran türlerden birini oluşturmaktadır (Bakaç vd., 2017).

***L. gibbosus*: Habitat Rekabeti**

Sarıçay örneğinde, türün bitki örtüsü zengin kıyı alanlarını yuva ve barınak olarak kullanması, endemik *Petroleuciscus smyrnaeus* ve *Squalius fellesii* ile doğrudan mikrohabitat çakışmasına yol açmaktadır (Top vd., 2016). Bu çakışma, endemik türlerin popülasyonlarında lokalize azalmaya dönüşmektedir. *L. gibbosus*, *C. gibelio* ve *P. parva* kontrolsüz balıklandırma faaliyetlerin bir sonucu olarak ortak taşınan türlerdendir (Tarkan & Marr, 2015; Toutain vd., 2024).

Mevcut Yönetim Stratejileri ve Yapısal Eksiklikler

Ulusal ve Uluslararası Yasal Çerçeve

Türkiye’de yabancı ve istilacı türlerle mücadele hem uluslararası sözleşmeler hem de ulusal stratejik planlar çerçevesinde yürütülmektedir. Türkiye, Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi, Ramsar Sözleşmesi, CITES, Gemilerin Balast Suları ve Sedimanlarının Kontrolü ve Yönetimi Sözleşmesi, Bern Sözleşmesi ve Barcelona Sözleşmesi gibi uluslararası anlaşmaları onaylamıştır; ancak bu sözleşmelerin uygulama yönetmeliklerinin hazırlanması aşamasında eksiklikler bulunmaktadır (Çınar vd., 2021).

Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı (2018-2028): Bu planın birinci ulusal hedefi doğrudan istilacı türlere odaklanmakta; "baskılar ve tehditler belirlenecek, en düşük seviyeye indirilecek veya tamamen kaldırılacak" hedefinin altında yer alan Eylem 1.2, istilacı ve yabancı türlerin giriş yollarının belirlenmesi, izlenmesi ve kontrol edilmesine yönelik önlemlerin artırılmasını içermektedir (Çınar vd., 2021).

Yasal Mevzuat: Çevre Kanunu, tüm biyoçeşitliliği tehdit eden faaliyetleri yasaklamaktadır (Çınar vd., 2021). 1971 tarihli 1380 sayılı Su Ürünleri Kanunu'nun 25. maddesi, tüm canlı su ürünlerinin ithalat ve ihracatının Bakanlık iznine tabi olmasını hükme bağlamaktadır (Çınar vd., 2021). Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği, Ramsar alanları ve ulusal öneme haiz sulak alanlara, hangi maksatla olursa olsun, bilimsel araştırma yapılmadan ve Bakanlığın uygun görüşü alınmadan yabancı türlerin atılmasını, bırakılmasını ve yerleştirilmesini kesinlikle yasaklamakta; geçmişte atılmış ve bilimsel araştırmalar sonucunda sulak alan ekosisteminde ciddi olumsuz etki bıraktığı bilimsel araştırmalarla tespit edilen yabancı türlerin alandan uzaklaştırılması, bu mümkün olmuyorsa popülasyonlarının kontrol edilmesi Bakanlığın koordinasyonunda sağlanır hükmünü içermektedir (Harlıoğlu & FARHADI, 2017). Bitki Koruma ve Zirai Karantina Kanunu ile Hayvan Sağlığı ve Zabıtası Kanunu, yabancı türlerin ülkeye girişini denetleyen diğer temel yasal dayanaklardır (Çınar vd., 2021).

TERİAS Projesi ve AB Entegrasyonu: Türkiye, bir AB aday ülkesi olarak Avrupa Birliği'nin İstilacı Yabancı Türler Yönetmeliği'ni takip etmekte, AB'nin şu anda 88 türü listelediği ve aday ülkeler tarafından da takip edilen yapıyla uyumlu hareket etmektedir (Haubrock vd., 2023). Bu kapsamda yürütülen TERİAS Projesi, istilacı türlerin yönetimi için ulusal bir veri tabanı ve erken uyarı sistemi oluşturulmasını amaçlamakta; kısıtlı kamu kaynaklarının verimli kullanılmasını sağlamayı hedeflemektedir (Haubrock vd., 2023).

Balon Balığı Teşvikleri: Türkiye'nin balıkçılık sektöründe kullandığı en somut ekonomik müdahale aracı, balon balığına yönelik teşvik programıdır. Tarım ve Orman Bakanlığı, Ocak 2020'den başlayarak 2023 sonuna kadar bir milyon kuyruk başına 5 TL (0,52 EUR) bedel ödeyerek balon balıklarının stoklarının azaltılması için geri satın alma programını uygulamaya koymuştur (Akyol vd., 2022; Ünal & Bodur, 2017). Ancak teşvik kapsamında 1 milyon adet hedefine karşılık yalnızca yaklaşık 46.000 birey avlanabilmiştir (Çınar vd., 2021). Tarım ve Orman Bakanlığı aynı teşvik yaklaşımının 2021'de diğer yabancı balon balığı türlerini de kapsayacak şekilde devam edeceğini resmen açıklamamış şekilde duyurmuştur (Çınar vd., 2021).

Yapısal Eksiklikler

Mevzuat ve stratejilerin başarısını sınırlayan yapısal sorunlar şu başlıklar altında toplanmaktadır: Kurumlar arası koordinasyon eksikliği: Farklı ku-

rumlar arasında veri paylaşımı ve uzun vadeli politika entegrasyonunda aksaklıklar yaşanmaktadır; kurumlar arası koordinasyon, veri paylaşımı ve uzun vadeli politika entegrasyonunda hala boşluklar bulunmaktadır (Büyükkateş vd., 2025; Çınar vd., 2021). Eğitim ve farkındalık yetersizliği: Balıkçıların ve diğer paydaşların istilacı türlerin zararları konusunda eğitilmesi, bilinçsiz balıklandırma faaliyetlerinin önlenmesi açısından hayati önem taşımaktadır (İlhan & Ateşşahin, 2024; Tarkan & Marr, 2015). Sınır aşan yayılım sorunu: İstilacı türlerin sınır aşan nehirler yoluyla yayılımı göz önüne alındığında, komşu ülkelerle bölgesel iş birliğinin güçlendirilmesi gerekmektedir (Büyükkateş vd., 2025; Tarkan & Marr, 2015). Kısa vadeli müdahale sınırlılığı: Teşvik uygulamalarının kısa süreli (örneğin 30 günlük dönemler) ve düşük gerçekleşme oranları, bu tür müdahalelerin etkisinin çok sınırlı kalmasına yol açmaktadır (Çınar vd., 2021). Adaptif yönetim eksikliği: İstilacı türlerin yönetimi konusunda henüz tam başarı sağlayan kesin bir model oluşturulamamış olup, bölgesel iş birliği ve hızlı karar alma mekanizmalarına dayanan adaptif yönetim yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Çınar vd., 2021). Sınır ötesi vektör kontrolü: Mevcut uygulamaların kısa vadeli ve sınırlı etki yarattığı, pre-border (sınır öncesi) yönetimin, yani vektörlerin kontrolünün en etkili yol olduğu vurgulanmaktadır (Çınar vd., 2021).

Habitat Odaklı Yönetim Yaklaşımı

Mevcut politikanın başarısını artırmak için habitat odaklı, havza bazlı ve paydaş katılımını esas alan bütünleşik bir yönetim modeline geçilmesi gerekmektedir. Bu model, şu temel ilkeleri içermelidir: (i) istilacı türlerin popülasyonlarının erken tespiti için uzun vadeli izleme ağlarının kurulması, (ii) kontrolsüz balıklandırma kontaminasyonunun denetlenmesi, (iii) habitat iyileştirme projelerinin yabancı tür girişini caydırıcı şekilde tasarlanması, (iv) balıkçı eğitimi ve farkındalık programlarının yoğunlaştırılması, (v) bölgesel iş birliği protokollerinin aktifleştirilmesi (Büyükkateş vd., 2025; İlhan & Ateşşahin, 2024).

Sonuç ve Öneriler

Türkiye tatlı sularında dağılım gösteren istilacı yabancı balık türlerinin başarısı, doğrudan içinde bulundukları habitatın fiziksel, kimyasal, termal ve antropojenik parametreleriyle şekillenen çok katmanlı bir filtre platformu tarafından belirlenmektedir. Bu çalışma kapsamında ele alınan *Carassius gibelio*, *Gambusia holbrooki*, *Lepomis gibbosus*, *Pseudorasbora parva* ve *Lagocephalus sceleratus* örnekleri, "genelci adaptasyon stratejisi" sayesinde yerli türlerin

stres altında terk ettiği nişleri hızla doldurmaktadır. Burdur Havzası örneğinde olduğu gibi endemik *Pseudophoxinus burduricus* popülasyonlarının daralmasına ve Marmara Gölü'nde 12,5 tonluk "ıskarta av" kategorisinde değerlendirilen düşük değerli üretimin baskın hale gelmesine yol açmaktadır. Akdeniz kıyılarında *L. sceleratus* kaynaklı yıllık ~6.033.577 TRY (~2.051.416 EUR) ekipman hasarı ve balıkçı başına 370 USD'ye ulaşan kayıplar, sahanın somut ekonomik boyutunu ortaya koymaktadır. IUCN'in "En Kötü 100 İstilacı Tür" listesinde yer alan türlerin ekosistem hizmeti kaybı üzerinden yarattığı örtük maliyetlerin muhtemelen bu rakamın çok üzerinde olduğu değerlendirilmektedir.

Mevzuat tarafında Sulak Alanların Korunması Yönetmeliği, 2018-2028 Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı ile TERİAS projesi önemli yasal-tekniik çerçeveyi oluştursa da; balon balığı teşvikinde 1 milyon hedefine karşılık yalnızca ~46.000 bireyin avlanabilmesi, kurumlar arası koordinasyon eksikliği, balıklandırma kontaminasyonunun sürmesi ve uzun vadeli izleme altyapısının yetersizliği, saha uygulamalarının hedeflerden belirgin biçimde saptığını göstermektedir.

Habitat odaklı, havza bazlı ve paydaş katılımını esas alan bütünleşik bir yönetim modeline geçilmeden, Türkiye'nin %50,4'lük endemizm oranına sahip eşsiz tatlı su biyoçeşitliliğinin korunması ve istilacı türlerin uzun vadeli yayılımının durdurulması güç görünmektedir. Gelecek araştırmaların (i) habitat-tür eşleşmelerinin zamansal değişimini izleyen longitudinal çalışmalar, (ii) iklim değişikliği senaryolarını entegre eden risk projeksiyonları, (iii) ekonomik maliyetleri ölçülebilir hale getiren sistematik değerlendirmeler ve (iv) hastalık/parazit taşınım mekanizmalarını detaylandıran saha araştırmaları yönünde yoğunlaşması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- Aksu, S., Başkurt, S., Emiroğlu, Ö., & Tarkan, A. S. (2021). Establishment and range expansion of non-native fish species facilitated by hot springs: the case study from the Upper Sakarya Basin (NW, Turkey). <https://doi.org/10.2478/oandhs-2021-0021>
- Akyol, Ö., Ceyhan, T., Düzbastılar, F. O., & ERTOSLUK, O. (2022). Güney Ege Kıyıları (Türkiye) Uzatma Ağları Balıkçılığında Egzotik Türler ve Birim Çaba Başına Düşen Av (CPUE) Miktarları. <https://doi.org/10.46384/jmsf.1122273>
- Aydın, C., Cilibiz, M., İlhan, A., & Sarı, H. M. (2018). Gillnet and trammel net selectivity for Prussian carp (*Carassius gibelio*) in Marmara Lake, (Turkey). <https://doi.org/10.12714/egejfas.2018.35.1.13>
- Bakaç, İ., Özdilek, Ş. Y., & Ekmekçi, F. G. (2017). İstilacı balık türü *Pseudorasbora parva* (Temminck ve Schlegel, 1846) Çakıl Balığı'nın Gökçeada (Çanakkale)'dan ilk kaydı. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.4.14>

- Bostancı, D., Yedier, S., & Polat, N. (2020). *Pseudorasbora parva* (Temminck & Schlegel, 1846): A New Threat to Fish Biodiversity in Ordu Province (Middle Black Sea Region). <https://doi.org/10.17216/limnofish.560633>
- Büyükkateş, Y., ERGÜN, S., & YİĞİT, M. (2025). CHALLENGES AND STRATEGIES FOR BIODIVERSITY PROTECTION: AQUATIC BIO-INVASIONS IN TURKEY. <https://avesis.comu.edu.tr/publication/details/0dd9d04c-00d3-4791-9c50-58487135f5db/oai>
- Çınar, M. E., Bilecenoglu, M., Yokes, M. B., Öztürk, B., Taşkın, E., Bakır, K., Doğan, A., & Açık, Ş. (2021). Current status (as of end of 2020) of marine alien species in Turkey. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0251086>
- ÇİÇEK, E., Sungur, S., Fricke, R., & Seçer, B. (2023). Freshwater lampreys and fishes of Türkiye; an annotated checklist, 2023. <https://doi.org/10.55730/1300-0179.3147>
- Erdoğan, Ç., Soheil, E., & Sevil, S. (2021). A review on the alien fishes of Turkish inland waters. <https://doi.org/10.3906/zoo-2109-13>
- Gürbüz, Ö. A. (2023). The Effect of Anthropogenic Activities on the Fish Fauna of the Devrez Stream (Türkiye). <https://doi.org/10.22392/actaquad.1167901>
- Harlıoğlu, M. M., & FARHADI, A. (2017). THE ADVERSE EFFECTS OF FRESHWATER CRAYFISH SPECIES IMPORTED TO TURKEY ON THE ENVIRONMENT. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/fumbd/issue/29393/314663>
- Haubrock, P. J., Balzani, P., Macêdo, R. L., & Tarkan, A. S. (2023). Is the number of non-native species in the European Union saturating? <https://doi.org/10.1186/s12302-023-00752-1>
- İlhan, A., Sarı, H. M., & Kurtul, I. (2020). Growth parameters of invasive gibel carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in Lake Marmara (Turkey). <https://doi.org/10.1515/ohs-2020-0033>
- İlhan, M., & Ateşşahin, T. (2024). TATLISULARDAKİ BAZI İSTİLACI TÜRLER VE MÜCADELE YÖNTEMLERİ. <https://doi.org/10.12739/nwsa.2024.19.1.5a0207>
- İnnal, D. (2012). Alien fish species in reservoir systems in Turkey: a review. <https://doi.org/10.3391/mbi.2012.3.2.06>
- KARAKAYA, H., TOPER, R., & YULCU, B. B. (2022). Some Vertebrate Invasive Alien Species distributed in Türkiye. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/dosder/issue/74484/1119029>
- Kaya, Ç., Turan, D., & Ünlü, E. (2016). https://doi.org/10.4194/1303-2712-v16_3_07
- Kaymak, N., Emre, Y., Emre, N., & Akın, Ş. (2023). Fish diversity and community structure of a wetland system of the western Mediterranean Basin of Türkiye: Lake Koca (Dalaman). <https://doi.org/10.12714/egejfas.40.4.01>
- KİZİROĞLU, İ. (2023). Editörden: İNVAZİV BİTKİ VE HAYVAN TÜRLERİ. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tabin/issue/79048/1330653>
- Kurtul, I., & Sarı, H. M. (2019). *Gambusia holbrooki* (Sivrisinek balığı)'nin Türkiye'deki Dağılımına Katkıları. <https://doi.org/10.17216/limnofish.519729>
- Kurtul, I., Tarkan, A. S., Sarı, H. M., Haubrock, P. J., Soto, I., Aksu, S., & Britton, J. R. (2024). Exploring invasiveness and versatility of used microhabitats of the globally invasive *Gambusia holbrooki*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171718>
- OFLUOĞLU, Ö., Kurtul, I., Sarı, H. M., & İlhan, A. (2021a). Length-Weight Relationship of the Sand Smelt (*Atherina boyeri* Risso, 1810) Population Distributed in Lake Bafa (Aydın). <https://doi.org/10.31466/kfbd.831737>
- OFLUOĞLU, Ö., Kurtul, I., Sarı, H. M., & İlhan, A. (2021b). Length-Weight Relationship of the Sand Smelt (*Atherina boyeri* Risso, 1810) Population Distributed in Lake Bafa (Aydın). <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kfbd/issue/62741/831737>
- ÖZBEK, M. (2023). TÜRKİYE İÇ SULARINDAKİ BİYOÇEŞİTLİLİĞİ TEHDİT EDEN ANA UNSURLAR. <https://doi.org/10.53478/tuba.978-625-8352-58-0.ch07>

- Özuluğ, M., Gaygusuz, Ö., Gaygusuz, Ç. G., & Saç, G. (2018). https://doi.org/10.4194/1303-2712-v19_10_03
- Parmaksız, A., & DEMİR, A. (2022). Atatürk Baraj Gölü'nde (Türkiye) Yaşayan *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) türünün mtDNA COI ve cyt b Analizi. <https://doi.org/10.26650/tjbc.1112782>
- Polat, N., ZENGİN, M., & GÜMÜŞ, A. (2016). Invasive Fish Species and Life Strategies. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kfbd/issue/22232/238657>
- Saç, G., Gaygusuz, Ö., Dorak, Z., Köker, L., Aydın, F., Akçaalan, R., & Albay, M. (2025). Fish community dynamics in a water-stressed ecosystem: a case study from the endorheic basin in the semi-arid Mediterranean region. <https://doi.org/10.1007/s11160-025-09959-2>
- Santini, A., Roques, A., & Ghelardini, L. (2014). Will Climate Change and Water Restriction Drive The Arrival Of New Pests and Pathogens? <https://hal.inrae.fr/hal-02740087>
- Sarı, H. M., İlhan, A., Saç, G., & Özuluğ, M. (2019). Fish fauna of Yıldız Mountains (Northeastern Thrace, Turkey). <https://doi.org/10.12714/egejfas.2019.36.1.08>
- Tarkan, A. S., Copp, G. H., Top, N., Özdemir, N., Önsoy, B., Bilge, G., Filiz, H., Yapıcı, S., Ekmekçi, F. G., Kırankaya, Ş. G., Emiroğlu, Ö., Gaygusuz, Ö., Gaygusuz, Ç. G., OYMAK, A., Özcan, G., & Saç, G. (2012). Are introduced gibel carp *Carassius gibelio* in Turkey more invasive in artificial than in natural waters? <https://doi.org/10.1111/j.1365-2400.2011.00841.x>
- Tarkan, A. S., Haubrock, P. J., Aksu, S., Mol, O., Balzani, P., Emiroğlu, Ö., Köse, E., Kurtul, I., Başkurt, S., Çınar, E., & Öztöpcü-Vatan, P. (2023). Predicting the potential implications of perch (*Perca fluviatilis*) introductions to a biodiversity-rich lake using stable isotope analysis. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44865-2>
- Tarkan, A. S., & Marr, S. M. (2015). Non-native and translocated freshwater fish species in Turkey. <https://doi.org/10.29094/fishmed.2015.003>
- Tarkan, A. S., Yapıcı, S., KURTUL, I., Błońska, D., Vilizzi, L., Sermenli, H. B., Farooq, S., Aldemir, C., Uysal, T. U., Giannetto, D., Bilge, G., Çiftçioglu, M., Najafi-Majd, E., Aktay-Sözüer, L., Kaya, C., BAYÇELEBİ, E., Aydın, İ., Haubrock, P. J., Briski, E., & Soto, I. R. (2026). The first national assessment of established non-native species in Türkiye. <https://doi.org/10.3897/neobiota.105.176362>
- Top, N., Karakuş, U., Tepeköy, E. G., Britton, J. R., & Tarkan, A. S. (2019). Plasticity in habitat use of two native Ponto-Caspian gobies, *Proterorhinus semilunaris* and *Neogobius fluviatilis*: implications for invasive populations. <https://doi.org/10.1051/kmae/2019031>
- Top, N., Tarkan, A. S., Vilizzi, L., & Karakuş, U. (2016). Microhabitat interactions of non-native pumpkinseed *Lepomis gibbosus* in a Mediterranean-type stream suggest no evidence for impact on endemic fishes. <https://doi.org/10.1051/kmae/2016023>
- Toutain, M., Bélouard, N., Renault, D., Haubrock, P. J., Kurtul, I., Aksu, S., Emiroğlu, Ö., Kouba, A., Tarkan, A. S., & Balzani, P. (2024). Assessing the role of non-native species and artificial water bodies on the trophic and functional niche of Mediterranean freshwater fish communities. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.173520>
- Ulman, A., Yıldız, T., Demirel, N., Çanak, Ö., Yemişken, E., & Pauly, D. (2021). The biology and ecology of the invasive silver-cheeked toadfish (*Lagocephalus sceleratus*), with emphasis on the Eastern Mediterranean. <https://doi.org/10.3897/neobiota.68.71767>
- Ünal, V. (2015). Silver-cheeked toadfish, *Lagocephalus sceleratus* (Actinopterygii: Tetraodontiformes: Tetraodontidae), causes a substantial economic losses in the Turkish Mediterranean coast: A call for decision makers. <https://doi.org/10.3750/aip2015.45.3.02>
- Ünal, V., & Bodur, H. G. (2017). The socio-economic impacts of the silver-cheeked toadfish on small-scale fishers: A comparative study from the Turkish coast. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.2.01>

- Ünver, B., Akdağ, D., & Vicdanlı, S. M. (2021). First Scientific Record for Sivas Aquatic Systems Related to Alien Fish Species: Small-scaled Pacu; *Piaractus mesopotamicus* (Teleostei: Characidae). <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i4.843-847.4367>
- Yerli, S. V., Alp, A., Yeğen, V., Uysal, R., Yağcı, M. A., & Balık, İ. (2013). https://doi.org/10.4194/1303-2712-v13_5_03

HEMŞİRELİK ÖĞRENCİLERİNİN YAPAY ZEKÂ OKURYAZARLIK DÜZEYİ İLE TIBBİ YAPAY ZEKÂ HAZIR BULUNUŞLUK DÜZEYİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Doç. Dr. Nurten VİCDAN

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İç Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı

Eda Nur ÖZKAYA

Yüksek Lisans Öğrencisi

GİRİŞ

Yapay zekâ kavramı, ilk kez 1956 yılında McCarthy tarafından literatüre kazandırılmış ve zaman içerisinde bilgisayar bilimi, mühendislik, eğitim ve sağlık gibi birçok alanda önemli bir dönüşümün temel bileşenlerinden biri hâline gelmiştir. Başlangıçta daha çok önceden tanımlanmış ve kodlanmış bilgiler aracılığıyla problem çözmeye odaklanan yapay zekâ sistemleri, günümüzde çevreyi algılayabilen, büyük veri kümelerini işleyebilen, örneklere tanımlayabilen ve karar verme süreçlerini destekleyebilen gelişmiş teknolojilere dönüşmüştür (McCarthy ve ark., 2006; Ahuja, 2019; Gökçen Gökalp & Üzer, 2024; Saydamlı ve ark., 2025).

Yapay zekâ teknolojileri, farklı mesleki alanlarda olduğu gibi sağlık hizmetlerinde de giderek daha görünür ve etkili bir biçimde kullanılmaktadır. Sağlık hizmetlerinin dijitalleşmesiyle birlikte yapay zekâ uygulamaları; erken tanı, klinik karar verme, tedavi planlama, hasta izlem, araştırma, sağlık eğitimi, risk değerlendirme ve sağlığın korunması gibi birçok alanda sağlık profesyonellerine destek sağlamaktadır. Bu dönüşüm, hemşirelik mesleğini de doğrudan etkilemekte; hemşirelerin klinik bakım, hasta güvenliği, veri yönetimi, eğitim ve etik karar verme süreçlerinde yapay zekâ teknolojileriyle daha fazla etkileşim içinde olmalarını gerekli kılmaktadır (Yılmaz ve ark., 2021; Çoban ve ark., 2022; Gökçen Gökalp & Üzer, 2024). Bu nedenle, geleceğin sağlık profesyonelleri olan hemşirelik öğrencilerinin mesleki yaşamlarında yapay zekâ destekli sistemlerle karşılaşmaları ve bu sistemleri etkili, güvenli ve etik biçimde kullanmaları beklenmektedir.

