

# Sağlık Bilimlerinde Fonksiyonel ve Alternatif Yaklaşımlar

**Editörler: Dr. Öğr. Üyesi Fatih Çakar  
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Kaplan**



# Sağlık Bilimlerinde Fonksiyonel ve Alternatif Yaklaşımlar

**Editörler:**

Dr. Öğr. Üyesi Fatih Çakar

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Kaplan



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.ozguryayinlari.com

✉ info@ozguryayinlari.com

---

## Sağlık Bilimlerinde Fonksiyonel ve Alternatif Yaklaşımlar

Editörler: Dr. Öğr. Üyesi Fatih Çakar • Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Kaplan

---

Language: Turkish

Publication Date: 2025

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):** 978-625-5958-99-0

**DOI:** <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub813>

---



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:

Çakır, F. (ed), Kaplan, M. (ed) (2025). *Sağlık Bilimlerinde Fonksiyonel ve Alternatif Yaklaşımlar*.

Özgür Publications. DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub813>. 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.ozguryayinlari.com/>*

---



## Ön Söz

Bu eser, çağdaş sağlık paradigmasının dönüşümünü anlamlandırmak amacıyla disiplinlerarası bir bakış açısıyla kaleme alınmıştır. Günümüzde kronik hastalıkların artışı, bireylerin yaşam kalitesine yönelik bütüncül arayışları ve modern tıbbın sınırlarının belirginleşmesi, fonksiyonel ve tamamlayıcı sağlık yaklaşımlarına olan ilgiyi artırmaktadır. Bu bağlamda, kitap hem klinik hem de toplumsal düzeyde giderek önem kazanan fonksiyonel tıp, tamamlayıcı ve alternatif tıp uygulamaları bütüncül bir şekilde ele almaktadır.

Kitapta yer alan bölümler, sağlık bilimleri alanında akademik ve klinik çalışmalarıyla tanınan uzmanlar tarafından hazırlanmış olup, bilimsel temellere dayanan, güncel ve uygulamaya dönük bilgiler içermektedir. Fonksiyonel yaklaşımın temel ilkeleriyle başlayan içerik, geleneksel tıptan madde kullanımına, ruh sağlığından çevresel toksinlere kadar çok boyutlu bir sağlık okuması sunmaktadır. Her bir bölüm, yalnızca semptomları değil, bireyin biyopsikososyal yapısını merkeze alan bir anlayışla sağlık sorunlarını ele almaktadır. Bu eser, tıp, hemşirelik, beslenme-diyetetik, fizyoterapi, eczacılık, psikoloji ve halk sağlığı gibi alanlarda öğrenim gören lisans ve lisansüstü öğrenciler için temel bir kaynak niteliği taşımaktadır. Ayrıca sağlık profesyonelleri, araştırmacılar ve alternatif sağlık modellerine ilgi duyan okuyucular için de akademik bir referans kaynağı sunmaktadır.

Kitabın amacı yalnızca teorik bilgi sunmak değil, aynı zamanda güncel bilimsel veriler ışığında, uygulamaya rehberlik edebilecek bütünsel bir sağlık yaklaşımını takdim etmektir. Bu yönüyle eser, konvansiyonel tıp ile alternatif sistemler arasında köprü kurarak, bütüncül sağlık vizyonunun gelişimine katkıda bulunmayı hedeflemektedir.



# İçindekiler

Ön Söz

iii

## Bölüm 1

|                                                           |   |
|-----------------------------------------------------------|---|
| Fonksiyonel Beslenme Yaklaşımları ve Mikrobiyota İlişkisi | 1 |
| <i>Esmâ Nur Bulut</i>                                     |   |
| <i>Nurullah Demir</i>                                     |   |

## Bölüm 2

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Çevresel Sağlık, İklim Değişikliği ve Alternatif Koruyucu Yaklaşımlar | 17 |
| <i>Muhammed Fatih Hasar</i>                                           |    |
| <i>Ömer Faruk Başyığıt</i>                                            |    |

## Bölüm 3

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| Madde Kullanımında Alternatif Ruhsal Yaklaşımlar | 35 |
| <i>Ömer Faruk Başyığıt</i>                       |    |
| <i>Muhammed Fatih Hasar</i>                      |    |

## Bölüm 4

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| Apiterapinin Kas-İskelet Sistemi Üzerine Etkileri | 47 |
| <i>Fatih Çakar</i>                                |    |
| <i>Halil Şimşek</i>                               |    |

## Bölüm 5

|                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Serebral Palsili Çocuklarda Alternatif Rehabilitasyon Yöntemleri | 63 |
| <i>Hasan Bingöl</i>                                              |    |

## Bölüm 6

---

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Egzersiz Fizyolojisinde Alternatif Yaklaşımlar: Fonksiyonel Destekler | 77 |
|-----------------------------------------------------------------------|----|

*Halil Şimşek*

*Fatih Çakar*

## Bölüm 7

---

|                                                       |     |
|-------------------------------------------------------|-----|
| Nörofizyolojik Temelli Alternatif Sağlık Yaklaşımları | 107 |
|-------------------------------------------------------|-----|

*Mesut Çelik*

*Muhammed Yusuf Özer*

## Bölüm 8

---

|                                                   |     |
|---------------------------------------------------|-----|
| Bağıışıklık Fizyolojisi ve Geleneksel Uygulamalar | 131 |
|---------------------------------------------------|-----|

*Muhammed Yusuf Özer*

*Mesut Çelik*

## Bölüm 9

---

|                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------|-----|
| Pandemi Sonrası Halk Sağlığı Stratejilerinde Fonksiyonel Yaklaşımlar | 151 |
|----------------------------------------------------------------------|-----|

*Veysel Kızılarslan*

## Fonksiyonel Beslenme Yaklaşımları ve Mikrobiyota İlişkisi

**Esmâ Nur Bulut<sup>1</sup>**

**Nurullah Demir<sup>2</sup>**

### Özet

Bu bölümde, insan mikrobiyotası ile fonksiyonel beslenme arasındaki çift yönlü ilişki çok boyutlu bir yaklaşımla ele alınmaktadır. İnsan vücudu, yalnızca insan hücrelerinden değil, aynı zamanda mikrobiyal hücrelerden oluşan bir süper organizma olarak tanımlanmakta; özellikle bağırsak mikrobiyotası bireyin sağlığı üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Fonksiyonel besinler, temel beslenme işlevlerinin ötesinde, içerdiği biyoaktif bileşenlerle fizyolojik süreçleri düzenleyen ve kronik hastalıkların önlenmesinde etkili olan gıdalar olarak tanımlanır. Bu bağlamda, prebiyotikler, probiyotikler ve postbiyotikler gibi mikrobiyotayı modüle eden bileşenlerin sistemik sağlık üzerindeki etkileri geniş kapsamlı olarak incelenmiştir. Bölümde ayrıca nutrigenetik ve epigenetik faktörlerin, bireyin genetik yapısına özgü beslenme yaklaşımlarının planlanmasındaki önemi vurgulanmış; fonksiyonel besinlerin gen ekspresyonu ve epigenetik mekanizmalar üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Klinik uygulamalara yönelik vaka örnekleriyle obezite, diyabet, irritabl bağırsak sendromu ve nöropsikiyatrik bozukluklarda fonksiyonel besinlerin tamamlayıcı rolü gösterilmiştir. Sonuç olarak, mikrobiyota odaklı fonksiyonel beslenme, modern sağlık stratejilerinde önleyici ve tedavi edici bir yaklaşım olarak öne çıkmakta; bireyselleştirilmiş diyet modelleriyle entegre edildiğinde halk sağlığına yönelik sürdürülebilir çözümler sunmaktadır.

- 1 Öğr. Gör., Gıda, Tarım ve Hayvancılık MYO, Gıda İşleme Bölümü, Bingöl Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-1740-7152, e-mail: enbulut@bingol.edu.tr
- 2 Dr. Öğr. Üyesi, Gıda, Tarım ve Hayvancılık MYO, Gıda İşleme Bölümü, Bingöl Üniversitesi, ORCID: 0000-0002-9221-7826, e-mail: ndemir@bingol.edu.tr

## Giriş

İnsan vücudu, yalnızca insan hücrelerinden oluşan bir yapı olmayıp, aynı zamanda çok çeşitli mikroorganizmalarla birlikte varlığını sürdüren karmaşık bir ekosistemi temsil etmektedir. Bu bağlamda, insan vücudunda yaşayan tüm mikroorganizmaların oluşturduğu topluluğa “mikrobiyota”, bu mikroorganizmaların taşıdığı toplam genetik materyale ise “mikrobiyom” adı verilmektedir. Günümüzde insan organizması, yaklaşık olarak %10’u insan hücrelerinden, %90’ı ise mikrobiyal hücrelerden oluşan bir süperorganizma olarak tanımlanmaktadır (Belkaid & Hand, 2014; Karatay, 2019).

İnsan mikrobiyotası; başta bakteriler olmak üzere, virüsler, mantarlar ve çeşitli ökaryotik mikroorganizmaları içeren oldukça zengin ve çeşitlilik arz eden bir yapıdır. Bu mikroorganizmalar, insan sağlığı üzerinde yapısal ve işlevsel birçok etkiye sahiptir. Bu kapsamda, 2008 yılında başlatılan İnsan Mikrobiyom Projesi (Human Microbiome Project, HMP), insan mikrobiyotasını oluşturan mikroorganizmaların dağılımını, evrimsel özelliklerini ve bu dağılımı etkileyen çevresel ve genetik faktörleri incelemeyi amaçlamaktadır. Projenin temel hedeflerinden biri, insan beslenme gereksinimlerini daha iyi anlamak ve mikrobiyom temelli yaklaşımlarla gıda üretimi, tüketimi ve dağıtım süreçlerine yönelik stratejik hedefler geliştirmektir (Tuğ et al., 2002). Bugüne kadar yapılan çalışmalar sonucunda, insan mikrobiyotasında 10.000’den fazla bakteri ve mantar türü ile 3.000’i aşkın virüs türü tespit edilmiştir (Tuğ et al., 2002; Karatay, 2019).

