

Halk Sağlığı Alanında Güncel Yaklaşımlar

Editör: Serkan Çelikgün



ÖZGÜR
YAYINLARI

Halk Sağlığı Alanında Güncel Yaklaşımlar

Editör:

Serkan Çelikgün



Published by

Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.

Certificate Number: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 148136. Sk. No: 9 Şehitkamil/Gaziantep

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozgurayinlari.com

✉ info@ozgurayinlari.com

Halk Sağlığı Alanında Güncel Yaklaşımlar

Editor: Serkan Çelikgün

Language: Turkish-English

Publication Date: 2026

Cover design by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

Print and digital versions typeset by Çizgi Medya Co. Ltd.

ISBN (PDF): 978-625-8813-38-8

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub1367>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

Suggested citation:

Çelikgün, S. (ed) (2026). *Halk Sağlığı Alanında Güncel Yaklaşımlar*. Özgür Publications.

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub1367>. License: CC-BY-NC 4.0

The full text of this book has been peer-reviewed to ensure high academic standards. For full review policies, see <https://www.ozgurayinlari.com/>



Ön Söz

Sağlık, bireyin fiziksel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik halidir. Halk Sağlığı, modern sağlık sistemlerinin vazgeçilmez bir bileşenidir. Koruyucu, geliştirici ve eşitlikçi yaklaşımı ve bireylerden çok toplumun sağlığını merkeze alan anlayışı ile sağlık anlayışının da temelini oluşturmaktadır.

Bilimsel bilginin sürekli olarak gelişme gösterdiği ve sağlık sorunlarının çözümünün ise her zamankinden daha fazla disiplinler arası iş birliği gerektirdiği yadsınamaz bir gerçek olarak önümüzde durmaktadır. Bu nedenle halk sağlığı, epidemiyolojiden biyoistatistiğe, çevre sağlığından iş sağlığına, anne-çocuk sağlığından bulaşıcı ve bulaşıcı olmayan hastalıkların kontrolüne, sağlık ekonomisinden sağlık yönetimine, sağlık eğitimlerinden sağlık politikalarının şekillendirilmesi ve planlanmasına kadar geniş bir yelpazede görevler üstlenmektedir.

Eserimiz, bu çok yönlü ve belki de karmaşık yapıyı güncel bilimsel kanıtlar ışığında bütüncül bakış açısıyla ele almayı amaçlamaktadır.

Koruyucu sağlık hizmetlerinin güçlendirilmesi, sağlıkta fırsat eşitliğinin sağlanması ve toplumun yaşam kalitesinin artırılması, ancak bilimsel bilgiye dayalı güçlü bir halk sağlığı anlayışı ile mümkündür.

Kitapta yer alan bölümler, alanlarında uzman, deneyimli akademisyenler tarafından hazırlanarak, temel kavramlardan güncel yaklaşımlara kadar uzanan kapsamlı bir içerik oluşturulmuştur.

Elinizdeki eser sadece konvansiyonel tıpa değil yapay zeka çağına da vurgu yapmak suretiyle halk sağlığı uygulamalarında karşılaşılan sorunlara bilimsel ve uygulanabilir çözümler konusunda okuyucuya yol göstermeye çalışmaktadır. Bu eser sağlık hizmetlerinin farklı basamaklarında görev yapan tüm hekim dışı sağlık personelleri, halk sağlığı uzman ve akademisyenleri, uzmanlık eğitimi alan araştırma görevlileri ve tıp fakültesi öğrencilerine güvenilir bir başvuru kaynağı olmayı hedeflemektedir.

Bu eserin hazırlanmasında bilgi ve deneyimlerini özveriyle paylaşan tüm bölüm yazarlarına ve yayının hazırlanmasında emeği geçen herkese içten teşekkürlerimizi sunarız.

Kitabın, halk sağlığı alanında çalışan ve bu alana ilgi duyan tüm okuyucular için yararlı, güncel ve yol gösterici bir kaynak olmasını diliyoruz.

Editör

İçindekiler

Ön Söz iii

Bölüm 1

Geleceğin Halk Sağlığı Mimarisi 1
Özgür Karaarslan

Bölüm 2

İnflamasyon ve Poliaminler 17
Veynel Kenan Çelik

Bölüm 3

Transformation of Aesthetic Perception in Women: An Artificial
Intelligence, Beauty, and Plastic Surgery Perspective 39
Arda Özdemir

Bölüm 4

Yeşil Hemşirelik: Sürdürülebilir Sağlık Hizmetlerinde Hemşirelerin Rolü ve
Çevre Sorunlarının Sağlık Üzerindeki Etkileri 49
Sinem Öztik

Geleceğin Halk Sağlığı Mimarisi

Özgür Karaarslan¹

Özet

Halk sağlığı, tarihsel olarak bulaşıcı hastalıkların kontrolü, sanitasyon ve aşılama gibi temel işlevlerle tanımlansa da, bugün çok daha geniş ve dinamik bir anlam taşımaktadır. Bu bölümde, günümüz halk sağlığı anlayışını yeniden biçimlendiren başlıca gelişmeler ve kavramsal dönüşümler kapsamlı biçimde ele alınmaktadır. Hastalık yükü yalnızca bireysel davranışlarla değil; gelir, eğitim, barınma ve çevresel maruziyetler gibi toplumsal koşullarla yakından ilişkilidir.

Dijital halk sağlığı alanında; yapay zeka, büyük veri analizi ve tele-sağlık gibi yenilikler toplum sağlığını takip etmede ve sağlık politikalarına yön vermede büyük avantajlar sunar. Ancak bu teknolojilerin faydalarını konuşurken, teknolojiye herkesin eşit ulaşamaması (dijital eşitsizlik) riskini de gözden kaçırmamalıyız.

“Tek Sağlık” yaklaşımı bize şunu gösteriyor: İnsan, hayvan ve çevre sağlığı bir bütündür ve birbirinden ayrı düşünülemez. Özellikle antibiyotik direnci ve hayvanlardan insanlara bulaşan (zoonotik) hastalıklar gibi küresel tehditlerle başa çıkabilmek için bu üç alanı birlikte ve bütüncül bir şekilde ele almak artık bir tercih değil, zorunluluktur. İklim değişikliğinin insan sağlığı üzerindeki çok boyutlu etkilerini ve kronik hastalıkları önlemede yapısal, toplum temelli müdahalelerin değerini detaylarıyla ele aldığımız bu bölümde; sağlık okuryazarlığı, bilgi kirliliği (infodemi) yönetimi, toplum ruh sağlığı ve psikososyal dayanıklılık gibi günümüzün kritik konularını da ayrı başlıklar halinde inceleyeceğiz. Afet ve pandemi hazırlığında sağlık sistemlerinin dayanıklılığı, sağlık çalışanlarının refahı ve işgücü sürdürülebilirliği ile sağlıklı yaşlanma da bölümün temel odak noktaları arasındadır.

Bölüm boyunca birinci basamak sağlık hizmetlerinin toplum sağlığıyla kesişen işlevleri vurgulanmakta olup, geldiğimiz noktada şu sonuç çok nettir: Halk sağlığının görevi yalnızca hastalıkları önlemek değil; aynı zamanda sağlıklı bir yaşamı var edecek koşulları bizzat inşa etmektir.

1 T.C. Sağlık Bakanlığı, İstanbul İl Sağlık Müdürlüğü, İstanbul, Türkiye (Istanbul Provincial Health Directorate, Ministry of Health, Istanbul, Türkiye), E-mail: drokaraarslan@gmail.com
ORCID: 0009-0009-5256-3351

1.Giriş

Halk sağlığı, toplumun sağlığını koruma, geliştirme ve hastalıkları önleme bilimi olarak tanımlanır [1]. Ancak bu tanım, günümüzde halk sağlığının kapsamını tam olarak yansıtmamaktadır; alanın en sık atıf alan tanımlarının büyük ölçüde yirmi yılı aşkın bir süre önce ortaya konduğu ve güncellenme ihtiyacının sürdüğü vurgulanmaktadır [2]. Sağlık, yalnızca bireyin biyolojik özellikleri veya sağlık hizmetlerine erişimiyle belirlenmez. Bireylerin doğduğu, büyüdüğü, yaşadığı, çalıştığı ve yaşlandığı koşullar; gelir düzeyi, eğitim, barınma, çevresel maruziyetler, sosyal destek ağları, kültürel yapı ve politik kararlar sağlık sonuçlarını doğrudan etkiler [3]. Son yıllarda yapılan araştırmalar, sosyal belirleyiciler ve sağlık eşitsizliklerinin, toplumlar arasındaki sağlık farklarının büyük ölçüde önlenemez, değiştirilebilir ve sosyal olarak şekillenen koşullardan kaynaklandığını göstermektedir [4,5].

Güncel halk sağlığı yaklaşımı, birey davranışlarını yalnızca kişisel tercih olarak değerlendirmez. Bireyin beslenme alışkanlıkları, fiziksel aktivite düzeyi, sağlık hizmetlerinden yararlanma biçimi ve aşı ya da tarama uygulamalarına yaklaşımı, daha geniş bir yaşam bağlamı içerisinde şekillenmektedir [3]. Sağlıklı beslenememe, çoğu zaman bilgi eksikliğinden değil; gelir yetersizliği, güvenli gıdaya erişim sorunları, uzun çalışma saatleri veya çevrede sağlıklı seçeneklerin bulunmamasından kaynaklanır [6]. Benzer şekilde, hareketsizlik de yalnızca irade ile açıklanamaz; güvenli yürüyüş alanları, yeşil alanlar, zaman ve sosyal destek sistemlerinin varlığı önemli rol oynar [7].

Halk sağlığının günümüzdeki sorumluluğu, bu karmaşık yapıyı görebilmektir. Halk sağlığı uzmanı, aile hekimi, epidemiyolog, çevre sağlığı uzmanı, sosyolog, veri bilimci, iletişimci, politika yapıcı ve yerel yönetim temsilcileri birlikte çalışmalıdır. İklim değişikliği, antimikrobiyal direnç, obezite ve dijital sağlık yalnızca kendi alanlarının konusu değildir; her biri doğrudan halk sağlığını ilgilendirir [8,9].

Türkiye gibi hem genç hem yaşlı nüfus dinamiklerine sahip, göçten etkilenen, afet riski yüksek ve kronik hastalık yükü artan ülkelerde, halk sağlığı yaklaşımının uygulamaya dönük ve bütüncül olması kritik önemdedir [10-12]. Bu bağlamda birinci basamak sağlık hizmetleri, toplumun sağlık gereksinimlerini erken tespit eden ve koruyucu hizmetleri geniş kitlelere ulaştıran temel yapıdır [13].

Bu bölümde, halk sağlığı alanındaki güncel yaklaşımlar kapsamlı şekilde ele alınacaktır. Öncelikle halk sağlığında paradigma değişimi açıklanacak; ardından sağlığın sosyal belirleyicileri, dijital halk sağlığı, Tek Sağlık, iklim değişikliği, kronik hastalıkların önlenmesi, sağlık okuryazarlığı, infodemi

yönetimi, toplum ruh sağlığı, afetlere hazırlık, sağlık çalışanlarının refahı, sağlıklı yaşlanma ve birinci basamak sağlık hizmetlerinin rolü tartışılacaktır.

2.Halk Sağlığında Paradigma Değişimi

Halk sağlığının tarihsel gelişimi, her dönemin baskın sağlık sorunlarına göre şekillendiğini gösterir. Sanayileşme döneminde, kalabalık şehirler, yetersiz barınma, temiz suya erişim sorunları ve bulaşıcı hastalıklar temel sorunlar arasında yer almıştır. Bu süreçte sanitasyon, kanalizasyon, temiz içme suyu, aşılama ve enfeksiyon kontrolü başlıca halk sağlığı müdahaleleri olmuştur [1,2].

Yirminci yüzyılın ikinci yarısından itibaren antibiyotiklerin kullanımı, aşılama programlarının yaygınlaşması ve yaşam koşullarındaki iyileşmeler, birçok ülkede bulaşıcı hastalık yükünü azaltmıştır. Ancak, yaşam süresinin uzaması, kentleşme, değişen beslenme alışkanlıkları, azalan fiziksel aktivite, tütün kullanımı ve artan çevresel riskler, kronik hastalıkları halk sağlığının odağına taşımıştır. Küresel hastalık yükü verileri, yüksek beden kitle indeksi, hipertansiyon, hiperglisemi, hava kirliliği ve sağlıksız beslenme gibi risk faktörlerinin toplum sağlığı üzerindeki etkisinin arttığını göstermektedir [14].

Bu dönüşüm, halk sağlığı yaklaşımını kökten değiştirmiştir. Artık amaç yalnızca hastalıkları tedavi etmek değil, aynı zamanda hastalığa yol açan riskleri toplum düzeyinde azaltmaktır. Koruyucu sağlık hizmetleri, erken tanı, tarama programları, risk iletişimi, sağlık okuryazarlığı, yaşam tarzı müdahaleleri ve toplum temelli programlar bu değişimin temel araçlarıdır [13,15].

Bir diğer önemli değişim, sağlık sorunlarının yalnızca sağlık sektörünün sorumluluğunda görülmemesidir. “Tüm politikalarda sağlık” yaklaşımı, ulaşım, tarım, eğitim, ekonomi, çevre, şehir planlama ve sosyal politika gibi alanlardaki kararların sağlık üzerindeki etkisini kabul eder. Sağlık sistemlerinin başarısı, yalnızca hastane kapasitesiyle değil, toplumun sağlıklı yaşayabileceği çevresel, ekonomik ve sosyal koşulların oluşturulmasıyla da ilgilidir [3,7].

Bu nedenle, halk sağlığının sorumluluğu hastalıkla mücadeleden çok, hastalığa zemin hazırlayan koşulları tanımak ve değiştirmek olarak yeniden tanımlanmıştır. Kişiyi daha iyi beslenmesini veya düzenli egzersiz yapmasını önermek kolaydır; asıl zorluk, bunu mümkün kılacak çevresel ve yapısal koşulları oluşturmaktır. Güncel halk sağlığı yaklaşımı, bireyin davranışını belirleyen koşulları göz ardı ederek yalnızca kişiyi sorumlu tutmayı yeterli görmez [4,15].

3.Sağlığın Sosyal Belirleyicileri ve Sağlıkta Eşitlik

Güncel halk sağlığı yaklaşımında, sağlığın sosyal belirleyicileri temel bir yer tutar. Sağlık yalnızca genetik, bireysel davranışlar veya sağlık hizmetlerinin sonucu değildir. Eğitim, gelir, istihdam, barınma, gıda güvenliği, toplumsal cinsiyet, sosyal dışlanma, çevresel etkenler ve sağlık hizmetlerine erişim gibi birçok unsur sağlığı etkiler. Son yıllardaki araştırmalar, sağlık farklılıklarının bireysel davranışlardan çok toplumsal yapı, kaynak dağılımı ve politikalarla ilişkili olduğunu göstermektedir [16,17].

Bu yaklaşım, halk sağlığını toplumsal eşitsizliklere karşı daha duyarlı hale getirir. Aynı hastalık için aynı tedavi uygulanabilir; ancak hastalığa yakalanma riski, tanıya erişim, tedaviye uyum ve uzun vadeli sonuçlar toplumun farklı kesimlerinde değişiklik gösterebilir. Örneğin, düşük gelirli bireyler sağlıklı gıdaya ulaşmakta, düzenli kontrole gitmekte veya ilaçlarını temin etmekte ekonomik ve sosyal zorluklar yaşayabilir. Bu nedenle sağlık eşitsizliği yalnızca hizmet kalitesiyle açıklanamaz [4,6].

Sağlıkta eşitlik, herkese aynı hizmeti sunmak değil, ihtiyacı fazla olana daha fazla destek sağlamaktır. Aynı broşür, randevu sistemi veya tarama daveti toplumun her kesiminde aynı etkiyi yaratmayabilir. Eğitim seviyesi düşük, dijital okuryazarlığı sınırlı, dili farklı veya sağlık sistemine güveni az olan gruplar için özel iletişim ve erişim stratejileri gereklidir [18].

Bu nedenle, güncel halk sağlığı uygulamalarında kırılgan gruplara öncelik verilir. Çocuklar, yaşlılar, gebeler, engelliler, göçmenler, düşük sosyoekonomik düzeyde yaşayanlar, kronik hastalar, afetlerden etkilenenler ve sosyal dışlanmaya maruz kalan topluluklar halk sağlığı planlamasında öncelikli olarak değerlendirilmelidir [5].

Sağlığın sosyal belirleyicileri yaklaşımı, hekimlikte de bakış açısını değiştirir. Hastaya “neden ilacını kullanmadın?” demeden önce, “ilaca erişebildin mi, nasıl kullanacağını anladın mı, bu tedaviyi günlük hayatına entegre edebildin mi?” diye sormak gerekir. Halk sağlığı, bireyin davranışını suçlamak yerine, bu davranışı şekillendiren koşulları anlamaya odaklanır. Davranışın nedenlerini ele almak, hem etik hem de pratik açıdan daha etkili bir yaklaşımdır [16].

4.Dijital Halk Sağlığı

Dijitalleşme, halk sağlığı alanında son yılların en önemli dönüşümlerinden biridir. Elektronik sağlık kayıtları, mobil sağlık uygulamaları, tele-sağlık, yapay zeka destekli karar sistemleri, uzaktan izlem, büyük veri analitiği ve dijital epidemiyoloji artık geleceğin değil, bugünün sahada kullanılan araçlarıdır.

Bu araçların asıl değeri, verinin depolanmasından ziyade toplum sağlığını iyileştiren karar süreçlerinde kullanılmalarında yatmaktadır [19].

Dijital halk sağlığının pratik etkileri açıktır. Aşılama oranlarının gerçek zamanlı izlenmesi, gebe ve bebek takibi, kronik hastalık yönetimi, kanser tarama çağrıları, salgın erken uyarı sistemleri ve riskli grupların proaktif belirlenmesi bu sistemlerle daha etkili şekilde yürütülebilir. Türkiye’de aile hekimliği uygulamaları, dijital kayıt sistemleri ve merkezi sağlık bilgi altyapısı toplum temelli izlem için önemli bir potansiyel sunmaktadır. Ancak bu potansiyelin gerçekleşmesi için veri kalitesi, sağlık çalışanlarının dijital okuryazarlığı ve geri bildirim mekanizmaları mutlaka güçlendirilmelidir [20].

Dijitalleşmenin bir diğer önemli boyutu eşitliktir. COVID-19 pandemisi, dijital sağlık teknolojilerinin hizmet sürekliliği için önemli fırsatlar sunduğunu, ancak erişim, güvenlik ve kabul edilebilirlik konularında dikkatli planlama gerektirdiğini göstermiştir [21]. Akıllı telefonu olmayan, internet erişimi kısıtlı veya dijital okuryazarlığı düşük bireyler bu hizmetlerden yeterince faydalanamayabilir. Dijital araçlar, tasarım aşamasından itibaren eşitlik ilkesine göre geliştirilmezse mevcut eşitsizlikleri artırabilir [19].

Yapay zeka, halk sağlığı alanında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Hastalık risklerini tahmin etmek, salgın eğilimlerini izlemek ve kaynak planlamasına katkı sağlamak bu sistemlerin başlıca avantajlarıdır. Ancak algoritmik önyargı, kişisel veri güvenliği, şeffaflık ve denetlenebilirlik gibi etik konular dikkatle değerlendirilmelidir. Belirli grupları dışlayan verilerle geliştirilen sistemler mevcut eşitsizlikleri artırabilir. Bu nedenle dijital araçlar tasarlanırken yalnızca teknik yeterlilik değil, farklı toplumsal grupların erişimi de mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır [19].

5. Tek Sağlık Yaklaşımı ve Antimikrobiyal Direnç

Tek Sağlık, insan, hayvan, bitki ve çevre sağlığının ayrılmaz bir bütün olduğunu kabul eden disiplinlerarası bir yaklaşımdır. Zoonotik enfeksiyonlar, antimikrobiyal direnç, gıda güvenliği, çevresel kirlilik, iklim değişikliği ve ekosistem bozulmaları bu yaklaşımın temel konularıdır. Mevcut kanıtlar, bu alanları birlikte ele alan entegre sistemlerin hızla güçlendirilmesi gerektiğini göstermektedir [22,23].

COVID-19 pandemisi, insan sağlığının ekolojik sistemlerden ayrı değerlendirilemeyeceğini açıkça ortaya koymuştur. Hayvanlardan insanlara geçen enfeksiyonlar, küresel seyahat, kentleşme ve yaban hayatına müdahale ile daha hızlı yayılmaktadır. Antimikrobiyal direnç de bu kapsamda ele alınmalıdır; sorun yalnızca reçete yazan hekimlerden değil, hayvancılıkta

antibiyotik kullanımı, çevresel antibiyotik kalıntıları ve yetersiz enfeksiyon kontrolünden kaynaklanan sistemik bir sorundur [9,22].

Bu nedenle, antimikrobiyal dirençle mücadele yalnızca reçete yazma alışkanlıklarının değiştirilmesiyle sınırlı olmamalıdır. Toplum eğitimi, laboratuvar sürveyansı, akılcı ilaç kullanımı, veterinerlik uygulamaları, gıda güvenliği ve çevresel denetim bütüncül bir yaklaşımla yürütülmelidir [22,23].

Tek Sağlık yaklaşımının pratikteki karşılığı, kurumlar arası iletişimin güçlendirilmesidir. Sağlık Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı, yerel yönetimler, veteriner hekimler, çevre mühendisleri ve sahada çalışan sağlık profesyonelleri ortak veri ve hedeflerle iş birliği içinde çalışmalıdır. Aksi takdirde, her kurum kendi alanında çaba gösterse de sorunların kök nedenleri gözden kaçabilir [9,23].

6. İklim Değişikliği ve Halk Sağlığı

İklim değişikliği, yirmi birinci yüzyılın en önemli halk sağlığı tehditlerinden biridir. Artan sıcaklıklar, sıcak hava dalgaları, hava kirliliği, su ve gıda güvensizliği, vektör kaynaklı hastalıklar, afetler, göç ve sağlık sistemlerine yönelik baskı, iklim krizinin doğrudan veya dolaylı sağlık sonuçlarıdır. Lancet Countdown 2024 raporu, bu etkilerin sıcak hava dalgaları, gıda güvensizliği, bulaşıcı hastalık riskleri ve çalışma kapasitesi kaybı gibi alanlarda giderek daha belirgin hale geldiğini göstermektedir [24].