Yapay zekâ uygulamalarının sağlık hizmetlerinde yaygınlaşması, yalnızca teknolojik araçların kullanım becerisini değil, aynı zamanda bu teknolojilerin nasıl çalıştığını, hangi alanlarda kullanılabileceğini, sınırlılıklarını, risklerini, etik boyutlarını ve karar verme süreçlerine etkilerini anlayabilmeyi de gerektirmektedir. Bu noktada yapay zekâ okuryazarlığı kavramı önem kazanmaktadır. Yapay zekâ okuryazarlığı, bireylerin yapay zekâ teknolojilerini

tanıyabilme, anlayabilme, etkili biçimde kullanabilme, eleştirel olarak değerlendirebilme ve etik ilkeler doğrultusunda yorumlayabilme yeterliliğini ifade etmektedir. Başka bir ifadeyle yapay zekâ okuryazarlığı; yapay zekânın neler yapabileceğini ve yapamayacağını, nasıl çalıştığını, olası yararlarını, sınırlılıklarını ve risklerini kavramayı içeren çok boyutlu bir yeterlilik alanıdır (Xiao & Bie, 2019; Ibrahim ve ark., 2026; Eniş Erdoğan & Ekşioğlu, 2024; Ateş, 2025).

Sağlık alanında yapay zekâya ilişkin bir diğer önemli kavram ise tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluğudur. Tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluğu, sağlık profesyoneli adaylarının veya sağlık hizmeti sunucularının yapay zekâ temelli uygulamaları sağlık hizmetlerinin önleme, tanı, tedavi, bakım ve rehabilitasyon süreçlerinde kullanmaya yönelik bilgi, beceri, öngörü ve etik farkındalık düzeylerini ifade etmektedir. Karaca ve ark. (2021) tarafından geliştirilen Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk Ölçeği; bilişsel, beceri, öngörü ve etik olmak üzere dört alt boyuttan oluşmakta ve bireylerin sağlık alanında yapay zekâ teknolojilerine ne ölçüde hazır olduklarını değerlendirmeye olanak sağlamaktadır.

Hemşirelik öğrencilerinin yapay zekâ okuryazarlık düzeyleri ile tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluklarının belirlenmesi, hemşirelik eğitiminde dijital dönüşüme uyum sağlanması açısından önemlidir. Yapay zekâ okuryazarlığı yüksek olan öğrencilerin, sağlık hizmetlerinde kullanılan yapay zekâ uygulamalarını daha bilinçli değerlendirebileceği, bu teknolojilere yönelik farkındalıklarının daha yüksek olabileceği ve klinik ortamlarda yapay zekâ destekli sistemlere daha hazır hâle gelebileceği düşünülmektedir. Ancak literatür incelendiğinde, hemşirelik öğrencilerinde yapay zekâ okuryazarlığı ile tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk düzeyi arasındaki ilişkiyi birlikte ele alan çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, mevcut çalışmanın hem hemşirelik eğitimi literatürüne hem de sağlıkta yapay zekâya ilişkin eğitim planlamalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu araştırmanın amacı, hemşirelik öğrencilerinin yapay zekâ okuryazarlık düzeyleri ile tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesidir. Ayrıca çalışmada, öğrencilerin demografik özelliklerine göre yapay zekâ okuryazarlık ve tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk düzeylerinin farklılaşıp farklılaşmadığının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

YÖNTEM

Araştırmanın Tipi

Bu araştırma, hemşirelik öğrencilerinin yapay zekâ okuryazarlık düzeyleri ile tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla tanımlayıcı, kesitsel ve ilişki arayıcı tasarımda yürütülmüştür.

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evrenini, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Bucak Sağlık Yüksekokulu Hemşirelik Bölümünde öğrenim gören öğrenciler oluşturmıştır. Araştırmada örneklem seçimine gidilmeyerek, araştırmaya katılmaya gönüllü olan ve veri toplama formunu eksiksiz dolduran tüm öğrencilere ulaşılmaya hedeflenmiştir. Bu kapsamda araştırmanın örneklemi 181 hemşirelik öğrencisi oluşturmıştır.

Araştırmaya dahil edilme kriterleri; hemşirelik bölümünde öğrenim görüyor olmak, araştırmaya katılmaya gönüllü olmak ve veri toplama formunu eksiksiz doldurmaktır. Araştırmaya katılmayı kabul etmeyen ya da veri toplama formunda eksik yanıtı bulunan öğrenciler araştırma kapsamına alınmamıştır.

Veri Toplama Araçları

Araştırma verileri; “Tanıtıcı Bilgi Formu”, “Yapay Zekâ Okuryazarlığı Ölçeği” ve “Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk Ölçeği” kullanılarak toplanmıştır.

Tanıtıcı Bilgi Formu:

Araştırmacılar tarafından literatür doğrultusunda hazırlanan formda öğrencilerin yaş, cinsiyet, sınıf düzeyi, kariyer hedefi, günlük internet kullanım süresi, herhangi bir yapay zekâ aracı kullanma durumu, okulda yapay zekâ dersi alma durumu, yapay zekâ ile ilgili özel eğitim alma durumu, yapay zekânın mesleğini etkileyeceğini düşünme durumu ve yapay zekânın sağlık alanında kullanımı hakkında bilgi sahibi olma durumunu sorgulayan sorular yer almıştır.

Yapay Zekâ Okuryazarlığı Ölçeği:

Araştırmada hemşirelik öğrencilerinin yapay zekâ okuryazarlık düzeylerini değerlendirmek amacıyla Wang ve ark. (2023) tarafından geliştirilen Yapay Zekâ Okuryazarlığı Ölçeği kullanılmıştır. Ölçek 12 madde ve dört alt

boyuttan oluşmaktadır. Ölçek 7'li Likert tipindedir ve yanıt seçenekleri “Kesinlikle katılıyorum” ile “Kesinlikle katılmıyorum” arasında derecelendirilmektedir. Ölçekten alınabilecek toplam puan 12 ile 84 arasında değişmektedir. Ölçekte 2., 5. ve 11. maddeler ters kodlanmaktadır. Ölçekten alınan puanın artması, bireyin yapay zekâ okuryazarlık düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk Ölçeği:

Öğrencilerin tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk düzeylerini değerlendirmek amacıyla Karaca ve ark. (2021) tarafından geliştirilen Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk Ölçeği kullanılmıştır. Ölçek 22 maddeden oluşmakta olup bilişsel, beceri, öngörü ve etik olmak üzere dört alt boyuta sahiptir. Ölçek, sağlık alanında yapay zekâ uygulamalarına yönelik bilgi, beceri, öngörü ve etik farkındalık düzeyini değerlendirmektedir. Ölçekten alınan puanın artması, bireyin tıbbi yapay zekâyâ hazır bulunuşluk düzeyinin yüksek olduğunu göstermektedir.

Verilerin Toplanması

Araştırma verileri, 21 Nisan – 6 Mayıs tarihleri arasında çevrim içi/ yüz yüze anket yöntemiyle toplanmıştır. Veri toplama sürecinde öğrencilere araştırmanın amacı açıklanmış, katılımın gönüllülük esasına dayandığı belirtilmiş ve bilgilendirilmiş onamları alınmıştır. Formu doldurmak yaklaşık 10 dakika sürmüştür.

Verilerin Değerlendirilmesi

Araştırmadan elde edilen veriler istatistik paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verilerin analizinde öncelikle tanımlayıcı istatistikler kullanılmış; kategorik değişkenler sayı ve yüzde, sürekli değişkenler ise ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri ile sunulmuştur. Ölçeklerin normallik dağılımı çarpıklık ve basıklık değerleri dikkate alınarak değerlendirilmiştir.

Yapay Zekâ Okuryazarlığı Ölçeği'nde 2., 5. ve 11. maddeler ters kodlandıktan sonra toplam puan ve alt boyut puanları hesaplanmıştır. Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk Ölçeği için de toplam puan ve alt boyut puanları hesaplanmıştır. Ölçeklerin iç tutarlılık güvenilirliği Cronbach alfa katsayısı ile değerlendirilmiştir.

Demografik değişkenlere göre ölçek puanlarının karşılaştırılmasında iki kategorili değişkenler için Mann-Whitney U testi, ikiden fazla kategorili değişkenler için Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Sürekli değişken olan yaş ile ölçek puanları arasındaki ilişki Spearman korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Yapay zekâ okuryazarlığı ile tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk düzeyi arasındaki ilişki Spearman korelasyon analizi ile incelenmiştir. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < .05$ olarak kabul edilmiştir.

Araştırmanın Etik Yönü

Araştırmanın yürütülebilmesi için MAKÜ Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 01.04.2026 tarihli ve GO 2026/2961 sayılı etik kurul izni alınmıştır. Katılımcılara araştırmanın amacı açıklanmış, katılımın gönüllülük esasına dayandığı, istedikleri zaman araştırmadan ayrılabilirlecekleri ve elde edilen verilerin yalnızca bilimsel amaçlarla kullanılacağı belirtilmiştir. Araştırmaya katılan öğrencilerden bilgilendirilmiş onam alınmıştır. Araştırma sürecinde Helsinki Bildirgesi ilkelerine uygun hareket edilmiştir.

Bulgular

Toplam 181 katılımcı verisi analiz edilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların demografik ve yapay zekâ kullanım özellikleri (n=181)

Değişken	Kategori	n	%
Cinsiyet	Kadın	138	76.2
	Erkek	43	23.8
Sınıf	4	59	32.6
	3	57	31.5
	2	47	26.0
	1	18	9.9
Kariyer hedefi	Servis hemşiresi	70	38.7
	Servis sorumlu hemşiresi	36	19.9
	Akademisyen hemşire	28	15.5
	Akademisyen	25	13.8
	Hemşirelik dışında başka bir işte çalışma	15	8.3
	Hemşirelik hizmetleri yöneticisi	7	3.9
Günlük internet kullanım süresi	4 saatten fazla	103	56.9
	3 - 4 saat	52	28.7
	2 - 3 saat	16	8.8
	1 - 2 saat	6	3.3
	30 dk - 1 saat	4	2.2

Yapay zekâ aracı kullanma	Evet	175	96.7
	Hayır	6	3.3
Okulda yapay zekâ dersi alma	Hayır	102	56.4
	Evet	79	43.6
Yapay zekâ konusunda özel eğitim alma	Hayır	150	82.9
	Evet	31	17.1
Yapay zekânın mesleği etkileyeceğini düşünme	Evet	144	79.6
	Hayır	37	20.4
Sağlıkta yapay zekâ kullanımı hakkında bilgi sahibi olma	Kısmen	117	64.6
	Evet	41	22.7
	Hayır	23	12.7

Katılımcıların çoğunluğu kadın (%76.2) ve 3. ya da 4. sınıf öğrencisidir. Günlük internet kullanım süresi çoğunlukla 4 saatten fazladır (%56.9). Katılımcıların büyük çoğunluğu bir yapay zekâ aracı kullandığını belirtmiştir (%96.7); ancak yapay zekâ konusunda özel eğitim alanların oranı daha düşüktür (%17.1). Sağlık alanında yapay zekâ kullanımı hakkında bilgi sahibi olma düzeyi çoğunlukla “kısmen” düzeyindedir (%64.6).

Tablo 2. Ölçek ve alt boyut puanlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler ve iç tutarlılık katsayıları

Ölçek/Alt boyut	Teorik aralık	n	Ort.	SS	Min.	Maks.	Çarpıklık	Basıklık	Cronbach α
Yapay Zekâ Okuryazarlığı - Farkındalık	3-21	181	14.59	3.23	7	21	0.10	-0.36	.157
Yapay Zekâ Okuryazarlığı - Kullanım	3-21	181	14.82	3.15	6	21	0.06	-0.39	.240
Yapay Zekâ Okuryazarlığı - Değerlendirme	3-21	181	15.11	4.65	3	21	-0.99	0.22	.958
Yapay Zekâ Okuryazarlığı - Etik	3-21	181	14.87	3.77	5	21	-0.17	-0.75	.419
Yapay Zekâ Okuryazarlığı Toplam	12-84	181	59.38	12.08	29	84	-0.66	0.20	.824

Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk - Bilişsel	8-40	181	26.88	7.03	8	40	-0.25	0.32	.945
Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk - Beceri	8-40	181	29.63	6.58	8	40	-1.02	1.77	.961
Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk - Öngörü	3-15	181	10.63	2.65	3	15	-0.65	0.53	.919
Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk - Etik	3-15	181	11.05	2.79	3	15	-0.75	0.50	.924
Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk Toplam	22-110	181	78.19	17.59	22	110	-0.73	1.46	.976

Yapay Zekâ Okuryazarlığı toplam puanı 59.38 ± 12.08 , Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk toplam puanı 78.19 ± 17.59 'dur; bu bulgular öğrencilerin her iki alanda da orta-yüksek düzeyde puana sahip olduğunu göstermektedir. Toplam puanlara ait Cronbach alfa katsayıları Yapay Zekâ Okuryazarlığı için .824, Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk için .976 olarak bulunmuştur. Tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk alt boyutlarının güvenilirlikleri oldukça yüksektir; buna karşın Yapay Zekâ Okuryazarlığı ölçeğinin ters maddeleri içeren bazı alt boyutlarında alfa değerleri düşük olduğundan, alt boyut yorumları dikkatli yapılmalıdır.

Tablo 3. Demografik ve yapay zekâ ile ilişkili değişkenlere göre ölçek toplam puanlarının karşılaştırılması

Değişken	Kategori	n	Yapay Zekâ Okuryazarlığı Ort.±SS	Test/p	Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk Ort.±SS	Test/p
Yaş	Ort.±SS=21.27±1.56; Min-Maks=18-26	181	-	Spearman r=0.03; p=.715	-	Spearman r=0.04; p=.591

Cinsiyet	Kadın	138	60.13 11.26	±	Mann-Whit- ney U=3236.00; p=.370	77.75 ± 16.68	Mann-Whit- ney U=2647.00; p=.286
	Erkek	43	56.98 14.30	±		79.58 ± 20.39	
Sınıf	4	59	61.07 10.82	±	Kruskal-Wal- lis H=1.78; p=.619	78.80 ± 18.41	Kruskal-Wal- lis H=2.61; p=.456
	3	57	59.18 12.88	±		77.05 ± 19.42	
	2	47	56.51 13.51	±		76.64 ± 14.03	
	1	18	62.00 8.08	±		83.83 ± 17.24	
Kariyer hedefi	Servis hemşiresi	70	57.06 12.19	±	Kruskal-Wal- lis H=15.12; p=.010	79.41 ± 13.04	Kruskal-Wal- lis H=5.51; p=.357
	Servis sorumlu hem- şiresi	36	62.33 12.02	±		78.03 ± 20.30	
	Akademisyen hem- şire	28	63.11 10.13	±		82.61 ± 16.51	
	Akademisyen	25	55.24 12.20	±		74.52 ± 21.11	
	Hemşirelik dışında başka bir işte çalışma	15	61.93 11.27	±		74.00 ± 22.01	
	Hemşirelik hizmet- leri yöneticisi	7	61.86 14.05	±		71.14 ± 22.62	
Günlük internet kullanım süresi	4 saatten fazla	103	59.06 12.67	±	Kruskal-Wal- lis H=4.66; p=.324	77.71 ± 17.88	Kruskal-Wal- lis H=2.26; p=.688
	3 - 4 saat	52	61.71 10.48	±		80.48 ± 16.72	
	2 - 3 saat	16	56.94 11.86	±		77.94 ± 13.50	
	1 - 2 saat	6	52.50 15.03	±		68.33 ± 31.32	
	30 dk - 1 saat	4	57.50 10.91	±		76.50 ± 9.85	
Yapay zekâ aracı kullanma	Evet	175	59.74 12.11	±	Mann-Whit- ney U=859.50; p=.008	78.34 ± 17.80	Mann-Whit- ney U=669.00; p=.255

	Hayır	6	49.00 4.34	±		73.83 8.86	±
Okulda yapay zekâ dersi alma	Hayır	102	60.16 11.46	±	Mann-Whitney U=4255.00; p=.518	78.55 18.97	± Mann-Whitney U=4357.00; p=.348
	Evet	79	58.38 12.84	±		77.72 15.73	±
Yapay zekâ konusunda özel eğitim alma	Hayır	150	59.19 11.75	±	Mann-Whitney U=2194.50; p=.624	77.87 17.11	± Mann-Whitney U=2066.50; p=.331
	Evet	31	60.32 13.74	±		79.71 19.97	±
Yapay zekânın mesleği etkileyeceğini düşünme	Evet	144	60.93 10.95	±	Mann-Whitney U=3438.50; p=.006	78.69 18.19	± Mann-Whitney U=2933.00; p=.344
	Hayır	37	53.35 14.37	±		76.22 15.06	±
Sağlıkta yapay zekâ kullanımını hakkında bilgi sahibi olma	Kısmen	117	60.58 10.55	±	Kruskal-Wallis H=17.01; p<.001	77.98 15.20	± Kruskal-Wallis H=15.91; p<.001
	Evet	41	61.56 13.09	±		83.32 22.03	±
	Hayır	23	49.39 13.22	±		70.09 17.69	±

Yaş, cinsiyet, sınıf düzeyi, günlük internet kullanım süresi, okulda yapay zekâ dersi alma ve daha önce özel yapay zekâ eğitimi alma değişkenleri ile ölçek toplam puanları arasında anlamlı fark/ilişki saptanmamıştır. Yapay zekâ aracı kullanan öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlığı puanı daha yüksektir (p=.008). Yapay zekânın mesleğini etkileyeceğini düşünen öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlığı puanı da daha yüksektir (p=.006). Sağlık alanında yapay zekâ kullanımını hakkında bilgi sahibi olma değişkeni hem yapay

zekâ okuryazarlığı hem de tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk puanları açısından anlamlıdır ($p<.001$).

Tablo 4. Yapay zekâ okuryazarlığı ile tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk puanları arasındaki korelasyonlar

Yapay Zekâ Okuryazarlığı / Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk	Bilişsel	Beceri	Öngörü	Etik	Toplam
Farkındalık	0.42** ($<.001$)	0.53** ($<.001$)	0.42** ($<.001$)	0.38** ($<.001$)	0.48** ($<.001$)
Kullanım	0.45** ($<.001$)	0.57** ($<.001$)	0.41** ($<.001$)	0.37** ($<.001$)	0.51** ($<.001$)
Değerlendirme	0.57** ($<.001$)	0.64** ($<.001$)	0.48** ($<.001$)	0.39** ($<.001$)	0.60** ($<.001$)
Etik	0.21** (.004)	0.25** ($<.001$)	0.30** ($<.001$)	0.43** ($<.001$)	0.29** ($<.001$)
AI Okuryazarlığı Toplam	0.49** ($<.001$)	0.61** ($<.001$)	0.49** ($<.001$)	0.48** ($<.001$)	0.57** ($<.001$)

Yapay zekâ okuryazarlığı toplam puanı ile tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk toplam puanı arasında pozitif yönlü ve orta düzeyde anlamlı bir ilişki vardır ($r=.57$, $p<.001$). Bu sonuç, yapay zekâ okuryazarlığı arttıkça öğrencilerin tıbbi yapay zekâ uygulamalarına hazır bulunuşluk düzeylerinin de arttığını göstermektedir. En güçlü ilişkiler Yapay Zekâ Okuryazarlığı-Değerlendirme alt boyutu ile Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk-Beceri alt boyutu arasında ($r=.64$, $p<.001$) ve Yapay Zekâ Okuryazarlığı toplam puanı ile Beceri alt boyutu arasında ($r=.61$, $p<.001$) görülmüştür.

Çalışmada öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlığı ve tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk düzeylerinin orta-yüksek olduğu; iki ölçek toplam puanları arasında pozitif yönlü, orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir ($r=.57$, $p<.001$). Ayrıca sağlık alanında yapay zekâ kullanımı hakkında bilgi sahibi olma durumu, her iki ölçek toplam puanı ile anlamlı düzeyde ilişkili bulunmuştur.

TARTIŞMA

Bu çalışmada hemşirelik öğrencilerinin yapay zekâ okuryazarlık düzeyleri ile tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk düzeyleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırma bulguları, öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlığı ve tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk düzeylerinin orta-yüksek düzeyde olduğunu göstermiştir. Bu sonuç, hemşirelik öğrencilerinin yapay zekâ teknolojilerine

tamamen yabancı olmadıklarını, ancak bu alanda bilgi, beceri ve etik farkındalıklarının daha sistematik biçimde geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğunu düşündürmektedir. Günümüzde yapay zekâ uygulamalarının sağlık hizmetlerinde tanı, tedavi, bakım, hasta izlem, klinik karar destek sistemleri ve sağlık eğitimi gibi çok sayıda alanda kullanılmaya başlanması, geleceğin hemşireleri olan öğrencilerin bu teknolojilere yönelik farkındalık ve hazır bulunuşluk düzeylerinin önemini artırmaktadır (Ahuja, 2019; Yılmaz ve ark., 2021; Çoban ve ark., 2022; Gökçen Gökalp & Üzer, 2024).

Araştırmada öğrencilerin Yapay Zekâ Okuryazarlığı Ölçeği toplam puan ortalaması 59.38 ± 12.08 olarak bulunmuştur. Ölçekten alınabilecek puan aralığı dikkate alındığında, bu bulgu öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlığının orta-yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum, öğrencilerin yapay zekâ teknolojilerini tanıma, kullanma ve değerlendirme konusunda belirli bir farkındalığa sahip olduklarını düşündürmektedir. Literatürde üniversite öğrencilerinin yapay zekâ okuryazarlığının; teknolojiye erişim, dijital araçları kullanma sıklığı, yapay zekâyâ yönelik farkındalık ve eğitim deneyimi gibi faktörlerden etkilenebileceği belirtilmektedir (Eniş Erdoğan & Ekşioğlu, 2024; Ateş, 2025). Bu çalışmada katılımcıların büyük çoğunluğunun bir yapay zekâ aracı kullandığını belirtmesi, öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlık düzeylerinin orta-yüksek bulunmasını destekleyen bir durum olarak değerlendirilebilir.

Araştırmada Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk Ölçeği toplam puan ortalaması 78.19 ± 17.59 olarak belirlenmiştir. Bu sonuç, hemşirelik öğrencilerinin sağlık alanında yapay zekâ uygulamalarına yönelik hazır bulunuşluklarının da orta-yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir. Tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluğu, yalnızca yapay zekâ teknolojilerini kullanabilme becerisiyle sınırlı olmayıp aynı zamanda bu teknolojilerin sağlık hizmetlerinde nasıl kullanılabileceğine, hangi etik sorunları doğurabileceğine ve mesleki uygulamalara nasıl entegre edilebileceğine ilişkin bilişsel ve etik farkındalığı da içermektedir (Karaca ve ark., 2021). Bu nedenle öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerinin orta-yüksek bulunması olumlu olmakla birlikte, özellikle sağlık bakım ortamlarında yapay zekâ destekli sistemlerin güvenli, etkili ve etik biçimde kullanılabilmesi için hemşirelik eğitim programlarında bu konuya daha fazla yer verilmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu çalışmanın en önemli bulgularından biri, yapay zekâ okuryazarlığı ile tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk düzeyi arasında pozitif yönlü, orta dü-

zeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmasıdır. Yapay zekâ okuryazarlığı toplam puanı arttıkça tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk toplam puanının da arttığı görülmüştür. Bu bulgu, öğrencilerin yapay zekâ teknolojilerini tanıma, anlama, değerlendirme ve etik açıdan yorumlama becerilerinin, sağlık alanındaki yapay zekâ uygulamalarına hazır olma düzeyleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Başka bir ifadeyle, yapay zekâ okuryazarlığı yüksek olan öğrencilerin tıbbi yapay zekâ uygulamalarını mesleki bağlamda kullanmaya ve değerlendirmeye daha hazır oldukları söylenebilir. Bu sonuç, hemşirelik öğrencilerinde yapay zekâ okuryazarlığının yalnızca genel bir dijital yeterlilik alanı değil, aynı zamanda mesleki hazır bulunuşluğu destekleyen önemli bir değişken olduğunu ortaya koymaktadır.

Alt boyutlar arasındaki ilişkiler incelendiğinde, yapay zekâ okuryazarlığı toplam puanı ile tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluğun özellikle beceri alt boyutu arasında daha güçlü bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Benzer şekilde yapay zekâ okuryazarlığının değerlendirme alt boyutu ile tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluğun beceri alt boyutu arasındaki ilişkinin diğer ilişkilere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu bulgu, öğrencilerin yapay zekâ sistemlerini eleştirel olarak değerlendirme becerileri arttıkça, sağlık alanındaki yapay zekâ uygulamalarını kullanmaya yönelik beceri algılarının da güçlendiğini düşündürmektedir. Sağlık hizmetlerinde yapay zekâ uygulamalarının yalnızca teknik bir araç olarak değil, klinik karar verme süreçlerini etkileyen bir destek sistemi olarak değerlendirilmesi gerektiği düşünüldüğünde, öğrencilerin eleştirel değerlendirme becerilerinin geliştirilmesi oldukça önemlidir.