Mikrobiyota, insan sağlığı ve hastalık durumlarında önemli roller üstlenmektedir. Sindirim sistemi, geniş yüzey alanı ve zengin besin içeriği sayesinde mikrobiyal kolonizasyon için elverişli bir ortam sunmakta olup, özellikle kolon, vücutta bulunan mikroorganizmaların %70’inden fazlasını barındırmaktadır (Whitman et al., 1998; Karatay, 2019). Bunun yanı sıra; deri, genitoüriner sistem ve solunum sistemi gibi diğer bölgeler de mikrobiyota için uygun yaşam alanlarıdır. İnsan sindirim sistemi mikrobiyotası, yaşamın çok erken dönemlerinde, hatta intrauterin dönemde şekillenmeye başlamaktadır. Bu mikrobiyal yerleşim süreci, doğum şekli, beslenme türü, çevresel maruziyetler ve genetik faktörler gibi birçok etkene bağlı olarak şekillenmekte ve bireyin yaşam boyu sağlık durumunu etkileyen önemli bir biyolojik temeli oluşturmaktadır (Karatay, 2019).

## Fonksiyonel besinlerin tanımı ve sağlık üzerindeki etkileri

Günümüzde bireylerin sağlık bilincinin artması, yaşam süresinin uzaması ve kronik hastalıkların yaygınlaşması, yalnızca temel besin ihtiyaçlarını karşılayan değil, aynı zamanda sağlık üzerinde olumlu etkileri olan besinlerin

önemini artırmıştır. Bu bağlamda, fonksiyonel besinler; hem besleyici özellikleri hem de içerdiği biyoaktif bileşenler ile fizyolojik fonksiyonları destekleyen, hastalıkların önlenmesi ve sağlığın korunmasında etkili olan gıdalar olarak tanımlanmaktadır (Özkaya, 2021; Akçay & Yılmaz, 2019).

### ***Fonksiyonel besinlerin tanımı ve sınıflandırılması***

Fonksiyonel besinler, doğal formunda biyoaktif bileşen içeren ya da teknolojik işlemlerle zenginleştirilmiş gıdalar olabilir. Amerikan Diyetetik Akademisi'ne göre bu besinler üç ana grupta sınıflandırılabilir:

1. Doğal olarak biyoaktif bileşen içeren geleneksel gıdalar (ör. sebze, meyve, süt ürünleri)
2. Biyoaktif bileşenlerle zenginleştirilmiş modifiye ürünler (ör. Omega-3 ilaveli yumurta)
3. Sentezlenen besin bileşenleri (ör. prebiyotik lifler) (Crowe & Francis, 2013).

Fonksiyonel besin kavramı ilk kez 1980'lerde Japonya'da "FOSHU" yasasıyla yasal temele oturtulmuş, Avrupa'da ise FUFÖSE girişimiyle bilimsel çerçevesi çizilmiştir (Iwatani & Yamamoto, 2019; Castillo et al., 2018).

### ***Fonksiyonel besinlerin sağlık üzerine etkileri***

Fonksiyonel besinlerin düzenli tüketimi; antioksidan, antiinflamatuvar, antihipertansif, antitoksik, antialerjik, antikarsinojenik ve immünomodülatör etkiler sağlayabilmektedir (Özkaya, 2021). Bu etkiler hem bitkisel hem hayvansal kaynaklı fonksiyonel besinler aracılığıyla sağlanabilir.

#### ***Bitkisel kaynaklı fonksiyonel besinler:***

Bitkisel fonksiyonel bileşenlerin başında flavonoidler, polifenoller, izoflavonlar, karotenoidler ve lignanlar yer almaktadır. Bu bileşikler; oksidatif stresi azaltarak kanser, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet ve osteoporoz gibi kronik hastalıklara karşı koruma sağlamaktadır (Çiçek, 2016; Yalçın, 2016).

#### ***Örneğin:***

- Domates, likopen içeriği sayesinde kardiyovasküler hastalık ve prostat kanserine karşı koruyucu etki sağlar (Dalbeni et al., 2018).
- Soya, izoflavonlar ve fitosteroller aracılığıyla menopoz semptomlarını azaltır, LDL kolesterolü düşürür.

- Çay, flavonoid içeriği ile antioksidan etki göstererek hipertansiyon ve osteoporoz riskini azaltır (Greyling et al., 2014).
- Zeytinyağı, oleik asit ve fenolik bileşenleri ile kalp-damar sağlığına katkı sağlar (Guasch-Ferré et al., 2014).
- Keten tohumu, lignanlar ve omega-3 içeriğiyle hormonal kanserlerde koruyucu rol oynar (Goyal et al., 2014).

#### *Hayvansal kaynaklı fonksiyonel besinler:*

Hayvansal kökenli fonksiyonel besinler arasında balık, fermente süt ürünleri ve kırmızı et öne çıkmaktadır.

- Balık ve balık yağı, omega-3 yağ asitleri sayesinde kardiyovasküler riskleri azaltır, antienflamatuvar etki gösterir (Schunck et al., 2018).
- Fermente süt ürünleri (yoğurt, kefir, peynir); probiyotik içeriği sayesinde bağırsak sağlığını destekler, kolesterolü düşürür (Bermudez-Brito et al., 2012; García-Burgos et al., 2020).
- Kırmızı et, CLA (konjuge linoleik asit) içeriğiyle yağ metabolizmasını etkileyerek obeziteye karşı koruyucu rol oynayabilir (Kaur & Das, 2011).

Fonksiyonel besinlerin, hem hastalıkların önlenmesinde hem de sağlık düzeyinin artırılmasında önemli rol oynadığı bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Bu nedenle bireylerin bu besinleri bilinçli ve yeterli miktarda tüketmesi önerilmektedir. Ayrıca, sağlık profesyonellerinin bu konuda eğitilmesi, kamuoyunun doğru bilgilendirilmesi ve bilimsel çalışmalarla desteklenen beslenme politikalarının geliştirilmesi önem arz etmektedir (Akçay & Yılmaz, 2019; Özkaya, 2021).

#### **Bağırsak mikrobiyotası ve sistemik sağlık ilişkisi**

Fonksiyonel besinler; yalnızca temel besin öğelerini karşılamakla kalmayıp, içerdiği biyoaktif bileşenler sayesinde sağlığı koruyucu ve hastalık riskini azaltıcı etki gösteren gıdalardır (Özkaya, 2021). Bu besinler, doğal formunda aktif bileşen içerebildiği gibi, teknolojik yöntemlerle zenginleştirilmiş veya probiyotik, prebiyotik gibi bileşenlerle işlevsellik kazanmış olabilir (Crowe & Francis, 2013).

#### **Bitkisel ve hayvansal fonksiyonel besinler**

Fitokimyasallar (flavonoidler, karotenoidler, fenolik bileşikler) meyve ve sebzelerde bulunur ve özellikle oksidatif stresin baskılanmasında etkilidir (Çiçek, 2016).

Prebiyotikler (soğan, sarımsak, muz, yulaf) kolona ulaşarak faydalı bakterilerin büyümesini destekler (Al-Sheraji et al., 2013).

Fermente süt ürünleri probiyotik içeriği sayesinde bağırsak mikrobiyotasını dengeleyerek sindirim ve bağışıklık sistemlerini olumlu etkiler (García-Burgos et al., 2020).

Omega-3 içeriği yüksek deniz ürünleri kalp damar sağlığını koruyucu etkiler gösterir (Schunck et al., 2018).

### **Mikrobiyota ve fonksiyonel besin ilişkisi**

Fonksiyonel besinlerin sağlık üzerindeki etkilerinin önemli bir kısmı bağırsak mikrobiyotası aracılığıyla gerçekleşmektedir. Mikrobiyota; bireyin doğum şekli, beslenme biçimi, çevresel etmenler ve ilaç kullanımı gibi pek çok faktörden etkilenmekte ve özellikle prebiyotik, probiyotik, sinbiyotik ve lif içeriği yüksek fonksiyonel besinlerle şekillenmektedir (Özdemir & Demirel, 2017).

Yüksek lifli diyetlerin, mikrobiyotadaki Firmicutes/Bacteroidetes oranını dengelediği, probiyotiklerin ise Lactobacillus ve Bifidobacterium türlerinin sayısını artırarak bağırsak sağlığını iyileştirdiği gösterilmiştir (Dao & Clément, 2018). Özellikle obez bireylerde mikrobiyota dengesizliği (disbiyozis), inflamasyonun artmasına ve metabolik bozukluklara neden olabilir (Isolauri, 2017).

### **Fonksiyonel besinlerin obezite üzerindeki rolü**

Fonksiyonel besinler obezite ile mücadelede önemli bir destekleyici unsur olarak görülmektedir. Lif içeriği yüksek, prebiyotik ve probiyotik besinler mikrobiyotayı düzenleyerek yağ metabolizmasını etkileyebilir. Ayrıca, bazı çalışmalarda, sinbiyotiklerin (prebiyotik + probiyotik kombinasyonu) obezite tedavisinde daha etkili olabileceği gösterilmiştir (Davis, 2016). Bariatrik cerrahi ve fekal transplantasyon gibi müdahaleler de mikrobiyotayı yeniden şekillendirerek kilo kontrolüne yardımcı olabilmektedir (Uzdil & Saka, 2018).

### **Prebiyotik, probiyotik ve postbiyotik beslenme stratejileri**

Günümüzde fonksiyonel beslenme yaklaşımları içerisinde prebiyotik, probiyotik ve postbiyotik bileşenlerin sağlık üzerindeki etkileri giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu stratejiler, sadece sindirim sağlığını değil, aynı zamanda metabolik hastalıklar, bağışıklık sistemi ve hatta cilt sağlığı gibi birçok alanda da olumlu sonuçlar doğurmaktadır (Tomasik & Tomasik, 2020).

### ***Probiyotikler***

Probiyotikler, yeterli miktarda alındığında konakçıya sağlık yararı sağlayan canlı mikroorganizmalardır. En sık kullanılan probiyotik mikroorganizmalar arasında *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* ve bazı maya türleri yer almaktadır. Probiyotiklerin faydaları yalnızca gastrointestinal sistemle sınırlı kalmayıp, cilt, ürogenital sistem ve hava yollarında da etkili olabilecekleri gösterilmiştir. Güncel araştırmalar, probiyotiklerin obezite, tip 2 diyabet, irritabl bağırsak sendromu, atopik dermatit ve bazı karaciğer hastalıkları gibi sistemik rahatsızlıkların önlenmesi veya yönetilmesinde etkili olabileceğini ortaya koymuştur (Hill et al., 2014).