İklim değişikliğinin sağlık üzerindeki etkileri çok katmanlıdır. Sıcak hava dalgaları, özellikle yaşlı bireylerde kardiyovasküler ve solunum hastalıklarını ağırlaştırır; örneğin 2003 yılında Avrupa'yı etkileyen yaz sıcak hava dalgası sırasında 70.000'den fazla fazladan ölüm kaydedilmiştir [25]. Hava kirliliği de iklim değişikliğiyle yakından bağlantılı bir risktir: küresel ölçekte her yıl yaklaşık 7 milyon kişi hava kirliliğine bağlı nedenlerle hayatını kaybetmekte, bu ölümlerin büyük kısmı inme, iskemik kalp hastalığı, KOAH, akciğer kanseri ve akut solunum yolu enfeksiyonları gibi bulaşıcı olmayan hastalıklardan kaynaklanmaktadır [8]. Kuraklık ve aşırı yağışlar, gıda üretimi ile su güvenliğini tehdit eder. Vektörlerin yaşam alanlarının değişmesi, bazı enfeksiyonların coğrafi dağılımını değiştirebilir. Afetler ve zorunlu göçler ise travma sonrası stres, kaygı, depresyon ve sosyal kopuş gibi ruh sağlığı sorunlarını artırır.

Türkiye'de iklim değişikliği, sıcak hava dalgaları, kuraklık, orman yangınları, sel ve hava kirliliği nedeniyle halk sağlığı planlamasında öncelikli bir gündem olmalıdır. Yaşlılar, çocuklar, gebeler, kronik hastalığı olanlar ve açık alanda çalışanlar iklim kaynaklı sağlık risklerine karşı özellikle savunmasızdır.

Halk sağlığı politikaları iklim uyum planlarını içermelidir. Erken uyarı sistemleri, sıcak hava eylem planları, yaşlı ve kronik hastalara yönelik koruyucu programlar, yeşil alanların artırılması ve sağlık tesislerinin iklim dayanıklılığı bu planların temel unsurlarıdır. Temiz hava, aktif ulaşım, sağlıklı beslenme ve enerji verimliliği yalnızca çevresel değil, aynı zamanda doğrudan sağlık kazanımları sağlar. Halk sağlığında iklim kriziyle mücadelede amaç, korku yaratmak değil, koruyucu eylemi teşvik etmektir.

7.Kronik Hastalıkların Önlenmesi ve Yaşam Tarzı Yaklaşımları

Bulaşıcı olmayan hastalıklar, günümüz halk sağlığında en büyük yüklerden birini oluşturmaktadır. Kardiyovasküler hastalıklar, kanserler, diyabet ve kronik solunum yolu hastalıkları, hem ölüm oranları hem de yaşam kalitesi kaybı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Küresel hastalık yükü analizleri, yüksek beden kitle indeksi, yüksek kan basıncı, hiperglisemi, sağlıksız beslenme, tütün kullanımı ve hava kirliliğinin bu yükte belirleyici olduğunu göstermektedir [14].

Kronik hastalıklarla mücadelede tütün kullanımı, sağlıksız beslenme, fiziksel inaktivite, zararlı alkol kullanımı, obezite, hipertansiyon, dislipidemi ve hiperglisemi temel risk faktörleridir. Ancak bu riskleri yalnızca bireysel tercihlerle açıklamak, sorunun önemli bir kısmını göz ardı eder. Gıda endüstrisi, pazarlama stratejileri, şehir planlaması, çalışma koşulları, okul ortamı ve sosyoekonomik durumlar bu riskleri şekillendiren çevresel faktörlerdir.

Bu nedenle, kronik hastalıkların önlenmesinde toplum temelli bir yaklaşım gereklidir. Sağlıklı gıdaya erişimin artırılması, okul kantinlerinin düzenlenmesi, tütün kontrolü, aktif ulaşımın teşviki, güvenli yürüyüş ve bisiklet yolları ile erken tanı ve tarama programları bu yaklaşımın temel unsurlarıdır. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'nün 2025 Sağlık Görünümü raporu, koruyucu hizmetler ve risk faktörü yönetiminin sağlık sistemleri için stratejik önemini vurgulamaktadır [26].

Güncel meta-analizler, yapılandırılmış yaşam tarzı müdahalelerinin özellikle tip 2 diyabet riski yüksek bireylerde hastalık gelişimini azaltmaya ve kardiyometabolik risk faktörlerini iyileştirmeye katkı sağladığını göstermektedir [27]. Ancak bu bulgular, yaşam tarzı müdahalelerinin her durumda ilaç tedavisinin yerine geçebileceği anlamına gelmez. Bireysel danışmanlık, erken tanı, uygun tedavi ve çevresel düzenlemeleri bir arada içeren dengeli bir model, halk sağlığı için temel hedef olmalıdır. Halk sağlığı uygulamalarında, kişisel sorumluluğu vurgulamak yerine sağlıklı seçimleri çevresel ve yapısal olarak kolaylaştırmak önemlidir.

8.Sağlık Okuryazarlığı, Risk İletişimi ve İnfodemi Yönetimi

Sağlık okuryazarlığı, bireylerin sağlıkla ilgili bilgiye ulaşma, anlama, değerlendirme ve bu bilgiyi sağlık kararlarında kullanma kapasitesidir. Nutbeam ve Lloyd, sağlık okuryazarlığını yalnızca okuma-yazma becerisi olarak değil, aynı zamanda bilgiye erişme, anlama, değerlendirme ve uygulama kapasitesi olarak tanımlar [18]. Bu yaklaşım, sağlık okuryazarlığının bireysel olduğu kadar kurumsal ve toplumsal bir konu olduğunu ortaya koyar. Aşı hakkında doğru bilgiyi yanlış bilgidan ayırmak, ilaç prospektüsünü anlamak, tarama davetinin önemini kavramak ve dijital ortamda sağlık iddialarını sorgulamak bu kapasitenin farklı boyutlarını oluşturur [18].

Risk iletişimi, salgınlar, afetler, aşı kampanyaları ve kriz dönemlerinde kritik bir rol oynar. Etkili risk iletişimi yalnızca doğru bilgi sunmakla kalmaz, aynı zamanda belirsizliği açıkça ifade eder, toplumun kaygılarını dikkate alır ve uygulanabilir öneriler sunar. Pandemi dönemi, güvenin halk sağlığı için ne kadar önemli olduğunu göstermiştir. Toplum sağlık otoritelerine güvenmediğinde, en doğru bilgi bile etkisiz kalabilir. Bu nedenle sağlık iletişiminde açıklık, tutarlılık, şeffaflık ve empati temel ilkeler olmalıdır [28].

Dijital çağda yanlış sağlık bilgisi ve infodemi, halk sağlığı için önemli bir mücadele alanıdır. İnfodemi, özellikle salgınlar ve kriz dönemlerinde, doğru, eksik, çarpıtılmış veya yanlış bilgilerin yayılması sonucu toplumda kafa karışıklığı, güvensizlik ve riskli davranışların artmasına yol açar. Lancet Public Health'te yayımlanan güncel bir çalışma, infodemi yönetiminin yalnızca yanlış bilgiyi düzeltmekten ibaret olmadığını; bilgi ekosistemini, toplumun güven ilişkilerini ve iletişim stratejilerini birlikte ele alan bütüncül bir çerçeveye ihtiyaç olduğunu vurgulamaktadır [28].

Yanlış sağlık bilgisi, aşı tereddüdünden kanıta dayalı tedavilerin reddine, gereksiz takviye kullanımından sahte tedavilere yönelmeye kadar çeşitli olumsuz sonuçlara yol açabilir. Doğru bilginin etkili olabilmesi için zamanında, anlaşılır, güvenilir ve toplumun değerleriyle uyumlu şekilde sunulması gerekir. Bu noktada birinci basamak hekimleri önemli bir rol üstlenir. Güven ilişkisine dayalı hekim-hasta iletişimi, yanlış bilginin etkisini azaltmada en etkili araçlardan biridir [28].

Sağlık okuryazarlığının geliştirilmesi, yalnızca bireylerin değil kurumların da sorumluluğundadır. Randevu sistemlerinin anlaşılır olması, formların sade yazılması, hekim-hasta iletişiminde tıbbi jargonun azaltılması ve dijital uygulamaların erişilebilir tasarlanması, "okuryazar kurumlar" anlayışının somut örnekleridir[18].

9. Toplum Ruh Sağlığı ve Psikososyal Dayanıklılık

Ruh sağlığı, uzun süre halk sağlığı politikalarında geri planda kalsa da artık toplum sağlığının ayrılmaz bir parçası olarak görülmektedir. Araştırmalar, ruh sağlığının yalnızca bireysel psikopatolojiyle değil; yoksulluk, sosyal dışlanma, travma, afetler, göç, yalnızlık, işsizlik, dijital çevre ve sağlık hizmetlerine erişim gibi faktörlerle de yakından ilişkili olduğunu göstermektedir [29].

Pandemi, ekonomik belirsizlik, sosyal izolasyon, afetler, göç ve gelecek kaygısı toplum ruh sağlığını etkileyen başlıca güncel risklerdir [30]. Toplum ruh sağlığı yaklaşımı, bireyi yalnızca klinik bir tanı ile değerlendirmez; aile, iş yaşamı, sosyal ilişkiler, ekonomik durum ve toplumsal destek kaynaklarını da dikkate alır. Bu nedenle, ruh sağlığını koruma çalışmaları okul, iş yeri, aile, mahalle ve birinci basamak sağlık hizmetleriyle eşgüdümlü yürütülmelidir.

Birinci basamak sağlık hizmetleri bu alanda kritik bir rol üstlenir. Depresyon, anksiyete, uyku sorunları, tükenmişlik, yas, yalnızlık, madde kullanımı ve aile içi sorunlar genellikle ilk olarak aile hekimi pratiğinde ortaya çıkar [31]. Erken tanı, uygun yönlendirme ve damgalayıcı olmayan bir dil kullanımı toplum ruh sağlığı için önemlidir.

Ruh sağlığı politikalarında yalnızca tedaviye değil, psikososyal dayanıklılığı artıran koruyucu programlara da odaklanılmalıdır. Okullarda duygusal beceri programları, iş yerlerinde tükenmişliği önleme stratejileri, yaşlılarda yalnızlığı azaltan sosyal destek modelleri ve afet sonrası psikososyal destek hizmetleri bu kapsamda değerlendirilebilir. Toplum sağlığının ölçütü sadece hastalık istatistikleriyle sınırlı değildir; ekonomik kriz, afet veya salgın gibi zorlu dönemlerde toplumun gösterdiği dayanışma da bu ölçütün önemli bir parçasıdır.

10. Afetler, Pandemi Hazırlığı ve Sağlık Sistemlerinin Dayanıklılığı

Afetler ve halk sağlığı birbirinden ayrılmaz. Depremler, seller, yangınlar, sıcak hava dalgaları, salgınlar ve endüstriyel kazalar toplum sağlığını doğrudan etkiler. Birleşmiş Milletler Afet Risklerinin Azaltılması Ofisi'nin 2022 Küresel Değerlendirme Raporu, afet risklerinin giderek daha sistemik ve birbirine bağlı olduğunu; iklim değişikliği, eşitsizlik ve kırılgan altyapıların afet etkilerini artırdığını belirtmektedir [32].

Türkiye için afet halk sağlığı kritik bir konudur. Deprem, sel, orman yangınları ve kitlesel nüfus hareketleri sağlık sisteminin hazırlıklı olmasını gerektirir. Afetler sadece travma ve yaralanmalarla sınırlı değildir; temiz suya erişim, sanitasyon, kronik hastalık ilaçlarının sürekliliği, bulaşıcı hastalık

sürveyansı, ruh sağlığı desteği ve hizmet devamlılığı afet sonrası dönemin temel halk sağlığı başlıklarıdır.

Pandemi deneyimi, sağlık sistemlerinin dayanıklılığının önemini ortaya koymuştur. Salgın dönemlerinde hastane kapasitesinin yanı sıra birinci basamak hizmetlerin sürekliliği, risk iletişimi, aşı lojistiği, veri yönetimi ve toplum güveni de belirleyicidir. Pandemi sırasında rutin aşılama, kronik hastalık takibi ve kanser taramalarındaki aksamalar, kriz koşullarında bile rutin halk sağlığı hizmetlerinin kesintisiz sürdürülmesinin önemini açıkça göstermiştir.

Dayanıklı bir sağlık sistemi kriz anında değil, krizden önce oluşturulur. Risk haritalama, toplum eğitimi, erken uyarı sistemleri, kırılğan grupların önceden belirlenmesi ve kurumlar arası koordinasyon hazırlık sürecinin temel unsurlarıdır. Birinci basamak sağlık hizmetleri, riskli grupların belirlenmesi, kronik hastaların izlenmesi, aşılama hizmetlerinin sürdürülmesi ve doğru bilgilendirme açısından hazırlığın merkezinde yer almalıdır.

11.Sağlık Çalışanlarının Refahı ve İşgücü Sürdürülebilirliği

Sağlık çalışanlarının refahı, modern halk sağlığı yaklaşımında stratejik öneme sahiptir ve göz ardı edilmemelidir. Sağlık sistemleri, profesyoneller yeterince desteklendiğinde toplum sağlığını koruyabilir. COVID-19 pandemisi bu gerçeği açıkça göstermiştir. Yoğun iş yükü, yetersiz koruyucu ekipman, uzun çalışma saatleri ve sürekli belirsizlik, sağlık çalışanlarında tükenmişlik, anksiyete ve travma sonrası stres bozukluğuna yol açmıştır. Buna ek olarak, sağlık ortamlarında yapılan mobbing, ciddi bir mesleki sağlık sorunu olarak öne çıkmaktadır; yapılan araştırmalar mobbingin iş stresi, tükenmişlik ve meslekten ayrılma niyetini anlamlı düzeyde artırdığını göstermektedir [33]

Halk sağlığı literatürü, tükenmişliğin yalnızca bireysel değil, sistemik faktörlerden de kaynaklandığını göstermektedir. Aşırı iş yükü, özerklik eksikliği, yetersiz kurumsal destek, sınırlı kariyer gelişimi ve değersiz hissetme bu faktörler arasındadır [34]. Birinci basamakta çalışan aile hekimleri ve hemşirelerde ise, yalnız karar alma sorumluluğu ve idari yük tükenmişlik riskini daha da artırabilir.

Sağlık çalışanlarının refahını güçlendirmek hem etik hem de pratik bir zorunluluktur. Tükenmişlik yaşayan profesyoneller daha fazla hata yapabilir, meslekten ayrılabilir ve uzun vadede hizmet kalitesini düşürebilir. Bu nedenle iş yükünün makul tutulması, psikolojik destek sağlanması, uygun çalışma koşullarının oluşturulması ve profesyonel özerkliğin desteklenmesi halk sağlığı politikasının ayrılmaz bir parçası olmalıdır. Sağlık profesyonellerinin refahı göz ardı edildiğinde, hizmet kalitesi de olumsuz etkilenir.

12.Sağlıklı Yaşlanma ve Yaşam Boyu Halk Sağlığı

Dünya nüfusu hızla yaşlanıyor. Bu değişim, halk sağlığı için hem bir başarı hem de bir sorumluluk oluşturuyor. İnsan ömrünün uzaması sağlık sistemlerinin başarısını gösterirken, bu yılların sağlıklı, bağımsız ve kaliteli geçirilmesi için yeni politikalara ihtiyaç vardır. Araştırmalar, yaşlanmanın yalnızca hastalık artışıyla değil; işlevsel kapasite, sosyal katılım, bakım sürekliliği ve yaşam kalitesiyle de değerlendirilmesi gerektiğini vurgular [10,35].

Sağlıklı yaşlanma; bağımsız yaşam, sosyal katılım, bilişsel sağlığın desteklenmesi, düşme riskinin azaltılması, kronik hastalıkların yönetimi ve polifarmasinin azaltılmasını içerir. Yaşlı bireylerin sağlık gereksinimleri genellikle tek bir hastalık üzerinden değil, çoklu kronik durumlar, sosyal destek ve bakım ihtiyacı üzerinden değerlendirilmelidir. Bu noktada aile hekimliği; yalnızlık, beslenme durumu, düşme riski, bilişsel durum ve ilaç yükü gibi unsurları kapsayan bütüncül yaklaşımıyla kritik bir rol üstlenir.

Halk sağlığı açısından sağlıklı yaşlanma, yaşam boyu bir yaklaşım gerektirir. Çocuklukta iyi beslenme, gençlikte fiziksel aktivite, erişkinlikte tütün kontrolü, orta yaşta hipertansiyon ve diyabetin erken tanısı, ileri yaşta ise düşme riskinin azaltılması bu sürecin tamamlayıcı adımlarıdır. Yaşlı nüfusun artması, birinci basamak hizmetlerinin önemini daha da artırmaktadır.

Sağlıklı yaşlanmanın bir diğer önemli yönü, yaşlılığı yalnızca kırılabilirlik ve bağımlılık üzerinden değerlendirmemektir. Yaşlı bireyler, toplumun hafızası ve sosyal yaşamın aktif üyeleridir. Yaş dostu şehirler, erişilebilir ulaşım, sosyal katılım alanları, evde bakım destekleri ve yaşlı dostu birinci basamak hizmetleri bu yaklaşımın somut örnekleridir. OECD'nin 2025 tarihli raporu, sağlıklı yaşlanmayı ve toplum temelli bakımı destekleyen politikaların ekonomik ve sosyal getirilerinin güçlü olduğunu göstermektedir [35].

13.Birinci Basamak Sağlık Hizmetleri ve Halk Sağlığı

Birinci basamak, halk sağlığı politikalarının toplumla buluştuğu en kritik düzeylerden biridir. Aile hekimliği uygulamaları yalnızca bireysel başvuruların karşılandığı klinikler değildir; aynı zamanda toplum sağlığının izlendiği, koruyucu hizmetlerin sunulduğu, riskli grupların belirlendiği ve güven ilişkisinin kurulduğu temel yapılardır. Güncel literatür, birinci basamak sağlık hizmetlerinin evrensel sağlık kapsayıcılığı, sağlık eşitliği, süreklilik ve toplum temelli bakımda merkezi bir rol oynadığını göstermektedir [36].

Birinci basamakta aşılama, gebe ve bebek izlemleri, çocuk sağlığı takibi, kronik hastalık yönetimi, kanser taramalarına yönlendirme, yaşlı izlemleri, obezite danışmanlığı ve tütün bırakma desteği halk sağlığı için doğrudan

önemlidir. Bu hizmetlerin her biri toplumda hastalık yükünü azaltma potansiyeline sahiptir. Türkiye’de aile hekimliği uygulamaları, bu işlevlerin sahadaki en önemli uygulama noktalarından biridir.

Dijital kayıtlar, riskli bireylerin belirlenmesini, izlemlerin planlanmasını ve toplum düzeyinde veri üretimini mümkün kılar. Ancak bu potansiyelin gerçekleşmesi için birinci basamak çalışanlarının iş yükü azaltılmalı, veri kalitesi artırılmalı ve geri bildirim mekanizmaları güçlendirilmelidir. Verinin sahadaki kararları desteklemesi gerekir; yalnızca idari bir zorunluluk olarak tutulan kayıtlar halk sağlığına sınırlı katkı sağlar.

Birinci basamak, güven ilişkisinin kurulduğu yerdir. Halk sağlığının birçok hedefi, toplumun güveni olmadan başarıya ulaşamaz. Aşı programları, taramalar, kronik hastalık izlemleri ve yaşam tarzı danışmanlığı, ancak bireyin kendini duyulmuş ve anlaşılmış hissettiği bir sağlık ilişkisinde etkili olur. Bu nedenle birinci basamakta zaman, iletişim ve süreklilik yalnızca hizmet kalitesi değil, halk sağlığı başarısı için de belirleyicidir.

Birinci basamağın güçlendirilmesi, halk sağlığının güçlendirilmesi anlamına gelir. Toplumun sağlık sorunları en erken burada ortaya çıkar; kronik hastalıklar burada izlenir, aşı tereddüdü burada ele alınır, yanlış sağlık bilgisi burada düzeltilir, yaşlılık sorunları burada fark edilir ve sağlık çalışması tükenmişliğinin ilk işaretleri burada gözlemlenir. Halk sağlığı politikalarının etkili olabilmesi için birinci basamağın sahadaki gerçekliğiyle uyumlu şekilde planlanması gerekir.

14.Sonuç

Halk sağlığı günümüzde daha karmaşık hale gelmiş, ancak daha etkili araçlarla donatılmıştır. Bulaşıcı hastalıkların kontrolü, aşılama ve sanitasyon önemini korurken; iklim değişikliği, dijitalleşme, infodemi, kronik hastalıklar, sağlıklı yaşlanma, ruh sağlığı, afetlere hazırlık, sağlık eşitsizlikleri, sağlık çalışanı refahı ve Tek Sağlık gibi yeni konular modern halk sağlığının temel dinamikleri arasına yerleşmiştir.

Günümüzde halk sağlığı, hastalığı yalnızca bireyin bedeninde değil; yaşanılan evde, çalışma ortamında, solunan havada, erişilen gıdada, alınan eğitimde, kullanılan dijital bilgide ve sosyal ilişkilerde de arar. Bu yaklaşım, halk sağlığını daha gerçekçi, adil ve etkili hale getirir.

Bundan sonra halk sağlığının başarısı, bilginin topluma ulaşmasına, teknolojinin herkes için erişilebilir olmasına ve sistemin kişiyi suçlamak yerine koşulları iyileştirmesine bağlıdır. Bu süreçte birinci basamak sağlık hizmetleri, toplumun sağlık sorunlarını en yakından ve en erken tespit eden yapı olmaya devam etmektedir.

Sonuç olarak, halk sağlığı yalnızca hastalıkları önlemeye odaklanmaz; aynı zamanda sağlıklı yaşamı mümkün kılan koşulları oluşturma sorumluluğunu da taşır. Bu sorumluluk, sağlık profesyonellerinden politika yapıcılara, yerel yönetimlerden eğitim kurumlarına kadar geniş bir iş birliği gerektirir. Birinci basamak, halk sağlığının uygulamaya geçtiği yerdir; burada alınan kararlar ve kurulan ilişkiler, politik metinlerin ötesinde somut sonuçlar doğurur.