Araştırmada öğrencilerin yaş, cinsiyet, sınıf düzeyi, günlük internet kullanım süresi, okulda yapay zekâ dersi alma ve yapay zekâ konusunda özel eğitim alma durumlarına göre ölçek toplam puanlarında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Bu bulgu, yapay zekâ okuryazarlığı ve tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk düzeylerinin yalnızca temel demografik özelliklerle açıklanamayacağını düşündürmektedir. Özellikle okulda yapay zekâ dersi alma ve özel eğitim alma değişkenlerinde anlamlı fark bulunmaması dikkat çekicidir. Bu durum, öğrencilerin aldıkları eğitimlerin içerik, süre, uygulama yoğunluğu veya sağlık alanına özgü yapay zekâ örnekleri bakımından yeterince yapılandırılmamış olabileceğini düşündürülebilir. Diğer bir olasılık ise öğrencilerin yapay zekâyâ ilişkin bilgilerini daha çok bireysel deneyimler, dijital platformlar ve günlük teknoloji kullanımı aracılığıyla edinmiş olmalarıdır.

Bununla birlikte, yapay zekâ aracı kullanan öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlık puanlarının kullanmayanlara göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu

belirlenmiştir. Bu sonuç, yapay zekâ araçlarıyla doğrudan etkileşimin öğrencilerin yapay zekâyı tanıma, anlama ve kullanma becerilerini artırabileceğini göstermektedir. Ancak aynı değişkende tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk puanı açısından anlamlı fark bulunmaması, genel yapay zekâ araçlarını kullanmanın sağlık alanına özgü yapay zekâ uygulamalarına hazır olmayı tek başına sağlamadığını düşündürmektedir. Bu nedenle hemşirelik öğrencilerinin yalnızca genel amaçlı yapay zekâ araçlarını kullanmaları değil, aynı zamanda klinik senaryolar, hasta bakım süreçleri, etik karar verme ve sağlık verisi güvenliği gibi mesleki bağlamlara dayalı yapay zekâ uygulamalarıyla karşılaşmaları önemlidir.

Araştırmada yapay zekânın mesleğini etkileyeceğini düşünen öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlığı puanlarının daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bu bulgu, yapay zekânın hemşirelik mesleği üzerindeki etkisine ilişkin farkındalığın, öğrencilerin yapay zekâya yönelik ilgi ve öğrenme motivasyonlarıyla ilişkili olabileceğini göstermektedir. Hemşirelik mesleğinde yapay zekâ ve robot teknolojilerinin bakım süreçleri, hasta güvenliği, veri yönetimi ve iş yükünün azaltılması gibi alanlarda giderek daha fazla tartışılması, öğrencilerin bu teknolojileri mesleki gelecekleri açısından değerlendirmelerini gerekli kılmaktadır (Çoban ve ark., 2022; Gökçen Gökalp & Üzer, 2024). Bu bağlamda öğrencilerin yapay zekânın mesleki etkilerini fark etmeleri, yapay zekâ okuryazarlığını artırabilecek önemli bir motivasyon kaynağı olarak değerlendirilebilir.

Çalışmada sağlık alanında yapay zekâ kullanımı hakkında bilgi sahibi olma durumu hem yapay zekâ okuryazarlığı hem de tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk puanları açısından anlamlı bulunmuştur. Sağlıkta yapay zekâ kullanımı hakkında bilgi sahibi olduğunu veya kısmen bilgi sahibi olduğunu belirten öğrencilerin puanlarının, bilgi sahibi olmadığını belirten öğrencilere göre daha yüksek olması beklenen bir bulgudur. Bu sonuç, sağlık alanına özgü yapay zekâ bilgisinin, öğrencilerin hem genel yapay zekâ okuryazarlığını hem de tıbbi yapay zekâya hazır bulunuşluklarını desteklediğini göstermektedir. Dolayısıyla hemşirelik eğitiminde yapay zekâ konusunun yalnızca teorik düzeyde değil, klinik uygulamalar, vaka örnekleri, etik ikilemler, hasta güvenliği ve veri gizliliği gibi başlıklarla bütünleştirilerek ele alınması önerilebilir.

Araştırmada ölçeklerin toplam puanlarına ilişkin Cronbach alfa katsayılarının kabul edilebilir ve yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Yapay Zekâ

Okuryazarlığı Ölçeği toplam puanı için güvenilirlik katsayısının yeterli düzeyde, Tıbbi Yapay Zekâ Hazır Bulunuşluk Ölçeği toplam puanı için ise oldukça yüksek düzeyde bulunması, ölçeklerin toplam puan düzeyinde güvenilir sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bununla birlikte, Yapay Zekâ Okuryazarlığı Ölçeği'nin bazı alt boyutlarında alfa değerlerinin düşük bulunması, bu alt boyutlara ilişkin yorumların dikkatli yapılması gerektiğini göstermektedir. Bu durum, ters kodlanan maddelerin öğrenciler tarafından farklı algılanması, madde sayısının az olması veya örneklemin özellikleriyle ilişkili olabilir. Bu nedenle ilerleyen çalışmalarda yapay zekâ okuryazarlığı ölçeğinin alt boyut düzeyindeki psikometrik özelliklerinin farklı örneklemelerde yeniden değerlendirilmesi yararlı olabilir.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Araştırmanın kesitsel tasarımı yürütülmesi nedeniyle değişkenler arasında nedensel ilişki kurulamaz. Ayrıca verilerin öz bildirim yöntemiyle toplanması, katılımcıların yanıtlarında sosyal beğenirlik yanlılığına neden olmuş olabilir. Araştırmanın tek bir örneklem grubunda yürütülmesi nedeniyle bulguların tüm hemşirelik öğrencilerine genellenmesinde dikkatli olunmalıdır. Buna karşın çalışma, hemşirelik öğrencilerinde yapay zekâ okuryazarlığı ile tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk düzeyi arasındaki ilişkiyi birlikte ele alması bakımından literatüre katkı sağlamaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada hemşirelik öğrencilerinin yapay zekâ okuryazarlık düzeyleri ile tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk düzeyleri arasında pozitif yönlü ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin yapay zekâ okuryazarlık ve tıbbi yapay zekâ hazır bulunuşluk düzeylerinin orta-yüksek düzeyde olması, hemşirelik öğrencilerinin yapay zekâ teknolojilerine yönelik farkındalıklarının bulunduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, sağlık alanında yapay zekâ kullanımı hakkında bilgi sahibi olan öğrencilerin her iki ölçekten de daha yüksek puan alması, mesleki bağlama özgü yapay zekâ bilgisinin önemini ortaya koymaktadır.

Araştırma bulguları doğrultusunda, hemşirelik eğitim programlarında yapay zekâ okuryazarlığına ve sağlıkta yapay zekâ uygulamalarına daha fazla yer verilmesi önerilmektedir. Özellikle klinik karar destek sistemleri, hasta güvenliği, etik sorumluluklar, veri güvenliği, hasta mahremiyeti ve yapay

zekâ destekli bakım uygulamaları gibi konular ders içeriklerine entegre edilmelidir. Öğrencilerin yalnızca teorik bilgi düzeyinde değil, vaka temelli öğrenme, simülasyon uygulamaları ve klinik senaryolarla desteklenmesi yapay zekâ teknolojilerine yönelik hazır bulunuşluklarını artırabilir.

Ayrıca hemşirelik öğrencilerinin yapay zekâ araçlarını bilinçli, eleştirel ve etik şekilde kullanabilmelerini desteklemek amacıyla seçmeli dersler, seminerler, atölye çalışmaları ve uygulamalı eğitim programları düzenlenmesi önerilmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda farklı üniversitelerden daha geniş örneklemelerle araştırmalar yürütülmesi ve yapay zekâ eğitimlerinin öğrencilerin okuryazarlık ve hazır bulunuşluk düzeyleri üzerindeki etkisinin deneysel çalışmalarla değerlendirilmesi yararlı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Ahuja AS. (2019). The impact of artificial intelligence in medicine on the future role of the physician. *PeerJ* 7:e7702 <https://doi.org/10.7717/peerj.7702>
- Ateş, V. (2025). Üniversite Öğrencilerinin Yapay Zekâ Okuryazarlık Düzeylerinin Bazı Demografik Değişkenlere Göre İncelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 23(2), 1931-1954. <https://doi.org/10.37217/tebd.1688486>
- Çoban, N., Eryiğit, T., Dülcek, S., Beydağ, D., & Ortabağ, T. (2022). HEMŞİRELİK MESLEĞİNDE YAPAY ZEKA VE ROBOT TEKNOLOJİLERİNİN YERİ. *Fenerbahçe University Journal of Health Sciences*, 2(1), 378-385. <https://izlik.org/JA42NJ23ZT>
- Eniş Erdoğan, T., & Ekşioğlu, S. (2024). Yapay Zekâ Okuryazarlığı Ölçeği'nin Türkçeye Uyarlanması. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 22(2), 1196-1211. <https://doi.org/10.37217/tebd.1496716>
- Gökçen Gökalp, M., & Üzer, M. A. (2024). Yapay Zeka Çağında Hemşirelik Bakımı. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, 6(1), 89-94. <https://doi.org/10.48071/sbu-hemsirelik.1349981>
- Ibrahim, F. M., Shahrour, G., Abuijlan, I. A. M., Abdallah, A. M., Alsuwayed, A., & Alanazi, A. R. (2026). NAIL-G: A conceptual best-fit framework for nursing AI literacy and governance anchored in socio-technical safety science. *BMC Nursing*, 25(1), Article 370. <https://doi.org/10.1186/s12912-026-04555-6>
- Karaca, O., Çalışkan, S.A. & Demir, K. Tıp öğrencileri için tıbbi yapay zeka hazırlık ölçeği (MAIRS-MS) – geliştirme, geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *BMC Med Educ* 21, 112 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02546-6>
- McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, August 31, 1955. *AI Magazine*, 27(4), 12. <https://doi.org/10.1609/aimag.v27i4.1904>
- Saydamlı, Ş., Şahin, S., & Er, M. N. (2025). Hemşirelik Öğrencilerinin Yapay Zekâya Yönelik Tutumlarının İncelenmesi. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 10(3), 439-445. <https://doi.org/10.61399/ikcusbfd.1548434>
- Wang, B., Rau, P. L. P., & Yuan, T. (2023). Yapay zeka kullanımında kullanıcı yetkinliğinin ölçülmesi: yapay zekanın geçerliliği ve güvenilirliği okuryazarlık ölçeği. *Davranış ve Bilgi Teknolojisi*, 42(9), 1324–1337. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2072768>
- Xiao, W., & Bie, M. (2019). The reform and practice of educational technology major in the age of artificial intelligence 2.0. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 677(5), Article 052094. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/677/5/052094>

Yılmaz, Y., Uzelli Yılmaz, D., Yıldırım, D., Akın Korhan, E., & Özer Kaya, D. (2021). Yapay Zeka ve Sağlıkta Yapay Zekanın Kullanımına Yönelik Sağlık Bilimleri Fakültesi Öğrencilerinin Görüşleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 12(3), 297-308. <https://doi.org/10.22312/sdusbed.950372>

IŞIKLI AKGÖZ KAYNAĞI (DENİZLİ-TÜRKİYE)'NİN MAKROFİT FLORASI VE SU KALİTESİNİN MAKROFİT İNDEKSİ İLE DEĞERLENDİRİLMESİ

Meryem TUNÇ

Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Bölümü
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Eğirdir Su Ürünleri Fakültesi
ORCID: 0000-0002-6559-6664, e-mail: tncmeryem@gmail.com

GİRİŞ

Sucul ortamın birincil üreticileri olan makrofitler, bir taraftan sulak alanlardaki besleyici tuzları bünyelerinde tutarak aşırı artışına engel olurken diğer taraftan balık, böcek ve kuşların barınma, saklanma ve yumurtlama alanlarını oluştururlar. Makrofitlerin sulak alanlarda bulunurluğu, tür çeşitliliği ve baskınlığı ekolojik koşullara göre yıl içinde mevsimsel farklılıklar göstermektedir. Su kalitesi ölçüm cihazları ile yapılan ölçümler o anlık kirlilik için bilgi edinmemizi sağlarken su içinde yaşayan canlılar daha uzun süreli kirlilik göstergesi olabilmektedirler. Sucul ortamlarda su kirliliğinin belirlemesinde balıklar, bentik omurgasızlar, plankton, algler ve sucul makrofitler indikatör organizma olarak kullanılmaktadır. Bu organizmalar arasında makrofitler, diğer sucul canlılara kıyasla daha stabil yapıları ve uzun yaşam döngüleri sayesinde su kalitesinin uzun dönemli değişimlerini yansıtabilmekte ve daha güvenilir değerlendirmelere olanak sağlamaktadırlar. Makrofitler önemli biyolojik indikatörler olarak uzun dönemli ekolojik değişimleri yansıtır ve su kalitesi çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Makrofitlerin bu şekildeki fonksiyonları dolayısıyla makrofit indeks çalışmaları son yıllarda önem kazanmıştır (Slàdeck, 1973; Thorne ve Williams, 1997; Scuri vd., 2006; Güner ve Yıldız, 2008; Tanyolaç, 2009; Kargıoğlu vd., 2012; Wetzel, 2017; Tunç, 2019; Kocataş, 2020; Nouri vd., 2021; Tunç, 2025a).

Bu çalışma Işıklı Gölü ve Büyük Menderes Havzasını besleyen Akgöz Kaynağı (Denizli/Türkiye)'nin sucul makrofit florasını belirlemek, mevsimsel değişimleri değerlendirmek, Makrofit indeksi (MI) kullanarak su kalitesi tespit etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

Işıklı Akgöz Kaynağı (Işıklı Pınarları) Dinar (Afyon) ile Çivril (Denizli) karayolu üzerinde yer almaktadır. Işıklı Gölü'nü besleyen su kaynaklarından Su Çıkan Kaynağı (%45)'nin ardından ikinci büyük (%22) su kaynağıdır

(Özdemir ve Tatar, 2017; Ürker ve Özen, 2020; Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025). Derinliği yaklaşık 1,5m'dir. Kaynağın bulunduğu yer piknik alanı olarak kullanılmaktadır. Bu alan 2023 yılı itibariyle Işıklı Çivril Millet Bahçesi olarak düzenlenmiştir, alan çevresinde düzenli olarak restorasyon ve bitki kontrol çalışmaları yapılmaktadır. Çalışma alanının haritası (Şekil 1) ve görüntüleri (Şekil 2) aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. Işıklı Akgöz Kaynağı (Google Earth alıntısı, 2026)



Şekil 2. Akgöz Kaynağı ile ilgili görüntüler (Orijinal)

Örneklerin Toplanması ve İncelenmesi

Işıklı Akgöz Kaynağı (Çivril/Denizli)'nda yapılan bu çalışma Ekim 2020 – Ağustos 2021 tarihleri arasında mevsimsel periyotlarla gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanında kaynağın çıkış kısmında su birikim yaparak yaklaşık 1,5m

derinliğe sahip durgun su kütlesi oluşturmuştur. Bu alanın tamamı taranarak makrofitler elle ve tırmıkla toplanmıştır. Sualtındaki makrofitlerin yoğunluğunu belirlemek için batiskop kullanılarak makrofitlerin % kaplama alanları ve bolluk kategorileri belirlenmiştir. Alandan toplanan makrofitler teşhis edilmek üzere plastik torbalara konularak laboratuvara getirilmiştir. Teşhisleri tamamlanan makrofitler preslenerek ve koruyucu çözeltilere konularak saklanmıştır. Makrofitlerin teşhislerinde çeşitli kaynaklar kullanılmıştır (Davis, 1965-1985; Seçmen ve Leblebici, 2008). Çalışmada alandan toplanan makrofit örnekleri teşhis edilmiş ve alanın makrofit florası çıkarılmıştır. Teşhis edilerek % örtüşleri belirlenen türler sıklık analizi, baskınlık analizi ve Makrofit indeks (MI) hesaplamalarında kullanılmıştır.

Sıklık Analizi

Aynı çalışma alanında bir türe rastlanılan örnekleme sayısının tüm örnekleme sayısına oranının yüzdesine o türün sıklığı denir. Bir kommunitede bulunan türler 5 sıklık derecesinde sınıflandırılır. Bu dereceler şunlardır: %1-20: Nadir bulunan türler, %21-40: Seyrek bulunan türler, %41-60: Genellikle bulunan türler, %61-80: Çoğunlukla bulunan türler ve %81-100: Devamlı bulunan türler (Soyer, 1970; Kocataş, 2020). Sıklık analizi formülü aşağıda verilmiştir.

$$SIKLIK (F) = \frac{Na}{Nn} \times 100$$

Formülde: N_a = A türünü içeren örnekleme sayısını, N_n = Tüm örnekleme sayısını ifade eder.

Baskınlık analizi

Baskınlık analizi çalışma bölgesindeki bir türün birey sayısının bütün türlerin toplam birey sayısına oranının yüzdesi şeklinde ifade edilmesidir. Baskınlık analizi formülü aşağıda verilmiştir (Bellan-Santini, 1969; Kocataş, 2020).

$$ND = \frac{SA}{S_n} \times 100$$

Formülde: ND = Nispi baskınlık, S_A : A türünün kapladığı alan, S_n : Tüm türlerin toplam kapladığı alan şeklinde ifade edilir (Bellan-Santini, 1969; Kocataş, 2020).

Makrofit İndeksi

Çalışmada biyotik indekslerden Makrofit İndeks (MI) uygulanarak su kalite sınıfı belirlenmiştir (Melzer, 1999). Makrofit indekste türlerin yoğunlukları 5 bolluk kategorisinde sınıflandırılır (Köhler, 1978). Bu bolluk kategorileri, 1: çok nadir, 2: nadir, 3: yaygın, 4: sık, 5: çok sık şeklinde sınıflandırılmaktadır (Tüxen ve Preising, 1942; Lirika vd., 2013). MI uygulanırken sekmeler doğrusal olmadığı için bolluk değerleri küplenerek ($y=x^3$) kullanılmaktadır. MI’te kullanılan su kalite düzeyleri altı basamakta sınıflandırılmıştır. Bu sınıflar; 1 - 1,99 = Temiz, 2 - 2,49 = Çok az kirlenmiş, 2,5 - 2,99 = Orta düzeyde, 3 - 3,49 = Kritik, 3,5 - 3,99 = Kirli, 4 - 5 = Aşırı kirli olarak ifade edilmektedir. Makrofit İndeksin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır.

$$MI = \frac{\sum a-z Ia-z * Qa-z}{\sum a-z Qa-z}$$

Formülde; Ia-z: Türlerin indikatör grupları, Qa-z: Türlerin miktarını (bolluk) ifade eder.

BULGULAR

Çalışma alanında sonbaharda 12 familyaya ait 15 cins ve 15 takson, kışın 20 familyaya ait 25 cins ve 25 takson, ilkbaharda 22 familyaya ait 29 cins ve 34 takson ve yazın 17 familyaya ait 21 cins ve 24 takson olmak üzere; Spermatophyta (34 kayıt) ve Chlorophyta (1 kayıt), şubelerine ait 22 familya, 29 cins ve 35 makrofit taksonu belirlenmiştir. En fazla takson içeren familyalar Cyperaceae (5 takson), Poaceae (3 takson), Lamiaceae (3 takson) ve Typhaceae (3 takson) olarak tespit edilmiştir. Işıklı Akgöz Kaynağı’na ait tür listesi, sıklık değerleri ve mevsimlere göre Makrofit İndeks sonuçları Tablo 1’de verilmiştir. Makrofit İndekse göre su kalitesi tüm mevsimlerde ve ortalamada 6. Kalite sınıfı (aşırı kirli) olarak belirlenmiştir. Sıklık analizine göre ise; *Nuphar lutea*, *Myriophyllum spicatum*, *Berula erecta*, *Veronica anagallis-aquatica*, *Ceratophyllum demersum*, *Stuckenia pectinata*, *Lemna trisulca*, *Typha angustifolia*, *Schoenoplectus lacustris* subsp. *lacustris*, *Cyperus* sp., *Phragmites australis*, *Cynodon dactylon* ve *Cladophora* sp. türleri sürekli bulunan türler olarak tespit edilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Işıklı Akgöz Kaynağı tür listesi ve % örtüşü, sıklık değeri ve Makrofit İndeksi Sonuçları

Taksonlar	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Sıklık
RANUNCULACEAE					
<i>Ranunculus scleratus</i>		0,5	1		50
<i>Ranunculus trichophyllus</i>		0,5	2		50
NYMPHAEACEAE					

<i>Nuphar lutea</i>	3	2	4	5	100
BRASSICACEAE					
<i>Nasturtium officinalis</i>		0,5	7	4	75
POLYGONACEAE					
<i>Rumex pulcher</i>		0,5	1		50
FABACEAE					
<i>Alhagi pseudalhagi</i>			0,5	3	50
ROSACEAE					
<i>Potentilla reptans</i>		0,5	2		50
LYTHRACEAE					
<i>Lythrum salicaria</i>			0,5	0,5	50
HALORAGIDACEAE					
<i>Myriophyllum spicatum</i>	4	1	5	6	100
APIACEAE					
<i>Apium nodiflorum</i>			4		25
<i>Berula erecta</i>	22	16	20	17	100
ASTERACEAE					
<i>Cirsium sp.</i>		0,5	0,5	0,5	75
SCROPHULARIACEAE					
<i>Veronica anagallis aquatica</i>	2	0,5	2	3	100
LAMIACEAE					
<i>Mentha aquatica</i>		0,5	4	1	75
<i>Mentha longifolia</i>	2		3	2	75
<i>Mentha spicata</i>			2		25
EUPHORBIACEAE					
<i>Euphorbia sp.</i>		0,5	1	0,5	75
CERATOPHYLLACEAE					
<i>Ceratophyllum demersum</i>	17	11	25	15	100
ALISMACEAE					
<i>Alisma lanceolata</i>		0,5	3		50
POTAMOGETONACEAE					
<i>Stuckenia pectinatus</i>	5	3	7	4	100
<i>Potamogeton lucens</i>	3		5		50
LEMNACEAE					
<i>Lemna trisulca</i>	40	30	55	25	100
TYPHACEAE					
<i>Typha angustifolia</i>	1	1	4	5	100

<i>Typha laxmannii</i>				1	25
<i>Typha sp.</i>			10	0,5	50
JUNCACEAE					
<i>Juncus maritimus</i>		0,5	0,5		50
CYPERACEAE					
<i>Cyperus sp.</i>	12	4	13	7	100
<i>Schoenoplectus lacustris</i> subsp. <i>lacustris</i>	14	3	14	12	100
<i>Schoenoplectus littoralis</i>			3	3	50
<i>Bolboschoenus maritimus</i>		0,5	1		50
<i>Cladium mariscus</i>			0,5		25
POACEAE					
<i>Phragmites australis</i>	8	3	4	7	100
<i>Cynodon dactylon</i>	7	4	6	3	100
<i>Echinochloa crus-galli</i>		6	8	6	75
CLADOPHORACEAE					
<i>Cladophora sp.</i>	1	2	3	5	100
MAKROFİT İNDEKS (MI)	4,16	4,32	4,21	4,31	
MI ORTALAMA	4,25				

Çalışmada belirlenen makrofitlerden alanda baskın durumda olanlar sırasıyla *Lemna trisulca*, *Berula erecta*, *Ceratophyllum demersum*, *Schoenoplectus lacustris* ve *Cyperus sp.* taksonlarıdır. Türlerle ait baskınlık değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Işıklı Akgöz Kaynağı’ndaki taksonların baskınlık değerleri

Taksonlar	Sonbahar	Kış	İlkbahar	Yaz	Toplam
<i>Nuphar lutea</i>	2,13	2,17	1,81	3,68	9,78
<i>Nasturtium officinalis</i>	0,00	0,54	3,16	2,94	6,64
<i>Myriophyllum spicatum</i>	2,84	1,09	2,26	4,41	10,59
<i>Berula erecta</i>	15,60	17,39	9,03	12,50	54,52
<i>Veronica anagallis aquatica</i>	1,42	0,54	0,90	2,21	5,07
<i>Ceratophyllum demersum</i>	12,06	11,96	11,29	11,03	46,33
<i>Stuckenia pectinatus</i>	3,55	3,26	3,16	2,94	12,91
<i>Lemna trisulca</i>	28,37	32,61	24,83	18,38	104,19
<i>Typha angustifolia</i>	0,71	1,09	1,81	3,68	7,28
<i>Cyperus sp.</i>	8,51	4,35	5,87	5,15	23,87
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	9,93	3,26	6,32	8,82	28,33

<i>Phragmites australis</i>	5,67	3,26	1,81	5,15	15,89
<i>Cynodon dactylon</i>	4,96	4,35	2,71	2,21	14,23
<i>Echinochloa crus-galli</i>	0,00	6,52	3,61	4,41	14,55
<i>Cladophora sp.</i>	0,71	2,17	1,35	3,68	7,91

TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmada belirlenen 35 makrofit taksonu içerisinde özellikle *Lemna trisulca*, *Berula erecta*, *Ceratophyllum demersum*, *Schoenoplectus lacustris* ve *Cyperus sp.* türlerinin yüksek baskınlık göstermesi, çalışma alanında besin elementi bakımından zengin ve organik madde yükünün yüksek olduğu habitat koşullarını yansıtmaktadır. Bu türlerin özellikle ötrofik veya organik madde bakımından zengin sularda yaygın olarak bulunmaları, hesaplanan Makrofit İndeks sonuçlarını desteklemektedir (Landolt, 1986; Melzer, 1999; Schneider ve Melzer 2003; Wetzel, 2017; Reitsema vd., 2020).