### ***Prebiyotikler***

Geleneksel tanımında prebiyotikler; gastrointestinal mikrobiyotayı olumlu yönde etkileyen, konakçı tarafından sindirilemeyen bileşiklerdir. Ancak ISAPP tarafından 2016'da yapılan güncellemeyle bu tanım, vücutta herhangi bir bölgede mikrobiyotayı seçici olarak uyararak sağlık yararı sağlayan substratlar olarak genişletilmiştir (Gibson et al., 2017).

Prebiyotik bileşenler arasında inülin, fruktooligosakkaritler (FOS), galaktooligosakkaritler (GOS), dirençli nişasta, beta-glukanlar ve bazı polifenoller bulunmaktadır. Özellikle tahıl kaynaklı prebiyotikler (arpa, yulaf, mısır) çözünür ve çözünmez lifler, FOS ve GOS içeriği sayesinde hem bağırsak florasını desteklemekte hem de glisemik kontrol ve kolesterol regülasyonunda etkili olmaktadır. Ayrıca bu tür liflerin Firmicutes/Bacteroidetes dengesini düzelttiği ve obezite riskini azalttığı da gösterilmiştir (Gibson et al., 2017).

### ***Postbiyotikler***

Postbiyotikler, probiyotiklerin fermantasyonu sonucunda oluşan ve doğrudan biyolojik aktivite gösteren bileşiklerdir. Bunlar arasında organik asitler (laktik asit), enzimler, bakteriyel hücre duvarı bileşenleri, peptitler, kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) ve vitaminler yer almaktadır. Postbiyotiklerin antiinflamatuvar, immunmodülatör, antihipertansif ve antioksidan etkileri olduğu bildirilmiştir (Aguilar-Toala et al., 2018).

Tahıl kaynaklarının laktik asit bakterileriyle (LAB) fermantasyonu sonucunda elde edilen postbiyotik ürünler, B grubu vitaminlerin (B1, B2, B3, B9, B12) biyoyararlılığını artırmakta ve bazı mineral (Fe, Zn, Ca) emilimlerini de desteklemektedir (Capozzi et al., 2012). Ayrıca, çölyak hastalarında zararlı gliadin peptitlerinin LAB fermantasyonu ile etkisizleştirilmesi yönünde olumlu sonuçlar alınmıştır (Sarno et al., 2014).

### *Beslenme stratejilerinde uygulama örnekleri*

**Gastrointestinal sistem:** Bifidobacterium lactis Bb-12 ile fermente edilmiş yulaf bazlı ürünlerin bağırsağa kolonize olduğu ve akut gastroenterit süresini kısalttığı bildirilmiştir.

**Cilt sağlığı:** FOS, beta-glukan gibi prebiyotikler cilt pH'ını dengeleyerek dermatolojik hastalıklara karşı koruyuculuk sağlar.

**Ürogenital sistem:** Prebiyotiklerin ağız yoluyla alınması, vajinal ve üriner sistem mikrobiyotasını dolaylı yoldan olumlu etkileyebilir.

**Metabolik hastalıklar:** Prebiyotik lif ve polifenol açısından zengin tahıl ve sebze bazlı diyetler HbA1c, LDL-kolesterol ve vücut yağ oranında düşüş sağlamaktadır.

Metabolik hastalıklar, günümüzde halk sağlığı açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu hastalıklar arasında obezite, tip 2 diyabet, hipertansiyon ve karaciğer yağlanması gibi bozukluklar yer almaktadır. Son dönem araştırmalar, bu hastalıkların ortaya çıkışında bağırsak mikrobiyotasındaki dengesizliklerin (disbiyozis) önemli rol oynadığını göstermektedir (Li et al., 2021). Bu bağlamda prebiyotik, probiyotik, sinbiyotik ve postbiyotikler (PPSP); bağırsak mikrobiyotasını modüle ederek metabolik hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde umut vadeden stratejiler arasında yer almaktadır.

Probiyotikler, yeterli miktarda alındığında konakçı sağlığına fayda sağlayan canlı mikroorganizmalardır. Lactobacillus ve Bifidobacterium türleri en yaygın kullanılan probiyotiklerdendir. Bu mikroorganizmalar, obezite ve insülin direnci üzerinde olumlu etkilere sahiptir. Örneğin, çoklu canlı suş içeren probiyotik kombinasyonları, tekli liyofilize (dondurularak kurutulmuş) suşlara kıyasla daha güçlü anti-obezite etkileri göstermektedir (Li et al., 2021).

Ayrıca, probiyotiklerin bağırsak bariyer fonksiyonunu iyileştirdiği, inflamatuvar sitokinleri azalttığı ve GLP-1, IL-10 gibi metabolik regülasyonu sağlayan proteinlerin ifadesini artırdığı gösterilmiştir. Laktik asit bakterileri, barsakta Akkermansia, Lactobacillus, Bifidobacterium gibi yararlı mikroorganizmaların çoğalmasını teşvik ederken, Yersinia gibi zararlı bakterilerin büyümesini engelleyebilir.

Probiyotikler, sindirilmeyen karbonhidratlar olup faydalı bakterilerin çoğalmasını teşvik eder. İnülin, oligofruktoz, dirençli nişasta ve polisakkaritler gibi prebiyotikler, kısa zincirli yağ asitleri (SCFA) üretimini artırarak glukoz ve lipid metabolizmasını iyileştirir (Li et al., 2021).

Örneğin, mısır nişastasından elde edilen dirençli dekstrin, Akkermansia ve Prevotella türlerinin artmasına neden olarak insülin duyarlılığını ve karaciğer yağlanması azaltabilir. Benzer şekilde, sarımsak ve arpa gibi besinlerde bulunan prebiyotikler Firmicutes/Bacteroidetes oranını dengeleyerek obezite riskini azaltabilir.

Postbiyotikler, canlı mikroorganizmaların metabolik ürünleri veya inaktif formlarıdır. En bilinen postbiyotiklerden biri olan butirat, barsak epitel bariyerini güçlendirir, inflamasyonu azaltır ve bağışıklık sistemini düzenler. Ayrıca muramil dipeptit gibi bileşenlerin, *NOD2-IRF4* yollarını aktive ederek insülin direncini hafiflettiği gösterilmiştir (Li et al., 2021). Postbiyotikler, doğrudan metabolik yanıtları düzenlemenin yanı sıra, *AMPK*, *TLR2*, *GPR43* gibi hücrel sinyal yollarını aktive ederek enerji homeostazında rol oynarlar.

### **Bireyselleştirilmiş diyet modelleri: Genetik ve epigenetik etkileşim**

Günümüzde kronik hastalıkların önlenmesi ve yönetiminde bireye özgü beslenme yaklaşımları öne çıkmaktadır. Bu doğrultuda gelişen bireyselleştirilmiş diyet modelleri, bireyin genetik yapısı, epigenetik profili, yaşam tarzı ve mikrobiyota kompozisyonu gibi birçok biyolojik ve çevresel faktörü dikkate alarak sağlık odaklı, etkili bir beslenme planı oluşturmayı amaçlamaktadır (Ordovas et al., 2018).

#### ***Nutrigenetik: Genetik varyasyonlara dayalı beslenme***

Nutrigenetik, bireyin genetik varyasyonlarına göre besin öğelerine verdiği biyolojik yanıtı inceleyen bir bilim dalıdır. Örneğin:

-FTO geni taşıyan bireylerde yüksek yağlı beslenme, obezite gelişme riskini artırabilir.

-MTHFR genindeki polimorfizmler folat metabolizmasını etkileyerek homosistein düzeylerini artırabilir, bu da kardiyovasküler hastalık riskini yükseltir (Corella & Ordovas, 2009).

Bu gibi varyasyonlara dayalı olarak geliştirilen diyet planları, bireyin genetik eğilimlerine uygun makro ve mikro besin dengesini hedefler.

#### ***Nutrigenomik ve epigenetik: Besinlerin gen ifadesi üzerindeki etkileri***

Nutrigenomik, besin bileşenlerinin gen ekspresyonu üzerindeki etkilerini araştırırken; epigenetik, DNA dizisini değiştirmeksizin genlerin açılıp kapanmasını etkileyen mekanizmaları inceler (ör. DNA metilasyonu, histon modifikasyonları, miRNA'lar) (Mathers, 2017).

Bazı önemli bulgular:

-Polifenoller, DNA metiltransferazlarını inhibe ederek tümör baskılayıcı genlerin ifadesini artırabilir.

-Folat, B12, kolin gibi besinler metil donörü olarak görev yaparak metilasyon dengesini etkileyebilir (Zeisel, 2009).

-Anne beslenmesi, fetal dönemde epigenetik düzenlemeleri etkileyerek yaşam boyu hastalık riskini programlayabilir (Burdge & Lillycrop, 2010).

### ***Epigenetik diyet yaklaşımları ve hastalıklarla ilişki***

Epigenetik mekanizmalar; obezite, tip 2 diyabet, kanser ve kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıkların gelişiminde önemli rol oynar. Bu nedenle bireylerin epigenetik profilleri dikkate alınarak hazırlanan diyetler, hastalık risklerinin azaltılmasında daha etkili sonuçlar verebilir.

### ***Örneğin:***

-Akdeniz diyeti, epigenetik düzeyde antiinflamatuvar gen ekspresyonunu destekler (Barbaresko et al., 2013).

-Ketojenik diyet, histon asetilasyonunu etkileyerek nöroprotektif genlerin ekspresyonunu artırabilir (Newman & Verdin, 2014).

### ***Geleceğin diyet modelleri: Kişiselleştirilmiş, çok katmanlı ve veri tabanlı***

Bireyselleştirilmiş beslenme, sadece genetik veriye değil; epigenetik işaretlere, mikrobiyota yapısına, kan parametrelerine, fiziksel aktiviteye ve çevresel maruziyetlere göre de şekillenmelidir. Bu kapsamda kullanılan teknolojiler:

- Genom ve epigenom analizi
- Mikrobiyom profillemesi
- Dijital sağlık takibi (giyilebilir teknolojiler)
- Yapay zekâ destekli beslenme algoritmaları

Bu verilerin bir araya getirilmesiyle geliştirilen modeller, kişiye özel diyet reçeteleri oluşturmayı ve bireysel hastalık risklerinin önlenmesini mümkün kılmaktadır (Zeevi et al., 2015).