Kaynaklar

1. Winslow CE. The untilled fields of public health. *Science*. 1920 Jan 9;51(1306):23-33. doi: 10.1126/science.51.1306.23.
2. Azari R, Borisch B. What is public health? A scoping review. *Arch Public Health*. 2023;81:86. doi:10.1186/s13690-023-01091-6
3. World Health Organization. Social determinants of health [fact sheet]. Geneva: WHO; güncelleme 6 Mayıs 2025. who.int/news-room/fact-sheets/detail/social-determinants-of-health.
4. Chelak K, Chakole S. The role of social determinants of health in promoting health equality: a narrative review. *Cureus*. 2023;15(1):e33425. doi:10.7759/cureus.33425
5. Hayre J, Canning E, Pearce H, Khera R, Ford J. Public health policies and interventions to address health inequities in high-income countries: an umbrella review. *BMC Public Health*. 2026. doi:10.1186/s12889-025-25876-2
6. Odoms-Young A, Brown AGM, Agurs-Collins T, Glanz K. Food insecurity, neighborhood food environment, and health disparities: state of the science, research gaps and opportunities. *Am J Clin Nutr*. 2024;119(3):850-861. doi:10.1016/j.ajcnut.2023.12.019
7. Westenhöfer J, Nouri E, Reschke ML, Seebach F, Buchcik J. Walkability and urban built environments-a systematic review of health impact assessments (HIA). *BMC Public Health*. 2023 Mar 17;23(1):518. doi: 10.1186/s12889-023-15394-4.
8. World Health Organization. Climate change [fact sheet]. Geneva: WHO; 2023. who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health
9. World Health Organization. Global antibiotic resistance surveillance report 2025. Geneva: WHO; 2025. who.int/publications/i/item/9789240116337
10. T.C. Sağlık Bakanlığı Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü. Türkiye Hanehalkı Sağlık Araştırması: Bulaşıcı Olmayan Hastalıkların Risk Faktörleri Prevalansı 2025 (STEPS). Editörler: Gökler ME, Bağcı HH, Keklik K, Erguder T, Üçüncü İ. Ankara: Sağlık Bakanlığı; 2025.
11. T.C. İçişleri Bakanlığı Göç İdaresi Başkanlığı. Geçici koruma altındaki Suriyeliler [istatistikler]. goc.gov.tr/gecici-korumamiz-altindaki-suriyeliler
12. Gözükızıllı CA, Tezcan S. Cumhuriyet'in yüzüncü yılında Türkiye'de afetler: 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremleri. *Kent Akademisi Dergisi*. 2023;16(Özel Sayı):97-114. doi:10.35674/kent.1353445
13. World Health Organization, UNICEF. Declaration of Astana: Global Conference on Primary Health Care, Astana, Kazakhstan, 25-26 October 2018. Geneva: WHO; 2018.
14. Brauer M, Roth GA, Aravkin AY, Zheng P, Abate KH, Abate YH, et al. Global burden and strength of evidence for 88 risk factors in 204 countries and

- 811 subnational locations, 1990-2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021. *Lancet*. 2024;403(10440):2162-2203. doi: 10.1016/S0140-6736(24)00933-4.
15. Allen LN, Pettigrew LM, Exley J, Nugent R, Balabanova D, Villar-Uribe M, et al. The role of primary health care, primary care and hospitals in advancing universal health coverage. *BMJ Glob Health*. 2023;8:e014442. doi: 10.1136/bmjgh-2023-014442.
 16. Marmot M. Public health and health inequalities: a half century of personal involvement. *J Public Health (Oxf)*. 2022;44(Suppl 1):i23-i27. doi: 10.1093/pubmed/fdac095.
 17. World Health Organization. World report on social determinants of health equity. Geneva: World Health Organization; 2025. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240107588>
 18. Nutbeam D, Lloyd JE. Understanding and responding to health literacy as a social determinant of health. *Annu Rev Public Health*. 2021;42:159-173. doi: 10.1146/annurev-publhealth-090419-102529.
 19. World Health Organization. Global strategy on digital health 2020-2025. Geneva: World Health Organization; 2021. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240020924>
 20. Jarva E, Oikarinen A, Andersson J, Tuomikoski AM, Kääriäinen M, Meriläinen M, et al. Healthcare professionals' perceptions of digital health competence: a qualitative descriptive study. *Nurs Open*. 2022;9(2):1379-1393. doi: 10.1002/nop2.1184.
 21. Silva CRDV, Lopes RH, Bay Jr OdG, Martiniano CS, Fuentealba-Torres M, Arcêncio RA, et al. Digital health opportunities to improve primary health care in the context of COVID-19: scoping review. *JMIR Hum Factors*. 2022 May 31;9(2):e35380. doi: 10.2196/35380.
 22. Adisasmito WB, Almuhairi S, Behraves CB, Bilivogui P, Bukachi SA, Casas N, et al. One Health: a new definition for a sustainable and healthy future. *PLoS Pathog*. 2022;18(6):e1010537. doi: 10.1371/journal.ppat.1010537.
 23. Food and Agriculture Organization of the United Nations, United Nations Environment Programme, World Health Organization, World Organisation for Animal Health. One Health Joint Plan of Action 2022-2026: working together for the health of humans, animals, plants and the environment. Rome: FAO; 2022. doi: 10.4060/cc2289en.
 24. Romanello M, Walawender M, Hsu SC, Moskeland A, Palmeiro-Silva Y, Scamman D, et al. The 2024 report of the Lancet Countdown on health and climate change: facing record-breaking threats from delayed action. *Lancet*. 2024;404(10465):1847-1896. doi: 10.1016/S0140-6736(24)01822-1.
 25. Robine JM, Cheung SL, Le Roy S, Van Oyen H, Griffiths C, Michel JP, et al. Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *C R Biol*. 2008 Feb;331(2):171-8. doi: 10.1016/j.crvi.2007.12.001.

26. Organisation for Economic Co-operation and Development. Health at a Glance 2025: OECD Indicators. Paris: OECD Publishing; 2025. doi: 10.1787/8f9e3f98-en.
27. Wang Y, Chai X, Wang Y, Yin X, Huang X, Gong Q, et al. Effectiveness of Different Intervention Modes in Lifestyle Intervention for the Prevention of Type 2 Diabetes and the Reversion to Normoglycemia in Adults With Pre-diabetes: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Med Internet Res*. 2025 Jan 29;27:e63975. doi: 10.2196/63975.
28. Ishizumi A, Kolis J, Abad N, Prybylski D, Brookmeyer KA, Voegeli C, et al. Beyond misinformation: developing a public health prevention framework for managing information ecosystems. *Lancet Public Health*. 2024;9(6):e397–e406. doi: 10.1016/S2468-2667(24)00031-8.
29. McGinty EE, Alegria M, Beidas RS, et al. The Lancet Psychiatry Commission: transforming mental health implementation research. *Lancet Psychiatry*. 2024;11(5):368–396. doi: 10.1016/S2215-0366(24)00040-3.
30. Santomauro DE, Mantilla Herrera AM, Shadid J, Zheng P, Ashbaugh C, Pigott DM, et al. Global prevalence and burden of depressive and anxiety disorders in 204 countries and territories in 2020 due to the COVID-19 pandemic. *Lancet*. 2021 Nov 6;398(10312):1700-1712. doi: 10.1016/S0140-6736(21)02143-7.
31. Reeves WC, Strine TW, Pratt LA, Thompson W, Ahluwalia I, Dhingra SS, et al. Mental illness surveillance among adults in the United States. *MMWR Suppl*. 2011 Sep 2;60(3):1-29. PMID: 21881522.
32. United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022: Our World at Risk: Transforming Governance for a Resilient Future. Geneva: UNDRR; 2022. Available from: <https://www.undrr.org/gar/gar2022-our-world-risk>
33. Mastrogianni M, et al. Association between workplace bullying, job stress, and professional quality of life in nurses: a systematic review and meta-analysis. *Healthcare*. 2024;12(6):623. doi: 10.3390/healthcare12060623.
34. West CP, Dyrbye LN, Shanafelt TD. Physician burnout: contributors, consequences and solutions. *J Intern Med*. 2018 Jun;283(6):516-529. doi: 10.1111/joim.12752. PMID: 29505159.
35. Organisation for Economic Co-operation and Development. The economic benefit of promoting healthy aging and community care. Paris: OECD Publishing; 2025. doi: 10.1787/0f7bc62b-en.
36. Rai A, Khatri RB, Assefa Y. Primary health care systems and their contribution to universal health coverage and improved health status in seven countries: an explanatory mixed-methods review. *Int J Environ Res Public Health*. 2024;21(12):1601. doi: 10.3390/ijerph21121601.

İnflamasyon ve Poliaminler 8

Veysel Kenan Çelik¹

Özet

Günümüzde diyabet, kardiyovasküler hastalıklar, otoimmün/romatizmal hastalıklar, nörodejeneratif hastalıklar ve kanser gibi çok sayıda hastalığın patogeneğinde inflamasyonun önemli rol oynadığı kabul edilmektedir. Bağışıklık sisteminin biyolojik etkenler (viral, bakteriyel vb.), kimyasal uyarılar (toksik, alerjik vb.) ve fiziksel hasarlar (travma, kaza ve yaralanmalar) karşısında geliştirdiği savunma yanıtı, fizyolojik koşullarda sınırlı ve kontrollü bir süreçtir. Ancak bu yanıtın sonlanamaması ve sürekli hale gelmesi durumunda inflamasyon kronikleşerek metabolik dengenin bozulmasına, hücresel stresin artmasına ve sağlıklı dokuların zarar görmesine yol açabilmektedir.

Bu derlemede inflamasyon mekanizmaları ele alınarak enfeksiyon ve doku hasarı süreçleri öncesinde ve sonrasında gelişen inflamatuvar yanıtlar değerlendirilmektedir. Dokuların ve hücrelerin oluşturduğu yanıtlarda inflamasyon kaskadının nasıl etkilendiği ve bu kaskadların düzenlenmesinde rol oynayan moleküler mekanizmalar tartışılmaktadır. Ayrıca inflamasyon sonrası süreçlerde devreye giren poliaminlerin doku onarımı ve hasarın sınırlandırılmasındaki işlevleri incelenmekte; doku hasarına katkıda bulunabilecek reaktif oksijen türlerinin uzaklaştırılma mekanizmaları irdelenmektedir. Olumsuz çevresel ve biyolojik koşullar sonrasında gelişen hastalıklarla poliaminler arasındaki ilişkiler ve bu alandaki klinik çalışmalar da derleme kapsamında ele alınmaktadır.

1. GİRİŞ

İnflamasyon, organizmanın biyolojik etkenler (viral, bakteriyel vb.), fiziksel hasarlar (travma, kaza ve yaralanmalar gibi) ve kimyasal uyarılar (toksik ve alerjik maddeler gibi) karşısında, bu etkenlerin zararlı etkilerini sınırlandırmak ve ortadan kaldırmak amacıyla bağışıklık sistemi tarafından oluşturulan doğal bir savunma yanıtıdır. İnflamasyonun gözleme dayalı tanımlanmasında en

1 Prof.Dr. SCÜ Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı 58140 SİVAS
ORCID ID: 0000-0001-6293-5192

belirgin bulgular; ciltte veya vücudun diğer bölgelerinde ortaya çıkan kızarıklık, lokal ısı artışı, şişlik ve ağrı gibi fiziksel belirtilerdir. Klinik olarak belirgin bulgu vermeyen veya subklinik inflamasyonun eşlik edebildiği diyabet gibi kronik hastalıklarda ise inflamatuvar belirteçlerin ileri biyokimyasal tetkiklerle değerlendirilmesi gerekebilir. Vücudun savunma ve iyileşme süreçlerini başlattığı kabul edilen inflamasyon, basit birkaç mekanizmadan ibaret olmayıp karmaşık, çok bileşenli ve düzenleyici sistemleri içeren dinamik bir süreçtir (Hurley, 1972; Ahmed, 2011).

İnflamasyonun tetiklenmesinde başlıca enfeksiyonlar, doku yaralanmaları, hücresel stres, doku disfonksiyonu ve homeostaz bozukluğu gibi süreçler rol oynamaktadır. İnflamatuvar yanıt başladıktan sonra nötrofiller, monosit/makrofajlar, mast hücreleri, bazofiller, T lenfositler ve B lenfositler başta olmak üzere bağışıklık sisteminin çeşitli hücreleri bu sürece dahil olur. Bu hücresel yanıtta ek olarak sitokinler, kemokinler, büyüme faktörleri, eikosanoidler, prostaglandinler, lökotrienler ve kompleman sistemi bileşenleri gibi çok sayıda hücre dışı mediyatör ve düzenleyici molekül de inflamatuvar sürecin kontrolünde görev alır. Bu mekanizmalar, enfeksiyona karşı savunmanın sağlanması, doku hasarının sınırlandırılması, hücresel stresle baş edilmesi ve yeniden homeostazın kurulması amacıyla aktive edilir. Ancak inflamatuvar yanıtın kontrolsüz, aşırı veya kronik hale gelmesi durumunda otoimmünite, inflamasyon kaynaklı doku hasarı ve sepsis gibi patolojik sonuçlar gelişebilmektedir. Otoimmünite, bağışıklık sisteminin organizmanın kendi antijenlerine karşı uygunsuz yanıt geliştirmesi olarak tanımlanır. Bu nedenle otoimmün hastalıkların gelişiminde genetik yatkınlık, hormonal faktörler, çevresel etkenler ve immün düzenleyici mekanizmalardaki bozukluklar birlikte rol oynamaktadır (Chen, Szodoray, & Zeher, 2016; Medzhitov, 2008).

Bağışıklık sistemi genel olarak doğuştan gelen bağışıklık ve kazanılmış/adaptif bağışıklık olmak üzere iki ana gruba ayrılır. Doğuştan gelen bağışıklık sistemi, patojenlere karşı hızlı ve ilk savunma yanıtını oluşturmakla birlikte, klasik anlamda antijene özgü immünojenik hafıza geliştirmeyen. Adaptif bağışıklık sistemi ise daha önce karşılaşılan antijenlere karşı özgül ve daha etkin yanıt oluşturabilme kapasitesine sahiptir. Bu yanıt, B lenfositler tarafından üretilen immünooglobulinler ve T lenfositlerin aracılık ettiği hücresel immün yanıtlar ile sitokinler üzerinden düzenlenir.

İmmün sistemin patojenleri tanıma sürecinde lenfositler, geniş bir antijen reseptör repertuarı oluşturmak amacıyla genetik yeniden düzenlenme süreçlerinden geçer. Bu süreçte T ve B lenfositlerde V(D)J rekombinasyonu gerçekleşirken, antijenle karşılaşan B lenfositlerde somatik hipermutasyon ve

afinite olgunlaşması da gelişebilir. Adaptif bağışıklık sistemi, antijenin niteliğine ve sunum koşullarına bağlı olarak immün yanıt veya tolerans geliştirebilir.

İmmün tolerans, bağışıklık sisteminin kendi antijenlerine karşı uygunsuz yanıt oluşturmamasını, yabancı antijenlere karşı ise uygun immün yanıt geliştirmesini sağlayan düzenleyici bir süreçtir. Tolerans mekanizmalarının yetersiz kalması veya bozulması durumunda otoimmünite ortaya çıkabilmektedir. Merkezi tolerans; timusta otoreaktif T lenfositlerin, kemik iliğinde ise kendi antijenlerini tanıyan B lenfositlerin klonal delesyon, reseptör düzenlenmesi veya fonksiyonel inaktivasyon yoluyla elimine edilmesini içerir. Periferik tolerans ise anergi, klonal delesyon, apoptozis ve regülatör T hücre aracılı immün baskılanma gibi mekanizmalarla otoimmün yanıtların gelişmesini önlemede önemli rol oynar (Justiz Vaillant et al., 2024; Nemazee, 2017; Waldmann, 2016).

İnflamasyonun moleküler mekanizması, doku hasarı veya enfeksiyon sonrası aktive olan akut yanıt mediyatörleri ile başlar. Bu süreçte özellikle interlökin-1 (IL-1), tümör nekroz faktörü-alfa (TNF- α), interlökin-6 (IL-6) ve interlökin-8 (IL-8/CXCL8) gibi sitokinler önemli rol oynar. Klinik uygulamada inflamasyonun değerlendirilmesinde serum amiloid A proteini (SAA) ve C-reaktif protein (CRP) gibi akut faz reaktanlarının düzeyleri sıklıkla ölçülmektedir. Sitokinler arasında IL-1 ve TNF- α , güçlü proinflamatuvar etkilere sahip moleküllerdir. Bu sitokinlerin plazma düzeylerindeki artışın süreklilik göstermesi, inflamatuvar hücrelerin ve mediyatörlerin doku hasarı bölgesinde birikmesi ve yanıtın düzenlenememesi, inflamasyonun kronik faza geçmesine katkıda bulunabilmektedir (Feghali & Wright, 1997).

Bakteriler, virüsler, parazitler ve mantarlar gibi farklı patojenlere karşı gelişen immün yanıtta başlıca beş immünooglobulin sınıfı rol oynamaktadır: IgG, IgM, IgA, IgE ve IgD. Bu immünooglobulinler, özellikle humoral bağışıklık yanıtının temel bileşenleri olarak patojenlerin nötralizasyonu, opsonizasyonu, kompleman aktivasyonu ve mukozal yüzeylerin korunması gibi çeşitli işlevler üstlenir. Bireylerin yeterli düzeyde veya işlevsel antikor üretmediği durumlarda tekrarlayan enfeksiyonlara yatkınlık gelişebilmektedir.

Buna ek olarak deri ve mukozal yüzeyler gibi fiziksel bariyerler; tükürük ve gözyaşı gibi sekresyonlarda bulunan lizozim ve diğer antimikrobiyal moleküller ile normal mikrobiyota, doğuştan gelen bağışıklığın ilk savunma hattını oluşturur. Bu bariyerlere ek olarak nötrofiller, makrofajlar ve diğer lökositler de patojenlere karşı gelişen erken savunma yanıtında önemli rol oynar (Taussig, 1988).

Doku ve hücre düzeyinde başlatılan inflamasyon mekanizmaları; arteriol ve venüllerde vazodilatasyon, kan akımı ve damar geçirgenliğinde artış ile

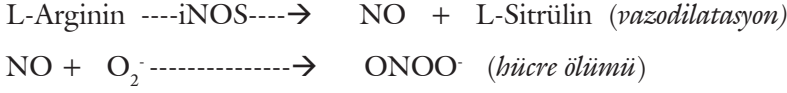
karakterize dinamik bir süreçtir. Bu süreçte plazma proteinleri ve lökositlerin hasarlı dokuya geçişi, inflamatuvar hücre infiltrasyonu, proteolitik enzim aktivitesi ve reaktif oksijen türlerinin oluşumu gibi olaylar meydana gelir. İnflamatuvar yanıtın ilerleyen aşamalarında hasarlı hücrelerin nekroz veya apoptoza uğraması, hücre artıklarının fagositoz yoluyla uzaklaştırılması, humoral mediyatörlerin salınması, hücre proliferasyonunun uyarılması ve bağ dokusu rejenerasyonuna yönelik onarım mekanizmalarının devreye girmesi söz konusudur (Medzhitov, 2008; Schmid-Schönbein, 2006; Feghali & Wright, 1997).

Doku hasarının tam olarak onarılamadığı durumlarda fibrozis, kronik doku yeniden yapılanması, metaplazi veya bazı koşullarda tümör gelişimini destekleyen mikroçevresel değişiklikler ortaya çıkabilmektedir. Organizmanın stresle baş edemediği ve adaptasyon sağlayamadığı durumlarda homeostatik dengenin yeniden kurulması güçleşir; bu durum inflamasyon kaynaklı veya inflamasyonla ilişkili hastalıkların gelişimine zemin hazırlayabilir. Bununla birlikte, enfeksiyonlara bağlı inflamatuvar yanıtın şiddeti ve klinik görünürlüğü her zaman aynı değildir; bazı enfeksiyonlar hafif, lokal veya subklinik inflamasyonla seyredebilir (Medzhitov, 2008; Feghali & Wright, 1997).

Son yirmi-otuz yılda yapılan çalışmalar, çok sayıda hastalığın patogeneğinde çözümlenemeyen veya kronikleşen inflamatuvar yanıtın önemli rol oynadığını göstermiştir. Miyokardiyal iskemi, kronik arteriyel ve venöz hastalıklar, akut serebrovasküler olaylar, Alzheimer hastalığı, Parkinson hastalığı, arteriyel hipertansiyon, osteoartrit, diyabet ve kanser bu hastalıklar arasında sayılabilir. İnflamasyonun en ağır sistemik sonuçları arasında ise şok, sepsis ve çoklu organ yetmezliği yer almaktadır (Medzhitov, 2008; Chen, Szodoray, & Zeher, 2016; Feghali & Wright, 1997; Schmid-Schönbein, 2006).

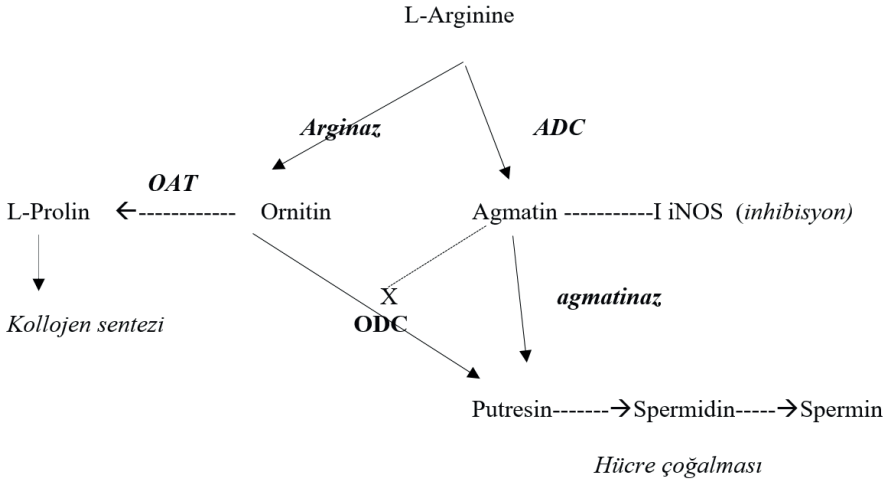
İskemi, enfeksiyon ya da doku hasarı gibi durumlarda gelişen inflamatuvar yanıt, özellikle makrofajların proinflamatuvar M1 fenotipine polarize olmasına yol açabilir. M1 makrofajlar, mikrobisidal ve sitotoksik yanıtları desteklemek amacıyla enerji metabolizmalarını yeniden düzenler ve proinflamatuvar mediyatörlerin üretimini artırır. Bu süreçte L-arjinin amino asidi, indüklenbilir nitrik oksit sentaz (iNOS) enzimi aracılığıyla nitrik oksit (NO) sentezinde kullanılır. Oluşan NO, vazodilatasyona katkıda bulunabilir ve trombosit agregasyonunu baskılayıcı etkiler gösterebilir.

NO'nun süperoksit anyonu (O_2^-) ile reaksiyona girmesi sonucunda güçlü oksidan ve nitrozatif özelliklere sahip peroksinitrit ($ONOO^-$) oluşur. Peroksinitrit, patojenlerin eliminasyonuna, hasarlı hücrelerin uzaklaştırılmasına ve inflamatuvar yanıtın efektör mekanizmalarına katkı sağlayan reaktif bir moleküldür (Şekil 1).