Melzer (1999) tarafından geliştirilen Makrofit İndeksi, toplam 45 indikatör sualtı makrofit türünü temel almaktadır. Makrofit İndeksi bütün mevsimlerde 4'ün üzerinde hesaplanmış ve ortalama MI değeri 4,25 olarak belirlenmiştir. Bu sonuç çalışma alanının yıl boyunca "aşırı kirli" su kalite sınıfında yer aldığını göstermektedir. Mevsimsel değişimlere rağmen MI değerlerinin birbirine oldukça yakın olması, çalışma alanındaki çevresel baskının yıl boyunca devam ettiğini göstermektedir (Melzer, 1999; Wetzel, 2017).

Çalışma alanında baskın olarak belirlenen *Lemna trisulca* ve *Ceratophyllum demersum* gibi türler yüksek besin elementi konsantrasyonlarını tolere edebilen ve ötrofik ortamlarda yaygın olarak gelişen makrofitlerdir (Bornette ve Puijalon, 2011; Wetzel, 2017). Benzer şekilde *Berula erecta* ve *Schoenoplectus lacustris* de besince zengin sularda yüksek örtüş oranlarına ulaşabilmektedir. Bu nedenle tür kompozisyonu ile MI sonuçları birbirini desteklemektedir.

Makrofit indekslerinin su kalitesinin belirlenmesinde başarılı biyolojik yöntemler olduğu birçok çalışmada belirtilmiştir (Melzer, 1999; Lirika vd., 2013; Trajanovska vd. 2014; Coşkun ve Demir 2019; Tunç 2019; Tunç 2025b). Bu çalışmada elde edilen sonuçlar da makrofitlerin fizikokimyasal ölçümlere göre daha uzun dönemli çevresel değişimleri yansıtabildiğini göstermektedir (Melzer, 1999; Kolada, 2010; Wetzel, 2017).

Yapılan literatür taramasında çalışma alanında Makrofit İndeksi kullanılarak gerçekleştirilen herhangi bir araştırmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle

çalışma, Işıklı Akgöz Kaynağı'nın makrofit temelli biyolojik su kalite değerlendirmesine ilişkin ilk çalışmalardan biri olma özelliği taşımaktadır.

Sonuç olarak Işıklı Akgöz Kaynağı'nda belirlenen makrofit kompozisyonu ve Makrofit İndeksi sonuçları çalışma alanının yıl boyunca aşırı kirli su kalite sınıfında bulunduğunu ortaya koymuştur. Baskın türlerin ekolojik özellikleri de bu sonucu desteklemektedir. Makrofitlerin uzun dönemli çevresel değişimleri yansıtabilmesi nedeniyle su kalite izleme çalışmalarında güvenilir biyolojik indikatörler olduğu bir kez daha görülmüştür. Elde edilen veriler, çalışma alanında 2022 yılı sonrasında gerçekleştirilen restorasyon ve çevre düzenleme çalışmalarının etkilerinin gelecekte yapılacak biyolojik izleme çalışmaları ile karşılaştırılmasına olanak sağlayacak bir başlangıç verisi (baseline data) niteliğindedir.

KAYNAKLAR

- Bellan-Santini, D., 1969. Etude floristique et Faunistique de Quelques peuplements Infra-littoraux de Substrat Rocheux. Rec. Trav. St. Mar. End., 26 (41): 237-298.
- Bornette, G., & Puijalon, S. (2011). Response of aquatic plants to abiotic factors: a review. *Aquatic sciences*, 73(1), 1-14.
- Davis, P.H. (ed.). 1965-1985. Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Vol. 1-9, Edinburgh Univ. Press., Edinburgh.
- Coşkun, T., Demir, N., 2019. Abant Gölü'nde Biyolojik Kalite Elementlerinden Sucul Makrofitler. *Acta Aquatica Turcica*, 15(4), 499-506. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.559270>
- Gürer, İ., Yıldız, F.E., 2008. Türkiye'nin Sulak Alan Politikalarına Genel Bir Bakış: Sultan Sazlığı Örneği. *Türk Mühendis ve Mimar Odası Birliği 2.Su Kongresi*, 20-22 Mart, 335-345.
- Kargıoğlu, M., Serteser, A., Kıvrak, E., İçağa, Y., Konuk, M., 2012. Relationships Between Epipellic Diatoms, Aquatic Macrophytes, and Water Quality in Akarçay Stream, Afyonkarahisar. Turkey, *Oceanological and Hydrobiological Studies*. 41(1).
- Kocataş, A., 2020. Ekoloji ve Çevre Biyolojisi. (14. Baskı). Bornova, İzmir. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Ders Kitapları Serisi, 585s. Dora Basım-YAYIN Dağıtım Ltd. Şti.
- Kolada, A. (2010). The use of aquatic vegetation in lake assessment: testing the sensitivity of macrophyte metrics to anthropogenic pressures and water quality. *Hydrobiologia*, 656(1), 133-147.
- Köhler, A., 1978. Methoden der kartierung von flora und vegetation von süßwasserbiotopen. *Landschaft+Stadt* 10(2), 73-85.
- Landolt, E. 1986. The family of Lemnaceae - A monographic study. Vol. 1. Biosystematic Investigations in the Family of Duckweeds (Lemnaceae). Veröffentlichungen des Geobotanischen Institutes der ETH, Stiftung Ruebel, Zurich.
- Lirika, K., Alma, I., Magdalena, C., Dashnor, K., 2013. Ohrid Gölündeki Su Kalitesinin Değerlendirilmesinde Diatome ve Makrofit Endekslerinin Kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 28(2), 393-400.
- Melzer, A., 1999. Aquatic macrophytes as tools for lake management, *Hydrobiologia*, 395/396, 181-190.

- Nouri, A., Soumaya, H., Lahcen, C., Abdelmajid, H., 2021. Macrophytes as a Tool for Assessing the Trophic Status of a River: a Case Study of the Upper Oum Er Rbia Basin (Morocco). *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 50(1): 77-86. DOI:102478/oandhs-2021-0008
- Özdemir, M.A., Tatar, S., 2017. Işıklı Gölü ve Gököl Seviye Değişimleri ile Sucul Bitki Alanı Etkileşimi. Uluslararası jeomorfoloji Sempozyumu. 12-14 Ekim 2017. 437-452. Elazığ.
- Reitsema, R. E., Preiner, S., Meire, P., Hein, T., De Boeck, G., Blust, R., & Schoelynck, J. (2020). Implications of climate change for submerged macrophytes: effects of CO₂, flow velocity and nutrient concentration on *Berula erecta*. *Aquatic Ecology*, 54(3), 775-793.
- Schneider, S., Melzer, A., (2003). The trophic index of macrophytes (TIM): a new tool for indicating the trophic state of running waters. *Int. Rev. Hydrobiol.* 88 (1), 49-67pp.
- Scuri, S., Torrisi, M., Cocchioni, M., Delluomo, A., 2006. The European Water Framework Directive 2000/60/EC in the Evaluation of the Ecological Status of Watercourses. Case Study: the River Chienti (central Apennines, Italy). *Acta hydrochim. Hydrobiologia*, 34, 498-505.
- Seçmen, Ö., Leblebici, E., 2008. Türkiye Sulak Alan Bitkileri ve Bitki Örtüsü. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları No:158, 870s. Bornova/İzmir.
- Sládeček, V., 1973. System of Water Quality from the Biological Point of View.- *Archive Hydrobiologia, Beih. Ergebn. Limnol*, 7, 1-218.
- Soyer, J., 1970. Bionomie Benthique du Plateau Continental de la Cote Catalana Française, III. Les Peuplements de Copepodes Harpacticodies (Crustacea). *Vie Mlieu*, 21; 377-511
- Tanyolaç, J., 2009. Limnoloji. Hatiboğlu Yayınları, 294s. Ankara.
- Tarım ve Orman Bakanlığı, 2025. Sulak Alanlar. Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. Doğa Turizmi Web Uygulaması. Son Erişim Tarihi: 29.05.2025.
- Thorne, R., St. J. Williams, W.P., 1997. The Response of Benthic Macroinvertebrates to Pollution in Developing Countries: a Multimetric System of Bioassessment. *Fresh Water Biology*, 37, 671-686.
- Trajanovska, S., Talevska, M., Imeri, A., Schneider, S.C., 2014. Assessment of Littoral Eutrophication in Lake Ohrid by Submerged Macrophytes. *Biologia*, 69, 756-764.
- Tunc, M., (2019). Kırkgöz Kaynakları (Antalya) Su Kalitesinin Makrofit Floraya Göre Belirlenmesi. Suleyman Demirel Univ. Fen Bil. Enst. Yl. Tezi Isparta. 87s.
- Tunç, M., 2025a. Işıklı (Çivril) ve Gököl Sulak Alanı (Denizli)'nın Makrofit Florası, Ekolojik Kalite, Ağır Metal Riskleri ve Fitoremediasyon Potansiyelinin Değerlendirilmesi. Suleyman Demirel Üniv. Fen Bil. Enst. ISPARTA. 502s.
- Tunç, M., 2025b. Avrupa'da Kullanılan Bazı Makrofit İndeksler ve Türkiye'deki Uygulamaları. Akgül, H., [Editörler], *Biyoloji Alanında Uluslararası Akademik Araştırma ve Çalışmalar*. ISBN: 978-625-5737-78-6, Türkiye: Serüven Yayınevi, 18 Ekim 2025, Kitapta Bölüm, (Uluslararası). 37-55s.
- Tüxen, R., Preising E., 1942. Grundbegriffe und Methoden zum Studium der Wasser-und Sumpfpflanzenengesellschaften. *Dtsch. Wasserwirtsch.* 37, 10-17 & 57-69.
- Ürker, O., Özen, A., 2020. Işıklı Gölü ve Gököl Sulak Alanlarında Avrupa Doğa Bilgi Sistemi (EUNIS) Habitat Sınıflandırmasının Değerlendirilmesi. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 13(2), 518-531.
- Wetzel, R.G., 2017. (Çeviri Ed. Ergönül, M. B.). *Limnoloji, Göl ve Nehir Ekosistemleri*. Nobel Akademik Yayıncılık, 870s.

EBE LİDERLİĞİNDE SÜREKLİ BAKIMIN TOPLUM SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ DÖNÜŞTÜRÜCÜ ETKİSİ

Öznur HASDEMİR

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Sivas, Türkiye
0000-0003-1087-2112, karakoseoznur@gmail.com

Selinay EROL

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ebelik Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Programı, Sivas, Türkiye
0009-0003-6841-2562, selinayerol.06@gmail.com

GİRİŞ

Ebe liderliğindeki sürekli bakım modeli, kadının gebelik öncesi döneminden başlayarak gebelik, doğum ve doğum sonrası süreçlerini kapsayan bütüncül, kanıta dayalı ve kesintisiz bir hizmet sunmaktadır (WHO, 2025). Anne sağlığı sisteminin hayati bir parçası olan ebeler, bu yaklaşım ile kadın merkezli bakımı ve normal fizyolojik doğumu teşvik etmektedir (Adnani ve ark., 2025).

Bu kapsamda eğitim verilmesi, doğum anında devamlı fiziksel ve duygusal desteğin sağlanması ve lohusalıkta hem emzirmenin hem de psikolojik iyilik halinin izlenmesi, sunulan bütüncül bakımın temel parçalarıdır (ICM, 2024; WHO, 2018). Modelin başarısı ise, tüm bu aşamalar boyunca kadına tek bir ebe veya değişmeyen bir ebe ekibinin eşlik etmesi temeline dayanmaktadır (Adnani ve ark., 2025).

1. TOPLUM SAĞLIĞINDA KAVRAMSAL TEMEL: DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE EBE LİDERLİĞİNDE SÜREKLİ BAKIM MODELİ

1.1. Ebe Liderliğinde Sürekli Bakım Modeli ve Temel Felsefesi

Ebe liderliğinde sürekli bakım modeli, gebeliğin başlangıcından doğum sonrası döneme kadar aynı ebe veya ebe ekipleri tarafından verilen bütüncül ve sürekli bakım hizmetini ifade etmektedir (McLachlan ve ark., 2017). Kadın merkezli bakımı ve fizyolojik doğumu merkeze alan temel felsefesiyle bu model, anne ve yenidoğan sağlığı alanında önemli ve oldukça etkili bir hizmet olarak öne çıkmaktadır (Shakespeare ve ark., 2019).

Nitekim gebelik öncesinden doğum sonrasına kadar uzanan tüm süreçlerde kanıta dayalı ve nitelikli ebeler, bakımı sunulması anne ve yenidoğan sağlığı için temel bir gereksinimdir ve ebe liderliğindeki sürekli bakım uygulamalarının; sezaryen, epizyotomi ile aletli doğum oranlarını düşürerek,

anne memnuniyetini ve emzirme devamlılığını artırıp klinik sonuçları iyileştirdiği kanıtlanmıştır (Adnani ve ark., 2025).

1.2. Model Kapsamında Sunulan Doğum Öncesi, Doğum ve Doğum Sonu Hizmetler

Ebe liderliğindeki sürekli bakım modeli, kadının bu döngüdeki tüm ihtiyaçlarını kesintisiz bir hizmet anlayışıyla ele almaktadır. Bu kapsamda; doğum öncesi dönemde sunulan ebeler, sağlıklı bir gebelik sürecine hazırlık için genel durum değerlendirmesi, gebeliğin tespiti, rutin klinik izlemeler, aşılamaya hizmetleri ve tarama programları hakkında bilgilendirmenin yanı sıra beslenme, egzersiz ve öz bakım gibi konularda bireyselleştirilmiş eğitim ve danışmanlık faaliyetlerine odaklanarak kadının öz yeterliliğini desteklemeyi amaçlamaktadır (WHO, 2016; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2024). Sürekli bakım felsefesinin bir gereği olarak doğum eylemi sırasında ebeler, kadınlara güvenli ve saygılı bir ortamda kesintisiz fiziksel ve duygusal destek sunarak normal fizyolojik süreci yönetirken; Leopold manevraları, vajinal muayene ve maternal-fetal iyilik halinin yakın takibi ile olası komplikasyonları erkenden tanıyarak gerektiğinde uzman hekimlerle koordineli sevk ve danışmanlık süreçlerini yürütmektedir (Sandall ve ark., 2016; ICM, 2024; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2024). Doğum sonrası süreçte ise modelin bütüncül yaklaşımını tamamlayan hizmetler; anne-bebek ten tene temasının sağlanması, emzirmenin başlatılması ve sürdürülmesi için eğitim verilmesi, maternal ve neonatal fiziksel muayeneler, lohusa izlemi, ruh sağlığı taramaları ve aile planlaması danışmanlığı ile devam ederek hem annenin hem de yenidoğanın uzun vadeli sağlığını korumayı ve aile dinamiklerini güçlendirmeyi hedeflemektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2024; WHO, 2025).

1.3. Türkiye Perspektifi: Mevcut Durum, Uygulamalar ve Yasal Mevzuat

Küresel ölçekte olduğu gibi Türkiye’de de doğum eylemi, doğal fizyolojik seyrinden uzaklaştırılarak giderek daha fazla medikal bir işlem olarak ele alınmaktadır. Bu tıbbileşme eğilimi, aslında olağan bir süreç olan doğumu potansiyel bir risk durumu gibi algılatarak gereksiz klinik müdahalelerin artmasına zemin hazırlamıştır (Vural ve Erenel, 2017). Doğumun bu denli medikalleşmesi hem küresel ebeler bakım yaklaşımlarını olumsuz etkilemiş hem de tarih boyunca doğumu kendi içgüdüleriyle yardımsız şekilde yöneten kadınların bu süreçten korkmasına yol açmıştır (Kocatürk, 2019). Oysa güncel kanıtlar, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine erişmek ve anne-yenidoğan sağlığı standartlarını yükseltmek adına ebe liderliğindeki bakım yaklaşımlarının vazgeçilmez olduğunu açıkça ortaya koymaktadır (ICM, 2024).

Türkiye'deki uygulamalara bakıldığında, gebelik ve doğum hizmetlerinde tıbbi modelin baskın olduğu ve ebelerin standartlaşmış, özgün bir ebelik bakım modeli çerçevesinde hizmet sunmadığı dikkati çekmektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2021). Bu tablonun olumsuz yansımaları ulusal sağlık istatistiklerinde de net bir biçimde görülmektedir. Sağlık sisteminin büyük ölçüde tedavi edici tıp modeli üzerine inşa edilmesi, koruyucu hizmetlerin işleyişini zayıflatmaktadır. Nitekim birinci basamakta çok yönlü görevleri bulunan ebeler, koruyucu ve rehabilite edici rollerinin yanı sıra doğum eylemindeki aktif pozisyonlarından da uzaklaştırılması ile doğum alanlarında büyük ölçüde hekimlerin aktif rol aldığı görülmektedir. Oysaki ülkemizde giderek artan sezaryen oranlarının düşürülebilmesi için, sahada karşılığı olan ve sürdürülebilir bir ebelik bakım modelinin hayata geçirilmesinin zorunlu olduğu vurgulanmaktadır (EUÇEP, 2016; Başkaya ve Sayiner, 2018; Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü, 2018; Sağlık İstatistikleri Yıllığı, 2019; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2019). Bu sorunların aşılması amacıyla son yıllarda Türkiye'de normal doğumu özendiren ve sezaryeni azaltmayı hedefleyen stratejiler kapsamında ebelerin süreçteki rolü güçlendirilmektedir (Demir ve Arslan, 2018). Doğum sonu bakımının kalitesini artırmak için ebelerin yenidoğan taramaları ile lohusalık izlemlerindeki aktif katılımı desteklenmekte; bu gelişmeler ebe liderliğindeki bakım anlayışının yerleşmesi adına kritik adımlar olarak değerlendirilmektedir (Aydın Özkan ve Demirci Bal, 2019). Bu kapsamda Sağlık Bakanlığı, doğum fizyolojisine yapılan gereksiz müdahaleleri asgari düzeye indirmek amacıyla ebe liderliğinde sürekli bakım modelini teşvik eden politikalar üretmekte ve ebenin doğum yönetimindeki otonomisini artırmayı hedeflemektedir (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2021).

2. TOPLUM SAĞLIĞINDA DÖNÜŞTÜRÜCÜ ETKİ: KLİNİK, PSİKOSOSYAL, SOSYAL VE EKONOMİK ÇIKTILAR

Ebeler tarafından yönetilen bakım modelleri üzerine giderek artan güncel kanıtlar; bu yaklaşımın yalnızca bireysel düzeyde kalmayıp toplum sağlığı üzerinde dönüştürücü bir etkiye sahip olduğunu açıkça ortaya koymaktadır. Nitekim ebe liderliğindeki bakımın anne memnuniyetini artırarak psikososyal iyilik halini desteklediği, olumlu doğum sonuçlarıyla klinik başarıyı yükselttiği ve anne-bebek sağlığını koruyarak sağlık sistemlerine önemli sosyal ve ekonomik yararlar sağladığı bildirilmektedir (Nove ve ark., 2021; Liu ve ark., 2021; Fitriana ve ark., 2024; Ramu ve ark., 2025). Özellikle bakımda sürekliliği temel alan bu model, geleneksel obstetrik yaklaşımların yalnızca

tıbbi bir alternatifi değil; aynı zamanda sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen bütüncül bir hizmet sunumu olarak öne çıkmaktadır (Ramu ve ark., 2025; Dahlen ve ark., 2026).

2.1. Maternal ve Neonatal Klinik Çıktılar Üzerindeki Etkiler

Ebe liderliğinde sürdürülen sürekli bakım modeli, literatürde hem anne hem de bebek sağlığını optimize eden, rutin tıbbi müdahale oranlarını azaltan ve genel sağlık sonuçlarını iyileştiren temel bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Aksu, 2025). Bu modelin klinik yansımaları incelendiğinde, özellikle düşük riskli gebeliklerde fizyolojik sürecin başarıyla desteklendiği görülmektedir. Kapsamlı meta-analizler ve geniş katılımlı araştırmalar; ebelik odaklı kesintisiz bakımın sezaryen doğum ve obstetrik müdahale oranlarını anlamlı ölçüde düşürdüğünü, spontan vajinal doğum olasılığını artırdığını ve erken doğum riskini azalttığını kanıtlamaktadır (Ernawati, 2024; Fitriana ve ark., 2024; Sethi ve ark., 2025). Bununla birlikte, bu bütüncül bakımı alan kadınların doğum eylemi sürelerinin daha kısa olduğu ve doğum eylemi boyunca daha az klinik zorlukla karşılaştıkları bildirilmektedir (Lundborg ve ark., 2024). Klinik kazanımlar yalnızca maternal süreçlerle sınırlı kalmayıp, yenidoğan sağlığı ve lohusalık dönemini de doğrudan etkilemektedir. Literatürde, ebelikte sürekli bakım modelinin uygulandığı durumlarda yenidoğan morbidite ve mortalite oranlarında azalma eğilimi olduğu rapor edilmektedir. Nitekim bu azalma eğiliminin, ebelerin sunduğu bireyselleştirilmiş bakım felsefesinden ve doğum sonrası erken dönemde sağlanan yakın destekten kaynaklandığı düşünülmektedir (Mortensen ve ark., 2019). Ayrıca doğum sonu bakımın en önemli bileşenlerinden biri olan emzirmede bu süreçten pozitif yönde etkilenmektedir. Nitekim ebe liderliğindeki kesintisiz desteğin, anne sütünün erken başlatılma oranlarını artırdığı ve sadece anne sütüyle beslenme süresini anlamlı düzeyde uzattığı araştırmalarla desteklenmektedir (Dagla ve ark., 2021; Shahinfar ve ark., 2021). Klinik ve neonatal iyileşmelere ek olarak, bakımın gebelikten lohusalığa kadar aynı ebe veya ebe grubu tarafından sürdürülmesi, kadınların sürece dair psikososyal algılarını da olumlu yönde dönüştürmektedir (Hua ve ark., 2018; Hailemeskel, 2022; Sethi ve ark., 2025).

Sonuç olarak; obstetrik müdahalelerin azalması, fizyolojik doğumların desteklenmesi, emzirme başarısının kalıcı hale getirilmesi ve yüksek anne memnuniyeti gibi çok yönlü olumlu çıktılar, ebelik bakım sürekliliğinin (özellikle düşük ve orta gelirli ülkeler başta olmak üzere) anne ve yenidoğan

sağlığını iyileştirmede önemli bir yere sahip olduğunu açıkça göstermektedir (Mortensen ve ark., 2019).

2.2. Psikososyal Çıktılar ve Kadının Güçlenmesi

Ebe liderliğinde sürdürülen bakım modeli, yalnızca klinik doğum sonuçlarını optimize etmekle kalmayıp, kadının psikososyal iyilik halini ve ruh sağlığını da derinden etkilemektedir (Ramu ve ark., 2025). Geleneksel yaklaşımların ötesine geçen bu model, kadının duygusal gereksinimlerini merkeze alarak doğum eylemini yalnızca fizyolojik bir süreç olarak değil, aynı zamanda psikolojik bir dönüşüm olarak ele almaktadır. Özellikle bakımda sürekliliğin sağlanması, kadın ile ebe arasında kurulan güven ilişkisi sayesinde anne ruh sağlığı üzerinde doğrudan iyileştirici bir güce sahiptir. Nitekim ebe liderliğindeki bakım hizmetlerinden yararlanan kadınlarda, doğum sonrası depresyon ve anksiyete görülme sıklığının standart bakım alanlara kıyasla belirgin düzeyde daha düşük olduğu kanıtlanmıştır (Kuipers ve ark., 2023). Farklı popülasyonları kapsayan geniş çaplı araştırmalar da bu bulguları desteklemektedir. Ebeler tarafından yürütülen psikoeğitim, danışmanlık, farkındalık (mindfulness) temelli yaklaşımlar ve sürekli grup bakımı gibi bütüncül müdahalelerin; gebelik ve lohusalık sürecindeki kaygıyı, depresyon eğilimini ve doğum korkusunu anlamlı ölçüde azalttığı bildirilmektedir (Xu ve ark., 2026). Psikososyal çıktıların en değerli yansımalarından biri ise kadının güçlenmesi sürecidir. Ebe liderliğindeki bakım, annenin sadece korkularını azaltmakla kalmaz; aynı zamanda bedenine ve doğum sürecine olan güvenini inşa ederek öz yeterliliğini artırmaktadır (Xu ve ark., 2026).