### **Fonksiyonel beslenmede klinik uygulamalar ve vaka örnekleri**

Günümüzde beslenme bilimi, yalnızca temel enerji ve besin ögesi gereksinimlerini karşılamanın ötesine geçerek, hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde aktif rol alan fonksiyonel besinlerin kullanımına yönelmiştir.

Fonksiyonel besinler, fizyolojik etkileri kanıtlanmış bileşenleri sayesinde sağlık durumunu iyileştirme, bağışıklık sistemini güçlendirme ve hastalık riskini azaltma amacıyla kullanılmaktadır (Diplock et al., 1999; Gülşen & Bulut, 2021). Klinik uygulamalarda, bu besinlerin bireysel hastalık tablolarına uygun şekilde değerlendirilmesi önemlidir.

### ***Fonksiyonel beslenmenin klinik uygulama alanları***

#### ***a) Gastrointestinal sistem hastalıkları***

Fonksiyonel besinler, özellikle prebiyotik ve probiyotik içerikleri sayesinde bağırsak mikrobiyotasının dengelenmesinde önemli rol oynar. İrritabl Bağırsak Sendromu (IBS) olan bireylerde probiyotik içeren yoğurt, kefir ve sinbiyotik takviyeler gastrointestinal semptomları azaltabilir (Ford et al., 2014). Çölyak hastalığında, glütensiz fonksiyonel tahıllar (ör. kinoa, amarant) ve fermente gıdalar inflamasyonu azaltmaya yardımcı olabilir (Sarno et al., 2014).

#### ***b) Kardiyometabolik hastalıklar***

Fonksiyonel gıdaların hipokolesterolemik, antihipertansif ve glisemik kontrol sağlayıcı etkileri klinik uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır: Omega-3 yağ asitleri, trigliserid düzeylerini düşürür ve kalp ritmini düzenler (Schwingshackl & Hoffmann, 2014). Beta-glukan içeren yulaf ve arpa, LDL kolesterolü düşürürken insülin duyarlılığını artırır. Zeytinyağı ve polifenol bakımından zengin Akdeniz diyeti, hipertansiyon ve tip 2 diyabet yönetiminde kullanılmaktadır (Estruch et al., 2018).

#### ***c) Onkoloji***

Fonksiyonel bileşenlerin antikarsinojenik özellikleri nedeniyle onkolojik hastalarda destekleyici olarak kullanılmaktadır: Likopen (domates) ve izotiyosiyanat (brokoli, lahanası) gibi fitokimyasallar, hücre döngüsünü regüle eder ve tümör baskılayıcı genlerin ekspresyonunu destekler (Vauzour et al., 2010). Fermente gıdalar, kemoterapi sonrası oluşabilecek bağırsak toksisitesine karşı koruyucu olabilir.

#### ***d) Nörolojik ve psikiyatrik hastalıklar***

Fonksiyonel besinler beyin-gut eksenini üzerinden nörolojik sağlığı da etkiler: Triptofan ve B12 vitamini içeren gıdalar, serotonin üretimi ve nörotransmitter dengesi için önemlidir. Probiyotik takviyeler, depresyon, anksiyete ve bilişsel fonksiyon bozukluklarında potansiyel terapötik ajanlar olarak araştırılmaktadır (Wallace & Milev, 2017).

### *Klinik uygulamalarda vaka örnekleri*

#### *Vaka 1: Obezite ve mikrobiyota odaklı müdahale*

30 yaşında, BMI 33 olan bir kadın hastada mikrobiyota analizi yapılmış ve Firmicutes/Bacteroidetes oranında bozulma saptanmıştır. Hastaya yüksek lifli diyet, prebiyotik içeren arpa ve soğan gibi gıdalar, probiyotik destek (L. rhamnosus GG) ve düzenli fiziksel aktivite önerilmiştir. 12 haftalık takipte BMI 30'a düşmüş, glikoz toleransı iyileşmiş ve CRP düzeyinde azalma gözlenmiştir (Dao & Clément, 2018).

#### *Vaka 2: Tip 2 Diyabet ve fonksiyonel karbonhidratlar*

Tip 2 diyabet tanılı 55 yaşındaki bir erkek hastaya, glisemik indeks kontrolü amacıyla yulaf bazlı beta-glukan içeren fonksiyonel gıdalar, keten tohumu ve sirke ilaveli salatalar önerilmiştir. 3 aylık takipte HbA1c %7,2'den %6,5'e düşmüş, ilaç dozlarında azaltma yapılmıştır (Johnston et al., 2010).

#### *Vaka 3: İBS tanılı bireyde probiyotik uygulama*

35 yaşındaki kadın hasta, şişkinlik, ishal ve karın ağrısı şikayetleriyle başvurmuştur. Düşük FODMAP diyetine ek olarak günlük probiyotik (B. infantis 35624) desteği verilmiş; 6 hafta içinde semptomlarda %60 azalma bildirilmiştir (Whorwell et al., 2006).

### **Sonuç**

Fonksiyonel beslenme yaklaşımları, modern beslenme biliminin temel paradigmasını değiştirerek bireyin sağlık durumuna, genetik ve epigenetik yapısına, mikrobiyota profiline ve metabolik ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş bir beslenme modelini gündeme getirmiştir. Özellikle prebiyotik, probiyotik ve postbiyotik bileşenlerin yer aldığı fonksiyonel gıdalar, gastrointestinal sistemin ötesinde bağışıklık, kardiyometabolik sağlık, nöropsikiyatrik denge ve hatta gen ekspresyonu üzerinde etkili olabilecek potansiyele sahiptir.

Bağırsak mikrobiyotası ile fonksiyonel beslenme arasındaki karşılıklı etkileşim, bu alanın en dikkat çekici boyutlarından birini oluşturmaktadır. Mikrobiyota, bireyin tükettiği besinleri metabolize ederek biyoaktif bileşikler (örneğin kısa zincirli yağ asitleri, nörotransmitter öncüleri, vitaminler) üretmekte; aynı zamanda bu besin bileşenleri mikrobiyotanın çeşitliliğini ve kompozisyonunu doğrudan etkilemektedir. Prebiyotik lifler, polifenoller, fermente ürünler ve sinbiyotik takviyeler, bu etkileşimi olumlu yönde düzenleyen temel bileşenler arasında yer almaktadır.

Klinik uygulamalarda ise fonksiyonel besinlerin, obezite, tip 2 diyabet, irritabl bağırsak sendromu, dislipidemi ve bazı nörolojik bozuklukların

yönetiminde destekleyici bir araç olarak kullanıldığı çok sayıda vaka ve araştırma ile gösterilmiştir. Ayrıca nutrigenetik ve epigenetik veriler ışığında bireyselleştirilmiş diyetlerin planlanması, fonksiyonel beslenmenin hastalıkların önlenmesi ve sağlığın sürdürülmesindeki etkinliğini artırmaktadır.

Sonuç olarak, fonksiyonel beslenme ve mikrobiyota ilişkisini merkeze alan bütüncül yaklaşımlar, önleyici ve tedavi edici sağlık stratejilerinin önemli bir parçası haline gelmiştir. Gelecekte, mikrobiyota profillemesi, genetik analizler ve dijital takip sistemleri ile desteklenen kişiselleştirilmiş fonksiyonel diyet uygulamalarının, klinik beslenme pratiğinde daha yaygın ve etkili biçimde yer alması beklenmektedir.

## Kaynaklar

- Aguilar-Toala, J. E., Garcia-Varela, R., Garcia, H. S., Mata-Haro, V., González-Córdova, A. F., Vallejo-Cordoba, B., & Hernández-Mendoza, A. (2018). Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. *Trends in Food Science ve Technology*, 75, 105–114. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.03.009>
- Akçay, B., & Yılmaz, H. Ö. (2019). Bazı fonksiyonel besinlerin sağlık üzerindeki koruyucu etkileri. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(2), 9–17.
- Al-Sheraji, S. H., Ismail, A., Manap, M. Y., Mustafa, S., Yusof, R. M., & Hassan, F. A. (2013). Prebiotics as functional foods: A review. *Journal of Functional Foods*, 5(4), 1542–1553. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.08.009>
- Barbaresko, J., Koch, M., Schulze, M. B., & Nöthlings, U. (2013). Dietary pattern analysis and biomarkers of low-grade inflammation: a systematic literature review. *Nutrition Reviews*, 71(8), 511–527. <https://doi.org/10.1111/nure.12035>
- Belkaid, Y., & Hand, T. W. (2014). Role of the microbiota in immunity and inflammation. *Cell*, 157(1), 121–141. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.03.011>
- Bermudez-Brito, M., Plaza-Díaz, J., Muñoz-Quezada, S., Gómez-Llorente, C., & Gil, A. (2012). Probiotic mechanisms of action. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 61(2), 160–174. <https://doi.org/10.1159/000342079>
- Burdge, G. C., & Lillycrop, K. A. (2010). Nutrition, epigenetics, and developmental plasticity: Implications for understanding human disease. *Annual Review of Nutrition*, 30, 315–339. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.012809.104751>
- Capozzi, V., Russo, P., Duenas, M. T., López, P., & Spano, G. (2012). Lactic acid bacteria producing B-group vitamins: A great potential for functional cereals products. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 96, 1383–1394. <https://doi.org/10.1007/s00253-012-4440-2>
- Castillo, M., Iriondo-DeHond, A., & Martirosyan, D. M. (2018). Are functional foods essential for sustainable health? *Annals of Nutrition and Food Science*, 2(1), 1015.
- Corella, D., & Ordovas, J. M. (2009). Nutrigenomics in Cardiovascular Medicine. *Circ Cardiovasc Genet*, 2, 637–651. DOI: 10.1161/CIRCGENETICS.109.891366
- Crowe, K. M., & Francis, C. (2013). Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Functional foods. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 113(8), 1096–1103. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2013.06.002>
- Çiçek, B. (2016). Fitokimyasallar ve immün sistem. *Türkiye Klinikleri Beslenme ve Diyetetik*, 2(2), 36–41.
- Dalbeni, A., Treggiari, D., Tagetti, A., Bevilaqua, M., Bonafini, S., Montagnana, M., ... & Fava, C. (2018). Positive effects of tomato paste on vascular