Şekil 1. M1 makrofaj aktivasyonu sırasında nitrik oksit (NO) ve peroksinitrit (ONOO⁻) oluşumuna ait metabolik yolak.

Sağlıklı insanların plazmasında bulunan poliaminler, hem immünositlerin farklılaşması hem de inflamatuvar reaksiyonların düzenlenmesi için gereklidir. Makrofajlar aktif moddan çıkarıldığında ise metabolizma M2 fazı olan “tamir moduna” geçmektedir. Ayrıca, yara iyileşmesinin bir belirteci olarak kabul edilen poliaminler, hücre çoğalması, hipertrofi ve doku gelişiminde önemli roller oynar. M2 fazında gelişen doku yaralanmalarının onarılması, tedavi edilmesi ve yeni hücrelerin sentezi için L-Arjinin metabolizması kollojen ve poliamin (agmatin, putresin, spermidin, spermin) sentez yolağına doğru yönlendirilmektedir. Bu yönlendirmede iNOS enzimi inhibe edilirken kollojen ve poliamin yolağında görevli enzimler de indüklenip aktive edilmektedirler. Kollojen yolağında yer alan enzimler Arginaz, ornitin amino transferaz (OAT) aktive edilirken, poliamin yolağında görevli enzimler ise başlıca Arginaz, ornitin dekarboksilaz (ODC) aktive edilmektedir (Şekil 2) (Cigdem et al., 2020).



Şekil 2. M2 makrofaj aktivasyonu sırasında L-arjinin metabolizmasının arginaz yolu üzerinden ornitin, prolin ve poliamin sentezine yönelmesi. Bu metabolik yönelim kollajen sentezi, doku onarımı ve hücre proliferasyonu ile ilişkilidir.

1.1. POLİAMİNLER

Poliaminler; bitkiler, prokaryotlar ve memeliler dahil olmak üzere tüm canlı hücrelerinde bulunan, yaşamın sürdürülmesi için gerekli düşük molekül ağırlıklı polikasyonik moleküllerdir. İki veya daha fazla amino grubu içeren bu moleküller; gen ekspresyonunun düzenlenmesi, translayon, hücre proliferasyonu, hücrel sinyal iletiminin modülasyonu, membran stabilizasyonu, doku hasarı ve onarımı gibi çok sayıda temel hücrel süreçte rol oynamaktadır. Başlıca poliaminler putresin, spermidin ve spermindir. Poliaminler ilk kez 1674 yılında Antonie van Leeuwenhoek tarafından insan semeninde kristalize bir madde olarak tanımlanmıştır. Yaklaşık 200 yıl sonra Ladenburg ve Abel, semenden elde edilen bu organik kristal maddeyi tanımlamış ve bu maddeye “spermin” adını vermiştir. Söz konusu kristal maddenin kimyasal yapısı ise 1924 yılında Rosenheim ve arkadaşları tarafından daha ayrıntılı biçimde aydınlatılmıştır. Farklı dokulardan elde edilen sperminin kimyasal yapısı ve formülünün semenden elde edilen madde ile uyumlu bulunması, Leeuwenhoek’in erken dönem gözlemlerini desteklemiştir. Poliaminlerin kimyasal yapılarının tam olarak anlaşılması ise ilk keşiflerinden uzun yıllar sonra mümkün olmuştur.

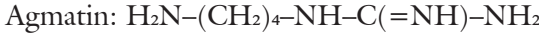
Poliaminlerin işlevleri uzun yıllar tam olarak bilinmemekle birlikte, başlangıçta hücrel yapının korunmasında rol oynadıkları düşünülmüştür. Memelilerde bulunan başlıca poliaminler; karbon zinciri uzunluğu ve amino grubu sayısındaki farklılıklara bağlı olarak yapısal çeşitlilik gösteren putresin, spermidin, spermin ve kadaverindir. Bununla birlikte, bazı araştırmacılar kadaverini klasik bir poliamin olarak değil; histamin, agmatin ve tiramin gibi molekülleri de içeren oligoamin ailesinin bir üyesi olarak değerlendirmektedir.

Poliaminlerin yapılarının belirlenmesinden sonra yapılan çalışmalar, farklı hücre tiplerinde yürütülen in vitro araştırmalar aracılığıyla bu moleküllerin fizyolojik işlevlerini anlamaya yönelmiştir. Ancak primer hücre kültürlerinin aseptik koşullar altında sürdürülmesindeki güçlükler nedeniyle bakteri kültürleri, poliaminlerin fonksiyonlarının değerlendirilmesinde uygun bir model olarak kullanılmaya başlanmıştır (Bachrach, 2010; Dudley, Rosenheim, & Rosenheim, 1924; Ladenburg & Abel, 1888; Moinard, Cynober, & de Bandt, 2005).

Poliaminler fizyolojik koşullar altında pozitif yüklü moleküllerdir ve DNA, RNA, kromatin, ATP, proteinler ve fosfolipitler dahil olmak üzere birçok negatif yüklü moleküle elektrostatik etkileşimler yoluyla bağlanabilirler. Bu özellikleri nedeniyle hücre içi konsantrasyonlarındaki artış veya azalma, hücrel stabilitenin korunmasını ya da bozulmasını etkileyebilir. Poliaminlerin aşırı birikimi hücrel transformasyon ve apoptozis ile ilişkilendirilirken, düzeylerinin azalması veya tükenmesi hücre büyümesi, hücre göçü ve embriyonik gelişimin inhibisyonuna yol açabilmektedir. Poliaminlerin toplam hücrel konsantrasyonları genellikle

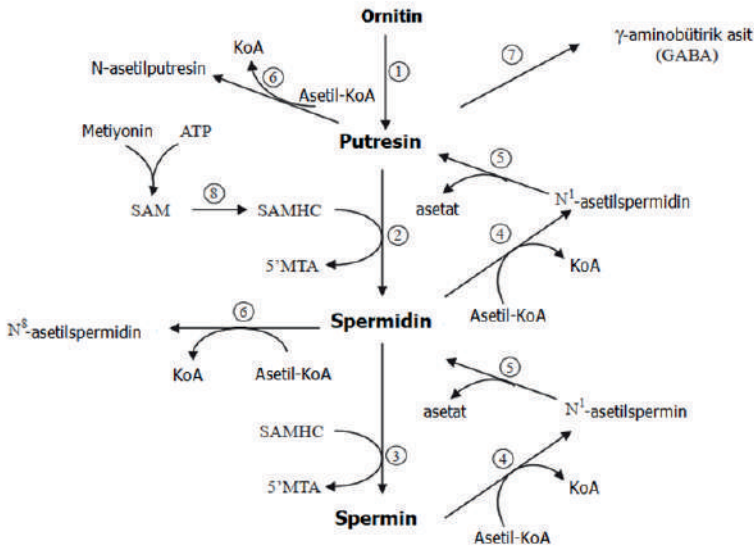
milimolar düzeydedir. Bununla birlikte, hücre içi poliaminlerin büyük bir kısmı belirli hücrel kompartmanlarda bulunur veya nükleik asitler ve diğer negatif yüklü moleküllere bağlı halde yer alır. Bu nedenle serbest poliamin konsantrasyonu, toplam hücrel poliamin konsantrasyonundan çok daha düşüktür. Poliamin katabolizmasının aktivasyonu oksidatif stresi artırabilir ve hücrel hasar, yaşlanma ve çeşitli patolojik süreçlere katkıda bulunabilir (Park & Igarashi, 2013).

Doğal poliaminler ve poliamin ilişkili biyojenik aminler; farklı uzunluklarda karbon zincirlerine ve birden fazla amino grubuna sahip, küçük, bazik, alifatik ve düşük molekül ağırlıklı katyonik moleküllerdir. Başlıca doğal poliaminler putresin, spermidin ve spermin olup; agmatin ve kadaverin de poliamin metabolizmasıyla ilişkili biyojenik aminler arasında değerlendirilmektedir. Bu bileşikler fizyolojik pH'da çoğunlukla protonlanmış formda bulunarak pozitif yük taşırlar. Başlıca poliamin ve ilişkili bileşiklerin kimyasal adları şu şekildedir: agmatin, 4-aminobütülguanidin; putresin, 1,4-diaminobütan; spermidin, N-(3-aminopropil)-1,4-bütandiamin; spermin, N,N'-bis(3-aminopropil)-1,4-bütandiamin; kadaverin ise 1,5-diaminopentan olarak adlandırılır. Kimyasal yapıları Şekil 3'te gösterilmiştir.



Şekil 3. *Doğal poliaminler ve poliamin metabolizmasıyla ilişkili biyojenik aminlerin kimyasal yapıları.*

Memelilerde başlıca poliaminlerin biyosentezi, L-arjinin metabolizması ile yakından ilişkilidir. L-arjinin, arginaz enzimi aracılığıyla ornitine dönüştürülür; ornitin ise ornitin dekarboksilaz (ODC) enzimi ile putresin sentezinin öncülünü oluşturur. Putresinden sırasıyla spermidin ve spermin sentezlenir. Bunun yanı sıra L-arjininin agmatin yoluna yönelmesiyle agmatin oluşabilir ve agmatinaz aktivitesi aracılığıyla putresin sentezine katkı sağlayabilir. Poliamin metabolizması, biyosentez, katabolizma, geri dönüşüm ve hücreler arası taşınım mekanizmalarıyla sıkı biçimde düzenlenir; böylece hücrel gereksinime göre putresin, spermidin ve spermin düzeyleri yeniden ayarlanabilir (Şekil 4).



Şekil 4. Poliaminlerin biyosentez ve katabolizma yolları.

ODC: Ornitin dekarboksilaz; SSAT: Spermidin/spermin N¹-asetiltransferaz;
 PAO: Poliamin oksidaz; DAO: Diamin oksidaz; SAMDC: S-adenozilmetiyonin
 dekarboksilaz; SAM: S-adenozilmetiyonin; dcSAM: dekarboksile S-adenozilmetiyonin;
 5'-MTA: 5'-metiltiyoadenozin.

1.1.1. Putresin

Putresin (Put), ilk kez 1907 yılında bitkilerden izole edilmiş; yaklaşık elli yıl sonra ise beyinden elde edilmiştir. Kokuşma süreçleriyle ilişkili karakteristik kokusu nedeniyle “putresin” olarak adlandırılmıştır. Putresin, dört karbonlu kısa bir alifatik zincir üzerinde iki amino grubu taşıyan düşük molekül ağırlıklı bir diamindir. Poliaminler arasında bağlanma afinitesi en düşük olan bileşiklerden biri olarak kabul edilmektedir. Putresin, çürüyen hayvan dokularında bakteriyel amino asit dekarboksilasyonu sonucunda ortaya çıkabilmekte birlikte, memelilerde başlıca ornitin metabolizması üzerinden sentezlenir. Memelilerde iki temel sentez yolu tanımlanmaktadır. Birincisi, hız sınırlayıcı enzim olan ornitin dekarboksilazın (ODC) katalizlediği reaksiyonla ornitinden putresin oluşumudur. İkincisi ise L-arjinin kaynaklı agmatinin, agmatinaz enzimi aracılığıyla yıkılması sonucunda putresin oluşmasıdır. Ayrıca hücresel gereksinimlere bağlı olarak spermidin ve sperminin geri dönüşüm/katabolizma yolları aracılığıyla putresin yeniden oluşturulabilir (Şekil 4).

Bitkiler üzerinde yapılan çalışmalarda putresinin yalnızca yük dengeleyici bir katyon olarak görev yapmadığı; aynı zamanda plazma membranı ve vakuolar

H⁺-ATPaz aktivitesini etkileyerek katyon dengesinin düzenlenmesine katkı sağlayabileceği ileri sürülmektedir. Ayrıca araştırmalar, putresinin mitokondriyal geçirgenliği artırarak iyon geçişlerini etkileyebileceğini ve potasyum (K⁺) eksikliği durumunda putresin birikiminin artabileceğini göstermiştir (Cui et al., 2020; Janicka-Russak et al., 2010; Wang & Wu, 2013).

1.1.2. Spermidin

Spermidin (Spmd), üç amino grubuna sahip olması nedeniyle triamin olarak sınıflandırılan bir poliamindir. Putresinden sentezlenen spermidin, spermin sentezinde öncül molekül olarak görev yapan ve hücrelerde yaygın olarak bulunan polikationik bir bileşiktir. Putresin, spermidin ve spermin; hücre büyümesi, proliferasyon, farklılaşma, nükleik asit stabilizasyonu, protein sentezi ve hücresel stres yanıtı gibi çok sayıda biyolojik süreçte rol alan temel poliaminlerdir. Ekzojen spermidin desteğinin maya (*Saccharomyces cerevisiae*), nematod (*Caenorhabditis elegans*) ve meyve sineği (*Drosophila melanogaster*) gibi çeşitli model organizmalarda yaşam süresini uzatabildiği; farelerde ise yaşa bağlı oksidatif protein hasarını azaltabildiği bildirilmiştir. Yaşlanma biyolojisiyle ilişkili etkileri araştırılan spermidinin, kültüre edilmiş maya ve memeli hücrelerinde, ayrıca nematodlarda otofajiyi indükleyebildiği gösterilmiştir (Dasdelen et al., 2023; LaRocca et al., 2013).

1.1.3. Spermin

Spermin (Spmn), ilk olarak Leeuwenhoek tarafından seminal plazmanın bir bileşeni olarak bildirilmiştir. Hayvanlar, bitkiler, bazı mantarlar ve bazı bakteriler dahil olmak üzere birçok organizmada bulunabilen spermin, dört amino grubuna sahip olması nedeniyle tetramin olarak sınıflandırılan temel bir poliamindir. Spermin sentezi, spermidine dekarboksile S-adenozilmetiyoninden (dcSAM/dAdoMet) aminopropil grubunun aktarılmasıyla gerçekteşir ve bu reaksiyon son derece spesifik bir aminopropiltransferaz olan spermin sentaz tarafından katalizlenir. Spermin sentaz aktivitesi özellikle ökaryotik hücrelerde tanımlanmış olup, bazı dokularda farklı düzeylerde ekspresyon ve aktivite gösterebilir. Enzim aktivitesinin endokrin bezler ve beyinde daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Spermin sentaz, reaksiyon ürünleri olan spermin ve 5'-metiltiyoadenozin (5'-MTA) tarafından geri bildirim mekanizmasıyla inhibe edilebilir (şekil 3 ve 4) (Pegg & Michael, 2010).

Spermin, güçlü bazik özellik gösteren ve fizyolojik koşullarda pozitif yüklü bulunan başlıca poliaminlerden biridir. Hücresel sperminin büyük bir kısmı, DNA, RNA ve proteinler gibi makromoleküllerin negatif yüklü/asidik bölgelerine bağlı halde bulunur. Bu bölgelerden serbestleşen spermin, poliamin geri dönüşüm ve katabolizma yolları aracılığıyla spermidin ve putresin

oluşumuna katkı sağlayabilir. Bu özellik, sperminin hücrel poliamin havuzunun düzenlenmesinde ve gerektiğinde spermidin ile putresine yeniden erişimin sağlanmasında bir depo formu gibi işlev görebileceğini düşündürmektedir (Şekil 4) (Leeuwenhoek, 1677; Pegg & Michael, 2010).

1.1.4. Kadaverin

Kadaverin (Cad; 1,5-diaminopentan), beş karbonlu alifatik zincir üzerinde iki amino grubu taşıyan, düşük molekül ağırlıklı bir diamindir. Özellikle hayvansal dokuların ayrışması sırasında lizinin bakteriyel dekarboksilasyonu sonucu oluşur ve karakteristik kötü kokulu biyojenik aminlerden biri olarak bilinir. Prokaryotlarda ve bazı ökaryotik sistemlerde bulunan kadaverin, çeşitli biyolojik aktiviteleri olan doğal poliamin ilişkili bileşikler arasında değerlendirilmektedir.

Kadaverinin biyolojik işlevleri arasında, özellikle anaerobik koşullarda ve inorganik fosfattan (Pi) yoksun ortamlarda hücrel adaptasyona katkı sağlaması yer almaktadır. Fosfat, ADP, ATP, GDP ve GTP gibi di- ve trifosfat nükleotidlerin sentezi ve enerji metabolizması için gerekli olduğundan, fosfat dengesinin korunması hücrel yaşam için önemlidir. Kadaverinin bu süreçlerdeki rolü, özellikle asidik pH koşullarında hücrelerin sağkalımına katkı sağlayabilecek bir adaptasyon mekanizması olarak değerlendirilmektedir.

Kadaverin, çürüyen dokularda birikmesi ve keskin kokusu nedeniyle ölü organizmaların karakteristik kokusuna katkıda bulunur. Bu özellik, bazı canlılar için itici etki oluştururken, nekrofaj canlılar ve bazı parazitik organizmalar için çekici bir kimyasal sinyal oluşturabilir. Kadaverinin bu etkisini amin ilişkili koku reseptörlerini aktive ederek gösterebildiği bildirilmektedir. Ayrıca bazı anaerobik bakterilerde kadaverinin hücre duvarı yapısına katkıda bulunduğu ve dış zar ile peptidoglikan tabaka arasındaki yapısal bağlantıda rol oynayabildiği gösterilmiştir (Kojima & Kamio, 2012; Ma et al., 2017).

1.1.5. Agmatin

Agmatin (Agm; dekarboksile arjinin), yüz yılı aşkın süredir bilinen doğal bir bileşiktir. İlk kez Nobel ödüllü Albrecht Kossel tarafından 1910 yılında tanımlanan agmatin, L-arjininin arjinin dekarboksilaz (ADC) enzimi aracılığıyla dekarboksilasyonu sonucu oluşur; bu nedenle dekarboksile arjinin olarak da adlandırılır (Kossel, 1910). Agmatin bitkilerde, bakterilerde ve omurgasızlarda uzun süredir bilinmekle birlikte, memelilerde biyosentezi uzun süre tartışmalı kalmıştır. Bu tartışmanın temel nedeni, memelilerde ADC enzim aktivitesinin gösterilmesindeki güçlüklerdir. Bununla birlikte, memelilerde agmatin biyosentezine ilişkin bulguların ortaya konması, bu moleküle yönelik araştırmaları artırmıştır.

Agmatinin memelilerde yeniden dikkat çekmesi, 1990'lı yıllarda imidazolin reseptörleri için endojen ligand arayışları sırasında gerçekleşmiştir. 1994 yılında yapılan çalışmalar, agmatinin imidazolin reseptörlerine bağlanabildiğini göstermiştir. Ancak bu reseptörlere bağlanma özgülüğü ve işlevsel seçiciliği konusundaki belirsizlikler nedeniyle agmatinin reseptör düzeyindeki rolü başlangıçta tartışmalı kalmıştır. Daha sonraki araştırmalar, agmatinin çeşitli nörotransmitter reseptör sistemleri üzerinde nöromodülatör etkiler gösterebildiğini ortaya koymuş; böylece agmatinin merkezi sinir sisteminde nörotransmitter benzeri veya nöromodülatör bir molekül olabileceği görüşü güçlenmiştir. Yapısal özellikleri ve metabolik ilişkileri nedeniyle agmatin, poliamin metabolizmasıyla ilişkili biyojenik aminler arasında da değerlendirilmektedir (Reis & Regunathan, 2000).

Agmatinin nöroprotektif etkileri ilk olarak 1995 yılında Gilad ve arkadaşları tarafından bildirilmiştir. İzleyen çalışmalarda agmatinin nöroproteksiyon, nefroproteksiyon ve kardiyoproteksiyon gibi sitoprotektif süreçlerde rol oynayabileceği; ayrıca opioid sistem, psikiyatrik bozukluklar, bilişsel işlevler, glukoz metabolizması ve kanser biyolojisinde hücre proliferasyonunun düzenlenmesi gibi farklı alanlarda etkili olabileceği ileri sürülmüştür. Bununla birlikte, bu etkilerin önemli bir kısmı deneysel çalışmalarla desteklenmiş olup klinik kullanım açısından daha ileri araştırmalara gereksinim bulunmaktadır (Gilad, Rabey, & Gilad, 1995; Reis & Regunathan, 2000).

Agmatin, poliamin homeostazında da önemli bir düzenleyici molekül olarak kabul edilmektedir. L-arjininden sentezlenen agmatin, bir yandan agmatinaz enzimi aracılığıyla putresin oluşumuna katkı sağlayabilirken, diğer yandan poliamin biyosentezinin hız sınırlayıcı enzimi olan ornitin dekarboksilazı (ODC) inhibe edebilir. Bu çift yönlü düzenleyici özellik, agmatinin hücre poliamin düzeylerinin kontrolünde ve hücre proliferasyonunun modülasyonunda rol oynayabileceğini düşündürmektedir (Şekil 2).

Agmatinin ayrıca endokrin ve nöroendokrin sistem üzerinde çeşitli etkileri olduğu bildirilmiştir. İnsülin salınımını uyarabilen sekretagog özellikleri nedeniyle glukoz metabolizmasını dolaylı olarak modüle edebileceği; adrenal medullanın kromaffin hücrelerinden adrenalın ve noradrenalin salınımını etkileyebileceği gösterilmiştir. Merkezi sinir sisteminde ise luteinize edici hormon salgılatıcı hormon (LHRH) salınımını uyarabildiği ve morfinin etkilerini doza bağımlı olarak modüle edebildiği bildirilmiştir. Reseptör düzeyinde agmatinin α_2 -adrenerjik reseptörler, imidazolin reseptörleri ve N-metil-D-aspartat (NMDA) reseptörleri ile etkileşebildiği; endotel hücrelerinde eNOS aktivasyonuna katkı sağlayabilirken, buna karşılık iNOS aktivitesini inhibe edebildiği ileri sürülmektedir (Galea et al., 1996; Raghavan & Dikshit, 2004; Rafi, Rafiq, & Farhan, 2024).

1.1.6. Poliaminlerin Metabolizması

HücreSEL poliaminler endojen olarak tüm dokularda sentezlenir ve katabolize edilir. Bunun yanı sıra diyetle alınan besinlerden ve bağırsak mikrobiyotası tarafından üretilerek emilen poliaminlerden de ekzojen kaynaklı katkı sağlanır. Poliamin homeostazının korunmasında biyosentez yolunun hız sınırlayıcı enzimi olan ornitin dekarboksilaz (ODC) ile katabolik yolda görev alan spermidin/spermin N¹-asetiltransferaz (SSAT), poliamin oksidaz (PAO) ve diğer oksidazlar önemli rol oynar (Şekil 4). Poliaminlerin endojen sentezi temel olarak L-arjinin metabolizmasıyla ilişkilidir. Birinci yolda L-arjinin, arjinaz enzimi aracılığıyla ornitine dönüştürülür; ornitin ise ODC tarafından katalizlenen reaksiyonla putresine çevrilir. Putresinden spermidin sentaz aracılığıyla spermidin, spermin sentaz aracılığıyla da spermin sentezlenir. İkinci yol ise L-arjininin arjinin dekarboksilaz (ADC) aracılığıyla agmatine dönüşmesiyle başlayan agmatin yoludur. Agmatin, agmatinaz enzimi aracılığıyla putresin sentezine katkı sağlayabilir.