Sonuç olarak, bedeni ve ruhu birbirinden ayırmadan, kadının hem duygusal hem de fizyolojik ihtiyaçlarına aynı anda yanıt veren bu yaklaşım; anne memnuniyetini en üst düzeye çıkararak çok daha hümanistik ve kadın merkezli bir sağlık hizmeti sunumuna zemin hazırlamaktadır (Kuipers ve ark., 2023; Xu ve ark., 2026).

2.3. Sosyal Çıktılar, Sağlıkta Eşitlik ve Okuryazarlık

Ebe liderliğinde sürekli bakım modeli, sağlık sistemindeki eşitsizlikleri azaltmak için temel bir strateji olarak kabul edilmektedir. Özellikle genç kadınlar, göçmenler ve düşük gelirli bireyler gibi kırılgan gruplar, bu bakım modelinin sunduğu kapsayıcı yaklaşımdan en yüksek faydayı sağlayan kesimlerdir (Fox ve ark., 2022). Toplum temelli ebelik hizmetleri, bakımı kadının yaşadığı çevreye entegre ederek ulaşım ve maliyet gibi yapısal engelleri ortadan kaldırmakta; böylece evrensel sağlık kapsamına doğrudan katkı sunmaktadır. Bununla birlikte ebeler, hizmet sundukları toplulukların kültürel

dinamiklerine ve inanç sistemlerine saygılı, bireyselleştirilmiş bir bakım üreterek dezavantajlı veya azınlık grupların sağlık sistemine duyduğu güveni de yeniden inşa etmektedir (Adnani ve ark., 2025).

Sağlıkta eşitliğin kalıcı hale gelmesindeki bir diğer kritik bileşen ise anne adaylarının sağlık okuryazarlığıdır. Bireyin sağlıkla ilgili bilgileri anlama, içselleştirme ve hayata geçirme becerisi olarak tanımlanan sağlık okuryazarlığı, gebelik ve doğum sonuçlarını belirleyen temel faktörlerden biridir. Kanıtlar, maternal sağlık okuryazarlığı düzeyi arttıkça, kadınların doğum sürecine yönelik öz yeterlilik algılarının ve sorunlarla baş etme kapasitelerinin de paralel olarak yükseldiğini göstermektedir (Yazıcı, 2023). Bu bağlamda ebe-ler; yürüttükleri antenatal eğitimler ve danışmanlık hizmetleriyle kadınların bilgi düzeyini artırmakta ve onları bilinçli tıbbi kararlar alabilecek donanımına kavuşturmaktadır. Bu süreç boyunca sade, anlaşılır ve kapsayıcı bir iletişim dilinin kullanılması esastır. Nitekim sağlık okuryazarlığı desteklenen gebelerin tehlike belirtilerini çok daha erken fark ettikleri, prenatal izlemlere daha düzenli katılım sağladıkları ve emzirme gibi olumlu sağlık davranışlarını daha kalıcı şekilde benimsedikleri görülmektedir (WHO, 2025).

Sonuç olarak, ebe liderliğinde sunulan sürekli bakım; yalnızca obstetrik ve klinik iyileşmelerle sınırlı kalan bir hizmet değildir. Aynı zamanda sağlık hizmetlerine erişimde adaleti tesis eden, kadının toplumdaki konumunu güçlendiren ve toplumun genel sağlık bilincini yükselten dönüştürücü bir sosyal model olarak öne çıkmaktadır (Adnani ve ark., 2025).

2.4. Ekonomik Çıktılar ve Sağlık Sistemleri

Ebe liderliğinde bakım modeli, yalnızca klinik bir tercih olmanın ötesine geçerek sağlık ekonomisi perspektifinden de son derece sürdürülebilir ve stratejik bir yatırım olarak değerlendirilmektedir. Kanıta dayalı ve insan hakları odaklı bir zemin üzerinde genişleyen ebelik hizmetleri; hayat kurtarıcı misyonunun yanı sıra maliyet-etkinlik açısından da güçlü bir alternatif sunmaktadır (Nove ve ark., 2021; WHO, 2025). Nitekim bu modellere yönelik başlangıç yatırımları gereksiz tıbbi müdahalelerin azalması (örneğin sezaryen oranlarının düşmesi) ve genel klinik çıktıların iyileşmesi sayesinde sağlık sistemlerine yüksek bir yatırım getirisi sağlamaktadır (Sandall ve ark., 2016; WHO, 2025). Bu modelin sunduğu orta ve uzun vadeli maliyet-etkililik hem ulusal hem de yerel düzeyde kaynak kullanımını optimize ederek sağlık harcamalarında ciddi oranlarda tasarruf yaratmaktadır (WHO, 2025).

Ekonomik kazanımların güvence altına alınması ve sağlık sistemlerinin kalıcı olarak güçlendirilmesi ise ebe liderliğinin kurumsal düzeyde benimsenmesi ve sağlık politikalarına entegre edilmesiyle doğrudan ilişkilidir (Vedam ve ark., 2022). Ebelerin kendi mesleki yetkileri dâhilinde otonom kararlar alabilmelerini destekleyen güçlü yasal ve düzenleyici çerçevelerin varlığı; sağlık sistemlerinde şeffaflığı, hizmet kalitesini ve hesap verebilirliği belirgin şekilde artırmaktadır (Vedam ve ark., 2022; ICM, 2024). Sonuç itibarıyla, ebe liderliğinin politik ve kurumsal düzlemlerde sağlam bir temele oturtulması, yalnızca bireysel klinik çıktıları iyileştirmekle kalmaz; aynı zamanda sağlık sistemlerini çok daha dirençli, verimli ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşturarak evrensel sağlık kapsamına ulaşma hedefine doğrudan hizmet eder (Vedam ve ark., 2022; ICM, 2024; WHO, 2025).

3. TOPLUM SAĞLIĞINDA GELECEĞE YÖNELİK DÖNÜŞTÜRÜCÜ YAKLAŞIMLAR ve STRATEJİK ÖNERİLER

Ebe liderliğinde sürekli bakım modeli; yalnızca günümüzün klinik ihtiyaçlarına yanıt veren bir hizmet sunumu değil, aynı zamanda geleceğin toplum sağlığı vizyonunu şekillendiren dönüştürücü bir strateji olarak değerlendirilmelidir. Geleneksel ve medikalize edilmiş yaklaşımların ötesine geçen bu model, ebe ile kadın arasında kurulan sarsılmaz güven ilişkisi üzerinden doğum sürecini sıradan bir tıbbi prosedür olmaktan çıkarıp, aileyi ve dolayısıyla toplumu temelden güçlendirmektedir (Sandall ve ark., 2016; ICM, 2024). Bu bağlamda, ebe liderliğinde sürekli bakımın ulusal sağlık politikalarına stratejik bir öncelik olarak entegre edilmesi, sürdürülebilir halk sağlığı hedeflerine ulaşmada atılacak en kritik adımdır.

3.1. Sürekli Bakım Modelinde Ebenin Liderlik Rolü ve Mesleki Bariyerler

Doğum sırasında ebenin sürekli bakım içindeki varlığı, kadınların stres ve korkularını azaltarak; ağrı ile başa çıkmalarını kolaylaştırmaktadır. Aynı zamanda doğum sürecine aktif katılımlarını teşvik etmektedir. Ebe ile kadın arasındaki güven ilişkisine dayalı bu model, doğum ortamının daha huzurlu, fizyolojik süreciyle uyumlu yönetilmesini sağlamakta, gereksiz müdahaleleri azaltarak doğum memnuniyetini artırmaktadır (Dahlen ve Kennedy, 2026; WHO, 2018). Doğum sonrasında ise ebe desteği, annenin yeni rolüne uyum sağlaması, emzirmenin desteklenmesi, ruhsal durumun izlenmesi ve aile dinamiklerinin düzenlenmesi gibi konularda belirleyici bir rol üstlenmektedir. Ebe liderliğindeki bu süreç, anne-bebek bağlanmasını desteklediği gibi olası postpartum komplikasyonların da erkenden tespit edilip yönetilmesine ola-

nak tanır (Bohren ve ark., 2017; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2021). Bununla birlikte, ebeğin sahip olduğu dönüştürücü liderlik rolü, özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde karmaşık bir bariyerler ağıyla kısıtlanmaktadır. Sürekli bakım modelinin pratik sahaya yansımaları; finansal kaynakların kısıtlılığı, zayıf altyapı koşulları ve nitelikli personel eksikliği gibi lojistik sorunlar sebebiyle ciddi şekilde yavaşlamaktadır. Söz konusu ekonomik ve fiziksel engellerin ötesinde, katı toplumsal cinsiyet normları ile yerleşik geleneksel inanışlardan beslenen sosyokültürel dinamikler de ebeklik hizmetlerinin toplumsal entegrasyonunu güçleştirmektedir. Tüm bu zorlukları daha da derinleştiren asıl unsur ise sistemik dirençtir: Ebeklik otonomisine yönelik politik kararlılığın yetersizliği ve medikal sağlık sistemlerinin yeni bakım modellerine karşı geliştirdiği kurumsal direnç, ebe liderliğinin kurumsallaşması önündeki en büyük bariyer olarak öne çıkmaktadır (Ueno ve ark., 2015; Munabi-Babigumira ve ark., 2017; Mohseni ve ark., 2023).

3.2. Geleceğe Yönelik Sistemik Çözüm Önerileri ve Politika Reformları

Ebelik eğitiminin ve düzenleyici çerçevelerin güçlendirilmesi ile destekleyici bir sağlık ortamının teşvik edilmesi, düşük ve orta gelirli ülkelerde ebeklik bakımına sorunsuz bir geçiş yapılması ve modelin sürdürülebilir kılınması açısından büyük önem taşımaktadır (Thommesen ve ark., 2020; Liu ve ark., 2021). Ebeklik bakım programlarının başarıyla uygulanabilmesi ve zaman içinde varlığını koruyabilmesi adına, mevcut engellerin üstesinden gelmeye yönelik stratejiler geliştirmek hayati bir gerekliliktir. Bu stratejiler arasında; finansal kaynakların sağlanması, destekleyici düzenlemelerin benimsenmesi ve toplumsal cinsiyet eşitliği için mücadele edilmesi yer almaktadır (Garces ve ark., 2019). Sürekli mesleki gelişim ve kapasite artırma çabaları hayata geçirildiğinde, ebeklik hizmetleri hem kalite hem de etki bakımından belirgin iyileşmeler gösterebilmektedir (Aregay ve ark., 2020). Buna ek olarak uluslararası sağlık örgütleri, anne ve yenidoğanlara yüksek kalitede hizmet sunabilmek amacıyla ebelerin mesleki becerilerinin geliştirilmesinin önemini de sıklıkla vurgulamaktadır (Nove ve ark., 2021)

Sonuç olarak; ebe liderliğinde sürekli bakım modeli, kadının tüm yaşam dönemlerinde fiziksel, duygusal ve sosyal boyutları kapsayan nitelikli bir sağlık hizmeti sunarak hem anne hem de bebek sağlığının korunması ve güçlendirilmesinde kilit bir rol oynamaktadır (Sandall ve ark., 2016; WHO, 2018; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2021; ICM, 2024). Standart bir sağlık hizmeti sunumu, güven ve saygınlığın yer aldığı bu model yaşadıkları coğrafya veya

sosyoekonomik koşullara bakılmaksızın her anne ve bebeğin hayata mümkün olan en iyi başlangıcı yapmasını güvence altına alan etik bir sorumluluk rolünü benimsemektedir. Model yalnızca klinik sağlık sonuçlarını iyileştirmekle kalmaz, aynı zamanda sağlıkta fırsat eşitliğini teşvik eder ve kadınlara kendi bakım süreçleri üzerinde bilinçli seçimler yapabilme gücü vermektedir (Adnani ve ark., 2025). Bu dönüştürücü potansiyelin tam anlamıyla hayata geçirilebilmesi için politika yapıcılarının, sağlık profesyonellerinin ve araştırmacıların ebe liderliğindeki bakıma yönelik yatırımları stratejik bir öncelik haline getirmesi elzemdir. Nitekim bu modellerin yaygınlaştırılması, mevcut sağlık sistemlerine entegre edilmesi ve ebelik eğitim olanaklarının genişletilmesi, sadece günümüzün anne ve yenidoğan sağlık göstergelerini iyileştirmekle kalmayacak; aynı zamanda gelecekte inşa edilecek çok daha eşitlikçi ve kapsayıcı sağlık hizmetleri vizyonuna da sarsılmaz bir temel oluşturacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Adnani, Q. E. S., Nurfitriyani, E., Merida, Y., Khuzaiyah, S., Okinarum, G. Y., Susanti, A. I., Adepoju, V. A., & Hashim, S. H. (2025). Ninety-one years of midwifery continuity of care in low and middle-income countries: A scoping review. *BMC Health Services Research*, 25(1), 463. <https://doi.org/10.1186/s12913-025-12612-0>
- Aksu, A. U. (2025). *Ebe liderliğinde doğum öncesi, doğum ve doğum sonrası dönemde alınan sürekli bakımın perinatal sonuçlara etkisi* (Yüksek lisans tezi, Üsküdar Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Aregay, A., O'Connor, M., Stow, J., Ayers, N., & Lee, S. (2020). Strategies used to establish palliative care in rural low- and middle-income countries: An integrative review. *Health Policy and Planning*, 35(8), 1110–1129. <https://doi.org/10.1093/heapol/czaa063>
- Aydın Özkan, S., & Demirgöz Bal, M. (2019). Maternal satisfaction in normal and caesarean birth: A cross-sectional study. *International Journal of Caring Sciences*, 12(2), 1017–1025.
- Başkaya Y, Sayiner FD. Sezaryen Oranını Azaltmaya Yönelik Kanıta Dayalı Ebelik Uygulamaları/EvidenceBased Midwifery Practices to Reduce Cesarean Rat. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*. 2018;5(1):113-9.
- 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*, (7), CD003766. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003766.pub6>
- Cai H, Lu Y, Kang X, Chen L. Effect of midwife-led continuity of care combined with individualized breast management on postpartum recovery and lactation function in women undergoing cesarean section. *Front Med (Lausanne)*. 2025 Oct 31;12:1608027. doi: 10.3389/fmed.2025.1608027. PMID: 41244798; PMCID: PMC12615375.
- Dagla, M., Mrvoljak-Theodoropoulou, I., Vogiatzoglou, M., Giamalidou, A., Tsolaridou, E., Mavrou, M., et al. (2021). Association between breastfeeding duration and long-term midwifery-led support and psychosocial support: Outcomes from a Greek non-randomized controlled perinatal health intervention. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1988. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041988>

- Dahlen HG, Keedle H, Kildea S, Peters LL, Edqvist M, Downe S, Ormsby S, Agho KE. The impact of maternity care models on perinatal outcomes for women who gave birth and their babies: A national survey. *Women Birth*. 2026 Apr;39(2):102178. doi: 10.1016/j.wombi.2026.102178. Epub 2026 Feb 20. PMID: 41722514.
- Demir, H., & Arslan, E. T. (2018). Sağlık çalışanlarının hasta mahremiyetine ilişkin tutumu: Nitel bir araştırma. *Ebelik Uygulamalarında Mahremiyet*, 3(3), 34–43.
- Ernawati, E. (2024). The impact of midwifery-led care on birth outcomes in low-risk pregnancies. *Advances in Healthcare Research*, 2(2), 66-76.
- Fitriana, F., Ningrum, A. G., Izzati, D., Ferdinandus, E. D., Sudaryanti, L., Afrina, V., ... & Pamintuan, M. (2024). Impact of the midwife-led care model on mode of birth: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Midwifery*, 32(7), 370-379.
- Fox, D., Scarf, V., Turkmani, S., Rossiter, C., Coddington, R., Sheehy, A., Catling, C., Cummins, A., & Baird, K. (2022). Midwifery continuity of care for women with complex pregnancies in Australia: An integrative review. *Women and Birth*, 36(3), 209–219. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2022.07.001>
- Garces, A., McClure, E. M., Espinoza, L., Saleem, S., Figueroa, L., Bucher, S., et al. (2019). Traditional birth attendants and birth outcomes in low- and middle-income countries: A review. *Seminars in Perinatology*, 43(5), 247–251. <https://doi.org/10.1053/j.semperi.2019.03.007>
- Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü. (2018). Türkiye Nüfus ve Sağlık Araştırması 2018. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Nüfus Etütleri Enstitüsü, Sağlık Bakanlığı Ana Çocuk Sağlığı ve Aile Planlaması Genel Müdürlüğü, Devlet Planlama Teşkilatı ve Avrupa Birliği.
- Hailemeskel, S., Demissie, T. Y., Tegegne, T. K., & Getahun, D. S. (2022). Effects of midwife-led continuity of care on maternal and neonatal outcomes: A randomized controlled trial. *Women and Birth*, 35(1), e82–e89. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2021.03.002>
- Hua J, Zhu L, Du L, Li Y, Wu Z, Wo D, Du W. Effects of midwife-led maternity services on postpartum wellbeing and clinical outcomes in primiparous women under China's one-child policy. *BMC Pregnancy Childbirth*. 2018 Aug 13;18(1):329. doi: 10.1186/s12884-018-1969-9. PMID: 30103732; PMCID: PMC6090670.
- International Confederation of Midwives (ICM). (2024). Essential Competencies for Midwifery Practice. <https://internationalmidwives.org/resources/essential-competencies-formidwifery-practice/> [Erişim Tarihi: 16.01.2025]
- Kocatürk A. (2019). Ebeler: Doğum Şeklini Değiştirecek İnsan Gücü. Sağlık Düşüncesi ve Tıp Kültürü Platformu; <http://www.sdplatform.com/Dergi/1161/Ebeler-Dogumseklinedegistirecek-insan-gucu.aspx>.
- Kuipers, Y., Degraeve, J., Bosmans, V., Thael, E., & Mestdag, E. (2023). Ebelik odaklı bakım: Tek bir karma yöntem sentezi. *Uluslararası Sağlık Yönetimi Dergisi*, 16 (1), 35–50. <https://doi.org/10.1080/20479700.2022.2070824>
- Liu, Y., Li, T., Guo, N., Jiang, H., Li, Y., Xu, C., et al. (2021). Women's experience and satisfaction with midwife-led maternity care: A cross-sectional survey in China. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 21(1), 151. <https://doi.org/10.1186/s12884-021-03604-3>
- Lundborg, L., Åberg, K., Liu, X., Norman, M., Stephansson, O., Pettersson, K., et al. (2024). Midwifery continuity of care during pregnancy, birth, and the postpartum period: A matched cohort study. *Birth*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/birt.12833>
- McLachlan, H. L., Forster, D. A., & Raynes-Greenow, C. (2017). Continuity of care for pregnant women: A review of the evidence and implications for practice. *Women and Birth*, 30(2), 115-121. <https://doi.org/10.1016/j.wombi.2016.06.007>

- EUÇEP. (2016). Mezuniyet öncesi ebelik ulusal çekirdek eğitimi programı [Internet]. [cited 01.07.2022]. Available from: https://www.yok.gov.tr/Documents/Kurumsal/egitim_ogretim_dairesi/Ulusal-cekirdek-egitimi-programlari/ebelik.pdf
- Mohseni, M., Mousavi Isfahani, H., Moosavi, A., Dehghanpour Mohammadian, E., Mirmohammadi, F., Ghazanfari, F., & Ahmadi, S. (2023). Health system-related barriers to prenatal care management in low- and middle-income countries: A systematic review of the qualitative literature. *Primary Health Care Research & Development*, 24, e15. <https://doi.org/10.1017/S1463423622000706>
- Mortensen, B., Lieng, M., Diep, L. M., Lukasse, M., Atieh, K., & Fosse, E. (2019). Improving maternal and neonatal health by a midwife-led continuity model of care—An observational study in one governmental hospital in Palestine. *EClinicalMedicine*, 10, 84–91. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2019.03.011>
- Munabi-Babigumira, S., Glenton, C., Lewin, S., Fretheim, A., & Nabudere, H. (2017). Factors that influence the provision of intrapartum and postnatal care by skilled birth attendants in low- and middle-income countries: A qualitative evidence synthesis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(11), CD011558. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011558.pub2>
- Nove, A., Friberg, I. K., de Bernis, L., McConville, F., Moran, A. C., Najjemba, M., et al. (2021). Potential impact of midwives in preventing and reducing maternal and neonatal mortality and stillbirths: A Lives Saved Tool modelling study. *The Lancet Global Health*, 9(1), e24–e32. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(20\)30397-1](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(20)30397-1)
- Ramu B, Kanniyappan D, Rajendran SS, Ramasamy R, Kasinathan K, Anbalagan M. Effect of midwife-led care models on maternal and fetal outcomes: A scoping review. *Bioinformatics*. 2025 May 31;21(5):957-961. doi: 10.6026/973206300210957. PMID: 40822759; PMCID: PMC12357657.
- Sağlık Bakanlığı. (2020). Türkiye Sağlık İstatistikleri Yıllığı 2019. Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü. <https://sbsgm.saglik.gov.tr/Eklenti/40564/0/siy2019pdf.pdf>
- Sandall, J., Soltani, H., Gates, S., Shennan, A., & Devane, D. (2016). Midwife-led continuity models versus other models of care for childbearing women. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 4, CD004667. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004667.pub6>
- Sethi, D., P. C., S., Kumari, H., Umar, M., S., K., N. R., D., Suhashini, & Priya, T. (2025). Evaluating the efficacy of midwifery led-care unit for optimizing maternal and infant health outcomes in India: an evidence based systematic review. *International Journal of Reproduction, Contraception, Obstetrics and Gynecology*, 14(4), 1292–1300. <https://doi.org/10.18203/2320-1770.ijrcog20250877>
- Shahinfar, S., Abedi, P., Najafian, M., Abbaspoor, Z., Mohammadi, E., & Alianmoghaddam, N. (2021). Women's perception of continuity of team midwifery care in Iran: A qualitative content analysis. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 21(1), 629. <https://doi.org/10.1186/s12884-021-04102-2>
- Shakespeare, C., Merriel, A., Bakhbakhi, D., Banaszova, R., Barnard, K., Lynch, M., Storey, C., Blencowe, H., Boyle, F., Flenady, V., Gold, K., Horey, D., Mills, T., & Siassakos, D. (2019). Parents' and healthcare professionals' experiences of care after stillbirth in low- and middle-income countries: A systematic review and meta-summary. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, 126(1), 12–21. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.15430>
- T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. (2019). Doğum Öncesi Bakım Yönetim Rehberi. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/Yayinlarimiz/Rehberler/dogum_onesi_bakim_08-01-2019_1.pdf

- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2021). Anne dostu hastaneler ve doğum hizmetleri raporu. <https://www.saglik.gov.tr/annedostu2021>
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2024, 3 Aralık). *Ebelik Yönetmeliği*. Resmî Gazete (Sayı: 32741). <https://www.resmigazete.gov.tr>
- Thommesen, T., Kismul, H., Kaplan, I., Safi, K., & Van Den Bergh, G. (2020). "The midwife helped me. Otherwise I could have died": Women's experience of professional midwifery services in rural Afghanistan—A qualitative study in the provinces Kunar and Laghman. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 20(1), 140. <https://doi.org/10.1186/s12884-020-2823-8>
- Ueno, E., Adegoke, A. A., Masenga, G., Fimbo, J., & Msuya, S. E. (2015). Skilled birth attendants in Tanzania: A descriptive study of cadres and emergency obstetric care signal functions performed. *Maternal and Child Health Journal*, 19(1), 155–169. <https://doi.org/10.1007/s10995-014-1506-z>
- Vedam S, Titoria R, Niles P, Stoll K, Kumar V, Baswal D, Mayra K, Kaur I, Hardtman P. (2022). Advancing quality and safety of perinatal services in India: opportunities for effective midwifery integration. *Health Policy Plan*. Sep 13;37(8):1042-1063. doi: 10.1093/heapol/czac032. PMID: 35428886; PMCID: PMC9469892.
- Vural G, Erenel AŞ. (2017). Doğumun Medikalizasyonu Neden Artmıştır, Azalta Bilir Miyiz? *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi*; 4(2), 76-83.
- World Health Organization (WHO). (2016). Maternal and newborn health care: A report on strengthening midwifery services globally. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240062623>
- World Health Organization (WHO). (2018). Continuity of care and its effects on maternal and perinatal outcomes: A systematic review. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240068304>
- World Health Organization. (2025). Implementation guidance on transitioning to midwifery models of care. World Health Organization. Implementation Guide on Midwifery Models of Care.pdf
- Xu Y, Han Y, Wang L, Xue H, Liu Y, Men Y, Chen Y, Zhou X, Li Q. Effect of antenatal education and midwifery-led care on maternal anxiety, depression, and birth outcomes: A meta-analysis of clinical trials. *Women Birth*. 2026 Feb;39(1):102138. doi: 10.1016/j.wombi.2025.102138. Epub 2025 Dec 3. PMID: 41344307.
- Yazıcı, A. (2023). Gebelerin maternal sağlık okuryazarlığı, doğum öz yeterliliği ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü). YÖK Ulusal Tez Merkezi.