- function after a fat meal in male healthy subjects. *Nutrients*, 10(9), 1310. DOI: 10.3390/nu10091310
- Dao, M. C., & Clément, K. (2018). Gut microbiota and obesity: Concepts relevant to clinical care. *European journal of internal medicine*, 48, 18-24. Doi: 10.1016/j.cjim.2017.10.005
- Davis, C. D. (2016). The gut microbiome and its role in obesity. *Nutrition Today*, 51(4), 167–174. DOI: 10.1097/NT.0000000000000167
- Diplock, A. T., Aggett, P. J., Ashwell, M., Bornet, F., Fern, E. B., & Roberfro- id, M. B. (1999). Scientific concepts of functional foods in Europe: Con- sensus document. *British Journal of Nutrition*, 81(S1), 1–27. <https://doi.org/10.1017/S0007114599000471>
- Estruch, R., Ros, E., Salas-Salvadó, J., Covas, M. I., Corella, D., Arós, F., ... & Martínez-González, M. A. (2018). Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet supplemented with extra-virgin olive oil or nuts. *New England journal of medicine*, 378(25), e34. <https://doi.org/10.1056/NEJMoal800389>
- Ford, A. C., Harris, L. A., Lacy, B. E., Quigley, E. M. M. & Moayyedi, P. (2018). Systematic review with meta-analysis: the efficacy of prebiotics, probiotics, synbiotics and antibiotics in irritable bowel syndrome. *Alimentary Pharmacology and Therapeutics*, 348, g1697. <https://doi.org/10.1111/apt.15001>
- García-Burgos, M., Moreno-Fernández, S., Alférez, M. J. M., Díaz-Castro, J., & López-Aliaga, I. (2020). New perspectives in fermented dairy products and their health relevance. *Journal of Functional Foods*, 72, 104059. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104059>
- Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Sal- minen, S. J., ... & Reid, G. (2017). Expert consensus document: The In- ternational Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 14(8), 491-502. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>
- Goyal, A., Sharma, V., Upadhyay, N., Gill, S., & Sihag, M. (2014). Flax and flaxseed oil: An ancient medicine and modern functional food. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 1633–1653. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1247-9>
- Greyling, A., Ras, R. T., Zock, P. L., Lorenz, M., & Hopman, M. T. (2014). The effect of black tea on blood pressure: A systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. *PLOS ONE*, 9(7), e103247. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103247>
- Guasch-Ferré, M., Hu, F. B., Martínez-González, M. A., Fitó, M., Bulló, M., & Salas-Salvadó, J. (2014). Olive oil intake and risk of cardiovascular di-

- sease and mortality in the PREDIMED Study. *BMC Medicine*, 13, 123. <http://www.biomedcentral.com/1741-7015/12/78>
- Gülşen, M., & Bulut, S. (2021). Fonksiyonel gıdaların sağlık üzerine etkileri. *Beslenme ve Diyetetik Dergisi*, 49(2), 123–130.
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., ... & Sanders, M. E. (2014). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 11(8), 506-514. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2014.66>
- Isolauri, E. (2017). Microbiota and obesity. In J. Versalovic (Ed.), *Functional aspects in health and disease* (pp. 95–106). Elsevier.
- Iwatani, S., & Yamamoto, N. (2019). Functional food products in Japan: A review. *Food Science and Human Wellness*, 8(2), 96–101. <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.03.011>
- Johnston, C. S., Kim, C. M., & Buller, A. J. (2010). Vinegar ingestion at mealtime reduced fasting blood glucose concentrations in healthy adults at risk for type 2 diabetes. *Journal of Functional Foods*, 2(1), 23–27. DOI: 10.1016/j.jff.2013.08.003
- Karatay, E. (2019). Mikrobiyata, probiyotik ve prebiyotikler. *Anadolu Güncel Tıp Dergisi*, 1(3), 68-71. <https://doi.org/10.38053/agtd.529392>
- Kaur, S., & Das, M. (2011). Functional foods: An overview. *Food Science and Biotechnology*, 20(4), 861–875. <https://doi.org/10.1007/s10068-011-0121-7>
- Li, H. Y., Zhou, D. D., Gan, R. Y., Huang, S. Y., Zhao, C. N., Shang, A. O., ... & Li, H. B. (2021). Effects and mechanisms of probiotics, prebiotics, synbiotics, and postbiotics on metabolic diseases targeting gut microbiota: A narrative review. *Nutrients*, 13(9), 3211. <https://doi.org/10.3390/nut13093211>
- Mathers, J. C. (2017). Nutrigenomics in the modern era. *Proceedings of the Nutrition Society*, 76(3), 265–275. DOI: 10.1017/S002966511600080X
- Newman, J. C., & Verdin, E. (2014). Ketone bodies as signaling metabolites. *Trends in Endocrinology and Metabolism*, 25(1), 42–52. <https://doi.org/10.1016/j.tem.2013.09.002>
- Ordovas, J. M., Ferguson, L. R., Tai, E. S., & Mathers, J. C. (2018). Personalised nutrition and health. *BMJ*, 361, k2173. <https://doi.org/10.1136/bmj.k2173>
- Özdemir, A., & Demirel, B. (2017). Beslenme ve mikrobiyota ilişkisi. *Journal of Biotechnology and Strategic Health Research*, 1, 25–33.
- Özkaya, Ş. Ö. (2021). Yaşam kalitesi ve fonksiyonel besinler. *Fenerbahçe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 62–68.
- Sarno, M., Lania, G., Cuomo, M., Nigro, F., Passannanti, F., Budelli, A., ... & Nanayakkara, M. (2014). *Lactobacillus paracasei* CBA L74 in-

- terferes with gliadin peptides entrance in Caco-2 cells. *International Journal of food sciences and nutrition*, 65(8), 953-959. DOI: 10.3109/09637486.2014.940283
- Schunck, W. H., Konkel, A., Fischer, R., & Weylandt, K. H. (2018). Therapeutic potential of omega-3 fatty acid-derived epoxyeicosanoids in cardiovascular and inflammatory diseases. *Pharmacology ve Therapeutics*, 183, 177–204. 10.1016/j.pharmthera.2017.10.016
- Schwingshackl, L., & Hoffmann, G. (2014). Monounsaturated fatty acids, olive oil and health status: A systematic review and meta-analysis of cohort studies. *British Journal of Nutrition*, 112(5), 761–770. DOI: 10.1186/1476-511X-13-154
- Tomasik, P., & Tomasik, P. (2020). Probiotics, non-dairy prebiotics and postbiotics in nutrition. *Applied Sciences*, 10(4), 1470. <https://doi.org/10.3390/app10041470>
- Tuğ, A., Hancı, İ. H., & Balseven, A. (2002). İnsan genom projesi: Umut mu, kabus mu? *Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi*, 11, 56–57.
- Uzdil, Z., & Saka, M. (2018). Bariatrik cerrahi uygulamalarının mikrobiyota üzerine etkileri. *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 1(1), 38–44.
- Vauzour, D., Rodriguez-Mateos, A., Corona, G., Oruna-Concha, M. J., & Spencer, J. P. (2010). Polyphenols and human health: Prevention of disease and mechanisms of action. *Nutrients*, 2(11), 1106–1131. <https://doi.org/10.3390/nu2111106>
- Wallace, C. J., & Milev, R. (2017). The effects of probiotics on depressive symptoms in humans: a systematic review. *Annals of general psychiatry*, 16, 1-10. doi: 10.1186/s12991-017-0138-2
- Whitman, W. B., Coleman, D. C., & Wiebe, W. J. (1998). Prokaryotes: The unseen majority. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(12), 6578–6583. <https://doi.org/10.1073/pnas.95.12.6578>
- Whorwell, P. J., Altringer, L., Morel, J., Bond, Y., Charbonneau, D., O'Mahony, L., & Kiely, B. (2006). Efficacy of an encapsulated probiotic *Bifidobacterium infantis* 35624 in women with irritable bowel syndrome. *Gut*, 55(3), 367–373. <https://doi.org/10.1136/gut.2005.074112>
- Yalçın, H. (2016). Beslenme ve diyetetik açısından fonksiyonel bileşenler. *Türkiye Klinikleri*, 4(2), 20–25.
- Zeevi, D., Korem, T., Zmora, N., Israeli, D., Rothschild, D., Weinberger, A., ... & Segal, E. (2015). Personalized nutrition by prediction of glycemic responses. *Cell*, 163(5), 1079-1094. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2015.11.001>
- Zeisel, S. H. (2009). Importance of methyl donors during reproduction. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 89(2), 673S–677S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.2008.26811D>

## Çevresel Sağlık, İklim Değişikliği ve Alternatif Koruyucu Yaklaşımlar

Muhammed Fatih Hasar<sup>1</sup>

Ömer Faruk Başyigit<sup>2</sup>

### Özet

İklim değişikliği, 21. yüzyılın en büyük küresel sağlık tehditlerinden biri olarak kabul edilmekte ve çevresel sağlıkla doğrudan ilişkili çok boyutlu etkiler doğurmaktadır. Bu kapsamda, iklim değişikliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri yalnızca fiziksel rahatsızlıklarla sınırlı kalmayıp, ruhsal sağlık, çevresel adalet, sosyal eşitsizlikler ve gıda güvenliği gibi geniş bir spektrumda değerlendirilmektedir. Artan sıcaklık, hava kirliliği, su ve gıda kaynaklarının bozulması gibi etmenler bulaşıcı hastalıkların yayılmasına, zihinsel rahatsızlıkların artmasına ve toplumsal kırılganlıkların derinleşmesine neden olmaktadır. Bu etkiler karşısında doğa temelli çözümler, toplum tabanlı uyum mekanizmaları ve sağlık sistemlerinin iklime dirençli hale getirilmesi gibi bütüncül yaklaşımlar giderek önem kazanmaktadır. Ayrıca, sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu politikaların geliştirilmesi ve ulusal katkı beyanlarının bu doğrultuda entegre edilmesi, etkili bir müdahale süreci için elzemdir. Türkiye bağlamında ise iklim değişikliğinin sağlık politikalarına entegrasyonu ve disiplinler arası iş birliğinin artırılması öncelikli gereklilikler arasında yer almaktadır.