Spermidin ve spermin sentezi için dekarboksile S-adenozilmetiyonin (dcSAM) gereklidir. S-adenozilmetiyonin dekarboksilaz (SAMDC), S-adenozilmetiyonini (SAM) dekarboksile ederek aminopropil vericisi olan dcSAM'ı oluşturur. Putresine, spermidin sentaz aracılığıyla dcSAM'dan aminopropil grubunun aktarılması sonucunda spermidin sentezlenir. Ardından spermidine, spermin sentaz aracılığıyla ikinci bir aminopropil grubunun aktarılmasıyla spermin oluşur. Böylece majör poliaminler olan putresin, spermidin ve spermin sentezlenmiş olur. Hücre içi spermidin ve spermin konsantrasyonlarının artması durumunda bu moleküller asetiltransferazlar aracılığıyla asetillenebilir, katabolik yolağa girebilir veya hücre dışına taşınabilir. Hücre dışına salınan poliaminler ise diğer hücreler tarafından özel taşıyıcı sistemler aracılığıyla yeniden hücre içine alınabilir (Şekil 4) (Moinard et al., 2005).

Aminopropiltransferazlar tarafından katalizlenen reaksiyonlar geri dönüşümsüz olmakla birlikte, hücreSEL gereksinimlere bağlı olarak spermin ve spermidin katabolik geri dönüşüm yolları aracılığıyla sırasıyla spermidin ve putresine dönüştürülebilir. Bu reaksiyonlarda sitozolik asetil-CoA:spermidin/spermin N¹-asetiltransferaz (SSAT) aracılığıyla N¹-asetilspermin ve N¹-asetilspermidin gibi N-asetillenmiş ara ürünler oluşur. Daha sonra bu asetillenmiş poliaminler, poliamin oksidaz (PAO) gibi oksidazların etkisiyle daha kısa poliaminlere dönüştürülebilir. PAO aracılı reaksiyonlar sırasında aldehit türevleri ve hidrojen peroksit (H₂O₂) gibi ürünler de açığa çıkabilir. Bu nedenle poliamin katabolizması yalnızca poliamin düzeylerinin düzenlenmesinde değil, aynı zamanda oksidatif stres ve hücreSEL hasar süreçlerinde de önemli olabilir.

Poliaminler, çeşitli oksidazlar ve asetiltransferazların etkisiyle çok sayıda türe ve metabolize edilir. Peroksizomlarda bulunan flavin adenin dinükleotid (FAD) bağımlı PAO, asetillenmiş poliaminlerin oksidatif yıkımında görev alır. Bu süreçte 3-asetamidopropanal gibi aldehit türevleri ve hidrojen peroksit açığa çıkabilir. Ayrıca N⁸-asetilspemidin ve N-asetilputresin oluşumunda görev alan nükleer N⁸-asetiltransferaz aktivitesi de bildirilmiştir. Asetilasyon reaksiyonları, poliaminlerin taşıdığı pozitif yük sayısını azaltarak bu moleküllerin nükleik asitler ve diğer polianyonik yapılara olan afinitesini düşürür. Asetillenmiş poliaminlerin hücre dışına atılımının artması, hücre içi poliamin konsantrasyonunun kontrol edilmesinde önemli mekanizmalardan biridir (Seiler, Delcros, & Moulinoux, 1996).

Plazmaya veya ekstraselüler ortama salınan poliaminlerin hücreler üzerindeki biyokimyasal etkileri, büyük ölçüde hücrelerin sahip olduğu taşıyıcı sistemlere bağlıdır. Memelilerde poliamin taşıma sistemleri bakterilerdeki kadar ayrıntılı tanımlanmamış olmakla birlikte, organik katyon taşıyıcı ailesine ait bazı taşıyıcıların bu süreçte rol oynayabileceği bildirilmektedir. Özellikle SLC22 ailesine ait organik katyon taşıyıcıları, örneğin SLC22A2/OCT2, poliaminlerin hücre içine alınmasında etkili olabilir. Hücre içi poliamin düzeyleri azaldığında poliamin alımı artabilir; buna karşılık hücre içi poliamin konsantrasyonlarının yükselmesi taşıyıcı aktivitenin baskılanmasına katkı sağlayabilir. Bu durum, poliamin homeostazının korunmasında hücrenel alım ve salınım mekanizmalarının önemli olduğunu göstermektedir.

Poliamin taşınımı bakterilerde daha iyi tanımlanmıştır. Örneğin *Escherichia coli*'de putresine özgü ATPaz bağımlı taşıma sistemleri ve spermidine özgü taşıma sistemleri bildirilmiştir. İnsan hücre hatlarında ise Satriano ve arkadaşları, L-arjininin dekarboksilasyonu ile oluşan agmatinin ATP bağımlı aktif bir taşıma sistemiyle hücre içine alınabildiğini ve diğer poliaminlerin taşınmasında yarışmalı inhibitör olarak davranabildiğini ileri sürmüştür. Aynı çalışmada agmatinin, bu taşıyıcı sistem üzerindeki yarışmalı etkisi aracılığıyla putresin, spermidin ve sperminin hücre içi düzeylerini azaltabileceği ve bu durumun antiproliferatif özellikleriyle ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Satriano et al., 2001).

1.1.7. Poliaminlerin Hastalıklarla İlişkisi

Poliamin metabolizmasındaki artış veya azalma, hücrenel homeostazın bozulmasına yol açarak çeşitli patolojik süreçlerle ilişkilendirilmektedir. Bu düzensizlikler; inflamasyon, kardiyovasküler hastalıklar, böbrek yetmezliği, diyabet gibi kronik metabolik hastalıklar, Alzheimer hastalığı ve Parkinson hastalığı gibi nörodejeneratif bozukluklar ile çeşitli kanser türlerinin

patogenezinde rol oynayabilmektedir. Poliaminler, bağışıklık hücrelerinin farklılaşması, aktivasyonu ve inflamatuvar yanıtın düzenlenmesinde önemli görevler üstlenmektedir.

Makrofaj aktivasyonu sırasında proinflamatuvar M1 fenotipinde indüklenebilir nitrik oksit sentaz (iNOS) ekspresyonu artar ve nitrik oksit (NO) üretimi yoluyla mikrobisidal ve sitotoksik yanıt desteklenir. Buna karşılık, inflamatuvar yanıtın çözülmesi ve doku onarımının başlamasıyla birlikte makrofajlar daha çok M2 fenotipine yönelir. Bu geçiş sürecinde iNOS aktivitesinin azalması ve arjinin metabolizmasının arginaz yolu üzerinden ornitin, poliamin ve kollajen sentezine yönelmesi önemlidir. Bu nedenle poliamin metabolizması, makrofaj polarizasyonu ve inflamasyonun çözülmesi ile doku onarımı arasında önemli bir bağlantı noktası olarak değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmalarda inflamasyon bölgelerinde iNOS ekspresyonu, poliamin sentezindeki değişiklikler ve fagositik hücre birikimi arasındaki ilişkinin gösterilmesi, poliaminler ile immün hücre aktivasyonu arasındaki bağlantıyı desteklemektedir (Shearer et al., 1997).

İnflamasyon sonrasında hasarlı dokuda onarımın gerçekleşebilmesi ve kaybedilen hücrelerin yerine yeni hücrelerin oluşabilmesi için arjinin metabolizmasının poliamin ve kollajen sentezi yönünde düzenlenmesi önem taşımaktadır. Bu süreçte spermin ve diğer poliaminlerin artışı, hücre büyümesi ve proliferasyonunu destekleyebilir. Aynı zamanda iNOS aktivitesinin baskılanması ve arginaz yolunun ön plana çıkması, makrofajların proinflamatuvar M1 fenotipinden onarım ilişkili M2 fenotipine geçişini destekleyen mekanizmalardan biri olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, bu geçişin yalnızca poliaminler tarafından yönetildiğini söylemek doğru değildir; sitokinler, büyüme faktörleri, lokal doku mikroçevresi ve metabolik sinyaller de bu süreçte rol oynamaktadır. Bir başka çalışmada ise prolaktinin T hücreleri üzerindeki immünomodülatör etkisinin, poliamin metabolizmasının düzenlenmesiyle ilişkili olabileceği; bu etkinin SSAT aktivitesinde artış ve PAO aktivitesinde azalma ile bağlantılı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca poliaminlerin pulmoner immünolojik yanıtlar ve intestinal immünoalerjik reaksiyonlar üzerinde baskılayıcı etkiler gösterebileceği de ileri sürülmüştür (Hammermann et al., 2000; Satriano et al., 1999; Satriano et al., 2001).

Poliaminlerin c-Fos ve c-Myc gibi protoonkogenlerin ekspresyonunu etkileyebilmesi, hücre proliferasyonu, farklılaşma ve doku onarımı süreçleriyle ilişkili önemli bir mekanizma olarak değerlendirilmektedir. Hücre proliferasyonundaki rollerinin yanı sıra poliaminler, yara iyileşmesi için gerekli olan fibroblast proliferasyonu ve ekstraselüler matriks düzenlenmesinde de görev alabilir. Poliaminler ayrıca transglutaminazlar için substrat olarak işlev

görebilir. Ca^{2+} bağımlı bu enzimler, proteinler ile primer aminler arasında ϵ -(γ -glutamil) lizin bağlarının oluşumunu katalizler. Transglutaminaz ekspresyonu TGF- β gibi mediyatörler tarafından artırılabilir ve TGF- β gen ekspresyonunun düzenlenmesinde poliaminlerin gerekli olabileceği bildirilmektedir. Bu enzimlerin yara iyileşmesi sırasında apoptoz, osteogenez, hücre sinyalleme ve hücre adezyonu gibi çok sayıda hücrel ve ekstraselüler süreçte rol aldığı gösterilmiştir (Park et al., 2013; Pfeffer et al., 2001).

1.1.8. Poliaminler ve Oksidatif Stres

Oksidatif stres, reaktif oksijen türleri (ROS) ve reaktif azot türlerinin (RNS) üretimi ile antioksidan savunma kapasitesi arasındaki dengenin oksidanlar lehine bozulması sonucu ortaya çıkan bir durumdur. Oksijen kullanılan reaksiyonlarda elektron transferinin tam olarak gerçekleşmediği koşullarda süperoksit anyonu ($O_2^{\bullet-}$), hidroksil radikali ($\bullet OH$), hidrojen peroksit (H_2O_2) ve peroksinitrit ($ONOO^-$) gibi reaktif türler oluşabilir. Bu moleküller, yüksek reaktivite özellikleri nedeniyle hücre membranları, proteinler, fosfolipitler, karbonhidratlar, nükleik asitler ve diğer hücrel bileşenlerle etkileşime girerek hücrel hasara yol açabilir. Serbest radikalleri veya reaktif türleri nötralize eden, ortadan kaldıran ya da daha kararlı yapılara dönüştüren moleküller antioksidanlar olarak adlandırılır. Antioksidan savunmanın yetersiz kaldığı durumlarda özellikle $\bullet OH$, $ONOO^-$ ve $O_2^{\bullet-}$ gibi reaktif türler membran ve DNA hasarına neden olabilir; hasarın şiddetli ve onarılamaz düzeye ulaşması durumunda hücreler apoptoz veya diğer hücre ölümü yollarına girebilir (Allen & Tresini, 2000).

Poliaminler, hücrel metabolizma sırasında oluşan reaktif oksijen türlerinin etkilerini sınırlandırabilmeleri nedeniyle bazı koşullarda hücre koruyucu ve antioksidan özellik gösterebilir. Daha önce belirtildiği gibi poliaminler, DNA gibi negatif yüklü hücrel moleküllerle elektrostatik etkileşimler kurabilir. DNA ile poliaminler arasındaki bu güçlü etkileşim, DNA'nın yapısal stabilitesinin korunmasına katkı sağlayabilir ve reaktif türlerin oluşturabileceği hasarı azaltabilir. Ayrıca poliaminlerin hücre zarlarında lipid peroksidasyonunu baskılayabildiği bildirilmektedir. Lipid peroksidasyonu, özellikle doymamış yağ asitlerinin oksidatif hasara uğramasıyla hücre zarının akışkanlık, geçirgenlik ve bütünlüğünün bozulmasına neden olan önemli bir süreçtir.

Bakteri modellerinde yapılan çalışmalar da poliaminlerin oksidatif strese karşı koruyucu etkilerini desteklemektedir. *Escherichia coli* ile yapılan çalışmalarda putresinin, oksidatif strese karşı savunmada görev alan *oxyR*, *katE* ve *katG* gibi genlerin ekspresyonunu artırarak serbest radikallere maruz kalan bakterilerin sağkalımını desteklediği gösterilmiştir. Aynı çalışmalarda

spesifik bir putresin inhibitörü olan 1,4-diamino-2-butanonun oksidatif stres koşullarında *oxyR* ekspresyonunu azalttığı bildirilmiştir. Bu bulgular, poliaminlerin DNA'ya bağlanma ve stres yanıtı genlerinin ekspresyonunu düzenleme özellikleri aracılığıyla bakteri modellerinde oksidatif strese karşı koruyucu rol oynayabileceğini düşündürmektedir (Allen et al., 2000; Drolet et al., 1986; Rider et al., 2007; Tadolini et al., 1984; Tkachenko & Nesterova, 2001).

Poliaminlerin reaktif oksijen türlerini sınırlama potansiyeline yönelik çalışmalarda, sperminin spermidine kıyasla kültüre edilmiş hücrelerde H_2O_2 'ye karşı daha güçlü koruyucu etki gösterebildiği bildirilmiştir. Spermin senteziyle ilişkili genetik yetersizliği bulunan fare fibroblastları ile normal fibroblastların karşılaştırıldığı in vitro çalışmalarda, 1–2 mM H_2O_2 maruziyeti altında spermin eksikliği olan hücrelerin oksidatif strese daha duyarlı olduğu gösterilmiştir. Ayrıca 10 μ M spermin uygulamasının, aynı konsantrasyondaki spermidine göre H_2O_2 kaynaklı hücresel hasara karşı daha belirgin koruyucu etki sağladığı bildirilmiştir (Rider et al., 2007).

Bununla birlikte, poliaminlerin oksidatif stres üzerindeki etkileri yalnızca koruyucu değildir. Poliamin düzeylerinin yüksek olduğu veya katabolik yolların aşırı aktive olduğu durumlarda, amin oksidazların aktivitesinin artması reaktif oksijen türlerinin oluşumuna katkıda bulunabilir. Spermin oksidaz (SMO) ve asetillenmiş poliamin oksidaz (AcPAO) aracılı reaksiyonlar sırasında H_2O_2 ve 3-aminopropanal gibi aldehit türevleri oluşabilir. Bu aldehitler kararsız moleküllerdir ve deaminasyon reaksiyonları sonucunda akroleine dönüşebilir. Doymamış reaktif bir aldehit olan akrolein oldukça toksiktir ve proteinlerin lizin kalıntılarıyla reaksiyona girerek N ϵ -(3-formil-3,4-dehidropiperidino)lizin (FDP-lizin) gibi oksidatif stres belirteci olarak değerlendirilebilen kompleks ürünler oluşturabilir.

Bu nedenle poliamin metabolizması, fizyolojik koşullarda hücresel koruyucu mekanizmalara katkı sağlayabilirken, ısı stresi ve çeşitli patolojik durumlar gibi fizyolojik olmayan koşullarda oksidatif hasarı artıran bir kaynak haline gelebilir. Çin hamsteri over hücrelerinde yapılan ısı stresi çalışmalarında, poliamin oksidasyonunun arttığı ve buna bağlı olarak reaktif türlerin yükselmesiyle hücre canlılığını olumsuz etkileyen toksik etkilerin geliştiği gösterilmiştir (Harari, Fuller, & Gerner, 1989; Šebela & Rašková, 2023).

SONUÇ

Kronik inflamasyon, birçok hastalığın patogeneğinde önemli rol oynayan temel süreçlerden biridir. Bağışıklık sisteminin bakteriyel, viral ve kimyasal uyarılara karşı geliştirdiği savunma yanıtı fizyolojik olarak koruyucu olsa

da, bu yanıtın uygun şekilde sonlandırılmaması doku hasarı, homeostaz bozukluğu ve kronik hastalık gelişimine yol açabilmektedir. Poliaminler; bağışıklık hücrelerinin farklılaşması, makrofaj polarizasyonu, inflamatuvar yanıtın düzenlenmesi ve doku onarım süreçlerinde önemli görevler üstlenmektedir. Özellikle M1 fenotipinden M2 onarım ilişkili fenotipe geçişte arjinin-poliamin metabolizmasının rolü, bu moleküllerin inflamasyon ve doku tamiri arasındaki denge açısından önemini göstermektedir. Bu nedenle poliamin metabolizmasının daha iyi anlaşılması, kronik inflamasyonla ilişkili hastalıkların patogenezinin aydınlatılmasına ve yeni tedavi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Kaynaklar

- Ahmed, A. U. (2011). An overview of inflammation: Mechanism and consequences. *Frontiers in Biology*, 6(4), 274–281.
- Allen, R. G., & Tresini, M. (2000). Oxidative stress and gene regulation. *Free Radical Biology & Medicine*, 28(3), 463–499. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(99\)00242-7](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(99)00242-7)
- Bachrach, U. (2010). The early history of polyamine research. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48(7), 490–495.
- Chen, J. Q., Szodoray, P., & Zeher, M. (2016). Toll-like receptor pathways in autoimmune diseases. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, 50(1), 1–17. <https://doi.org/10.1007/s12016-015-8473-z>
- Cigdem, B., Bolayir, A. S. L. I., Celik, V. K., Kapancik, S., Kilicgun, H., Gokce, S. F., & Gulunay, A. (2020). The role of reduced polyamine synthesis in ischemic stroke. *Neurochemical Journal*, 14, 243–250.
- Cui, J., Pottosin, I., Lamade, E., & Tcherkez, G. (2020). What is the role of putrescine accumulated under potassium deficiency? *Plant, Cell & Environment*, 43(6), 1331–1347.
- Dasdelen, D., Cetin, N., Menevse, E., Baltaci, A. K., & Mogulkoc, R. (2023). Effects of putrescine on oxidative stress, spermidine/spermine-N(1)-acetyltransferase, inflammation and energy levels in liver and serum in rats with brain ischemia-reperfusion. *Physiology International*, 110(1), 34–45.
- Drolet, G., Dumbroff, E. B., Legge, R. L., & Thompson, J. E. (1986). Radical scavenging properties of polyamines. *Phytochemistry*, 25(2), 367–371.
- Dudley, H. W., Rosenheim, M. C., & Rosenheim, O. (1924). The chemical constitution of spermine. I. The isolation of spermine from animal tissues, and the preparation of its salts. *Biochemical Journal*, 18, 1263–1272.
- Feghali, C. A., & Wright, T. M. (1997). Cytokines in acute and chronic inflammation. *Frontiers in Bioscience*, 2, d12–d26.
- Galea, E., Regunathan, S., Eliopoulos, V., Feinstein, D. L., & Reis, D. J. (1996). Inhibition of mammalian nitric oxide synthases by agmatine, an endogenous polyamine formed by decarboxylation of arginine. *Biochemical Journal*, 316(1), 247–249. <https://doi.org/10.1042/bj3160247>
- Gilad, G., Rabey, J., & Gilad, G. M. (1995). Agmatine metabolism and neuroprotection. *Society for Neuroscience Abstracts*, 21, 555.
- Hammermann, R., Dreissig, M. D., Mössner, J., Fuhrmann, M., Berrino, L., Göthert, M., & Racké, K. (2000). Nuclear factor-kappaB mediates simultaneous induction of inducible nitric-oxide synthase and up-regulation of the cationic amino acid transporter CAT-2B in rat alveolar macrophages. *Molecular Pharmacology*, 58(6), 1294–1302.

- Harari, P. M., Fuller, D. J., & Gerner, E. W. (1989). Heat shock stimulates polyamine oxidation by two distinct mechanisms in mammalian cell cultures. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics*, 16(2), 451–457. [https://doi.org/10.1016/0360-3016\(89\)90341-6](https://doi.org/10.1016/0360-3016(89)90341-6)
- Hurley, J. V. (1972). *Acute inflammation*. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone.
- Janicka-Russak, M., Kabała, K., Młodzińska, E., & Kłobus, G. (2010). The role of polyamines in the regulation of the plasma membrane and the tonoplast proton pumps under salt stress. *Journal of Plant Physiology*, 167(4), 261–269.
- Justiz Vaillant, A. A., Sabir, S., & Jan, A. (2024). *Physiology, immune response*. In StatPearls. Treasure Island, FL: StatPearls Publishing.
- Kojima, S., & Kamio, Y. (2012). Molecular basis for the maintenance of envelope integrity in *Selenomonas ruminantium*: Cadaverine biosynthesis and covalent modification into the peptidoglycan play a major role. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 58(3), 153–160.
- Kossel, A. (1910). *Über das Agmatin*. Heidelberg, Germany.
- Ladenburg, A., & Abel, J. (1888). Ueber das Aethylenimin (Spermine). *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 21, 758–766.
- LaRocca, T. J., Gioscia-Ryan, R. A., Hearon, C. M., Jr., & Seals, D. R. (2013). The autophagy enhancer spermidine reverses arterial aging. *Mechanisms of Ageing and Development*, 134(7–8), 314–320. <https://doi.org/10.1016/j.mad.2013.04.004>
- Leeuwenhoek, A. (1677). *Observationes D. Anthonii Leeuwenhoek, de natis e semine genitali animalculis*. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 12, 1040–1043.
- Ma, W., Chen, K., Li, Y., Hao, N., Wang, X., & Ouyang, P. (2017). Advances in cadaverine bacterial production and its applications. *Engineering*, 3(3), 308–317.
- Medzhitov, R. (2008). Origin and physiological roles of inflammation. *Nature*, 454(7203), 428–435.
- Moinard, C., Cynober, L., & de Bandt, J. P. (2005). Polyamines: Metabolism and implications in human diseases. *Clinical Nutrition*, 24(2), 184–197.
- Nemazee, D. (2017). Mechanisms of central tolerance for B cells. *Nature Reviews Immunology*, 17(5), 281–294. <https://doi.org/10.1038/nri.2017.1>
- Park, M. H., & Igarashi, K. (2013). Polyamines and their metabolites as diagnostic markers of human diseases. *Biomolecules & Therapeutics*, 21(1), 1–9. <https://doi.org/10.4062/biomolther.2012.097>
- Pegg, A. E., & Michael, A. J. (2010). Spermine synthase. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 67, 113–121.