GEBELİK VE DOĞUM SÜRECİNDE KÜLTÜREL YETERLİLİK: PURNELL MODELİ YAKLAŞIMI

Safiye AĞAPINAR ŞAHİN

Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Erzurum, Türkiye,
0000-0002-4688-5540, pinarsaf@gmail.com

Öznur HASDEMİR

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Bölümü, Sivas, Türkiye
0000-0003-1087-2112, karakoseoznur@gmail.com

GİRİŞ

Bireylerin ve toplumların yaşam biçimini, değerlerini ve sosyal etkileşimlerini şekillendiren kültür bireylerin sağlık ve hastalık algısında da belirleyici bir role sahiptir. Bu bağlamda, sağlık profesyonellerinin farklı kültürel inançlara ve yaşam döngülerine uygun etkili bir bakım sunabilmesi için kültürel farkındalık, bilgi ve duyarlılığı kapsayan kültürel yeterliliğe sahip olmaları profesyonel uygulamaların temel bir gereksinimidir (Taylor ve ark., 2015; Sevig, Özcan ve Tanrıverdi, 2012; Cai, 2016). Gebelik ve doğum evrensel bir süreç olmasına karşın, her kadının bu dönemi kendi kültürel değerleri doğrultusunda farklı şekillerde deneyimlediği son derece öznel bir yaşam olayıdır (Greene, 2007). Gebelik ve doğum sürecinde kültürel yeterliliğin önemi ele alınmaktadır. Bu kapsamda, hizmet sunulan toplumun kültürel özelliklerini kapsamlı biçimde değerlendirmek amacıyla geliştirilen Purnell'in Kültürel Yeterlilik Modeli (Purnell ve Paulanka, 2005) rehberliğinde; soy, aile rolleri, beslenme, maneviyat ve sağlık bakım uygulamaları gibi kültürel bileşenlerin gebelik ve doğuma yansımaları literatürdeki çalışmalar ışığında incelenmektedir.

1. KÜLTÜR, KÜLTÜREL YETERLİLİK VE KÜLTÜREL DUYARLILIK

Kültür günlük yaşamda sosyal yapıyı oluşturan, davranışsal beklenti, değer ve inançların paylaşım sistemi olarak tanımlanmaktadır. Kültür aileler ve toplumların yanı sıra diğer insanlar arasındaki rolleri ve etkileşimleri de etkiler (Taylor ve ark.,2015). Kültür kavramı için; yaşam biçimi ve maddi ve manevi öğelerin bileşiminden oluşan bir yaşam biçimi olduğu söylenebilir (Okçay, 2012).

Kültürel Yeterlilik; Kültürel farkındalığın kazanılması, kültürel yeterliliğin gelişim sürecinin başlangıç noktasını oluşturur ve profesyonel uygulamaların temel bileşenlerinden biridir. Kültürel yeterlilik süreci; kültürel bilgi, kül-

türel beceri, kültürel duyarlılık, kültürel özelliklere saygı, kültürler arası etkili iletişim ile kültürel benzerlik ve farklılıkların anlaşılması gibi temel unsurları kapsamaktadır (Sevig, Özcan ve Tanrıverdi, 2012).

Kültürlerarası duyarlılık; Kültürlerarası yeterlilik, bireyleri farklı kültürel ortamlarda başarılı bir yaşam ve çalışma hayatına hazırlayan; farklı kültürlerden bireylere ilişkin düşüncelerini eleştirel bir bakış açısıyla analiz etmelerine yardımcı olan ve farklı kültürel ortamlarda deneyim kazanmalarını sağlayan önemli bir yeterlilik olarak değerlendirilmektedir (Kürtüncü ve ark., 2018; İz ve Temel.,2009; Williamson ve Harrison 2010). Kültürel yeterlilik; kültürel farkındalık, kültürel duyarlılık, kültürel bilgi ve kültürel beceri kavramları üzerine temellendirilen çok boyutlu bir kavram olarak tanımlanmaktadır (Cai,2016). Shen'in (2015) belirttiğine göre Kültürel yeterliliğe en yakın olan terim, Leininger'in "anamlı ve kültürel inançlara ve yaşam döngüsüne uygun bakım" olarak tanımladığı kültürel uyum ya da kültürel olarak uyumlu bakımdır (Shen, 2015). Shen'in (2015) belirttiğine göre Leininger, kültürel olarak yetkin hemşirelik bakımını "genel yaşam biçimlerine uymak için hassas, yaratıcı ve anlamlı yollarla kullanılan kültürel temelli bakım ve sağlık bilgisinin açık kullanımı" olarak tanımlamıştır. Yapılan bir cohraine çalışmasında; sağlık profesyonellerinde kültürel yeterlilik eğitimi değerlendirilmiş, çalışmaya 337 sağlık çalışanı ve 8400 hastayı içeren beş Randomize kontrollü çalışma dahil edilmiş ve hiçbir eğitim almayan sağlık profesyonellerinin kültürel yetkinlik çalışmalarının etkisi karşılaştırılmış ve birçok çalışmada kanıt düzeyi düşük bulunmuştur (Horvat ve ark.,2014). Bu çalışmalar şu başlıklar halinde incelenmiş; Bakımda katılım, tedavi sonuçları, sağlık davranışları, bakım değerlendirmeleri, sağlık profesyonelleri bilgisi /anlayış, olumsuz olaylar başlığı altında toplanmıştır (Horvat ve ark.,2014). Kültürel güvenlik ve gebelik grupları ile yapılmış kalitatif bir çalışmada ise; toplum temelli bir grup modeli geliştirilmiş; On dokuz kadın iki odak grubuna katılmış ve grup ortamında gebelik ve doğum hakkındaki bilgileri öğrenme yoluyla kendilerini güçlendirilmiş ve kendinden emin hissettikleri, öykülerin toplu olarak paylaşılması, kadınların akranlarıyla anlatımı kendinden emin ve güvende hissetmelerine ve kadınların kendi dillerinde iletişim kurabildikleri profesyonellerden oluşan bir ekiple güven ilişkileri geliştirmelerini sağlamıştır. Kadınlar ayrıca çok kültürlü çalışanın multidisipliner bakım ekibindeki rolünü tartışmışlar, doğum ve doğum sırasındaki hastanedeki zorluklar rapor edilmiş ve profesyonel tercüman eksikliği ve mahremiyet eksikliğide bu rapora dahil edilmiştir (Riggs ve ark.,2017). Ma-

ternal sağlık bakım profesyonellerinin kültürel yeterliliğini belirlemeye yönelik bir çalışmada; sağlık çalışanlarının genel yeterlilik düzeyi düşük olduğu, sadece kendi kültürlerinin farkında olduklarını, bu nedenle, sağlık bakım profesyonellerinin müfredatlarına kültürel bileşenlerin dahil edilmesini, kültürel olarak kabul edilebilir hizmetler sunmanın anahtarı olacağı önerisinde bulunmuşlardır (Aragaw ve ark., 2015). Uzun ve Sevinç'in (2015) yapmış oldukları çalışmada Kültürel duyarlılık ve algılanan stres arasında negatif bir ilişki belirlenmiştir. ACOG'un (2018) de kültürel farkındalık ile ilgili tavsiyelerine baktığımızda; klinisyen ile hasta aynı dili konuşmuyorsa tercüman sağlayın ve varsayımsal kültürel inançlara dayalı kalıplaşmış hastaların, özellikle hasta davranışları olduğunda, hasta etkileşimlerini olumsuz etkileyebileceğini kabul edin gibi ifadelere rastlamaktayız (ACOG, 2018).

2. PURNELLİN KÜLTÜREL YETERLİLİK MODELİ

Son 20 ila 25 yıl arasında, sağlık müfredatında kültürel yeterliliğin birleştirilmesinde ve savunmasız popülasyonlarda sağlık ve sağlık bakımındaki eşitsizliklerin azaltılması için bir araç olarak kültürel yeterliliğin ölçülmesinde kayda değer bir artış görülmüştür. Kültürel açıdan yeterli bir bakım maliyeti düşürür (Purnell,2016).

Purnell'in Kültürel Yeterlilik Modeli, 1995 yılında hemşire kuramcı Larry Purnell tarafından, öğrenci hemşirelerin klinik uygulamalarda değerlendirme aracı olarak kullanmaları amacıyla geliştirilmiştir. İzleyen yıllarda model, bir şema, metaparadigma bileşenleri ve kültürel yeterlilik ölçeğinin eklenmesiyle geliştirilerek daha kapsamlı bir yapıya kavuşturulmuştur. (Purnell 2001, 2002). Purnell ve Paulanka (2005), hizmet sunulan toplumun kültürel özelliklerini kapsamlı biçimde tanımaya ve kültürel açıdan yeterli veri toplamaya olanak sağlamak amacıyla Kültürel Yeterlilik Modeli'ni geliştirmiştir. Bu modelde kültürel veriler, 12 temel kültürel alan ve her bir alanın kapsamını yansıtan alt başlıklardan oluşmaktadır. Bu alanlar, soy, iletişim, aile yapısı ve rolleri, işgücü durumu, alanları, biokültürel ekoloji, yüksek riskli sağlık davranışları, beslenme, gebelik ve çocuk bakımına ilişkin uygulamaları, ölüme ilişkin uygulamalar, maneviyat, sağlık bakım uygulamaları, sağlık bakım çalışanlarıdır (Purnell ve Paulanka, 2005). Purnel modeli kültüre uygun bakımın planlanarak sağlığın geliştirilmesine katkı sağlayan bir modeldir (Purnell,2005).

2.1. Purnellin Kültürel Yeterlilik Modelinin Çalışmalarla Gebelik Sürecine Uygulanması

Gebelik, doğum ve doğum sonrası döneme ilişkin geleneksel inanç ve uygulamaları inceleyen çalışmaların sistematik derlemesinde; gebelikte beslenme önerileri ve davranışsal tabuların, doğumda geleneksel doğum pozisyonu tercihi ile tıbbi müdahaleye yönelik korkuların, doğum sonrasında ise kadınların zayıf ve hastalıklara karşı savunmasız olarak algılanmasına yönelik inançların öne çıktığını bildirmiştir. Ayrıca Asya ülkelerinde masaj, doğum sonrası lohusalık uygulamaları, geleneksel şifacılar ve bitkisel tedavilerin kullanımı, sıcak-soğuk dengesi ile sihir ve batıl inançlara ilişkin uygulamaların yaygın olduğu belirtilmiştir (Withers ve ark., 2018).

Yapılan nitel bir çalışmada, erkeklerin aile planlaması, gebelik ve doğuma ilişkin algıları incelenmiş; aile planlaması kararlarında çoğunlukla geleneksel rollerin benimsendiği ve kadınların karar verme sürecinde sınırlı otonomiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, bazı erkeklerin eşitlikçi bir yaklaşım sergilediği ve özellikle çekirdek aile yapısında gebelik ve doğum sürecinde eşlerine destek oldukları saptanmıştır (Mattebo ve ark., 2016).

Topografik etkiler; Karşılaştırmalı bir kohort çalışmasında Türk ve İspanyol kadınların antenatal depresyon geçirmesinde kültürün etkisi değerlendirilmiş ve Türk kadınlarının % 30.0 ve İspanyol kadınlarının % 9,9 antenatal depresyon geçirdiği, prevalansta önemli farklılıkların olduğu, bu farklılıkların daha fazla çocuk sahibi olma, plansız gebelikler ya da yetersiz eş desteği gibi sosyo kültürel özelliklerden kaynaklandığı sonucu bulunmuştur (González-Mesa ve ark., 2018)

Biyokültürel ekoloji: Topografik hastalıklardan zika virüsünün gebeliğe etkisi bu alana girebilir. Bir literatür derlemesinde; zika virüsünün hayatı tehdit eden bir fetal enfeksiyon olduğu maternal dolaşım aracılığıyla gelişmekte olan fetüse kolayca bulaştığı bugüne kadar çok sayıda fetal mortalite ve erişkin morbiditesi bildirildiği ortaya çıkmıştır (Sarwar, Saqib ve Iftikhar., 2018).

Beslenme: Uluslararası çalışmaları incelediğimizde; çalışmalar, gebe kadınların genellikle “sıcak” gıdalardan kaçındığını, Pakistanlıların şeker, fındık, fasulye ve mısır gibi gıdaları sıcak ve abortusa neden olarak kabul ettikleri, gebelik döneminde, ayran, portakal ve lor gibi “soğuk” yiyeceklerden kaçınıldığını çünkü fetüsün zarar gördüğüne inandıklarını belirtmişlerdir

(Ali ve ark.,2004). Bazı çalışma sonuçlarında “soğuk” gıdaların sadece laktasyon sırasında kısıtlandığını ifade edilir (Ali ve ark., 2004; Agus ve ark., 2012). Agus ve ark (2012) Endonezya’daki kadınların gebelik döneminde balık yemenin anne sütünün kokusunu tadını kötüleştirceğini düşündüklerini belirtmişler (Agus ve ark., 2012). Gıda önerileri ve kısıtlamaların bazen de gebenin bebeğin büyümesi üzerindeki etkilerine dair inançlarından kaynaklandığı ortaya çıkmıştır (Ali ve ark., 2004; Mukhopadhyay ve Sarkar 2009; Culhane-Pera ve ark., 2015). Örneğin doğum öncesi vitaminlerden kaçınıldığı, çünkü aşırı fetal büyümeyi sağladığı düşünülen vitaminlerin kolay doğumu engellediğine inanılmıştır (Culhane-Pera ve ark., 2015).

Sağlık bakım uygulamaları: Yapılan bir çalışmada ebelerin, doğum yapan kadınlara inançlarını uygulayabilmeleri için uygun bir ortam sağlamaları ve kadınların dini inançlarını ve uygulamalarını dikkate alan ve doğum ağrısını etkili bir şekilde yönetmek için uygun stratejiler kullanmaları önemlidir sonucuna ulaşılmıştır (Aziato, Ohemeng, Omenyo,2016). Hristiyan ebeler, kadınların İncil’de belirtildiği gibi Tanrı’dan bir lanet nedeniyle doğum ağrısına maruz kaldıklarına inanırken, bazı ebeler insanlara acıyı kontrol etme bilgisini verenin Tanrı olduğu görüşünde olduğu ifade edilmiştir (Aziato, Ohemeng, Omenyo,2016).

2.2. Purnellin Kültürel Yeterlilik Modelinin Çalışmalarla Doğum Sürecine Uygulanması

Doğum eğitimi müfredatına kültürel yeterliliğin entegrasyonuna ilişkin derlemede, Greene (2007), doğumun tüm kültürlerde ortak ve evrensel bir deneyim olmasına karşın her kadının bu süreci kendi kültürel değerleri doğrultusunda farklı yaşadığını vurgulamıştır. Bu doğrultuda doğum eğitimi için önerilen stratejiler; kültürel çeşitlilik farkındalığının geliştirilmesi, doğum eğitimi ve doğum desteğinin önemi, beslenme, doğum ağrısı, kültürel çeşitlilik, emzirme ve doğum sonrası bakım konularını kapsamaktadır (Greene 2007).

Williams ve arkadaşlarının Kanadalı Çinli kadınlar üzerinde yaptıkları çalışmada, doğum sürecine özgü belirgin bir kültürel uygulamanın bulunmadığı; ancak kadınların aile üyeleri tarafından desteklendiklerinde ağrıyı daha az hissettikleri belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca, Kanada’da doğum sırasında eş desteğinin ön planda olduğu, Çin’de ise doğum sürecinde daha çok yaşlı kadın aile bireylerinin destek rolü üstlendiği ifade edilmiştir (Williams, Bratwaite, 2004).

Soy: Yapılan bir çalışmada, farklı kültürlerde iyi doğum algısının değişiklik gösterdiği; bazı toplumlarda doğal doğumun, bazılarında ise sezaryen doğumun tercih edildiği belirlenmiştir. Ayrıca bazı ülkelerde sezaryen doğumun, doğumun daha modern ve tıbbi açıdan üstün bir yöntemi olarak algılandığı bildirilmiştir (Kang,2014). Arap ve İsraili kadınlar arasında gerçekleştirilen karşılaştırmalı bir çalışmada, Arap kökenli kadınların doğuma hazırlık sınıflarına daha düşük oranda katıldığı, doğum sırasında daha fazla çaresizlik ve kontrol kaybı yaşadığı, doğumu daha sık travmatik olarak algıladığı ve travmatik doğum oranlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca bu kadınlarda doğum korkusunun ve yenidoğanın güvenliğine ilişkin kaygıların daha yüksek düzeyde olduğu saptanmıştır (Halperin, Sarid ve Cwikel., 2013).

Aile rolleri ve organizasyonlar: Yapılan bir çalışmada, gebelik ve doğum sonrası dönemde ağır yük kaldırma, araç kullanma ve cinsel ilişkiden kaçınma ile doğumdan sonraki ilk aylarda banyo yapmama gibi kültürel uygulamaların benimsendiği belirlenmiştir (Withers, Kharazmi ve Lim 2018).

Beslenme: Majalengka'da postpartum dönemde anemisi olan 37 kadınla gerçekleştirilen bir çalışmada, annelerin %33,3'ünde orta, %66,7'sinde ise hafif derecede anemi saptanmıştır. Çalışmada, tüm annelerin (%100) doğum sonrası dönemde kültürel beslenme uygulamalarından etkilendiği ve postpartum dönemdeki yeme kültürü ile anemi arasında anlamlı bir ilişki bulunduğu belirlenmiştir (Nurasiah ve Jannah,2018). Yapılan bir meta-analizde, geleneksel toplumların çoğunda kolostrumun "kirli" olarak görülmesi nedeniyle emzirmenin geciktirilebildiği; buna karşın genel olarak kültürel uygulamaların emzirmeyi destekleyici nitelikte olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Raman ve Ark.,2016).

Ölüm töreleri: Türk kültüründe ebelerin, kadın cenazelerinin hazırlanması, defin öncesi işlemler ve cenaze sürecindeki çeşitli uygulamalarda önemli ve aktif roller üstlendikleri görülmektedir (Ersoy, 2007)

Maneviyat: Yapılan bir çalışmada kendini güçlendirmek ve güvenliğini sağlamak; başlığı altında inceleme yapılmış, yerleşim yerinde doğum yapmanın güvenliği sağlamada etkili olduğunu, gelenek ve manevi inançlar arasındaki güçlü bağlantı güvenliğinin sağlanması için önemli bir bileşen olduğu, annenin manevi inançları yeni doğmuş bebeklerin sağlığını ve hayatta kalmalarını sağladığı ifadeleri mevcuttur (Kaphle, Hancock ve Newman,2013)

Sağlık bakım uygulamaları/ Sağlık bakım çalışanları: Weber (1996), kültürün kadınların doğuma ilişkin inançları ve doğum sırasındaki davranışları üzerinde önemli bir etkisi olduğunu belirtmekte; doğum ağrısının ise kültürel olarak şekillenen fizyolojik ve psikolojik bir deneyim olduğunu vurgulamaktadır (Weber,1996). İsraili ve Arap kökenli kadınların doğumdaki kültürel farklılıklarını inceleyen bir çalışmada, epidural anestezi kullanımının İsraili kadınlarda Arap kadınlara kıyasla daha yaygın olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, Arap kadınların tamamının bebeklerini emzirmeyi planladığı, buna karşın İsraili kadınların yalnızca %71'inin emzirmeyi tercih ettiği saptanmıştır (Rassin ve ark.,2009).

Yapılan bir çalışmada, geleneksel ebelerin doğum sürecinde perineyi gevşetmek için zeytinyağı kullandıkları, plasentayı su altında tuttukları, transvers gelişte kadına elleri üzerinde yürüme ve karın sallama önerdikleri; makat gelişte ise karın masajı yaptıkları ve ayakları duvara doğru kaldırarak kadını pozisyon değiştirmeye teşvik ettikleri belirlenmiştir (Yıldırım, Ağapınar Şahin, 2014). Uluslararası çalışmalar incelendiğinde, geleneksel ebelerin doğum yardımına ilişkin bilgilerini çoğunlukla yerel hekimlerden edindikleri ve çeşitli seminerlere katıldıkları; bölgedeki kadınlar tarafından tercih edildikleri, vajinal temizliği ılık su ile yaptıklarında ise kadınların yaklaşık 15 dakika rahat uyuyabildiği belirtilmiştir (Wagga, 2010). Doğum ritüellerini ele alan bir çalışmada, Orta Asya Türkleri arasında ebelerin doğum ve ilgili törenlerde önemli roller üstlendiği, bu bağlamda çeşitli tılsım ve uygulamalarla etkinliklerini sürdürdükleri belirtilmiştir. Ayrıca köylerde kadınların hastalandıklarında doktordan ziyade ebeleri tercih ettikleri ifade edilmiştir (Yeşil, 2013). Ebeler üzerinde yapılan bir çalışmada, kültürel yeterliliklerin artırılması ve farklı kültürel geçmişlere sahip kadınlar ile ailelerine yönelik etnik tutumların geliştirilmesi amacıyla klinik deneyim temelli eğitim ve uygulama içeriklerine ihtiyaç duyulduğu belirlenmiştir. Ayrıca, bireylerin farklı düzeylerdeki dini bağlılıklarını dikkate alan hemşirelik ve ebelik bakımının küresel ölçekte önemli etkileri olduğu vurgulanmıştır (Noble ve ark., 2009).

Sonuç olarak; Kültürel yeterliliğin kanıta dayalı bakım ile bütünleştirilmesi, sağlık hizmeti sunumunu olumlu yönde etkileyerek birey ve aile düzeyinde bakım kalitesinin artırılmasına katkı sağlar. Sağlık sisteminin temel amacı hastalık durumunda etkili bakım sunmak olsa da sunulan bakımın hizmet alan bireyin kültürel değerleri, inançları, uygulamaları ve beklentileri doğrultusunda planlanması büyük önem taşımaktadır (Dement, 2018).