### Giriş

İklim değişikliği, 21. yüzyılın başlıca küresel sağlık riski olarak kabul edilmektedir (Watts et al., 2018). Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) verilerine göre, 3,6 milyar insan şu anda iklim değişikliğine karşı oldukça duyarlı bölgelerde yaşamaktadır ve 2030–2050 döneminde iklim değişikliği nedeniyle her yıl yaklaşık 250.000 ek ölüm olacağı öngörülmektedir (WHO,

1 Öğr. Gör., Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Çevre Sağlığı Programı, ORCID: 0000-0002-9496-3697, mfhasar@bingol.edu.tr

2 Öğr. Gör., Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Evde Hasta Bakımı Programı, ORCID: 0000-0003-2202-8648, ofbasyigit@bingol.edu.tr

2021). Bu çarpıcı gerçek, çevresel sağlık, iklim değişikliği ve koruyucu stratejiler arasındaki karmaşık bağlantıların derinlemesine kavranmasının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Çevresel sağlık, insanların yaşadığı doğal ortamı ifade eden ve ev, ulaşım, temizlik, temiz su erişimi ve kirlilik gibi unsurları içeren geniş bir kavramdır. Bu alan, insanların ve diğer canlıların sağlığını olumsuz etkileyen unsurları ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalar yürüten halk sağlığı disiplini. DSÖ, Avrupa Bölgesi tarafından yapılan tanımda çevresel sağlık, farklı çevresel faktörlerin doğrudan ve dolaylı etkilerini içeren bir kavram olarak değerlendirilmekte ve hem kimyasallar, radyasyon ve bazı biyolojik etmenlerin doğrudan sağlık üzerindeki etkilerine hem de konut, şehir gelişimi, arazi kullanımı ve ulaşım gibi daha kapsamlı bir çerçevede fiziksel, zihinsel, sosyal ve estetik çevrenin sağlık ve yaşam kalitesi üzerindeki etkilerine odaklanmaktadır (WHO, 2006).

İklim değişikliği, hava kalitesi, güvenilir içme suyu, yeterli gıda sağlama ve güvenli yaşam koşulları gibi sağlık açısından hayati unsurları olumsuz etkileyerek insanların yaşamını ve sağlığını tehdit eder (WHO, 2021). Bu etkilerin derecesi, bireylerin ve toplumların kırılganlık seviyesine bağlı olarak değişiklik gösterirken, düşük gelirli ülkeler ile savunmasız gruplar iklim değişikliğine karşı daha fazla tehlike altındadır (Kolaç, 2025). İklim değişikliğinin sağlık üzerindeki etkileri hem doğrudan hem de dolaylı biçimlerde ortaya çıkmakta; aşırı hava olayları anlık sağlık problemleri yaratırken, ekosistem ile sosyoekonomik yapıdaki değişiklikler bulaşıcı hastalıkların yayılma riski, gıda ve su güvenliği gibi konularda uzun vadeli tehditler oluşturabilmektedir (Watts et al., 2021).

Bu bağlamda, mevcut çalışmanın ana hedefi, iklim değişikliğinin çevresel sağlık üzerindeki etkilerini sistematik bir biçimde incelemek ve alternatif korunma yöntemlerini bilimsel bir temele dayandırarak değerlendirmektir. Çalışma, fiziksel ve psikolojik sağlık etkilerinden hassas gruplar ile çevresel adalet konularına, sürdürülebilirlik ve hava kirliliği meselelerinden doğaya dayalı çözümler ve yerel uygulamalara kadar geniş bir konu yelpazesini kapsamaktadır. Bunun yanı sıra, sağlık sistemlerinin iklim adaptasyonu ve uluslararası iş birliği çerçevesinde politika önerilerini inceleyerek bütünlükli yaklaşımların önemini ortaya koymaktadır.

### İklim Değişikliğinin Çevresel Sağlık Üzerine Etkileri

İklim değişikliğinin insan sağlığına olan etkileri, sıcaklık artışı, yağışlardaki değişimler, deniz seviyesinin yükselmesi ve daha sık ve şiddetli hava olayları gibi doğrudan etmenler ile su kalitesi, gıda kalitesi, ekosistem, tarım, sanayi,

yerleşim alanları ve ekonomik alanda gerçekleşen değişimlerden kaynaklanan dolaylı etmenler olarak iki ana grupta incelenebilir. Bu etkiler, mevcut sağlık tehditlerinin daha da artması ve yeni sağlık tehditlerinin ortaya çıkmasıyla kendini göstermektedir (Olgun & Kantarlı, 2020).

### Fiziksel sağlık üzerindeki etkiler

İklim değişikliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri karmaşık ve çok boyutlu biçimlerde ortaya çıkmaktadır. Artan sıcaklıklar ve sıcak hava dalgaları, özellikle dolaşım ve solunum sistemlerini etkileyerek mortalite oranlarını yükseltebilmektedir. Örneğin, 2003 yılında Avrupa'da yaşanan sıcak hava dalgası sırasında yaklaşık 70.000 ek ölüm bildirilmiş olup, bu ölümler büyük ölçüde yaşlı bireyler arasında yoğunlaşmıştır (Robine et al., 2008). Aşırı sıcaklık maruziyeti, özellikle ileri yaş grupları, kardiyopulmoner hastalığı olan bireyler, bebekler ve engelli bireyler gibi kırılgan nüfuslar için ciddi bir sağlık tehdidi oluşturmaktadır (Watts et al., 2021).

İklim değişikliğinin hava kalitesi üzerindeki etkileri halk sağlığı açısından ciddi riskler oluşturmaktadır. Atmosferdeki karbondioksit ( $CO_2$ ), azot oksitler ( $NO_x$ ), partikül madde (PM), ozon ( $O_3$ ) ve kükürt dioksit ( $SO_2$ ) gibi hava kirleticileri, başta solunum ve dolaşım sistemleri olmak üzere çeşitli sağlık sorunlarını tetiklemektedir. Bu kirleticilere bağlı olarak astım, alerjik rinit, kronik obstrüktif akciğer hastalığı (KOAH) ve akciğer enfeksiyonlarının sıklığında artış gözlenmektedir. Hava kirliliği ve aşırı sıcaklıklarla ilişkili bir diğer önemli etken ise orman yangınlarıdır. Bu yangınlar, özellikle ince partikül madde ( $PM_{2.5}$ ) konsantrasyonunu artırarak akut solunum problemlerine yol açmaktadır. Nitekim Amerika Birleşik Devletleri'nde 2016-2018 yılları arasında yaklaşık 150 milyon insan, yani her beş kişiden biri, sağlıksız düzeyde ozon veya partikül madde kirliliğine maruz kalan bölgelerde yaşamıştır (Paul et al., 2019).

Bulaşıcı hastalıklar açısından değerlendirildiğinde, iklim değişikliği bazı alerjenlerin ve vektörlerin mevsimsel döngülerini ve coğrafi dağılımlarını etkilemektedir. Sıtma, dengue ateşi, Akdeniz humması ve kolera gibi hastalıkların görülme alanlarının genişlemesi, bu hastalıkların yeni bölgelerde ortaya çıkma olasılığını artırmaktadır. Sıcaklık ve yağış değişiklikleri, özellikle sivrisinek gibi vektörlerin üreme ve yayılım koşullarını optimize ederek bulaşıcı hastalıkların endemik olmaktan çıkıp epidemik hale gelmesini kolaylaştırmaktadır (Watts et al., 2021). Önlem alınmaması durumunda, günümüzde yılda yaklaşık 700.000 kişinin ölümüne neden olan vektör kaynaklı hastalıklara bağlı mortalitenin artacağı öngörülmektedir. Ayrıca, iklim değişikliği su ve gıda kaynaklı hastalıkları da etkilemektedir. Dünya

Sağlık Örgütü'nün verilerine göre, dünya genelinde yaklaşık 2 milyar insan hâlen güvenli içme suyuna erişmemekte ve her yıl yaklaşık 600 milyon kişi kontamine gıdalara bağlı hastalık geçirmektedir; bu ölümlerin %30'u 5 yaş altı çocuklarda gerçekleşmektedir (WHO, 2021). Artan çevresel stres faktörleri, su ve gıda yoluyla bulaşan hastalıkların riskini ciddi şekilde artırmaktadır.

### Ruh sağlığı ve psikososyal yansımalar

İklim değişikliğinin zihinsel sağlık üzerindeki etkileri, fiziksel sağlık etkilerine kıyasla daha az incelenmiş olsa da son yıllarda giderek artan bir akademik ve klinik ilgiye konu olmaktadır. Bu alandaki çalışmalar, iklim değişikliğinin doğrudan ve dolaylı yollarla zihin sağlığını etkileyebileceğini göstermektedir. Aşırı hava olayları, doğal afetler, sıcak hava dalgaları, uzun süreli kuraklık veya yer değiştirme gibi çevresel stresörler; anksiyete, depresyon, travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) ve uyku bozuklukları gibi çeşitli psikiyatrik ve psikososyal sorunlara yol açabilmektedir. Ayrıca, mevcut ruh sağlığı sorunları olan bireylerin belirtilerinde kötüleşme gözlemlenmekte ve toplum genelinde duygusal dayanıklılığın azalması riski ortaya çıkmaktadır (Charlson et al., 2021). Bu bağlamda iklim değişikliği, yalnızca fizyolojik değil, aynı zamanda zihinsel sağlık açısından da küresel düzeyde bir halk sağlığı tehdidi oluşturmaktadır.

İklim değişikliğinin zihinsel sağlık üzerindeki etkileri, hafif stres ve kaygı semptomlarından başlayarak ciddi psikiyatrik bozukluklara kadar geniş bir yelpazede gözlemlenmektedir. Bu etkiler; kaygı, uyku bozuklukları, depresyon, travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) ve intihar eğilimlerine kadar uzanabilmektedir. Özellikle iklimle ilişkili aşırı hava olayları ve çevresel felaketler, bireylerin ve toplulukların psikolojik dayanıklılığını zorlamakta ve bazı bireylerde kronik ruh sağlığı sorunlarına yol açabilmektedir. Bunun yanı sıra, iklim değişikliğinin dolaylı etkileri; insanların iklimle ilişkili değişimleri algılamaya, bu değişimlere uyum sağlamaya ve uygun başa çıkma stratejileri geliştirmeye zorlandığı psikososyal stresörler aracılığıyla da zihinsel sağlık üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Cianconi, Betrò, & Janiri, 2020).