- Pfeffer, L. M., Yang, C. H., Murti, A., McCormack, S. A., Viar, M. J., Ray, R. M., & Johnson, L. R. (2001). Polyamine depletion induces rapid NF-kappa B activation in IEC-6 cells. *The Journal of Biological Chemistry*, 276(49), 45909–45913. <https://doi.org/10.1074/jbc.M108097200>
- Rafi, H., Rafiq, H., & Farhan, M. (2024). Pharmacological profile of agmatine: An in-depth overview. *Neuropeptides*, 105, 102429. <https://doi.org/10.1016/j.npep.2024.102429>
- Raghavan, S. A., & Dikshit, M. (2004). Vascular regulation by the L-arginine metabolites, nitric oxide and agmatine. *Pharmacological Research*, 49(5), 397–414. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2003.10.008>
- Reis, D. J., & Regunathan, S. (2000). Is agmatine a novel neurotransmitter in brain? *Trends in Pharmacological Sciences*, 21(5), 187–193. [https://doi.org/10.1016/S0165-6147\(00\)01460-7](https://doi.org/10.1016/S0165-6147(00)01460-7)
- Rider, J. E., Hacker, A., Mackintosh, C. A., Pegg, A. E., Woster, P. M., & Casero, R. A., Jr. (2007). Spermine and spermidine mediate protection against oxidative damage caused by hydrogen peroxide. *Amino Acids*, 33(2), 231–240.
- Satriano, J., Ishizuka, S., Archer, D. C., Blantz, R. C., & Kelly, C. J. (1999). Regulation of intracellular polyamine biosynthesis and transport by NO and cytokines TNF-alpha and IFN-gamma. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 276(4), C892–C899.
- Satriano, J., Isome, M., Casero, R. A., Jr., Thomson, S. C., & Blantz, R. C. (2001). Polyamine transport system mediates agmatine transport in mammalian cells. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 281(1), C329–C334.
- Satriano, J., Schwartz, D., Ishizuka, S., Lortie, M. J., Thomson, S. C., Gabbai, F., Kelly, C. J., & Blantz, R. C. (2001). Suppression of inducible nitric oxide generation by agmatine aldehyde: Beneficial effects in sepsis. *Journal of Cellular Physiology*, 188(3), 313–320.
- Schmid-Schönbein, G. W. (2006). Analysis of inflammation. *Annual Review of Biomedical Engineering*, 8, 93–151.
- Seiler, N., Delcros, J. G., & Moulinoux, J. P. (1996). Polyamine transport in mammalian cells: An update. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 28(8), 843–861.
- Shearer, J. D., Richards, J. R., Mills, C. D., & Caldwell, M. D. (1997). Differential regulation of macrophage arginine metabolism: A proposed role in wound healing. *American Journal of Physiology*, 272(2 Pt 1), E181–E190.
- Šebela, M., & Rašková, M. (2023). Polyamine-derived aminoaldehydes and acrolein: Cytotoxicity, reactivity and analysis of the induced protein modifications. *Molecules*, 28(21), 7429.

- Tadolini, B., Cabrini, L., Landi, L., Varani, E., & Pasquali, P. (1984). Polyamine binding to phospholipid vesicles and inhibition of lipid peroxidation. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 122(2), 550–555.
- Taussig, M. J. (1988). Molecular genetics of immunoglobulins. *Immunology Supplement*, 1, 7–15.
- Tkachenko, A. G., & Nesterova, L. I. (2001). The role of putrescine in oxidative stress defense genes expression regulation in *Escherichia coli*. *Mikrobiologiya*, 70(2), 168–173.
- Waldmann, H. (2016). Mechanisms of immunological tolerance. *Clinical Biochemistry*, 49(4–5), 324–328.
- Wang, Y., & Wu, W. H. (2013). Potassium transport and signaling in higher plants. *Annual Review of Plant Biology*, 64, 451–476.

Transformation of Aesthetic Perception in Women: An Artificial Intelligence, Beauty, and Plastic Surgery Perspective

Arda Özdemir¹

Abstract

Artificial intelligence (AI) has emerged as one of the most influential technological developments affecting beauty perception, social media communication, and aesthetic surgery. The widespread use of AI-driven facial enhancement filters, predictive imaging systems, and algorithm-based visual modifications has significantly transformed contemporary standards of attractiveness, particularly among women. This transformation has created both important opportunities and serious psychological, sociocultural, and ethical challenges within plastic surgery practice. AI-assisted imaging technologies may improve preoperative planning, patient education, physician–patient communication, and objective facial analysis. Machine learning systems are increasingly capable of evaluating facial symmetry, anatomical proportions, skin quality, and aging patterns with greater precision, thereby contributing to more individualized and standardized aesthetic assessment. In addition, social media platforms and digital visualization tools allow patients to communicate aesthetic expectations more effectively and participate more actively in surgical decision-making processes. Despite these advantages, AI-generated beauty standards may also contribute to unrealistic aesthetic expectations and distorted body image perception. Social media filters frequently promote digitally perfected appearances characterized by flawless skin, excessive facial symmetry, and anatomically unrealistic proportions. Plastic surgeons are also increasingly challenged by rising patient expectations for “perfect” and “filter-like” surgical outcomes that may exceed anatomical and physiological limitations. Furthermore, AI systems trained on selective datasets may unintentionally reinforce homogenized and Westernized beauty standards while reducing appreciation for ethnic and anatomical diversity. Understanding the multidimensional effects of artificial intelligence on beauty

1 Dr. Öğr.Üyesi, TOBB ETÜ Tıp Fakültesi, Plastik Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9959-7315>

perception and plastic surgery has therefore become increasingly important. Careful integration of AI technologies, realistic patient counselling, ethical awareness, and psychological evaluation will remain essential for protecting patient well-being and maintaining sustainable aesthetic surgical practice in the future.

INTRODUCTION

The integration of artificial intelligence into aesthetic surgery has introduced several important clinical and psychological advantages. AI-assisted imaging systems and simulation technologies contribute to more effective preoperative planning, improved patient education, and enhanced physician–patient communication by allowing individuals to better visualize potential surgical outcomes (Stein & Rohrich, 2025). Particularly in rhinoplasty and facial aesthetic procedures, AI-based morphing technologies may facilitate individualized surgical planning and provide objective support for anatomical analysis and aesthetic prediction. Furthermore, machine learning algorithms are increasingly capable of evaluating facial symmetry, anatomical proportions, skin quality, and aging patterns in a more standardized and data-driven manner, thereby reducing subjectivity in aesthetic assessment (Genovese et al., 2025). Digital platforms additionally enable patients to communicate aesthetic expectations with greater clarity through reference images and AI-modified visual examples, resulting in more targeted consultations and personalized treatment strategies. When utilized responsibly within realistic clinical boundaries, AI-guided aesthetic interventions may also contribute positively to psychological well-being by improving self-confidence, body satisfaction, social participation, and emotional adjustment (Kenig et al., 2023; Mansoor & Ibrahim, 2025).

Despite these advantages, AI-driven beauty perception also presents significant psychological, sociocultural, and ethical challenges. AI-enhanced filters and digitally modified imagery frequently promote unrealistic and unattainable beauty ideals characterized by flawless skin, exaggerated facial symmetry, and anatomically unrealistic proportions that fail to reflect natural human diversity (Abbas & Dodeen, 2022). Continuous exposure to such idealized representations may encourage chronic self-comparison behaviors, reduced self-esteem, and increasing dependence on aesthetic procedures (Alam & Dover, 2001). In addition, many patients now seek “filtered yet natural” postoperative outcomes that may exceed anatomical and physiological limitations, while AI-generated simulations often fail to accurately represent edema, scar formation, tissue healing, and other realistic postoperative processes (Bronz, 1994). Persistent interaction with idealized digital imagery has also been associated with increased vulnerability to anxiety, depression,

and body dysmorphic disorder, particularly among younger individuals (Alam & Dover, 2001; Ando et al., 2021). Simultaneously, plastic surgeons face growing professional pressure to reproduce digitally optimized appearances, resulting in increased revision demands, heightened medicolegal risks, and the potential prioritization of “marketable” outcomes over sound clinical judgment (Ayar et al., 2025; Birkeland et al., 2005). Moreover, because many AI systems are trained on selective datasets, they may unintentionally reinforce homogenized, Westernized, and youth-centered beauty standards while diminishing appreciation for ethnic diversity and culturally distinct aesthetic identities.

DISCUSSION

From an evolutionary and sociocultural perspective, female beauty perception has historically been associated with indicators of youth, fertility, reproductive potential, and overall health (Dayan, 2011; Özdemir, 2025; Rahman et al., 2025). Facial symmetry, smooth skin texture, youthful facial proportions, and secondary sexual characteristics have long been perceived as markers of biological attractiveness across different societies and historical periods. Consequently, aesthetic ideals in women are not solely shaped by personal preference, but are also deeply influenced by evolutionary, cultural, and psychosocial factors (Kiwani et al., 2024).

In addition, women frequently construct their self-image and body perception through the reactions, evaluations, and perceptions of others within their social environment (Dimitrov & Kroumpouzos, 2023; Frederick et al., 2015). Social acceptance, interpersonal feedback, and societal approval significantly contribute to the development of aesthetic self-awareness and body satisfaction (Dumitrascu et al., 2026). In the modern digital era, this phenomenon has become increasingly pronounced due to the continuous exposure to curated online content and idealized appearances presented on social media platforms (Muntaner Vives et al., 2026).

With the rapid advancement of artificial intelligence technologies and social media algorithms, contemporary beauty standards are progressively shifting toward increasingly perfected and digitally optimized facial and body aesthetics (Hussain et al., 2025). AI-enhanced filters, image-editing applications, and algorithm-driven beauty modifications frequently present unrealistic and unattainable appearances by eliminating natural anatomical variations, skin imperfections, and signs of aging (Grogan, 2021). As these digitally perfected representations become more widespread, individuals may gradually internalize these artificial standards as realistic aesthetic goals (Atiye & Chahine, 2018).

As a consequence, patient expectations regarding aesthetic surgical outcomes have substantially increased in recent years. Many patients now seek results that closely resemble AI-generated or heavily filtered appearances, often exceeding the anatomical and biological limitations of surgical intervention. This growing discrepancy between realistic surgical outcomes and digitally constructed beauty ideals may contribute to postoperative dissatisfaction, distorted body image perception, and increased psychological vulnerability. Therefore, plastic surgeons must increasingly address the influence of artificial intelligence and social media during preoperative consultation and expectation management processes(Sisti et al., 2021).

The present discussion highlights the increasingly influential role of artificial intelligence in shaping aesthetic perception, patient expectations, and decision-making processes within plastic surgery. The rapid expansion of AI-enhanced filters and image-modification technologies has fundamentally altered how individuals perceive beauty and evaluate their own physical appearance. These developments appear particularly significant among women, who are more frequently exposed to digitally modified beauty standards through social media platforms and online visual culture(Taritsa et al., 2025).

One of the most critical findings in the literature is that prior exposure to AI-enhanced imagery significantly increases patients' expectations regarding aesthetic surgical outcomes. Individuals exposed to such filters are more likely to believe that plastic surgery can substantially improve self-esteem, emotional stability, social participation, and overall quality of life. This phenomenon extends beyond aesthetic expectations and reflects a broader psychological anticipation that surgery may resolve personal insecurities and psychosocial concerns. Consequently, plastic surgeons must recognize that patients influenced by AI-generated imagery may approach consultations with expectations that exceed realistic surgical possibilities(Mahmood et al., 2018).

Recent advances in artificial intelligence and machine learning have further contributed to understanding contemporary beauty perception in rhinoplasty patients. In a large-scale facial analysis study utilizing deep convolutional neural network algorithms, researchers evaluated pre- and post-rhinoplasty photographs of women alongside photographs of actresses considered among the most beautiful women according to public perception(Givens & Perkins, 2021). Interestingly, the findings demonstrated that rhinoplasty outcomes did not move patients toward "average" facial characteristics, but rather toward phenotypic features associated with women perceived as highly attractive. Post-rhinoplasty facial composites were found to be significantly more similar to the composite facial characteristics of actresses categorized as exceptionally

beautiful. These findings suggest that aesthetic surgical preferences may not aim for facial averageness alone, but instead trend toward socially idealized and culturally reinforced beauty phenotypes. In the context of artificial intelligence, such findings are particularly important because AI-driven beauty filters and algorithms may further amplify these already idealized facial standards, thereby reinforcing unrealistic aesthetic expectations among patients seeking cosmetic surgery(Chen et al., 2019).

Another important consideration involves the perception of surgical safety and complications. AI-enhanced images commonly present idealized postoperative appearances while omitting realistic features such as scarring, edema, pigmentation changes, contracture, or infection-related complications. Exposure to these idealized representations may falsely increase patient confidence regarding perioperative and postoperative outcomes. Such misconceptions may contribute to disappointment and dissatisfaction when actual healing processes differ from digitally enhanced expectations. Therefore, comprehensive preoperative counselling regarding surgical limitations and potential complications has become increasingly essential in the era of AI-driven aesthetic modification(Duong et al., 2024).

The psychological implications of AI-mediated beauty perception also warrant considerable attention. Existing evidence suggests that discrepancies between anticipated and actual postoperative outcomes may lead to anxiety, depression, emotional distress, and body dysmorphic tendencies. Patients with pre-existing psychological vulnerabilities may be particularly susceptible to the influence of AI-enhanced beauty standards, thereby creating a self-perpetuating cycle of dissatisfaction and unrealistic self-comparison. Conversely, patients whose outcomes align with realistic expectations generally demonstrate improved self-esteem, body image, and psychological well-being(Vuyk et al., 1998).

Historically, computer imaging and morphing technologies have been utilized as valuable tools for facial analysis, surgical planning, and informed consent. Previous studies demonstrated that physician-guided morphing systems improved patient understanding and increased confidence in surgical planning. However, contemporary open-source AI filters differ substantially from controlled clinical imaging systems because they operate without medical supervision and often prioritize exaggerated aesthetic enhancement over anatomical realism. This distinction underscores the necessity for clinicians to differentiate between medically appropriate simulation tools and commercially driven AI beautification algorithms(Nogueira et al., 2025).

Beyond the clinical setting, AI may also influence broader societal and cultural perceptions of beauty. Historically, aesthetic norms have been shaped by human-driven cultural mechanisms such as art, religion, and education. However, AI-generated visual media now possesses the capacity to redefine cultural standards on a global scale. As younger populations increasingly engage with AI-dominated social media content, future societal concepts of attractiveness may become progressively influenced by algorithmic bias and digitally optimized appearances. This evolution raises important ethical concerns regarding the perpetuation of unrealistic beauty standards and harmful stereotypes.

This evolving aesthetic environment places considerable pressure not only on women, but also on plastic surgeons who frequently perform cosmetic procedures. Women are increasingly exposed to unrealistic beauty standards generated by artificial intelligence and social media platforms, leading to heightened self-criticism, dissatisfaction with natural appearance, and persistent comparison with digitally modified images. Continuous exposure to idealized facial and body features may negatively affect psychological well-being, self-esteem, and body image perception(Özkan et al., 2025).

Simultaneously, plastic surgeons are confronted with progressively increasing patient demands and expectations that may exceed anatomical, physiological, and surgical limitations(Honigman et al., 2004). Patients influenced by AI-enhanced imagery often expect near-perfect aesthetic outcomes with minimal evidence of surgery, scarring, recovery, or complications. This situation creates substantial challenges in preoperative counselling, expectation management, and postoperative patient satisfaction. Furthermore, surgeons may experience increasing professional pressure to achieve results that resemble digitally altered appearances rather than naturally achievable surgical outcomes(Taritsa et al., 2024).

As aesthetic standards continue to evolve under the influence of artificial intelligence, cosmetic surgeons may face greater ethical and psychological responsibilities in balancing patient desires with realistic, safe, and medically appropriate outcomes. Therefore, understanding the impact of AI-driven beauty perception has become essential not only for protecting patient mental health, but also for preserving the integrity and sustainability of aesthetic surgical practice(Liang et al., 2021).

From a plastic surgery perspective, continuous monitoring of these sociocultural changes is necessary. Plastic surgeons must remain vigilant regarding the influence of AI on patient psychology, aesthetic demands, and postoperative satisfaction(Castle et al., 2002). Developing effective

communication strategies, strengthening psychological screening processes, and emphasizing realistic surgical outcomes may help minimize dissatisfaction and improve patient-centered care in the evolving AI era(Hoy, 2008).

CONCLUSION

The rapid proliferation of artificial intelligence (AI), particularly through social media filters and image-enhancing applications, has profoundly altered contemporary perceptions of beauty and aesthetic standards. In modern plastic surgery practice, patient satisfaction is increasingly determined by psychological well-being and postoperative alignment with aesthetic expectations, rather than conventional metrics of surgical success alone. While professional AI integration such as preoperative simulations and morphing tools serves as a valuable asset for visual estimation, commercial AI filters often generate idealized, anatomically unfeasible outcomes(Adelson, 2013). This discrepancy frequently leads to distorted patient expectations, body dissatisfaction, and heightened body dysmorphic tendencies, especially among younger cohorts(Kalter et al., 1995). Consequently, managing these algorithmically driven beauty ideals through meticulous preoperative counseling has become a critical necessity for plastic surgeons to mitigate psychological distress, ensure postoperative satisfaction, and safeguard the physician-patient relationship. Plastic surgeons should therefore incorporate structured preoperative assessment of patients' AI-related aesthetic exposure and explicitly discuss the limitations of digitally altered outcomes during consultation. Furthermore, establishing realistic, anatomically achievable goals through patient education and, when appropriate, psychological screening may improve postoperative satisfaction and reduce expectation-related dissatisfaction.

References

- Abbas, L., & Dodeen, H. (2022). Body dysmorphic features among Snapchat users of “Beauty-Retouching of Selfies” and its relationship with quality of life. *Media Asia*, 49(3), 196-212.
- Adelson, R. T. (2013). Computer simulated imaging in rhinoplasty. *Advanced aesthetic rhinoplasty: art, science, and new clinical techniques*, 109-118.
- Alam, M., & Dover, J. S. (2001). On beauty: evolution, psychosocial considerations, and surgical enhancement. *Archives of dermatology*, 137(6), 795-807.
- Ando, K., Giorgianni, F. E., Danthinne, E. S., & Rodgers, R. F. (2021). Beauty ideals, social media, and body positivity: A qualitative investigation of influences on body image among young women in Japan. *Body Image*, 38, 358-369.
- Atiye, B., & Chahine, F. (2018). Metrics of the aesthetically perfect breast. *Aesthetic Plastic Surgery*, 42(5), 1187-1194.
- Ayar, D., Aksu, Ç., Polat, F., & Elkoca, A. (2025). The effects of popularity perceptions and social appearance anxiety on the desire of young people to have aesthetic procedures on social media. *Current Psychology*, 44(5), 3811-3820.
- Birkeland, R., Thompson, J. K., Herbozo, S., Roehrig, M., Cafri, G., & Van den Berg, P. (2005). Media exposure, mood, and body image dissatisfaction: An experimental test of person versus product priming. *Body Image*, 2(1), 53-61.
- Bronz, G. (1994). Predictability of the computer imaging system in primary rhinoplasty. *Aesthetic Plastic Surgery*, 18(2), 175-181.
- Castle, D. J., Honigman, R. J., & Phillips, K. A. (2002). Does cosmetic surgery improve psychosocial wellbeing? *Medical journal of Australia*, 176(12), 601-604.
- Chen, J., Ishii, M., Bater, K. L., Darrach, H., Liao, D., Huynh, P. P., Reh, I. P., Nellis, J. C., Kumar, A. R., & Ishii, L. E. (2019). Association between the use of social media and photograph editing applications, self-esteem, and cosmetic surgery acceptance. *JAMA facial plastic surgery*, 21(5), 361-367.
- Dayan, S. H. (2011). What is beauty, and why do we care so much about it? *Archives of Facial Plastic Surgery*, 13(1), 66-67.
- Dimitrov, D., & Kroumpouzos, G. (2023). Beauty perception: A historical and contemporary review. *Clinics in dermatology*, 41(1), 33-40.
- Dumitrascu, D. I., Popa, S. L., Incze, V., Amarie, D.-S., Gaspari, L., Aluas, P., Ismaiel, A., Leucuta, D. C., David, L., & Mihaileanu, F. V. (2026). Artificial Intelligence and Esthetics: Redefining Precision and Beauty in Plastic Surgery. *Medicina*, 62(4), 633.

- Duong, T. V., Vy, V. P. T., & Hung, T. N. K. (2024). Artificial intelligence in plastic surgery: advancements, applications, and future. *Cosmetics*, 11(4), 109.
- Frederick, D., Forbes, M., Jenkins, B., Reynolds, T., & Walters, T. (2015). Beauty standards. *The international encyclopedia of human sexuality*, 1, 113-196.
- Genovese, A., Borna, S., Gomez-Cabello, C. A., Haider, S. A., Prabha, S., Trabilis, M., & Forte, A. J. (2025). The current landscape of artificial intelligence in plastic surgery education and training: a systematic review. *Journal of surgical education*, 82(8), 103519.
- Givens, V. B., & Perkins, S. W. (2021). Preoperative imaging and online photo galleries: the# key to surgical commitment. *The Surgery Journal*, 7(04), e322-e326.
- Grogan, S. (2021). *Body image: Understanding body dissatisfaction in men, women and children*. Routledge.
- Honigman, R. J., Phillips, K. A., & Castle, D. J. (2004). A review of psychosocial outcomes for patients seeking cosmetic surgery. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 113(4), 1229-1237.
- Hoy, E. (2008). Measuring patient experiences of care. *Bulletin of the American College of Surgeons*, 93(5), 13-16.
- Hussain, B., Aslam, S., & Imran, A. (2025). Manufacturing beauty: How AI and Social media are redefining aesthetic norms in emerging digital cultures. *Acta Psychologica*, 260, 105734.
- Kalter, P. O., van der Baan, B., & Vuyk, H. (1995). Medicolegal aspects of otolaryngologic, facial plastic, and reconstructive surgery. *Facial plastic surgery*, 11(02), 105-110.
- Kenig, N., Echeverria, J. M., & Vives, A. M. (2023). Human beauty according to artificial intelligence. *Plastic and Reconstructive Surgery–Global Open*, 11(7), e5153.
- Kiwan, O., Al-Kalbani, M., Rafie, A., & Hijazi, Y. (2024). Artificial intelligence in plastic surgery, where do we stand? *JPRAS open*, 42, 234-243.
- Liang, X., Yang, X., Yin, S., Malay, S., Chung, K. C., Ma, J., & Wang, K. (2021). Artificial intelligence in plastic surgery: applications and challenges. *Aesthetic Plastic Surgery*, 45(2), 784-790.
- Mahmood, E., Peymani, A., Chen, A. D., Egeler, S. A., Johnson, A. R., Malyar, M., & Lin, S. J. (2018). Determining Facial Beauty Using Artificial Intelligence. *Plastic and Reconstructive Surgery–Global Open*, 6(8S), 162-163.
- Mansoor, M., & Ibrahim, A. F. (2025). The transformative role of artificial intelligence in plastic and reconstructive surgery: challenges and opportunities. *Journal of Clinical Medicine*, 14(8), 2698.