KAYNAKÇA

- ACOG Committee Opinion No. 729: Importance of social determinants of health and cultural awareness in the delivery of reproductive health care. (2018). *Obstetrics & Gynecology*, 131(1), e43–e48.
- Agus, Y., Horiuchi, S., & Porter, S. E. (2012). Rural Indonesia women's traditional beliefs about antenatal care. *BMC Research Notes*, 5, Article 589.
- Ali, N. S., Azam, S. I., & Noor, R. (2004). Women's beliefs and practices regarding food restrictions during pregnancy and lactation: A hospital based study. *Journal of Ayub Medical College, Abbottabad*, 16(3), 29–31.
- Aragaw, A., Yigzaw, T., Tetemke, D., & Amlak, W. (2015). Cultural competence among maternal health care providers in Bahir Dar City Administration, Northwest Ethiopia: A cross-sectional study. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 15, Article 227.
- Aziato, L., Ohemeng, H. A., & Omenyo, C. N. (2016). Experiences and perceptions of Ghanaian midwives on labour pain and religious beliefs and practices influencing their care of women in labour. *Reproductive Health*, 13(1), Article 136.
- Cai, D. Y. (2016). A concept analysis of cultural competence. *International Journal of Nursing Sciences*, 3(3), 268–273.
- Culhane-Pera, K. A., Sripetchcharawut, S., Thawsirichuchai, R., Yangyuenkun, W., & Kunstader, P. (2015). Afraid of delivering at the hospital or afraid of delivering at home: A qualitative study of Thai Hmong families' decision-making about maternity services. *Maternal and Child Health Journal*, 19(11), 2384–2392.
- Dement, B. A. (2018). *Empowering cultural competency in healthcare providers* (Doctoral dissertation, Walden University). Walden University Repository.
- Ersoy, R. (2007). Kadın Kamlar'dan Göçerevli Türkmenler'de" Ebelik" Kurumu'na Dönüşüm. *Türkbilig/Türkoloji Araştırmaları Dergisi*, 8(13), 60-71.
- González-Mesa, E., Kabukcuoglu, K., Körükcü, O., Blasco, M., Ibrahim, N., & Kavas, T. (2018). Cultural factors influencing antenatal depression: A cross-sectional study in a cohort of Turkish and Spanish women at the beginning of the pregnancy. *Journal of Affective Disorders*, 238, 256-260.
- Greene, M. J. (2007). Strategies for incorporating cultural competence into childbirth education curriculum. *The Journal of Perinatal Education*, 16(2), 33-41.
- Halperin, O., Sarid, O., & Cwikel, J. (2013). A comparison of Israeli Jewish and Arab women's birth perceptions. *Midwifery*, 29(6), 626-632.
- Horvat, L., Horey, D., Romios, P., & Kis-Rigo, J. (2014). Cultural competence education for health professionals. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (5), Article CD009405.
- İldan Çalım, S., Kavlak, O., ve Sevil, Ü. (2011, Eylül 15-17). *Evrinsel bir sorun: Göçler ve kadınların sağlık hizmetlerinde yaşadıkları dil sorunları* [Sözlü bildiri]. I. Ulusal Kültürlerarası Hemşirelik ve Ebelik Kongresi, İzmir, Türkiye.
- İz, A. G., ve Temel, A. B. (2009). Hemşirilikte kültürel yeterlik. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi*, 17(17), 51-58.
- Kang, H. Y. (2014). Influence of culture and community perceptions on birth and perinatal care of immigrant women: Doula's perspective. *The Journal of Perinatal Education*, 23(1), 25–32.
- Kaphle, S., Hancock, H., & Newman, L. L. (2013). Childbirth traditions and cultural perceptions of safety in Nepal: Critical spaces to ensure the survival of mothers and newborns in remote mountain villages. *Midwifery*, 29(10), 1173–1181.
- Kürtüncü, M., Aslan, N., Çatalçam, S., Yapıcı, G., ve Hırçın, G. (2018). Yataklı tedavi kurumlarında çalışan hemşirelerin kültürlerarası duyarlılıkları ile sosyo-demografik özellikleri ve empati düzeyleri arasındaki ilişkisi. *Hemşirelikte Araştırma Geliştirme Dergisi*, 20(1), 44-56.

- Marzilli, C. (2016). Assessment of cultural competence in Texas nursing faculty. *Nurse Education Today*, 45, 225–229.
- Mattebo, M., Sarma, B., Dahlkvist, E., Molinder, E., & Erlandsson, K. (2016). Perceptions of the role of the man in family planning, during pregnancy and childbirth: A qualitative study with fifteen Nepali men. *Journal of Asian Midwives*, 3(1), 31–43.
- Mukhopadhyay, S., & Sarkar, A. (2009). Pregnancy-related food habits among women of rural Sikkim, India. *Public Health Nutrition*, 12(12), 2317–2322.
- Noble, A., Engelhardt, K., Newsome-Wicks, M., & Woloski-Wruble, A. C. (2009). Cultural competence and ethnic attitudes of midwives concerning Jewish couples. *JOGNN: Journal of Obstetric, Gynecologic, & Neonatal Nursing*, 38(5), 544–555.
- Nurasiah, A., & Jannah, R. R. (2018, September 6–8). *Relationship between eating culture with anemia among postpartum mother in Majalengka, Indonesia 2017* [Conference presentation]. ICM 2018 Midwives Combined Regional Conference, Dubai, UAE.
- Okçay, H. (2012). Kültürlerarası hemşirelik. Ü. Sevig ve G. Tanrıverdi (Ed.), *Kültürlerarası hemşirelik* (1. baskı, ss. 15–30) içinde. Medical Yayıncılık.
- Ozsoy, S., & Katabi, V. (2008). A comparison of traditional practices used in pregnancy, labour and the postpartum period among women in Turkey and Iran. *Midwifery*, 24(3), 291–300.
- Purnell, L. (2001). Guatemalans' practices for health promotion and the meaning of respect afforded them by health care providers. *Journal of Transcultural Nursing*, 12(1), 40–47.
- Purnell, L. (2002). The Purnell model for cultural competence. *Journal of Transcultural Nursing*, 13(3), 193–196.
- Purnell, L. (2005). The Purnell model for cultural competence. *Journal of Multicultural Nursing & Health*, 11(2), 7–15.
- Purnell, L. (2016). Are we really measuring cultural competence? *Nursing Science Quarterly*, 29(2), 124–127.
- Purnell, L. D., & Paulanka, B. J. (2005). *Guide to culturally competent health care*. F. A. Davis Company.
- Raman, S., Nicholls, R., Ritchie, J., Razee, H., & Shafee, S. (2016). Eating soup with nails of pig: Thematic synthesis of the qualitative literature on cultural practices and beliefs influencing perinatal nutrition in low and middle income countries. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 16, Article 192.
- Rassin, M., Klug, E., Nathanzon, H., Kan, A., & Silner, D. (2009). Cultural differences in child delivery: Comparisons between Jewish and Arab women in Israel. *International Nursing Review*, 56(1), 123–130.
- Riggs, E., Muyeen, S., Brown, S., Dawson, B., Bus, W., Petschel, P., & ark. (2017). Cultural safety and belonging for refugee background women attending group pregnancy care: An Australian qualitative study. *Birth*, 44(2), 145–152.
- Sarwar, M. R., Saqib, A., ve Iftikhar, S. (2018). Zika virus infection during pregnancy; mater-nofetal risk assessment, transmission, complications, and management: A review of the literature. *Archives of Clinical Infectious Diseases*, 13(3), Article e12848.
- Seviğ, Ü., Özcan, A., & Tanrıverdi, G. (2012). Kültürlerarası hemşirelikte temel kavramlar. İçinde Ü. Seviğ & G. Tanrıverdi (Ed.), *Kültürlerarası hemşirelik* (ss. 95–107). İstanbul Tıp Kitabevi.
- Shen, Z. (2015). Cultural competence models and cultural competence assessment instruments in nursing: A literature review. *Journal of Transcultural Nursing*, 26(3), 308–321.
- Tanrıverdi, G. (2012). Kültürlerarası hemşirelik modelleri. Ü. Sevig ve G. Tanrıverdi (Ed.), *Kültürlerarası hemşirelik* (1. baskı, ss. 85–110) içinde. Medical Yayıncılık.
- Taylor, C., Lillis, C., Lynn, P., & LeMone, P. (2015). *Fundamentals of nursing: The art and science of person-centered nursing care* (8th ed.). Wolters Kluwer.

- Uzun, Ö., & Sevinç, S. (2015). The relationship between cultural sensitivity and perceived stress among nurses working with foreign patients. *Journal of Clinical Nursing*, 24(23-24), 3400–3408.
- Wagga, W. (2010). The experience of being a traditional midwife: Relationships with skilled birth attendants. *Rural and Remote Health*, 10(3), Article 1481.
- Weber, S. (1996). Cultural aspects of pain in childbearing women. *Journal of Obstetric, Gynecologic, & Neonatal Nursing*, 25(1), 67–72.
- Williamson, M., & Harrison, L. (2010). Providing culturally appropriate care: A literature review. *International Journal of Nursing Studies*, 47(6), 761-769.
- Withers, M., Kharazmi, N., & Lim, E. (2018). Traditional beliefs and practices in pregnancy, childbirth and postpartum: A review of the evidence from Asian countries. *Midwifery*, 56, 158–170.
- Yeşil, Y. (2013). Türk dünyası'nda doğum sırasında gerçekleştirilen ritüeller. *21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum*, 2(6), 45-58.
- Yıldırım, G., ve Ağapınar Şahin, S. (2014). Halk ebelerinin doğum hazırlığı ve eylemi sırasındaki uygulamalarının modern tıp ve tarihi tıp kaynaklarındaki uygulamalarla karşılaştırılması. *Millî Folklor*, 26(101), 115-127.

TÜRKİYE İÇİN HAZIRLIKSIZ AFET: YANARDAĞ PATLAMALARI

Faruk Özgür GÜNSAY

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Acil Yardım Afet Yönetimi, Burdur, Türkiye,
ozgurgunsay@gmail.com, 0009-0005-6919-3984

Öğr. Gör. Dr. Ali Nedim YAŞITLI

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Acil Yardım Afet Yönetimi, Burdur, Türkiye,
anyasitli@mehmetakif.edu.tr, 0009-0004-2536-1264

1. GİRİŞ

1.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı

Volkanik faaliyetler, Dünya'nın jeolojik evriminin ayrılmaz bir parçası olmakla birlikte, insan yerleşim alanlarına yakınlıkları nedeniyle önemli bir afet riski teşkil etmektedir. 21. yüzyılda, nüfus artışı, kentleşme ve altyapı gelişimi volkanik risklerin potansiyel etkisini daha da artırmıştır. Bu çalışmanın temel amacı, volkanik afetlerin afet yönetimi perspektifinden kapsamlı bir analizini yapmak; teorik çerçeveyi, uluslararası uygulamaları ve Türkiye özelindeki durumu bir araya getirerek, acil yardım ve afet yönetimi alanındaki profesyoneller ve öğrenciler için bir kaynak oluşturmaktır.

1.2. Volkanik Afetlerin Küresel ve Bölgesel Önemi

1900-2009 yılları arasında volkanik olayların yaklaşık 278.000 ölüme yol açtığı, milyonlarca kişinin yerinden edildiği ve milyarlarca dolarlık ekonomik kayıp oluşturduğu sistematik literatür taramalarıyla belgelenmektedir (Docoy vd., 2013). Özellikle 2010 yılında Endonezya'daki Merapi yanardağının patlaması 300'den fazla can kaybına, 2010 yılında İzlanda'daki Eyjafjallajökull patlaması ise Avrupa genelinde hava trafiğinin tamamen durmasına ve 5 milyar doların üzerinde ekonomik kayba neden olmuştur. 2022 yılında Tonga'daki Hunga Tonga-Hunga Ha'apai patlaması, atmosferik şok dalgası, kül yağışı, tsunami ve sualtı kitle hareketleri gibi çoklu tehlikeleri tetikleyerek, modern dönemin en karmaşık volkanik afetlerinden biri olarak kayıtlara geçmiştir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE ve TEMEL TANIMLAR

2.1. Volkanizma ve Volkanik Faaliyetin Jeolojik Temelleri

Dünya, çekirdek, manto ve kabuk katmanlarından oluşan bir yapıya sahiptir. Çekirdeğin sıcaklığı yaklaşık 4000-5500°C arasında değişmekte olup, bu ısı enerjisi mantonun sürekli hareketine neden olmaktadır. Mantonun içerisinde yer alan sıcak-eriyik haldeki magma, tektonik hareketlerle kırılan

yer kabuğundaki boşluklardan yüzeye çıkarak volkanik faaliyeti oluşturur. Bu süreç, okyanus ortası sırtları, volkanik yaylar, hot-spot (sıcak nokta/manto sorgucu) ve levhaların çarpışma kuşakları gibi jeolojik bölgelerde tetiklenmektedir.

Volkanik faaliyetler iki ana grupta incelenebilir:

Patlamalı (explosive) volkanik faaliyet: Büyük miktarda gaz, toz, kül ve kaya parçalarının ani boşalması

Akışkan (effusive) volkanik faaliyet: Daha az gaz ve kül içeren, lavın yeryüzüne yayıldığı faaliyet

2.2. Volkanların Sınıflandırılması

Volkanlar, faaliyet durumlarına göre üç kategoriye ayrılır:

Aktif Volkanlar: Son 10.000 yıl içinde faaliyet göstermiş ve gelecekte tekrar faaliyete geçme olasılığı bulunan volkanlardır. Türkiye’de Ağrı Dağı, Hasan Dağı, Erciyes Dağı, Nemrut Dağı, Tendürek Dağı, Kula, Karacadağ, Acıgöl, Göllü Dağı ve Karapınar volkanik alanı aktif volkanlar olarak kabul edilmektedir (Atıcı & Türkecan, 2017; TÜBİTAK Bilim Genç, 2024).

Uykuda (Potansiyel Aktif) Volkanlar: Günümüzde aktif olmayan ancak gelecekte aktif olması muhtemel volkanlardır. Türkiye’de Süphan Dağı ve Gölcük volkanları bu kategoriye örnek gösterilebilir. Bu volkanların altında patlamamış veya patlamaya hazır halde magma odaları bulunmaktadır.

Sönmüş Volkanlar: Gelecekte tekrar aktif hale gelmesi beklenmeyen volkanlardır. Ancak özellikle süper volkanlar olarak nitelendirilen büyük volkanik alanların püskürme ömürleri milyonlarca yıl olarak ölçülebilir. Kapadokya bölgesi sönmüş volkanlara örnek olarak verilebilir.

2.3. Volkanik Tehlikelerin Türleri

Volkanik patlamalar çoklu tehlike (multi-hazard) olgusu olarak değerlendirilmelidir. Tehlike etkileşimlerini ve kaskad etkilerini inceleyen çalışmalarda, volkanik olayların birincil, ikincil ve üçüncül tehlikeler ürettiği belirtilmektedir (Gill & Malamud, 2016).

Birincil Tehlikeler:

Piroklastik akıntılar: Volkandan çıkan sıcak gaz, kül ve kaya parçaları karışımı; en ölümcül volkanik tehlikedir. Hızı saatte 700 km’ye ulaşabilir, sıcaklığı 700°C’nin üzerindedir.

Lav akıntıları: Yavaş hareket eden ancak yapıları yok eden erimiş kaya akıntıları

Kül yağışı: Havacılık, sağlık, tarım ve altyapı üzerinde geniş kapsamlı etkiler

Volkanik gazlar: SO_2 , CO_2 , $H_2 S$ gibi zehirli gazların salınımı

İkincil Tehlikeler:

Volkanik çamur akıntıları: Volkanik malzeme ve su karışımı; özellikle yağmur mevsiminde veya buzulların erimesi sonucu oluşur

Tsunami: Deniz altı volkanik patlamaları veya volkanik adaların çökmesi sonucu

Heyelanlar: Volkanik malzeme birikiminin stabilize olmaması nedeniyle

Üçüncül/Kaskad Etkiler:

Tarımsal üretim kayıpları

Havacılık sektöründe aksamalar

İletişim ve enerji altyapısının çökmesi

İnsan göçü ve yerinden edilme

Ekonomik krizler

3. LİTERATÜR TARAMASI: VOLKANİK AFET YÖNETİMİ

3.1. Volkanik Risk Değerlendirme ve Haritalama

Volkanik risk değerlendirmesi, tehlike (hazard), maruziyet (exposure) ve hassasiyet/vulnerability bileşenlerinin birleştirilmesiyle yapılmaktadır. Geliştirilen volkanik etki değerlendirme metodolojisi, bu üç bileşeni sistematik bir şekilde analiz etmektedir (Jenkins vd., 2014).

Tehlike Bileşeni: Volkanik tehlike haritalama çalışmaları, volkanın geçmiş aktivitesi, jeolojik yapısı, magma odası dinamikleri ve tektonik konumu gibi faktörleri dikkate alarak, olası patlama senaryoları ve bunların etki alanlarını belirlemeyi amaçlar.

Olasılıksal volkanik tehlike haritalarının özelliklerinin risk iletişimi üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalarda, harita görselleştirmesinin bilişsel süreçleri ve kriz karar alma mekanizmalarını etkilediği gösterilmiştir (Thompson, Lindsay & Gaillard, 2015).

Maruziyet Bileşeni: 1975-2015 yılları arasında aktif volkanlara yakın nüfus dağılımını analiz eden küresel çalışmalarda, volkanik risk altındaki nüfusun sürekli arttığı belirtilmektedir (Freire vd., 2019). Bu durum, volkanik risk değerlendirmelerinde nüfus ve altyapı envanterlerinin güncel tutulmasının önemini vurgulamaktadır.

Hassasiyet Bileşeni: Volkanik hassasiyet, fiziksel (bina yapısı, altyapı), sosyo-ekonomik (gelir düzeyi, eğitim) ve kurumsal (acil müdahale kapasitesi, erken uyarı sistemleri) faktörlerden oluşmaktadır. Volkanik çoklu tehlike etkilerini yakalayan hassasiyet modelleri ve etki değerlendirme çerçeveleri önerilmiştir (Zuccaro vd., 2008).

3.2. Erken Uyarı Sistemleri ve Volkan İzleme

Volkanik erken uyarı, volkanın davranışını anlamak için jeofizik, jeokimyasal ve uzaktan algılama tekniklerinin entegre kullanımını gerektirir. Günümüzde kullanılan temel izleme teknikleri şunlardır:

1. Sismolojik izleme: Volkanik depremler, magma hareketlerini ve basınç değişimlerini tespit eder
2. GPS ve jeodezik ölçümler: Yer yüzeyinin şişmesi veya çökmesi gibi deformasyonları izler.
3. Gaz kimyası ölçümleri: SO_2 , CO_2 gibi volkanik gazların salınımındaki değişiklikleri takip eder.
4. Termal görüntüleme: Uydu, drone ve helikopterlerle sıcaklık anomalilerinin belirlenmesi.
5. Tiltmetre ölçümleri: Yer yüzeyinin eğimindeki değişimleri kaydeder.

Yeni Zelanda'daki volkanik faaliyet durumunu iletme sistemini geliştiren çalışmalarda, volkanik uyarı seviyelerinin standartlaştırılmasının faydaları ve zorlukları incelenmiştir (Potter vd., 2014). Bu çalışma, farklı ülkelerdeki volkanik uyarı sistemlerinin karşılaştırılması ve uluslararası standartlara uygun hale getirilmesi açısından önemlidir.

3.3. Kriz İletişimi ve Risk İletişimi

Volkanik kriz yönetiminde risk iletişimi, bilimsel doğruluk ile kamuoyunun anlayabileceği basitlik arasında denge kurmayı gerektirir. Volkanik kriz senaryolarında belirsizlik ve karar verme süreçlerini inceleyen çalışmalarda, bilimsel topluluk ile acil yönetim kurumları arasındaki etkili iletişimin kritik önemi vurgulanmıştır (Doyle vd., 2014).

Endonezya'daki Merapi yanardağı kriz yönetimi sürecinde risk iletişiminin uygulanmasını inceleyen çalışmalarda, yerel toplulukların katılımı, güven inşası ve şeffaf bilgi paylaşımının başarılı afet yönetiminin temel unsurları olduğu gösterilmiştir. Bu çalışma, "volkanik kriz iletişiminin sadece bilgi aktarımı değil, aynı zamanda topluluk direncini güçlendiren sürekli bir süreç olduğu" sonucuna varmıştır (Andreastuti vd., 2023).

Yeni Zelanda bağlamında volkan iletişiminde senaryoların faydasını anlamaya yönelik çalışmalarda, senaryo tabanlı yaklaşımların hem hazırlık hem de kriz dönemlerinde etkili olduğu, ancak senaryoların yerel bağlama uygun hazırlanması gerektiği belirtilmiştir (Becker vd., 2023).

Türkiye bağlamında kriz iletişimi ve yönetimi konusunda yapılan çalışmalarda, kriz ortamlarında etkili iletişim sisteminin kurulması için örgüt içinde etkin bilgi akışının sağlanması, kriz anında iletişim kurulacak kişi ve örgütlerin listesinin güncel tutulması, basın merkezi kurulması ve kriz yönetim merkezi koordinatörlüğü bünyesinde 24 saat hizmet verecek basın ve halkla ilişkiler bürosu oluşturulması gerektiği vurgulanmaktadır (Karaağaç, 2009; Akdağ, 2014).

3.4. Tahliye Planlaması ve Acil Müdahale

Volkanik tahliye planlaması, zaman ölçeği faktörünün kritik önemi nedeniyle diğer afet türlerinden ayrılır. Volkanik olayların gelişim süresi birkaç saat ile birkaç ay arasında değişebilir; bu durum hem aşamalı hem de ani tahliye senaryolarının hazırlanmasını gerektirir.

Acil Planın Temel Unsurları:

- Tehlike bölgelerinin belirlenmesi ve haritalanması
- Güvenli sığınak bölgelerinin ve tahliye rotalarının belirlenmesi
- Toplanma noktalarının ve ulaşım araçlarının envanterinin çıkarılması
- Arama-kurtarma personel ve ekipman envanteri
- Hastane ve sağlık hizmetleri planlaması
- Uyarı prosedürleri ve kamuoyuna bilgilendirme mekanizmaları
- Planın güncellenmesi ve tatbikatlar
- Volkanik huzursuzluk simülasyon egzersizleri için kontrol listeleri ve rehber notlar hazırlayan çalışmalarda, kurumlar arası koordinasyon

ve karar alma süreçlerinin test edilmesinin önemi vurgulanmıştır (Bretton vd., 2018).

Türkiye’de tahliye planlaması ve acil müdahale süreçleri, Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) kapsamında yürütülmektedir. TAMP, ülkemizde yaşanabilecek her tür ve ölçekteki afet ve acil durumlara müdahalede görev alacak kurum ve kuruluşların rollerini ve sorumluluklarını tanımlayan taktik bir plandır (AFAD, 2022). İl düzeyinde ise İl Afet Müdahale Planları ve tahliye planlaması çalışmaları yürütülmektedir (İstanbul İl İçi Müdahale Planı, 2022).

3.5. Hızlı Etki Değerlendirme ve Post-Afet Müdahale

2022 Hunga Tonga patlaması sonrası yapılan hızlı uzaktan etki değerlendirmesi, volkanik kül yağışının binalar, tarım, altyapı ve temizlik gereksinimleri üzerindeki etkilerini analiz ederek yeni bir metodoloji sunmuştur. Bu çalışma, iletişim kesintileri ve sınırlı veri erişimi gibi zorlu koşullarda bile bilimsel olarak güvenilir hızlı etki değerlendirmelerinin yapılabileceğini göstermiştir (Hayes vd., 2024).

World Bank’ın GRADE (Global Rapid Post Disaster Damage Estimation) raporu (2022), Tonga’daki çoklu tehlike etkilerini (tsunami ve kül yağışı) değerlendirerek, tarımsal kayıpların %80’inin volkanik kül yağışına bağlı olduğunu ve bina kayıplarının sınırlı kaldığını belirtmiştir.

4. TÜRKİYE’DE VOLKANİK AFET YÖNETİMİ: MEVCUT DURUM ve GAP ANALİZİ

4.1. Türkiye’nin Aktif Volkanik Alanları

Türkiye, jeolojik olarak Alp-Himalaya orojenik kuşağının bir parçası olup, Anadolu levhasının Arap ve Avrasya levhaları arasındaki hareketi nedeniyle önemli volkanik aktivite göstermektedir. Ülkemizde yaklaşık 10 aktif volkanik alan bulunmaktadır (Atıcı & Türkecan, 2017; JMO, 2014):

Volkanik Alan	Konum	Son Aktivite	Tehlike Türleri
Ağrı Dağı	Ağrı	Holosen	Patlama, lav, kül, lahar
Hasan Dağı	Aksaray-Niğde	Holosen	Patlama, lav, kül
Erciyes Dağı	Kayseri	Holosen	Patlama, lav, kül
Nemrut Dağı	Bitlis	Holosen	Patlama, lav, kaldera
Tendürek Dağı	Van-Ağrı	Holosen	Patlama, lav
Kula	Manisa	Holosen	Cüruf konileri, lav
Karacadağ	Diyarbakır	Holosen	Lav akıntıları
Acıgöl	Nevşehir	Holosen	Patlama, kül

Göllü Dağı	Niğde	Holosen	Patlama, lav
Karapınar	Konya-Aksaray	Holosen	Cüruf konileri

4.2. Mevcut İzleme ve Değerlendirme Kapasitesi

Türkiye’de volkanik izleme ve değerlendirme faaliyetleri temel olarak Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) tarafından yürütülmektedir. Ancak, 2019 yılında başlatılan ve RCUK-TÜBİTAK işbirliğiyle yürütülen proje kapsamında, Türkiye’nin ilk volkan izleme istasyonlarının kurulumu planlanmıştır. Bu proje, Türkiye’nin volkan kronolojisi, petrolojisi ve tehlike değerlendirmesi alanlarındaki bilgi boşluklarını doldurmayı amaçlamaktadır.

Projenin hedefleri arasında:

- i. Sahada örneklemeler ve tarihleme çalışmaları
- ii. Veri tabanı analizi ve literatür taramaları
- iii. Türkiye’nin aktif volkanları için ilk tehlike değerlendirmeleri
- iv. Patlama senaryoları ve potansiyel sonuçların belirlenmesi
- v. Volkan izleme istasyonlarının kurulumu
- vi. AFAD için volkan acil durumlarına hazırlık raporu

4.3. Mevcut GAP Analizi

Türkiye’de volkanik afet yönetimi alanında aşağıdaki önemli açıklar tespit edilmiştir:

İzleme Altyapısı Eksikliği: Uluslararası standartlarda volkan izleme istasyonları (sismik, GPS, gaz, termal) henüz tam olarak kurulmamıştır. İzlanda, Yeni Zelanda, Endonezya ve Japonya gibi ülkelerdeki kapsamlı izleme ağlarıyla karşılaştırıldığında Türkiye’deki altyapı yetersizdir.