Sıcak hava dalgaları ve artan ortalama sıcaklıklarla birlikte saldırganlık, fiziksel ve ruhsal yorgunluk ile intihar eğilimleri arasında anlamlı ilişkiler olduğu bilimsel çalışmalarla ortaya konmuştur. Yüksek sıcaklıkların neden olduğu ısı stresi, bireylerin psikolojik dayanıklılığını azaltmakta; duygudurum bozuklukları, kaygı ve intihar davranışlarında artışla ilişkili bulunmaktadır (Gifford & Gifford, 2016). Ayrıca, iklim değişikliğinin dolaylı etkileri de zihinsel sağlık üzerinde baskı oluşturmaktadır. Ekonomik kayıplar, barınma

kaybı, zorunlu göç ve kaynaklar üzerindeki rekabet gibi sosyal stresörler, bireylerin psikososyal uyum kapasitesini zorlamakta ve özellikle kırılgan gruplarda ruh sağlığı sorunlarının yaygınlaşmasına yol açmaktadır.

Son yıllarda gelişen terminoloji, iklim değişikliğinin ruh sağlığı üzerindeki etkilerine yönelik toplumsal ve akademik farkındalığın artmakta olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda “iklim duyguları”, “eko-anksiyete” ve “ekolojik keder” gibi kavramlar, çevresel değişimlerin bireylerin psikolojik deneyimlerine yansımaları tanımlamak üzere literatüre girmiştir (Xue et al., 2024). Araştırmacılar ve sivil toplum kuruluşları, bu olumsuz duygusal deneyimlere karşı psikolojik dayanıklılığı artırabilecek bazı başa çıkma stratejilerini de tanımlamaya başlamıştır. Bunlar arasında, bireylerin kendi değerleriyle uyumlu şekilde hareket etmesini, anlamlı hedefler doğrultusunda eyleme geçmesini ve topluluk desteğine güven duymasını teşvik eden “aktif umut” ve “anlam odaklı başa çıkma” gibi koruyucu yaklaşımlar öne çıkmaktadır (Xue et al., 2024). Bu stratejiler, hem bireysel psikolojik iyilik halini desteklemekte hem de toplumsal dönüşüm süreçlerine katkıda bulunmaktadır.

### Kırılgan gruplar ve çevresel adalet

Çevresel adalet, marjinalleştirilmiş toplulukların iklim değişikliği ve diğer çevresel tehditlere karşı orantısız biçimde savunmasız kalmalarından kaynaklanan yapısal eşitsizliklerin ortadan kaldırılmasına odaklanan kritik bir halk sağlığı ve sosyal adalet meselesidir. Bu toplulukların savunmasızlık düzeyleri, çoğunlukla yüksek çevresel kirleticilerin bulunduğu bölgelerde yaşamaları, yeşil alanlara ve sağlıklı yaşam olanaklarına sınırlı erişimleri, düşük kaliteli konutlarda ikamet etmeleri, enerji verimliliği ve konut iyileştirme projelerine katılamamaları ya da devlet destekli programlara ulaşamamalarından kaynaklanmaktadır (Bullard & Wright, 2012). İklim değişikliği, bu grupların fiziksel ve ruhsal sağlığı üzerinde derinlemesine etkiler yaratırken, çevresel adalet ilkeleri bu etkilerin azaltılması ve eşitlikçi politikaların geliştirilmesi açısından temel bir çerçeve sunmaktadır.

Çevresel tehditlere karşı sağlık açısından en savunmasız gruplar arasında düşük gelirli haneler, göçmenler, etnik azınlıklar, çocuklar, engelli bireyler ve yaşlılar yer almaktadır. Bu topluluklar hem fizyolojik hem de sosyoekonomik kırılganlıklar nedeniyle iklim değişikliğinin ve diğer çevresel stresörlerin olumsuz etkilerine daha açık hâle gelmektedir. Çevresel adalet yaklaşımı, bu grupları çevresel zararlardan korumayı ve aynı zamanda tüm bireylerin çevreye ilişkin karar alma süreçlerine (örneğin yasa, düzenleme ve politika oluşturma mekanizmalarına) adil biçimde katılmasını sağlamayı

amaçlamaktadır (Schlosberg, 2007). Bu bağlamda çevresel adalet yalnızca sonuçsal eşitliği değil, sürece katılım hakkını da içeren kapsayıcı bir kavramsal çerçeve sunar.

Amerika Birleşik Devletleri'ne ait epidemiyolojik ve çevresel veriler, çevresel adaletsizliğin toplumsal yapıya ne denli derinlemesine yerleştiğini açıkça ortaya koymaktadır. Renkli bireyler ABD nüfusunun yaklaşık %42'sini oluşturmasına rağmen, sağlıksız hava kirliliğine maruz kalan bölgelerde yaşayanların %52'si ve en kötü hava kalitesine sahip alanlardaki bireylerin %63'ü bu gruplardan gelmektedir. Ayrıca, 2010 yılı itibarıyla toksik atık tesislerinin bulunduğu bölgelerdeki nüfusun %45'i renkli bireylerden oluşurken, bu oran diğer bölgelerde %28 düzeyindedir (Gochfeld & Burger, 2011). Çocuklar, tarım ve göçmen işçileri, kent yoksulları, kırsal ve izole topluluklar, yerli Amerikalılar ve diğer azınlık gruplar gibi çeşitli maruziyet yollarına sahip gruplar ise genellikle geleneksel risk değerlendirme süreçlerinde yeterince dikkate alınmamakta, özellikle coğrafi farklılıklar gösterdiklerinde bu durum daha da belirginleşmektedir (Gochfeld & Burger, 2011).

İklim değişikliğinden en çok etkilenmesi öngörülen risk grupları arasında ise çocuklar, yaşlılar, yoksul bireyler, azınlıklar, işçiler ve bağışıklık sistemi baskılanmış kişiler yer almaktadır. Bu gruplar hem fiziksel kırılganlıkları hem de çevresel stresörlere maruz kalma düzeyleri nedeniyle iklim kaynaklı sağlık tehditlerine karşı daha duyarlıdır. Küresel ısınmanın sağlık üzerindeki etkilerini şiddetlendiren faktörler arasında hava kalitesindeki bozulma, artan çevresel kirlleticiler ve sera gazı salınımları, uzayan alerji mevsimleri ile ilişkili olarak alerjenlere maruziyetin artması, kardiyovasküler hastalıklarda kötüleşme ve solunum yolu hastalıklarında (örneğin astım, KOAH) artış gibi unsurlar yer almaktadır (Ekici, 2022).

### **Sürdürülebilirlik, gıda güvenliği ve hava kirliliği**

Hava kirliliği, gıda sistemlerinin sürdürülebilirliği, kalitesi ve güvenliği açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Tarımsal ürünlerin yetiştiği topraklara ve sulama sularına karışan kirleticiler, özellikle ağır metaller ve pestisitler, hem bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemekte hem de ürünlerin gıda güvenliği açısından risk oluşturmaya neden olmaktadır. Bu tür kirleticiler, besin zincirine dahil olduklarında insan sağlığı üzerinde toksik etkiler yaratabilir. Örneğin, kurşun (Pb), kadmiyum (Cd) gibi ağır metallerin tarım ürünlerinde birikmesi, uzun vadede kronik hastalıklara ve endokrin bozulmalara yol açabilmektedir. Aynı zamanda bu kirleticiler, fotosentez kapasitesinin düşmesi, bitki büyümesinin yavaşlaması ve verim

kaybı gibi tarımsal üretimi doğrudan etkileyen sonuçlar doğurur (Sharma et al., 2007). Böylece hava kirliliği, yalnızca insan sağlığına yönelik bir tehdit değil, aynı zamanda küresel gıda arzının kalitesi ve sürdürülebilirliği açısından da önemli bir risk faktörüdür.

Gıda üretim sistemleri, iklim değişikliği ve hava kirliliği kaynaklı çevresel stresörlere karşı oldukça kırılgan bir yapı arz etmekte ve bu durum küresel ölçekte gıda güvenliğini tehdit etmektedir. Tarımsal faaliyetlerden salınan metan ( $CH_4$ ), nitroz oksit ( $N_2O$ ), amonyak ( $NH_3$ ) gibi gazlar ile mahsul artışı yakımı gibi uygulamalar hem hava kalitesini düşürmekte hem de sera gazı etkisiyle iklim değişikliğini hızlandırmaktadır (Springmann et al., 2018). Bu kirleticiler, atmosferde uzun süre kalıcı etkiler göstererek çevresel yükü artırmakta, aynı zamanda tarımsal verimlilik üzerinde olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Dolayısıyla, hava kirliliği ile mücadeleye yönelik düzenlemeler ve iklim değişikliğine uyum sağlama stratejileri, gıda üretiminin sürdürülebilirliğini sağlamak açısından temel öncelikler arasında yer almaktadır. Politika düzeyinde, çevresel koruma ile tarımsal üretim arasında denge kuran bütüncül yaklaşımlar giderek daha fazla önem kazanmaktadır.

Yer seviyesindeki ozon ( $O_3$ ), azot oksitler ( $NO_x$ ) ve uçucu organik bileşiklerin (UOB) güneş ışığıyla fotokimyasal reaksiyona girerek oluşturduğu ozon kirleticisi, bitkisel fizyoloji üzerinde doğrudan toksik etkilere neden olmaktadır. Bu gaz, bitki yapraklarında bulunan stomalardan girerek mezofil hücrelerine zarar verir, fotosentez oranını düşürür ve büyüme ile ürün verimliliğini önemli ölçüde azaltır (Fowler et al., 2013). Partikül madde (PM), ince tanecik yapısı sayesinde bitki yüzeylerinde birikir, güneş ışığını engelleyerek ışık penetrasyonunu azaltır ve gaz alışverişini zorlaştırır. Bunun yanı sıra,  $SO_2$  ve  $NO_x$  gibi gazların yüksek konsantrasyonları, yapraklarda klorofil kaybına ve nekrotik lekelerle neden olarak bitki örtüsüne doğrudan zarar verir. Bu gazlar aynı zamanda atmosferde asit yağmurlarının oluşumuna katkı sağlayarak tarımsal ekosistemleri ve toprak sağlığını da tehdit eder (Ashmore, 2005).