- Muntaner Vives, A., Ostrerova, M., & Kenig, N. (2026). Looksmaxxing: An Emerging Facial Aesthetic Culture. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 1-6.
- Nogueira, R., Eguchi, M., Kasmirski, J., de Lima, B. V., Dimatos, D. C., Lima, D. L., Glatter, R., Tran, D. L., & Piccinini, P. S. (2025). Machine learning, deep learning, artificial intelligence and aesthetic plastic surgery: a qualitative systematic review. *Aesthetic Plastic Surgery*, 49(1), 389-399.
- Özdemir, A. (2025). Modified Thorek Mammoplasty for the Treatment of Idiopathic Gigantomastia. *ACH Medical Journal*, 4(2), 63-69.
- Özkan, F. N., Özkaynar, K., & Abbasoğlu, Ş. (2025). Unrealistic beauty ideals: Artificial intelligence and consumers' self-image perceptions. *Consumer marketing, AI: Dark sides and ethics*, 239-262.
- Rahman, E., Rao, P., Sayed, K., Webb, W. R., Sadeghi-Esfahlani, S., Yu, N., Garcia, P. E., Ioannidis, S., Nassif, A. D., & Philipp-Dormston, W. G. (2025). Is Asymmetry the New Perfect? Redefining Beauty with Artificial Intelligence. *Aesthetic Plastic Surgery*, 1-21.
- Sisti, A., Aryan, N., & Sadeghi, P. (2021). What is beauty? *Aesthetic Plastic Surgery*, 45(5), 2163-2176.
- Stein, M. J., & Rohrich, R. (2025). Artificial intelligence and postoperative monitoring in plastic surgery. *Plastic Surgery*, 33(2), 312-317.
- Taritsa, I. C., Foppiani, J. A., Escobar, M. J., Lee, D., Nguyen, K., Hernandez Alvarez, A., Schuster, K. A., Lee, B. T., & Lin, S. J. (2025). Impact of artificial intelligence (AI) image enhancing filters on patient expectations for plastic surgery outcomes. *Aesthetic Plastic Surgery*, 49(13), 3849-3857.
- Taritsa, I. C., Sandepudi, K., Williams, T., Huffman, K., & Galiano, R. D. (2024). Visualization in plastic surgery: open-source artificial intelligence can accelerate reconstructive operative techniques and reports. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 153(1), 225e-226e.
- Vuyk, Stroomer, & Vinayak. (1998). The role of computer imaging in facial plastic surgery consultation: a clinical study. *Clinical Otolaryngology & Allied Sciences*, 23(3), 235-243.

Yeşil Hemşirelik: Sürdürülebilir Sağlık Hizmetlerinde Hemşirelerin Rolü ve Çevre Sorunlarının Sağlık Üzerindeki Etkileri

Sinem Öztik¹

Özet

Bu derleme, çevre sorunlarının sağlık üzerindeki etkilerini ve sürdürülebilir sağlık hizmetlerinde hemşirelerin rolünü yeşil hemşirelik perspektifinden değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Çevre sorunları ve iklim değişikliği, yalnızca ekolojik sistemi değil, birey ve toplum sağlığını da çok boyutlu biçimde etkileyen küresel bir halk sağlığı sorunu hâline gelmiştir. Hava, su ve toprak kirliliği, aşırı hava olayları, kaynak tükenmesi ve çevresel bozulma; solunum ve kardiyovasküler hastalıklardan enfeksiyonlara, ruh sağlığı sorunlarından göç ve sağlık eşitsizliklerine kadar geniş bir yelpazede sağlık sonuçları doğurmaktadır. Buna karşın sağlık hizmetleri de yüksek enerji tüketimi, biyomedikal atık üretimi, tek kullanımlık malzemeler ve karbon yoğun tedarik süreçleri nedeniyle çevresel yük oluşturmaktadır. Bu karşılıklı etkileşim, sürdürülebilir sağlık hizmetlerinin geliştirilmesini ve hemşirelik mesleğinin çevresel sorumluluk temelinde yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Sağlık iş gücünün en büyük grubunu oluşturan hemşireler; bakım, eğitim, liderlik, savunuculuk ve araştırma rolleriyle yeşil dönüşümün merkezinde yer almaktadır. Sonuç olarak yeşil hemşirelik, çevresel krizlerin sağlık üzerindeki etkileri karşısında güvenli, kaliteli ve sürdürülebilir bakımın temel bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmelidir.

1 Hemşire, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, sinemturer.omu@gmail.com, 0000-0002-6377-8755

1. GİRİŞ

İklim değişikliği, çevre kirliliği, doğal kaynakların tükenmesi ve ekolojik bozulma, son yıllarda yalnızca çevre bilimlerinin değil, doğrudan sağlık bilimlerinin de temel tartışma alanlarından biri hâline gelmiştir. Sıcak hava dalgalarının sıklığındaki artış, kuraklık, orman yangınları, seller, hava kalitesinin bozulması, vektör kaynaklı hastalıkların yayılım alanlarının değişmesi ve besin ile su güvencesinin zayıflaması, birey ve toplum sağlığını çok boyutlu biçimde tehdit etmektedir (Anderko ve ark., 2017; Butterfield ve ark., 2021; Fields ve ark., 2024; International Council of Nurses, 2018; International Council of Nurses, 2024; Jung, 2024). Mevcut literatür, çevresel bozulmanın yalnızca fiziksel sağlık sonuçlarıyla sınırlı kalmadığını; ruh sağlığı, göç, yoksulluk ve sağlık eşitsizlikleri gibi toplumsal belirleyiciler üzerinden de sağlık üzerinde derin etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Dünya Sağlık Örgütü ve uluslararası meslek örgütleri de iklim değişikliğini yirmi birinci yüzyılın en önemli sağlık tehditlerinden biri olarak tanımlamakta ve özellikle kırılgan grupların bu süreçten orantısız biçimde etkilendiğini vurgulamaktadır (American Nurses Association, 2024; International Council of Nurses, 2024).

Sağlık sektörü ise çevresel krizin yalnızca sonuçlarıyla karşılaşan bir alan değildir. Yüksek enerji kullanımı, biyomedikal atık üretimi, tek kullanımlık ürünlere bağımlılık, yoğun su tüketimi ve karbon yoğun tedarik zincirleri nedeniyle sağlık hizmetleri de çevresel bozulmaya anlamlı düzeyde katkı sunmaktadır (Anderko ve ark., 2017; International Council of Nurses, 2024; Portela Dos Santos ve ark., 2023; Turzáková ve ark., 2024; Yeboah ve ark., 2024). Bu durum, sağlık sistemlerinin bir yandan çevresel krizden etkilenirken diğer yandan bu krizin derinleşmesine katkıda bulunabildiğini göstermekte; sürdürülebilir sağlık hizmetleri yaklaşımının önemini artırmaktadır.

Hemşirelik, bu çok katmanlı ilişkinin merkezinde yer alan meslek alanlarından biridir. Hemşireler sağlık iş gücünün en büyük grubunu oluşturmaları, bakımın her düzeyinde görev almaları, birey, aile ve toplumla sürekli temas hâlinde bulunmaları ve bakım, eğitim, savunuculuk, araştırma ile liderlik rollerini birlikte taşıyabilmeleri nedeniyle sürdürülebilir dönüşümde önemli sorumluluklar üstlenmektedir (Butterfield ve ark., 2021; Çatak, 2024; Fields ve ark., 2024; Gaudreau ve ark., 2024; Yeboah ve ark., 2024). Bununla birlikte yeşil hemşirelik uygulamalarının kuramsal temeli, klinik yansımaları, eğitsel gereklilikleri ve örgütsel koşulları literatürde hâlen tartışılmaktadır.

Bu derlemede, çevre sorunlarının sağlık üzerindeki etkileri ve sürdürülebilir sağlık hizmetlerinde hemşirelerin rolü, yeşil hemşirelik perspektifi çerçevesinde güncel ulusal ve uluslararası literatür doğrultusunda ele alınmıştır. Konuya ilişkin

araştırma makaleleri, derlemeler, kavram analizleri ve mesleki rehberlerden elde edilen bilgiler anlatısal olarak sentezlenerek sunulmuştur.

2. ÇEVRE SORUNLARININ SAĞLIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Çevre sorunlarının sağlık üzerindeki etkileri, doğrudan ve dolaylı mekanizmalar aracılığıyla ortaya çıkmaktadır. Aşırı sıcaklıklar, sıcak çarpması, dehidratasyon ve ısıya bağlı ölümler, iklim değişikliğinin en görünür doğrudan sağlık sonuçları arasında yer almaktadır. Bunun yanında hava kirliliğindeki artış ile ince partikül madde ve ozon düzeylerindeki değişimler; astım, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, alerjik hastalıklar ve kardiyovasküler olaylarla ilişkilendirilmektedir (Anderko ve ark., 2017; Jung, 2024; Portela Dos Santos ve ark., 2023; Tiitta ve ark., 2024; Turzáková ve ark., 2024). Mevcut literatür, iklim değişikliğinin yalnızca sıcaklık artışına bağlı etkilerle sınırlı kalmadığını; enfeksiyon hastalıkları, mortalite, kardiyovasküler ve solunumsal sorunlar, nörolojik sonuçlar, ruh sağlığı bozuklukları ve gebelik sonuçlarıyla da ilişkili olduğunu göstermektedir. Özellikle sistematik ve kapsam derlemeler, sıcak hava dalgaları, seller, yangınlar, su ve vektör kaynaklı hastalıklar ile ruh sağlığı sorunlarının çevresel değişimle birlikte değerlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir (Tiitta ve ark., 2024; Turzáková ve ark., 2024). Bu bulgular, çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkilerinin tek bir hastalık grubuyla açıklanamayacak kadar geniş ve çok boyutlu olduğunu düşündürmektedir.

Çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkileri yalnızca fizyolojik sonuçlarla sınırlı değildir. Kuraklık, besin güvencesizliği, ekonomik kırılganlık, zorunlu yer değiştirme ve toplumsal şiddet, çevre sorunlarının daha geniş sosyal sonuçları arasında yer almaktadır (American Nurses Association, 2024; International Council of Nurses, 2024; Mahmoud ve Mahmoud, 2023). Son yıllarda literatürde eko-anksiyete, travma sonrası stres bozukluğu, belirsizlik duygusu ve çevresel yas gibi kavramların daha görünür hâle gelmesi, çevresel krizin ruh sağlığı boyutunun da giderek önem kazandığını göstermektedir (Bérubé ve ark., 2024; Butterfield ve ark., 2021; Fields ve ark., 2024). Klinik alanda yapılan çalışmalar da bu tabloyu desteklemektedir. Nitekim Mahmoud ve Mahmoud (2023), yoğun bakım ve acil servis hemşirelerinin büyük çoğunluğunun iklim değişikliğinin fiziksel ve ruhsal zarara, malnütrisyona ve bakım yükünde artışa yol açtığını düşündüğünü bildirmiştir. Bu durum, çevresel sorunların yalnızca çevre sağlığı başlığı altında değil, ruh sağlığı, toplumsal dayanıklılık ve bakım gereksinimi artışı çerçevesinde de ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Çevre sorunları ve iklim değişikliği tüm toplulukları eşit biçimde etkilememektedir. Çocuklar, yaşlılar, gebeler, kronik hastalığı olan bireyler,

yoksullar, göçmenler, yerli topluluklar ve marjinalleştirilmiş gruplar çevresel değişimlerin sağlık sonuçlarına daha duyarlı kabul edilmektedir (American Nurses Association, 2024; Hägg-Martinell, 2025; International Council of Nurses, 2018; International Council of Nurses, 2024; Kolaç, 2024; Portela Dos Santos ve ark., 2023). Türkiye örneğinde yapılan bir çalışmada da akademisyenler, iklim değişikliğinin özellikle yaşlılar, çocuklar, gebeler, engelliler ve göçmenler üzerinde daha belirgin sağlık sonuçları doğurduğunu belirtmiştir (Kolaç, 2024). Dolayısıyla çevre sorunları yalnızca çevresel değil, aynı zamanda sağlık eşitliği ve iklim adaleti meselesi olarak değerlendirilmelidir. Bu çerçevede yeşil hemşirelik de yalnızca çevreyi korumaya odaklanan bir yaklaşım olarak değil, çevresel risklerden en fazla etkilenen kırılgan grupların korunmasını ve sağlıkta eşitliğin güçlendirilmesini de içeren bütüncül bir mesleki yönelim olarak ele alınmalıdır.

3. SAĞLIK HİZMETLERİNİN ÇEVRESEL YÜKÜ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK HİZMETİ

Sağlık hizmetlerinin temel amacı sağlığı korumak ve iyileştirmek olmakla birlikte, sağlık kurumlarının karbon salımı, enerji ve su tüketimi, atık üretimi ve kaynak kullanımıyla ilişkili çevresel ayak izi göz ardı edilemeyecek düzeydedir. Hastaneler, 24 saat kesintisiz hizmet sunan yapılar olarak yüksek enerji ve su tüketimi, yoğun kimyasal kullanımı, tek kullanımlık ürünler, sterilizasyon süreçleri ve biyomedikal atıklar nedeniyle önemli ölçüde çevresel yük oluşturmaktadır (Tunçer Ünver ve Kahramanoğlu, 2025; Yeboah ve ark., 2024). Uluslararası raporlar, sağlık sektörünün küresel sera gazı emisyonlarına anlamlı düzeyde katkı sunduğunu; bazı ülke verilerinde bu oranın daha da yüksek seyrettiğini göstermektedir (American Nurses Association, 2024; International Council of Nurses, 2024). Literatür, sağlık sistemlerinin çevre krizinden yalnızca etkilenen değil, aynı zamanda karbon emisyonları, kaynak tüketimi ve atık üretimi yoluyla bu krizin derinleşmesine katkıda bulunan yapılar olduğunu ortaya koymaktadır (Portela Dos Santos ve ark., 2023). Bu nedenle sürdürülebilir sağlık hizmetleri, günümüzde yalnızca çevresel bir tercih değil, sağlık sistemlerinin geleceği açısından önemli bir gereklilik olarak değerlendirilmektedir.

Atık yönetimi, sürdürülebilir sağlık hizmetlerinin en görünür ve en somut bileşenlerinden biridir. Mevcut çalışmalar, biyomedikal atıkların uygun olmayan ayrıştırma ve bertarafının yalnızca enfeksiyon riskini artırmadığını; aynı zamanda toprak ve su kirliliğine yol açarak sosyal, ekonomik ve ruhsal sonuçlar da doğurabildiğini göstermektedir (Hamed ve ark., 2025). Bunun yanında eğitim ve kurumsal programların, sağlık çalışanlarının atık yönetimi, enerji korunumu ve güvenli çalışma ortamına ilişkin bilgi ve uygulamalarını

geliştirebildiği bildirilmektedir (Elksas ve ark., 2024). Nitel bulgular ise klinik ortamlarda gereksiz malzeme kullanımı ve yüksek miktarda atık üretiminin hemşireler tarafından fark edilen önemli sorun alanları arasında yer aldığını göstermektedir (Fields ve ark., 2024). Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, atık yönetiminin yalnızca teknik bir süreç değil; bakım kalitesi, çalışan güvenliği ve çevresel sürdürülebilirlikle doğrudan ilişkili bir hemşirelik uygulama alanı olduğu anlaşılmaktadır.

Sürdürülebilir sağlık hizmeti, yalnızca emisyonları azaltmaya yönelik teknik müdahalelerden ibaret değildir. Bu yaklaşım; çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları birlikte ele alarak güvenli bakım, maliyet etkinlik, çalışan sağlığı, hasta deneyimi ve toplumsal sorumluluk arasında denge kurmayı amaçlamaktadır (Çatak, 2024; Tunçer Ünver ve Kahramanoğlu, 2025). Dolayısıyla sağlıkta sürdürülebilirlik, bir yandan düşük karbonlu, düşük atıklı ve kaynakları verimli kullanan bakım modellerinin geliştirilmesini gerektirirken, diğer yandan sağlık profesyonellerinin davranış, liderlik ve savunuculuk rollerinin de yeniden düşünülmesini gerekli kılmaktadır. Bu çerçevede sürdürülebilir sağlık hizmetleri, yalnızca teknik altyapı değişiklikleriyle değil, kurumsal kültür ve mesleki uygulamaların dönüşümüyle birlikte ele alınmalıdır.

4. YEŞİL HEMŞİRELİK KAVRAMI VE KURAMSAL TEMELİ

Yeşil hemşirelik, çevresel sürdürülebilirliği bakımın, eğitimin, liderliğin ve savunuculuğun ayrılmaz bir bileşeni olarak ele alan bir hemşirelik yaklaşımıdır. Bu yaklaşım; bakımın çevresel etkisini azaltmayı, insan ve gezegen sağlığını birlikte değerlendirmeyi, kaynakların akılcı kullanımını, çevresel savunuculuğu ve sağlıkta eşitliği birlikte düşünmeyi gerektirmektedir (Adeyemi ve ark., 2023; Shaban ve ark., 2024). Güncel literatür, yeşil hemşireliğin yalnızca çevre dostu bireysel davranışlardan ibaret olmadığını; sürdürülebilirliğin hemşirelik bakımına entegrasyonu, çevresel savunuculuk, bütüncül hasta bakımı, mesleki gelişim, eğitim, iş birliği ve liderlik gibi çok boyutlu bileşenler içerdiğini ortaya koymaktadır (Shaban ve ark., 2024). Bu yönüyle yeşil hemşirelik, hemşireliğin profesyonel kimliği içinde değerlendirilebilecek bütüncül bir yönelim olarak ele alınmaktadır.

Yeşil hemşireliğin etik ve kuramsal temeli, hemşirelik tarihinin erken dönemlerinden itibaren izlenebilmektedir. Florence Nightingale'in çevre, havalandırma, temiz su, hijyen ve iyileşme ortamına yaptığı vurgu, günümüzde çevresel sürdürülebilirlik tartışmalarının tarihsel dayanaklarından biri olarak değerlendirilmektedir (Butterfield ve ark., 2021; Portela Dos Santos ve ark., 2023; Jung, 2024). Bununla birlikte literatürde, hemşirelik disiplininin çevreyi uzun süre bakımın bağlamı olarak tanıdığı, ancak çevrenin dönüştürülmesini

hemşirelik uygulamasının ve savunuculuğunun merkezî bir boyutu olarak yeterince öne çıkarmadığı da belirtilmektedir (Portela Dos Santos ve ark., 2023). Günümüzde yeşil hemşirelik, bu tarihsel çevre anlayışını iklim değişikliği, çevresel adalet ve sürdürülebilir sağlık hizmetleri bağlamında yeniden yorumlayan bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

Yeşil hemşirelik aynı zamanda sosyal adalet ve iklim adaleti ile yakından ilişkilidir. Çevresel bozulmanın sağlık üzerindeki etkileri toplumsal eşitsizliklerle iç içe geçmekte; kırılgan ve dezavantajlı gruplar bu etkilerden daha fazla zarar görmektedir. Uluslararası meslek örgütleri, hemşirelerin doğal çevrenin korunması, kırılgan grupların savunulması ve sağlıkta adaletin güçlendirilmesi konularında sorumluluk taşıdığını açık biçimde vurgulamaktadır (American Nurses Association, 2024; International Council of Nurses, 2018; International Council of Nurses, 2024). Bu nedenle yeşil hemşirelik, yalnızca çevresel sürdürülebilirlik odaklı bir yaklaşım değil; aynı zamanda zarar vermeme, yararlılık, savunuculuk ve insan onurunu koruma gibi hemşireliğin temel etik ilkeleriyle uyumlu bir mesleki çerçeve olarak değerlendirilmelidir.

5. SÜRDÜRÜLEBİLİR SAĞLIK HİZMETLERİNDE HEMŞİRELERİN ROLLERİ

Sürdürülebilir sağlık hizmetlerinde hemşirelerin rolü çok boyutludur; klinik bakım, eğitim, savunuculuk, liderlik, araştırma ve politika katılımını birlikte içermektedir. Klinik bakım boyutunda hemşireler; enerji ve su tasarrufu sağlama, gereksiz malzeme kullanımını azaltma, tek kullanımlık ürünlerin uygun kullanımını değerlendirme, sürdürülebilir atık ayrıştırma ve hasta bakım süreçlerini çevresel etkileri de dikkate alarak düzenleme gibi sorumluluklar üstlenmektedir (Fields ve ark., 2024; Hamed ve ark., 2025; Othman ve ark., 2025; Zoromba ve EL-Gazar, 2025). Mevcut çalışmalar, sürdürülebilir klinik davranışların yalnızca farkındalıkla değil, eğitim ve kurumsal destekle güçlendiğini göstermektedir. Nitekim yapılandırılmış eğitim programlarının ardından hemşirelerin biyomedikal atık yönetimine ilişkin bilgi ve uygulama düzeylerinde anlamlı artış saptanmış, bilgi düzeyi yükseldikçe uygulamanın da geliştiği bildirilmiştir (Hamed ve ark., 2025). Bu bulgu, sürdürülebilir klinik uygulamaların hemşirelik pratiği içinde geliştirilebilir ve desteklenebilir bir yetkinlik alanı olduğunu düşündürmektedir.