Risk Haritalama ve Senaryo Geliştirme: Türkiye’nin aktif volkanları için kapsamlı tehlike haritaları ve patlama senaryoları henüz geliştirilmemiştir. Bu durum, afet planlaması ve risk azaltma çalışmalarını sınırlamaktadır.

Kurumlar Arası Koordinasyon: MTA, AFAD, Kızılay, yerel yönetimler ve bilimsel kurumlar arasındaki koordinasyon mekanizmaları volkanik afetler özelinde yeterince gelişmemiştir.

Kamuoyu Farkındalığı ve Eğitim: Volkanik risk altındaki toplulukların bilinç düzeyi ve hazırlık durumu düşüktür. Okul müfredatlarında ve toplum eğitim programlarında volkanik afet hazırlığı yeterince yer almamaktadır.

Hukuki ve Kurumsal Çerçeve: Türkiye’de volkanik afetlere özgü özel bir yasal düzenleme veya ulusal volkanik afet yönetim planı bulunmamaktadır. Mevcut afet yönetimi mevzuatı genel doğal afetler çerçevesinde kalmaktadır.

5. ULUSLARARASI KARŞILAŞTIRMALI ANALİZ

5.1. İzlanda Modeli: Entegre Volkan İzleme ve Risk Yönetimi

İzlanda, dünyanın en aktif volkanik bölgelerinden biri olup, volkanik risk yönetimi alanında örnek teşkil eden bir modele sahiptir. İzlanda Meteoroloji Ofisi, Üniversite araştırma merkezleri ve sivil savunma kurumları arasındaki işbirliği, gerçek zamanlı volkan izleme ve erken uyarı sistemlerinin etkin çalışmasını sağlamaktadır.

2010 Eyjafjallajökull Patlaması: Bu patlama, Avrupa hava sahasını tamamen kapatan kül bulutlarıyla küresel ekonomiye 5 milyar doların üzerinde zarar vermiştir. Bu olay, volkanik külün havacılık sektörü üzerindeki etkisinin küresel ölçekte anlaşılmasını sağlamış ve Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) kül bulutu raporlama sistemlerinin geliştirilmesine yol açmıştır.

2023 Fagradalsfjall ve Grindavík Olayları: 2023 yılında Fagradalsfjall volkanının yarı akışkan lav çıkışı, turistik bir çekim merkezi haline gelmiş; ancak Grindavík kasabası yakınlarındaki sismik aktivite ve zemindeki çatlaklar, magmanın yüzeye yakınlaştığını göstermiştir. İzlanda volkan bilimcilerinin en büyük endişesi, faaliyetin kasabayı da içine alarak genişlemesi ve su ile etkileşime girerek daha büyük patlamalara yol açmasıdır.

5.2. Endonezya Modeli: Topluluk Tabanlı Risk Yönetimi

Endonezya, 127 aktif volkanıyla dünyanın en volkanik ülkelerinden biridir. 2010 Merapi patlaması sonrası geliştirilen risk yönetimi yaklaşımı, bilimsel izleme, kriz iletişimi ve topluluk katılımının entegrasyonunu örneklemektedir.

- Merapi kriz yönetiminde başarılı risk iletişimi uygulamaları şu şekilde özetlenebilir (Andreastuti vd., 2023):
- Şeffaf bilgi paylaşımı: Volkanik aktivite verilerinin düzenli ve anlaşılır şekilde kamuoyuna duyurulması
- Yerel bilgi entegrasyonu: Geleneksel bilgi ve deneyimlerin bilimsel verilerle birleştirilmesi
- Kademeli uyarı sistemi: Yeşil-Sarı-Turuncu-Kırmızı volkanik uyarı seviyeleri

- Etkin tahliye koordinasyonu: Merkezi ve yerel yönetimler arasındaki koordinasyon

5.3. Yeni Zelanda Modeli: Standartlaştırılmış Uyarı Sistemleri

Yeni Zelanda, volkanik uyarı seviyelerinin standartlaştırılması ve etkili uyarı sistemlerinin geliştirilmesi alanında öncü çalışmalar yapmıştır. Volkanik uyarı seviyesi sisteminin standartlaştırılmasının faydalarını ve zorluklarını inceleyen çalışmalarda, farklı paydaş grupları (bilim insanları, acil yönetim, kamuoyu, medya) için farklı iletişim stratejileri gerektiği belirtilmiştir (Potter vd., 2018).

5.4. Tonga (2022) Modeli: Uzaktan Hızlı Etki Değerlendirme

2022 Hunga Tonga patlaması, iletişim kesintisi ve COVID-19 kısıtlamaları nedeniyle geleneksel etki değerlendirme yöntemlerinin uygulanamadığı bir senaryoda, uzaktan hızlı etki değerlendirme metodolojisinin geliştirilmesine yol açmıştır. Bu olaydan çıkarılan dersler şu şekilde özetlenebilir (Hayes vd., 2024):

- Uydu görüntüleri, VATD (Volcanic Ash Transport and Dispersion) modelleri ve uzman paneli değerlendirmelerinin birleştirilmesi
- Bina, tarım, altyapı ve temizlik gereksinimleri için farklı hassasiyet modellerinin uygulanması
- Belirsizliğin açıkça iletilmesi ve olasılık tahminlerinin sunulması
- Yerel bağlam uzmanları ile uluslararası bilimsel ağların işbirliği

6. AFET YÖNETİMİ PERSPEKTİFİNDEN VOLKANİK AFET SENARYOLARI

6.1. Senaryo 1: Ağrı Dağı Patlaması

Ağrı Dağı (5.137 m), Türkiye'nin en yüksek zirvesi olup, son aktivitesi Holosen dönemine tarihlenmektedir. Bir patlama senaryosu aşağıdaki etkileri doğurabilir:

Etki Alanları:

Yakın çevre (0-10 km): Piroklastik akıntılar, lav akıntıları, ağır kül yağışı

Orta çevre (10-50 km): Kül yağışı, lahars, volkanik gazlar

Geniş çevre (50-200 km): Hafif kül yağışı, havacılık etkileri, tarımsal kayıplar

Nüfus ve Altyapı Etkisi:

Ağrı, Iğdır, Van illeri ve yakın çevredeki yerleşim yerleri, Ağrı Dağı Milli Parkı ve turistik alanlar

Bölgesel tarımsal üretim alanları, Ağrı Havalimanı ve bölgesel havacılık

Afet Yönetimi Gereksinimleri: Hızlı tahliye planlaması (Ağrı ve Iğdır illeri), kül yağışı temizlik kapasitesi, tarımsal destek programları, havacılık sektörü koordinasyonu

Ağrı Dağı Volkanik Kütlesi'nde yapılan CBS tabanlı lahar duyarlılık analizinde, kütlenin geniş bir kesiminde laharların gelişme potansiyelinin fazla olduğu gösterilmiştir. Kütlenin eteklerindeki birçok yerleşmenin varlığı da dikkate alındığında lahar tehlikesinin ulusal afet envanteri kapsamına alınması ve mekânsal organizasyonun buna uygun şekillendirilmesi önerilmektedir (Kaya vd., 2025).

6.2. Senaryo 2: Hasan Dağı/Karapınar Bölgesi Patlaması

İç Anadolu bölgesindeki volkanik alanlar, yoğun nüfuslu ve tarımsal üretimin merkezi konumları nedeniyle yüksek risk teşkil etmektedir.

Etki Alanları:

Aksaray, Niğde, Konya ve Nevşehir illeri

Kapadokya turistik bölgesi (UNESCO Dünya Mirası)

Tarımsal üretim alanları (buğday, şeker pancarı, elma)

Özel Risk Faktörleri:

Turizm sektörü üzerindeki etki (yıllık 2+ milyon ziyaretçi)

Tarımsal üretim kayıpları

İçme suyu kaynakları üzerindeki etki (Mavi Tünel, göletler)

Hasan Dağı bölgesinde yapılan bir çalışmada, dağın kendi özelliğinden veya çevredeki fay hatlarının tetiklemesinden oluşabilecek volkanik patlama riskine karşı bölge yerleşiklerinin ve temel paydaş kurumların bilgi, farkındalık düzeyleri ve hazırlıkları incelenmiştir. Çalışmada stratejik çevresel koşulların dâhil olduğu kriz senaryoları modeli geliştirilerek kriz planlaması pratiği hedeflenmiştir (Karaman & Baydak, 2023).

6.3. Senaryo 3: Nemrut Dağı Kaldıra Patlaması

Nemrut Dağı, Türkiye'nin en büyük kalderalarından birine sahip olup, potansiyel bir kaldıra patlaması senaryosu en yıkıcı senaryolardan biri olabilir.

Etki Alanları:

Bitlis, Van, Muş ve Siirt illeri
 Van Gölü çevresi yerleşim yerleri
 Bölgesel tarım ve hayvancılık
 Özel Risk Faktörleri:
 Kaldera patlamasının geniş etki alanı
 Van Gölü üzerindeki tsunami riski
 Bölgesel göç ve yerinden edilme

Nemrut Volkanik Dağı'nın risk faktörlerinin incelendiği bir tez çalışmasında, volkanın yeniden aktif hale geçmesi durumunda patlama öncesi, patlama anında ve patlama sonrasında yapılacak tüm planlamalara örnek olabilecek bir çerçeve sunulmuştur. Çalışmada, volkanik risklerin minimum düzeye indirilmesi için modern insanın kolaylıkla yapabileceği önlemlerin alınması gerektiği vurgulanmaktadır (BEÜ, 2023).

7. VOLKANİK AFET YÖNETİMİNDE STRATEJİK ÖNERİLER

7.1. Kısa Vadeli Öneriler (0-2 Yıl)

1. Acil İzleme Altyapısı Kurulumu:

Türkiye'nin en riskli volkanları (Ağrı, Hasan, Nemrut, Erciyes) için sismik izleme istasyonlarının kurulumu
 GPS ve tiltmetre ağlarının oluşturulması
 Gaz izleme (SO_2 , CO_2) istasyonlarının kurulumu
 Uydu tabanlı termal izleme sistemlerinin entegrasyonu

2. Hızlı Risk Değerlendirme Çalışmaları:

Her aktif volkan için ön tehlike haritalarının hazırlanması
 Nüfus, bina ve altyapı envanterlerinin çıkarılması
 İlk patlama senaryolarının ve etki alanlarının belirlenmesi

3. Kurumsal Koordinasyon Mekanizmaları:

MTA-AFAD-Kızılay arasındaki volkanik afet koordinasyon protokollerinin imzalanması
 Volkanik afetler için özel acil müdahale planlarının hazırlanması
 İl Afet ve Acil Durum Müdürlükleri (İl AFAD) personelinin volkanik afet yönetimi konusunda eğitilmesi

4. Kamuoyu Bilgilendirme ve Eğitim:

Volkanik risk altındaki illerde halk bilgilendirme kampanyaları
 Okul müfredatlarında volkanik afet hazırlığı modüllerinin eklenmesi

Yerel medya için volkanik risk iletişimi eğitimleri

7.2. Orta Vadeli Öneriler (2-5 Yıl)

1. Kapsamlı Risk Haritalama ve Modelleme:

Her aktif volkan için detaylı tehlike, maruziyet ve hassasiyet haritalarının hazırlanması
Olasılıksal patlama senaryolarının ve etki modellerinin geliştirilmesi
Kül taşınımı ve dağılımı modellerinin (VATD) oluşturulması

2. Erken Uyarı Sistemi Geliştirme:

Uluslararası standartlarda volkanik uyarı seviyelerinin (Yeşil-Sarı-Turuncu-Kırmızı) tanımlanması
Çok kanallı uyarı iletişim sistemi (SMS, radyo, televizyon, sosyal medya, sirenler)
AFAD-MTA ortak uyarı merkezinin kurulumu

3. Tahliye Planlaması ve Altyapı:

Her volkanik risk bölgesi için detaylı tahliye planlarının hazırlanması
Tahliye rotalarının, toplanma noktalarının ve sığınakların belirlenmesi
Aşamalı ve ani tahliye senaryolarının tatbikatlarla test edilmesi

4. Hukuki ve Kurumsal Çerçeve:

Volkanik afetlere özgü özel yasal düzenlemelerin hazırlanması
Ulusal Volkanik Afet Yönetim Planı'nın oluşturulması
Uluslararası işbirliği protokollerinin (Global Volcano Model, VDAP) imzalanması

7.3. Uzun Vadeli Öneriler (5-10 Yıl)

1. Entegre Volkan İzleme ve Araştırma Merkezi:

Türkiye Volkanoloji ve Jeotermal Araştırma Merkezi'nin kurulumu
Uluslararası işbirliği ağlarına entegrasyon
Volkanik risk araştırmaları için sürdürülebilir finansman mekanizmaları

2. Etki Azaltma ve Uyum Stratejileri:

Volkanik risk haritalarına dayalı arazi kullanım planlaması
Bina inşaat yönetmeliklerinde volkanik yükler için düzenlemeler
Tarımsal çeşitlendirme ve sigorta mekanizmalarının geliştirilmesi

3. Eğitim ve Kapasite Geliştirme:

Üniversitelerde volkanoloji ve volkanik risk yönetimi programlarının açılması
AFAD ve MTA personeli için uluslararası eğitim programları
Yerel toplulukların afet direncini güçlendirme programları

4. Teknolojik Altyapı ve İnovasyon:

Yapay zekâ ve makine öğrenmesi tabanlı volkanik aktivite tahmin modelleri
Drone ve uydu tabanlı hızlı etki değerlendirme sistemleri
Sosyal medya analitiği ve halk raporlama sistemleri

8. SONUÇ

Volkanik afetler, çoklu tehlike doğası, öngörülebilirlik potansiyeli ve geniş kapsamlı etkileri nedeniyle afet yönetimi alanında özel bir yere sahiptir. Türkiye, jeolojik konumu nedeniyle önemli volkanik risk altında bulunmakta; ancak mevcut izleme, değerlendirme ve hazırlık kapasitesi bu risk düzeyine henüz tam olarak cevap verememektedir.

Bu çalışma, uluslararası literatür ve iyi uygulama örnekleri ışığında, Türkiye'nin volkanik afet yönetimi kapasitesini güçlendirmek için kapsamlı bir yol haritası sunmaktadır. Temel bulgular şunlardır:

- İzleme Altyapısı: Türkiye'nin aktif volkanları için uluslararası standartlarda izleme istasyonlarının acilen kurulması gerekmektedir. İzlanda, Yeni Zelanda ve Japonya modelleri örnek alınabilir.
- Risk Değerlendirme: Her aktif volkan için detaylı tehlike haritaları, patlama senaryoları ve etki modellerinin geliştirilmesi, afet planlamasının temelini oluşturacaktır.
- Kriz İletişimi: Bilimsel doğruluk ile kamuoyu anlaşırılığı arasında denge kuran, şeffaf ve güvene dayalı risk iletişim mekanizmaları geliştirilmelidir.
- Kurumsal Koordinasyon: MTA, AFAD, Kızılay, yerel yönetimler ve bilimsel kurumlar arasında etkin koordinasyon protokolleri oluşturulmalıdır.
- Topluluk Katılımı: Volkanik risk altındaki toplulukların bilinç düzeyi ve hazırlık kapasitesi, eğitim programları ve katılımcı planlama süreçleriyle artırılmalıdır.

- Uluslararası İşbirliği: Global Volcano Model (GVM), USGS VMAP ve benzeri uluslararası ağlara entegrasyon, bilgi ve uzmanlık paylaşımını sağlayacaktır.
- Volkanik afetlerin öngörülebilirlik potansiyeli, proaktif ve hazırlıklı bir yaklaşımın benimsenmesi durumunda, can kayıplarının ve ekonomik kayıpların önemli ölçüde azaltılabileceğini göstermektedir. Türkiye'nin volkanik risk yönetimi alanındaki mevcut boşluklar hem bir zorluk hem de sistematik kapasite geliştirme fırsatı olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

- AFAD (2014). Türkiye Afet Risk Azaltma Planı (TARAP). Ankara: T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.
- AFAD (2022). Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP). Ankara: T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.
- Akdağ, M. (2014). Halkla İlişkiler ve Kriz Yönetimi. Düzce: Düzce Üniversitesi Yayınları.
- Andreastuti, S.D., Paripurno, E.T., Subandriyo, S., Syahbana, D.K. & Prayoga, A.S. (2023). Volcano disaster risk management during crisis: Implementation of risk communication in Indonesia. *Journal of Applied Volcanology*, 12 (1), 3. <https://doi.org/10.1186/s13617-023-00129-2>
- Atıcı, G. & Türkecan, A. (2017). Anadolu'nun Volkanları. *Doğal Kaynaklar ve Ekonomi Bülteni*, 22, 1-18. MTA Yayınları.
- Avcıoğlu, B. (2024). Afet Yönetiminde Yeni Ufuklar: Teknoloji, Toplum ve Politikalar. Ankara: Eğitim Yayınevi.
- Barker, S.J., Wilson, C.J.N., Van Eaton, A.R., et al. (2019). Volcanic plumes and tephra dispersal. In: *The Encyclopedia of Volcanoes* (2nd ed.), Elsevier, pp. 587-604.
- Becker, J.S., Doyle, E.E.H., Charlton, D., Potter, S.H., Vinnell, L., & Das, M. (2023). Understanding the Utility of Scenarios in Volcano Communication for Aotearoa New Zealand. *Natural Hazards Workshop*, Boulder, Colorado.
- BEÜ (2023). Nemrut Dağı'nın Oluşturabileceği Risk Faktörlerinin İncelenmesi. Bitlis Eren Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- Bretton, R., Ciolli, S., Cristiani, C., Gottsmann, J., Christie, R., & Aspinall, W. (2018). Volcanic unrest simulation exercises: checklists and guidance notes. In: *Volcanic Unrest. Advances in Volcanology*, Springer, pp. 271-298.
- Deligne, N.I., Jenkins, S.F., Meredith, E.S., et al. (2022). From eruption scenarios to eruption impacts: Assessing the potential consequences of volcanic eruptions. *Journal of Applied Volcanology*, 11 (1), 1-23.
- Doocy, S., Daniels, A., Dooling, S., & Gorokhovich, Y. (2013). The human impact of volcanoes: A historical review of events 1900-2009 and systematic literature review. *PLoS Currents*, 5. <https://doi.org/10.1371/currents.dis.841859091a706efebf8a30f4ed7a1901>
- Doyle, E.E.H., McClure, J., Paton, D., & Johnston, D.M. (2014). Uncertainty and decision making: Volcanic crisis scenarios. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 10, 75-101.
- Erkan, E.A. (2010). Afet Yönetiminde Risk Azaltma ve Türkiye'de Yaşanan Sorunlar. DPT Uzmanlık Tezleri, Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Yayın No: 2812, Ankara.

- Fitzgerald, R.H., Wilson, T.M., Hayes, J.L., et al. (2023). A stocktake of global volcanic vulnerability models to inform future volcanic risk research in Aotearoa New Zealand. GNS Science Report.
- Freire, S., Florczyk, A.J., Pesaresi, M., & Sliuzas, R. (2019). An improved global analysis of population distribution in proximity to active volcanoes, 1975-2015. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8 (8), 341.
- Gill, J.C., & Malamud, B.D. (2016). Hazard interactions and interaction networks (cascades) within multi-hazard methodologies. *Earth System Dynamics*, 7 (3), 659-679.
- Hayes, J.L., Wilson, T.M., & Magill, C. (2015). Tephra fall clean-up in urban environments. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 319, 248-259.
- Hayes, J.L., Wilson, T.M., Deligne, N.I., et al. (2024). Rapid remote volcanic ashfall impact assessment for the 2022 eruption of Hunga volcano, Tonga: a bespoke approach and lessons identified. *Bulletin of Volcanology*, 86, 76. <https://doi.org/10.1007/s00445-024-01776-y>
- Horii, M., Yamaoka, K., Kim, H., Takewaki, S., & Kunitomo, T. (2024). Comparative study of literacy enhancement on volcanic disaster reduction for the residents and visitors in Mt. Ontakesan and other volcanic areas. *Journal of Disaster Research*, 19 (1), 159-172.
- İstanbul İl İçi Müdahale Planı (2022). Afet Tahliye ve Yerleştirme Planlama Grubu. İstanbul Valiliği.
- Jenkins, S.F., Spence, R.J.S., Fonseca, R., et al. (2014). Volcanic risk assessment: Quantifying physical vulnerability in the built environment. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 276, 105-120.
- JMO (2014). Türkiye'deki Volkanik Aktiviteler ve Afet Yönetimi. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası. https://www.jmo.org.tr/genel/bizden_detay.php?kod=927
- Karaağaç, T. (2009). Kriz Yönetimi ve İletişim. *İletişim Fakültesi Dergisi*.
- Karaman, Z.T. & Baydak, B. (2023). Hasan Dağı Bölgesinde Risk Olgusu ve Kriz Yönetimi. *Akademik İzdüşüm Dergisi*, 8 (2), 331-372.
- Kaya, C., Öztürk, Y., Karataş, A., Sayın, H. & Balcıoğlu, Y.E. (2025). Ağrı Dağı Volkanik Kütleli'nde Lahar Oluşumları ve Lahar Duyarlılığının CBS Tabanlı Analizi (Doğu Anadolu-Kuzeybatı İran). *Geomatik*, 10 (1), 15-33. <https://doi.org/10.29128/geomatik.1508315>
- Kemaloğlu, N. (2015). Afet Yönetiminde Kapasite Geliştirme. Ankara: AFAD Yayınları.
- Loughlin, S.C., Sparks, R.S.J., Brown, S.K., Jenkins, S.F., & Vye-Brown, C. (2015). *Global Volcanic Hazards and Risk*. Cambridge University Press.
- Maqsood, T., Wehner, M., Ryu, H., & Edwards, M. (2014). GAR15 Global Risk Assessment. Background Paper for the Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2015.
- Öçal, A. (2024). Afet Yönetiminde İyileştirme Süreçleri. İstanbul: Eğitim Yayınevi.
- Ohkura, T. (2024). Vulnerability of Aso volcano's disaster mitigation system, as revealed by the phreatic eruption of October 20, 2021. *Journal of Disaster Research*, 19 (1), 50-55.
- Özmen, S. & İnce, G. (2017). Okul Tabanlı Afet Eğitimi Projesi. *Milli Eğitim Dergisi*.
- Potter, S.H., Jolly, G.E., Neall, V.E., Johnston, D.M., & Scott, B.J. (2014). Communicating the status of volcanic activity: Revising New Zealand's volcanic alert level system. *Journal of Applied Volcanology*, 3 (13), 1-16.
- Potter, S.H., Scott, B.J., Fearnley, C.J., Leonard, G.S., & Gregg, C.E. (2018). Challenges and benefits of standardising Early Warning Systems: A case study of New Zealand's Volcanic Alert Level System. In: *Observing the Volcano World: Volcanic Crisis Communication*, Springer, pp. 601-620.
- SBB (2022). Afet Yönetimi OİK Raporu. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı.
- Stewart, I.S. (2024). Advancing disaster risk communications. *Earth-Science Reviews*, 249, 104677.

- Thompson, M.A., Lindsay, J.M., & Gaillard, J. (2015). The influence of probabilistic volcanic hazard map properties on hazard communication. *Journal of Applied Volcanology*, 4 (1), 1-24.
- TÜBİTAK Bilim Genç (2024). Uyuyan Volkanlar Neden Aktifleşir? <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/uyuyan-volkanlar-neden-aktiflesir>
- UNDRR. (2019). Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2019. United Nations Office for Disaster Risk Reduction.
- Witham, C., Barsotti, S., Dumont, S., Oddsson, B., & Sigmundsson, F. (2020). Practising an explosive eruption in Iceland: outcomes from a European exercise. *Journal of Applied Volcanology*, 9, 1-16.
- World Bank. (2022). Tonga Volcanic Eruption and Tsunami: Global Rapid Post-Disaster Damage Estimation (GRADE) Report. The World Bank Group.
- Yaman, H. & Dülger, H. (2020). Türkiye’de Afet Yönetimi: Kurumsal Yapı ve Koordinasyon. *Kamu Yönetimi Dergisi*.
- Zuccaro, G., Cacace, F., & De Gregorio, D. (2008). Impact of volcanic ash fallout on critical infrastructure. Deliverable D5.1, VOLUME Project.

ISBN 978-625-8552-98-0



9 786258 552980