Eğitimci ve danışman rolü, yeşil hemşireliğin en görünür boyutlarından biridir. Hemşireler; hastalara ve ailelere aşırı sıcaklara karşı korunma, hava kirliliği dönemlerinde davranış düzenleme, ilaçların yüksek sıcaklıkta bozulmasına karşı önlemler, güvenli su ve gıda uygulamaları, vektör kaynaklı hastalıklardan korunma ve düşük karbon ayak izli sağlıklı yaşam alışkanlıkları

konusunda eğitim verebilmektedir (Gaudreau ve ark., 2024; Jung, 2024; Salvador Costa ve ark., 2025). Literatür, bu rolün yalnızca bireysel danışmanlıkla sınırlı olmadığını; iklime duyarlı risk tanınması, aktif ulaşımın teşviki ve sağlıklı-sürdürülebilir beslenmenin desteklenmesi gibi daha geniş halk sağlığı boyutlarını da içerdiğini ortaya koymaktadır (Gaudreau ve ark., 2024). Bu yönüyle hemşirelik eğitici rolü, çevresel risklerin görünür kılınması ve koruyucu sağlık davranışlarının güçlendirilmesi açısından önemli bir işleve sahiptir.

Savunuculuk ve toplum sağlığı rolleri de yeşil hemşireliğin temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Hemşireler, iklim değişikliğinin sağlığa etkilerini görünür kılma, kırılgan grupların gereksinimlerini sağlık gündemine taşıma, sağlık eşitsizliklerinin derinleşmesini önleme ve çevresel sağlık politikalarını destekleme açısından güçlü aktörlerdir (American Nurses Association, 2024; Anderko ve ark., 2017; International Council of Nurses, 2024). Güncel literatür, hemşirelerin risk iletişimi, toplumsal savunuculuk ve karar alma mekanizmalarına katılım açısından özel bir konuma sahip olduğunu vurgulamaktadır (Butterfield ve ark., 2021). Dolayısıyla yeşil hemşirelik, yalnızca klinik ortamda gerçekleştirilen çevre dostu davranışlardan ibaret olmayıp, toplumsal dönüşümü ve sağlıkta adaleti destekleyen bir savunuculuk pratiği olarak da değerlendirilmelidir.

Liderlik rolü, kurumsal dönüşüm açısından ayrı bir önem taşımaktadır. Çalışmalar, kurum içi yeşil ekipler ve sürdürülebilirlik ekipleri aracılığıyla sağlık kuruluşlarında farkındalık, katılım ve çevre dostu davranışların güçlendirilebileceğini göstermektedir (Çatak, 2024; Yassin ve ark., 2025). Bunun yanında yeşil dönüşümsel liderliğin hemşirelerin davranış niyeti, gerçek çevre dostu davranışları üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiği bildirilmektedir (Aly ve ark., 2025; Atobishi ve Nosratabadi, 2026). Bu bulgular, liderliğin yalnızca kural koyma işleviyle sınırlı olmadığını; çevresel hedefleri görünür kılma, çevresel sorumluluğu destekleyen bir kurum kültürü oluşturma ve sürdürülebilirliği kurumsal işleyişin parçası hâline getirme açısından belirleyici olduğunu düşündürmektedir.

6. HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE YEŞİL HEMŞİRELİK

Yeşil hemşireliğin kalıcı biçimde gelişebilmesi için hemşirelik eğitiminin sürdürülebilirlik perspektifi doğrultusunda yeniden yapılandırılması gerekmektedir. Literatür, sürdürülebilir kalkınma için hemşirelik eğitiminin yalnızca çevresel bilgi aktarımıyla sınırlı olmaması; çevresel farkındalık, disiplinler arası yaklaşım, bütüncül bakış açısı, etik karar verme, sistem düşüncesi, savunuculuk ve liderlik gibi nitelikleri geliştiren bir süreç olarak ele

alınması gerektiğini göstermektedir (Boakye ve ark., 2024). Bununla birlikte mevcut bulgular, bu içeriğin hemşirelik eğitimine her ülkede ve kurumda aynı düzeyde yansımadığını düşündürmektedir. Nitekim Türkiye örneğinde yapılan bir çalışmada, iklim değişikliği konusunun hemşirelik fakültelerinde müfredata sistematik biçimde yerleşmediği, akademisyenlerin önemli bir bölümünün rehber ve kurumsal model eksikliği yaşadığı bildirilmiştir (Kolaç, 2024). Bu durum, sürdürülebilirlik eğitiminin yalnızca bireysel farkındalıkla değil, kurumsal yapılanma ve müfredat desteğiyle güçlenebileceğini göstermesi bakımından önemlidir.

Öğrenci odaklı çalışmalar, sürdürülebilirlik eğitimine yönelik ilginin yüksek, buna karşın hazırlık düzeyinin çoğu zaman yetersiz olduğunu ortaya koymaktadır. Hemşirelik öğrencileri iklim değişikliği ve sürdürülebilirliğin meslekleri açısından önemli olduğunu kabul etmekte; ancak eğitimlerinin bu alanda kendilerini yeterince hazırlamadığını sıklıkla ifade etmektedir (Tiitta ve ark., 2024; Hägg-Martinell, 2025). Karşılaştırmalı çalışmalar, öğrencilerde farkındalık ve kaygı düzeyinin yüksek olmasına rağmen, sağlık hizmetlerinin çevresel yükü, savunuculuk ve çevresel eylemin profesyonel karşılığı konusunda sınırlılıkların sürdüğünü göstermektedir (Tiitta ve ark., 2025). Benzer biçimde kapsam derlemeleri, hem öğrenciler hem de çalışan hemşireler arasında iklim değişikliği konusundaki kaygının yüksek, ancak rol netliğinin değişken olduğunu bildirmektedir (Bérubé ve ark., 2024). Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, hemşirelik eğitimindeki temel sorunun ilgi eksikliği değil; bilgiyi mesleki role, davranışa ve savunuculuğa dönüştürecek yapılandırılmış öğrenme fırsatlarının sınırlı olması olduğu anlaşılmaktadır.

Sürdürülebilirlik eğitiminde içerik kadar öğretim yöntemi de belirleyicidir. Deneyimsel öğrenme, atölye çalışmaları, vaka tartışmaları, simülasyonlar, rol yapma, takım temelli öğrenme ve klinik uygulamaya gömülü sürdürülebilirlik örneklerinin öğrencilerin bilgi ve tutumlarını güçlendirdiği bildirilmektedir (Boakye ve ark., 2024; Hägg-Martinell, 2025; Salvador Costa ve ark., 2025; Tiitta ve ark., 2024). Ayrıca yarı deneysel çalışmalar, yapılandırılmış eğitim programlarının hemşirelerin yeşil yönetime ilişkin bilgi, tutum ve uygulamalarını güçlendirdiğini; çevre dostu davranış niyeti ve örgütsel vatandaşlık davranışı üzerinde de anlamlı gelişmeler sağlayabildiğini göstermektedir (Elksas ve ark., 2024; Othman ve ark., 2025; Yassin ve ark., 2025). Dolayısıyla sürdürülebilirlik eğitimi, hem lisans düzeyinde hem de mezuniyet sonrası sürekli mesleki gelişim programlarında sistematik, ölçülebilir ve uygulamaya dönük biçimde ele alınmalıdır. Bu yaklaşım, yeşil hemşireliğin farkındalık düzeyinde kalmamasını, klinik uygulama ve kurumsal davranış düzeyine taşınmasını destekleyebilir.

7. YEŞİL HEMŞİRELİK UYGULAMALARININ ÖNÜNDEKİ ENGELLER VE KOLAYLAŞTIRICILAR

Literatür, hemşirelerin çevresel sürdürülebilirliği genel olarak olumlu değerlendirdiğini; ancak bu eğilimin günlük klinik davranışa dönüşmesinde önemli engeller bulunduğunu göstermektedir. En sık bildirilen güçlükler arasında iş yükü, zaman yetersizliği, personel eksikliği, hasta güvenliği ve bakım kalitesinin önceliklendirilmesi, bilgi ve beceri eksikliği, rol belirsizliği, motivasyon düşüklüğü ve yetersiz kurumsal altyapı yer almaktadır (Bérubé ve ark., 2024; Fields ve ark., 2024; Mahmoud ve Mahmoud, 2023; Yeboah ve ark., 2024; Zoromba ve EL-Gazar, 2025). Nitel bulgular, bu engellerin yalnızca uygulama gücü yaratmadığını; aynı zamanda hemşirelerde iş yükü altında ezilme, güçsüz hissetme ve sürdürülebilirliğin kurumsal olarak görünmez kalması gibi deneyimlere de yol açtığını ortaya koymaktadır (Fields ve ark., 2024). Benzer biçimde bazı çalışmalar, hemşirelerin sürdürülebilirliği etik açıdan benimsediğini, ancak yoğun bakım yükü ve zayıf örgütsel destek nedeniyle bunu günlük pratiğe yansıtmakta zorlandığını bildirmektedir (Zoromba ve EL-Gazar, 2025). Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, yeşil hemşireliğin önündeki temel engelin yalnızca farkındalık eksikliği değil; çevresel sorumluluğun klinik öncelikler, iş yükü ve örgütsel yapı içinde yeterince karşılık bulamaması olduğu anlaşılmaktadır.

Kurumsal iklim ve liderlik, yeşil hemşirelik uygulamalarının gelişiminde başlıca kolaylaştırıcılar arasında yer almaktadır. Çalışmalar, yapılandırılmış yeşil yönetim eğitimlerinin örgütsel vatandaşlık davranışını artırabildiğini; yeşil çalışma iklimi ve yeşil liderliğin ise davranış niyeti, gerçek çevre dostu davranışlar ve çevreye duyarlı yenilikçi düşünme üzerinde olumlu etkiler oluşturabildiğini göstermektedir (Aly ve ark., 2025; Atobishi ve Nosratabadi, 2026; Yassin ve ark., 2025). Bununla birlikte kurumsal söylem ile uygulama arasındaki uyumsuzluk, başka bir ifadeyle algılanan örgütsel ikiyüzlülük, sürdürülebilir davranışları zayıflatabilen önemli etmenlerden biri olarak öne çıkmaktadır (Atobishi ve Nosratabadi, 2026). Kurum çevresel sürdürülebilirliği söylem düzeyinde desteklediği hâlde, gerekli kaynakları, politikaları ve uygulama desteğini sunmadığında, hemşirelerde güven, katılım ve davranış sürekliliği azalabilmektedir. Bu durum, çevresel sürdürülebilirliğin kurumsal düzeyde yalnızca ilan edilen bir değer değil, uygulamada karşılığı bulunan bir çalışma ilkesi hâline gelmesi gerektiğini göstermektedir.

Kolaylaştırıcı etmenler arasında hedefli eğitim programları, liderlik desteği, açık ve uygulanabilir politika ile prosedürler, yeterli altyapı, ekip çalışması, disiplinler arası iş birliği, kurum içi yeşil komiteler, düzenli geri bildirim ve takdir mekanizmaları yer almaktadır (Çatak, 2024; Gaudreau ve ark.,

2024; Kolaç, 2024; Salvador Costa ve ark., 2025; Yassin ve ark., 2025; Zoromba ve EL-Gazar, 2025). Dolayısıyla yeşil hemşirelik uygulamalarının güçlenmesi için bireysel farkındalık tek başına yeterli değildir. Bu sürecin ilerleyebilmesi, çevresel sorumluluğu destekleyen kurumsal samimiyetin, örgütsel sahiplenmenin ve liderlik desteğinin sürdürülebilir biçimde güçlendirilmesine bağlı görünmektedir.

8. TÜRKİYE'DE DURUM VE GELECEĞE YÖNELİK ÖNERİLER

Türkiye bağlamında değerlendirildiğinde, hemşirelikte sürdürülebilirlik ve iklim sağlığı alanına yönelik görünürlüğün arttığı, ancak kurumsal yapılanmanın henüz yeterli düzeye ulaşmadığı görülmektedir. Türkiye'de yapılan çalışmalar, hemşirelik eğitiminde iklim değişikliği ve çevresel sürdürülebilirlik konularının lisans düzeyine sistematik biçimde yerleşmediğini; bu alanda rehber, model ve program eksikliğinin sürdüğünü göstermektedir (Kolaç, 2024). Bununla birlikte Türkçe literatürde yeşil örgütsel davranışın hemşirelik bakımıyla ilişkilendirilmesi, çevresel duyarlılığın bakım kalitesi, hasta güvenliği ve kurumsal verimlilikle bağlantısının daha görünür hâle gelmeye başladığını düşündürmektedir (Tunçer Ünver ve Kahramanoğlu, 2025). Bu bulgular, Türkiye'de konuya ilişkin kavramsal farkındalığın bulunduğunu; ancak müfredat geliştirme, uygulama rehberleri, kurumsal politika oluşturma ve araştırma üretimi açısından daha güçlü ve sistematik adımlara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Türkiye'de sürdürülebilir sağlık hizmetlerinin güçlendirilmesi için çevresel sağlık, iklim değişikliği, sürdürülebilir bakım, atık yönetimi, afet hazırlığı ve iklim adaleti başlıklarının hemşirelik lisans müfredatına yatay ve dikey biçimde entegre edilmesi önem taşımaktadır. Bunun yanında hastanelerde hemşire yöneticilerin aktif olarak yer aldığı yeşil yönetim programlarının, sürdürülebilirlik komitelerinin ve veri temelli izleme mekanizmalarının geliştirilmesi gereklidir. Biyomedikal atık yönetimi, enerji ve su korunumu, güvenli çevre dostu uygulamalar ve sürdürülebilir satın alma konularında düzenli hizmet içi eğitimlerin planlanması da uygulama düzeyinde önemli bir gereksinim olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca hemşirelerin yalnızca uygulayıcı değil, aynı zamanda araştırmacı ve savunucu rollerinin de desteklenmesi; yeşil hemşirelik alanında lisansüstü tezlerin, projelerin ve kurumsal kalite geliştirme çalışmalarının teşvik edilmesi yararlı olacaktır. Sonuç olarak yeşil hemşireliğin kalite göstergeleri, hasta güvenliği, çalışan sağlığı ve maliyet etkinlik ile ele alınması; çevresel sürdürülebilirliğin sağlık kurumlarının çekirdek performans alanlarından biri hâline getirilmesi, Türkiye'de bu alanın kurumsallaşmasına önemli katkı sağlayabilir.

9. SONUÇ

Çevre sorunları ve iklim değışikliği, günümüzde sağlık sistemlerini, hasta sonuçlarını ve toplumsal iyilik hâlini çok boyutlu biçimde etkileyen yapısal bir kriz alanına dönüşmüştür. Sağlık hizmetleri ise bu krizden etkilenen bir sektör olmanın yanı sıra, kendi çevresel ayak izi nedeniyle sorunun bir parçası da olabilmektedir. Bu ikili durum, sürdürülebilir sağlık hizmetleri yaklaşımının ve yeşil hemşireliğin önemini daha görünür hâle getirmektedir.

Bu derlemede değerdendirilen güncel literatür, hemşirelerin atık yönetimi, enerji ve su korunumu, sürdürülebilir malzeme kullanımı, hasta ve toplum eğitimi, kırılgan grupların korunması, iklim adaleti savunuculuğu, araştırma, liderlik ve kurum politikalarının geliştirilmesi gibi birçok alanda önemli sorumluluklar üstlendiğini göstermektedir. Bununla birlikte iş yükü, rol belirsizliği, eğitim yetersizliği, zayıf kurumsal iklim ve liderlik eksikliği, bu rolün uygulamaya tam olarak yansımını sınırlandırmaktadır. Sonuç olarak yeşil hemşirelik; çevresel farkındalığın ötesinde, etik sorumluluk, kanıta dayalı uygulama, eğitim, liderlik ve sistem dönüşümünü içeren bütüncül bir mesleki yönelim olarak değerdendirilmelidir. Sürdürülebilir sağlık hizmetlerine geçişte hemşirelerin güçlendirilmesi, yalnızca çevrenin korunması için değil; güvenli, kaliteli, adil ve geleceğe dayanıklı sağlık sistemlerinin geliştirilmesi açısından da önemli bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır

Kaynaklar

1. Adeyemi, C., Ajayi, O.O., Sagay, I., & Oparah, S. (2023). Environmental sustainability and the nursing profession: Applying the SDG framework to health practice. *Gyanshawryam, International Scientific Refereed Research Journal*, 6(3), 191-213.
2. Aly, N.A.E.F., El-Shanawany, S.M., Ghanem, M.A., & Lotfy, W.M. (2025). Nursing green transformational leadership style, behavioral intentions, actual behavior and creativity: The impact of a green climate. *BMC Nursing*, 24, 659. doi:10.1186/s12912-025-03331-2
3. American Nurses Association. (2024). *Nurses' role in addressing global climate change, climate justice, and health*. Silver Spring, MD: American Nurses Association.
4. Anderko, L., Schenk, E., Huffling, K., & Chalupka, S. (2017). *Climate change, health, and nursing: A call to action*. Silver Spring, MD: Alliance of Nurses for Healthy Environments.
5. Atobishi, T., & Nosratabadi, S. (2026). Green transformational leadership and sustainable nursing practices: Evidence from the healthcare sector. *Sustainability*, 18(5), 2391. doi:10.3390/su18052391
6. Bérubé, A., Diallo, T.A., Roberge, M., Audate, P.P., Leblanc, N., Jobin, É., ... Goupil-Sormany, I. (2024). Practicing nurses' and nursing students' perceptions of climate change: A scoping review. *Nursing Open*, 11, e70043. doi:10.1002/nop2.70043
7. Boakye, D.S., Kwashie, A.A., Adjorlolo, S., & Korsah, K.A. (2024). Nursing education for sustainable development: A concept analysis. *Nursing Open*, 11, e70058. doi:10.1002/nop2.70058
8. Butterfield, P., Leffers, J., & Díaz Vásquez, M. (2021). Nursing's pivotal role in global climate action. *BMJ*, 373, n1049. doi:10.1136/bmj.n1049
9. Çatak, T. (2024). Nursing and environmental sustainability: Pioneers of green transformation in health. *Sabuncuoglu Serefeddin Health Science*, 6(1), 51-62.
10. Elksas, E.I.I., Abu Almakarem, A.S., Amin, M., & Maiz, A.M.A. (2024). Effectiveness of implementing green management program on nursing staff knowledge, attitudes and green management practices towards occupational safety. *Egyptian Journal of Health Care*, 15(1), 1959-1971.
11. Fields, L., Dean, B.A., Perkiss, S., & Moroney, T. (2024). Nursing action towards the sustainable development goals: Barriers and opportunities. *Nurse Education Today*, 134, 106102. doi:10.1016/j.nedt.2024.106102
12. Gaudreau, C., Guillaumie, L., Jobin, É., & Diallo, T.A. (2024). Nurses and climate change: A narrative review of nursing associations' recommendations for integrating climate change mitigation strategies. *Canadian Journal of Nursing Research*, 56(3), 193-203. doi:10.1177/08445621241229932

13. Hägg-Martinell, A. (2025). Nursing students' experiences of and attitudes to the Sustainable Development Goals: A scoping review. *Public Health Nursing*, 42, 1421-1433. doi:10.1111/phn.13555
14. Hamed, A.E.M., Sefouhi, L., Ibrahim, M.I.T., Attia, A.S., Barakat, A.M., & Elsayed, E.E. (2025). From knowledge to impact: Revolutionizing nursing practices in biomedical waste management for sustainable healthcare excellence. *BMC Nursing*, 24, 469. doi:10.1186/s12912-025-03073-1
15. International Council of Nurses. (2018). *Nurses, climate change and health*. Geneva: International Council of Nurses.
16. International Council of Nurses. (2024). *Nurses, climate change and health*. Geneva: International Council of Nurses.
17. Jung, Y. (2024). Climate change and nursing. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 54(4), 475-477. doi:10.4040/jkan.24098
18. Kolaç, N. (2024). The integration of climate change topic into nursing education in nursing faculties. *Fenerbahçe University Journal of Health Sciences*, 4(3), 482-495. doi:10.56061/fbujohs.1459350
19. Mahmoud, F.H., & Mahmoud, B.H. (2023). Effect of climate change on health and critical care nurses practice. *The Egyptian Journal of Hospital Medicine*, 90(1), 1149-1155.
20. Othman, A.A., Abdelall, H.A., & Ali, H.I. (2025). Enhancing nurses' sustainability consciousness and its effect on green behavior intention and green advocacy: Quasi-experimental study. *BMC Nursing*, 24, 475. doi:10.1186/s12912-025-02987-0
21. Portela Dos Santos, O., Melly, P., Joost, S., & Verloo, H. (2023). Climate change, environmental health, and challenges for nursing discipline. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(9), 5682. doi:10.3390/ijerph20095682
22. Salvador Costa, M.J., Azeiteiro, U., Ryan, R., Ferrito, C., & Melo, P. (2025). Nursing interventions to reduce health risks from climate change impact in urban areas: A scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 22(8), 1177. doi:10.3390/ijerph22081177
23. Shaban, M.M., Alanazi, M.A., Mohammed, H.H., Amer, F.G.M., Elsayed, H.H., Zaky, M.E., ... Shaban, M. (2024). Advancing sustainable healthcare: A concept analysis of eco-conscious nursing practices. *BMC Nursing*, 23, 660. doi:10.1186/s12912-024-02197-0
24. Tiitta, I., Cubelo, F., McDermott-Levy, R., Jaakkola, J.J.K., & Kuosmanen, L. (2024). Climate change integration in nursing education: A scoping review. *Nurse Education Today*, 139, 106210. doi:10.1016/j.nedt.2024.106210
25. Tiitta, I., Kopra, J., McDermott-Levy, R., Jaakkola, J.J.K., & Kuosmanen, L. (2025). Climate change perceptions among nursing students: A comparative

- study between Finland and the United States. *Nurse Education Today*, 146, 106541. doi:10.1016/j.nedt.2024.106541
26. Tunçer Ünver, G., & Kahramanoğlu, A. (2025). Green organisational behaviour and its reflections on nursing care. *CURARE–Journal of Nursing*, 7, 70-76. doi:10.26650/CURARE.2025.1591068
27. Turzákóvá, J., Kohanová, D., Solgajová, A., & Sollár, T. (2024). Association between climate change and patient health outcomes: A mixed-methods systematic review. *BMC Nursing*, 23, 900. doi:10.1186/s12912-024-02562-z
28. Yassin, N.S., Akel, D.T., & Abd Rabou, H.M. (2025). Green management training program and its effect on staff nurses' organizational citizenship behavior. *BMC Nursing*, 24, 563. doi:10.1186/s12912-025-03203-9
29. Yeboah, E.A., Adegboye, A.R.A., & Kneafsey, R. (2024). Nurses' perceptions, attitudes, and perspectives in relation to climate change and sustainable healthcare practices: A systematic review. *The Journal of Climate Change and Health*, 16, 100290.
30. Zoromba, M.A., & EL-Gazar, H.E. (2025). Nurses' attitudes, practices, and barriers toward sustainability behaviors: A qualitative study. *BMC Nursing*, 24, 437. doi:10.1186/s12912-025-03023-x

Halk Sağlığı Alanında Güncel Yaklaşımlar

Editör:

Serkan Çelikgün