Bu çevresel stresörlerin gıda üretimine olan etkisi küresel ölçekte açlık krizlerini tetiklemektedir. Nitekim 2020 yılı itibarıyla dünya genelinde yaklaşık 770 milyon insan açlık riski ile karşı karşıya kalmış ve bu durum özellikle Afrika ile Asya kıtalarında yaygın biçimde gözlemlenmiştir (Ekici, 2022). İklim değişikliği; gıda arzı, besin kalitesi ve çeşitliliği üzerinde olumsuz etkilere neden olarak, gıda ve beslenme temelli krizleri daha da derinleştirmektedir. Aynı zamanda temiz hava, güvenli içme suyu, yeterli ve dengeli beslenme ile güvenli barınma gibi sağlıklı yaşamın temel belirleyicilerini tehdit etmektedir.

Bu bağlamda sürdürülebilir gıda sistemlerinin geliştirilmesi hem halk sağlığını koruma hem de çevresel sürdürülebilirliği sağlama açısından yaşamsal önem taşımaktadır. Özellikle et tüketiminin azaltılması ve daha sağlıklı bitkisel temelli diyetlerin benimsenmesi, sera gazı salınımlarının azaltılmasına katkı sunarken aynı zamanda kardiyometabolik sağlık göstergelerini iyileştirmektedir. Tarımda sürdürülebilir uygulamaların teşviki ise gıda güvenliğini sağlamak ve tarımsal üretimin ekolojik etkilerini azaltmak için temel stratejiler arasında yer almaktadır (Ekici, 2022).

### **Alternatif koruyucu yaklaşımlar**

İklim değişikliğinin sağlığa yönelik olumsuz etkilerini azaltmak ve toplumların çevresel krizlere karşı dayanıklılığını artırmak amacıyla çeşitli koruyucu stratejiler geliştirilmektedir. Bu stratejiler, doğa temelli çözümler (nature-based solutions), topluluk odaklı müdahaleler, sağlık sistemlerinin iklim değişikliğine karşı adaptasyon kapasitelerinin artırılması ve dijital sağlık teknolojileri gibi yenilikçi araçları içermektedir. Doğa temelli çözümler kapsamında yeşil altyapıların yaygınlaştırılması, ısı adası etkisinin azaltılması ve su yönetiminin iyileştirilmesi gibi uygulamalar yer almakta; aynı zamanda bireylerin çevresel stres faktörlerine karşı psikolojik ve fiziksel dayanıklılığını artırmak için topluluk temelli risk azaltım programları geliştirilmektedir. Sağlık hizmet sunucularının iklim değişikliği ile ilgili riskleri önceden tanıma ve yönetme kapasiteleri de bu kapsamda güçlendirilmektedir (Watts et al., 2021).

#### ***Doğa temelli çözümler***

Doğa temelli çözümler (Nature-based Solutions, NbS), doğal sistemlerin korunması, sürdürülebilir yönetimi ve restorasyonu aracılığıyla toplumsal sorunlara yanıt vermeyi amaçlayan ve hem insanlar hem de doğa için karşılıklı fayda sağlayan bütüncül yaklaşımlardır. Bu çözümler, doğanın kendi işleyişinden ilham alarak iklim değişikliği, afet risklerinin azaltılması, gıda ve su güvenliği, biyolojik çeşitlilik kaybı ve insan sağlığı gibi temel sorunlara sistem düzeyinde müdahale imkânı sunmaktadır. Doğal süreçlerin desteklenmesiyle hem çevresel sürdürülebilirlik hem de toplumsal esenlik hedeflenmektedir (Cohen-Shacham et al., 2016). Bu kapsamda doğa temelli çözümler, yalnızca ekolojik etkileri azaltmakla kalmaz, aynı zamanda uyum ve dayanıklılık mekanizmalarını güçlendirerek sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmayı da destekler.

Doğa odaklı çözümler, iklim değişikliğiyle başa çıkmada hem azaltma hem de uyum sağlama becerisiyle dikkat çekiyor (Bezerra, 2025). Ormanlar, mangrovlar, doğal mera alanları ve sulak alanlar, atmosferdeki karbon ile

diğer sera gazlarını emerek bunları biyokütle ve toprakta doğal biçimde depolayabilir ve önemli karbon yutakları olarak görev yapabilir (Bezerra, 2025). Ayrıca, bu ekosistemler deniz seviyesi yükselmesi, sel, kuraklık ve heyelan gibi aşırı hava koşullarına karşı doğal savunma mekanizmaları oluşturabilir ve gerçek bir yeşil altyapı olarak işlev görebilir (Bezerra, 2025).

Doğa temelli çözümler, birçok sağlık yararı sağlayabilir. Bunlar arasında hava, toprak ve su kalitesinin artması; hastalık risklerinin azaltılması, ruhsal sağlık; fiziksel hareket ve sosyal bağlılık yer alır. NbS ayrıca sağlık alanında doğanın etkilerini tedavi süreçlerine entegre etmek ve sürdürülebilir sağlık sistemlerine geçişte destek sağlamak amacıyla kullanılabilir (Cohen-Shacham et al., 2016).

Türkiye’de doğa temelli çözümler, özellikle kentsel iklim sorunlarına karşı geliştirilen stratejiler arasında giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Dikey bahçeler, yeşil çatı sistemleri, geçirgen zeminler ve kentsel orman alanları gibi uygulamalar; kent merkezlerinde görülen ısı adası etkisinin azaltılması, hava kalitesinin iyileştirilmesi ve kentsel biyoçeşitliliğin desteklenmesi açısından etkili çözümler sunmaktadır. Doğa temelli yaklaşımlar, aynı zamanda sürdürülebilir su yönetimi, ekosistem hizmetlerinin korunması ve afet risklerinin azaltılması gibi alanlarda da katkı sağlamaktadır (Çeler & Serengil, 2021). Bu çözümler yalnızca iklimle ilişkili çevresel riskleri azaltmakla kalmaz; aynı zamanda yeşil alanlara erişimi artırarak psikososyal refahı güçlendirmekte, su yönetimini desteklemekte ve kentsel yaşam kalitesini artırmaktadır. Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı ve Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları çerçevesinde Türkiye’de de bu yaklaşımlara yönelik yerel yönetimler ve sivil toplum tarafından çeşitli projeler geliştirilmektedir (EEA, 2021; Cohen-Shacham et al., 2016).

Doğa temelli çözümler genel hatlarıyla üç ana kategori altında sınıflandırılmaktadır: doğal ekosistemlerin korunması, bozulmuş ekosistemlerin restorasyonu (örneğin turbalıkların yeniden ıslahı, deniz çayırları ve mangrov ormanlarının onarımı) ve sürdürülebilir arazi kullanımının iyileştirilmesi. Bu stratejiler, hem biyolojik çeşitliliğin korunmasına katkı sağlamak hem de iklim değişikliğiyle mücadelede karbon yutak kapasitesini artırarak önemli faydalar sunmaktadır. Griscom ve arkadaşlarının entegre modelleme analizlerine göre, doğa temelli çözümler küresel ölçekte yılda yaklaşık 10–12 milyar ton CO<sub>2</sub> eşdeğeri emisyonun önlenmesini mümkün kılabilir; bu da küresel sıcaklık artışını yaklaşık 0,3°C düzeyinde sınırlayabilecek bir potansiyele işaret etmektedir (Griscom et al., 2017).

### *Toplum temelli sağlık uygulamaları*

Toplum temelli uyum (Community-Based Adaptation–CBA), iklim değişikliğine karşı geliştirilen politikaların ve uygulamaların, doğrudan yerel halkın bilgi, ihtiyaç ve önceliklerine dayanmasını esas alan katılımcı bir yaklaşımdır. Bu yöntemde, uyum stratejilerinin belirlenmesi sürecine topluluk üyelerinin aktif katılımı teşvik edilir; böylece hem bilimsel hem de geleneksel bilgi birikimi bir araya getirilerek etkili ve sürdürülebilir çözümler geliştirilebilir. CBA, yerel halkın iklimle ilgili tehditleri öngörebilme, bu tehditlere planlı biçimde karşılık verebilme ve riskleri azaltma kapasitelerini güçlendirmeyi amaçlamaktadır (Reid et al., 2009; Ensor & Berger, 2009). Bu yönüyle CBA hem iklim adaletini hem de topluluk dayanıklılığını teşvik eden bütüncül bir uyum yaklaşımı sunmaktadır.

Toplum tabanlı uyum hem mevcut hem de tahmin edilen iklim değişikliklerine yanıt olarak hassasiyeti azaltmak amacıyla yerel ve ulusal düzeylerde sosyal dayanışmayı artıran proaktif bir çözüm süreci olarak önerilmektedir (Ebi & Semenza, 2008). Bu yöntem, toplumsal düzeyde gerçekleştirilen temel faaliyetlerin yanında, sağlık kurumları ve ajansları tarafından hayata geçirilen yukarıdan aşağıya yapılan müdahaleleri de gerektirir (Ebi & Semenza, 2008).

Katılımcı Senaryo Planlama (Participatory Scenario Planning–PSP), yerel toplulukların ve yönetim yapıların iklim risklerine karşı daha dirençli stratejiler geliştirmelerini sağlamak amacıyla mevsimsel tahminlere dayalı, çok paydaşlı bir karar destek aracıdır. Bu yaklaşım, özellikle sürdürülebilir geçim kaynaklarının korunması, afet risklerinin azaltılması ve iklim duyarlı sektör hizmetlerinin geliştirilmesi gibi amaçlarla kullanılmaktadır. PSP uygulamaları, meteorolojik uzmanlar ile yerel bilgi sahiplerini bir araya getirerek hem bilimsel tahminlerin hem de yerel gözlem ve deneyimlerin eşzamanlı değerlendirilmesini teşvik eder. Atölye çalışmaları aracılığıyla paydaşlar, mevcut çevresel koşulları, olasılıklı tahmin senaryolarını ve bu senaryolara ilişkin belirsizlikleri birlikte ele alarak, eyleme geçirilebilir ve bağlama özgü iklim uyum planları oluştururlar (Zougmore et al., 2019).

Toplum adaptasyon eylem planları (CAAP'ler), toplulukların iklim değişikliğine uyum sağlamak amacıyla öncelikli eylemler konusunda kolektif kararlar almasını teşvik eder (Zougmore et al., 2019). CAAP'lar, farklı gruplara yönelik belirlenmiş öncelikler ve adaptasyon stratejileri içermektedir. Bu planlar, iklim kırılganlığı ve kapasite değerlendirmesi (CVCA) ile başlayan bir dizi katılımcı analiz ve planlama tartışmasına dayanmaktadır (Zougmore et al., 2019).

Sağlık eşitliğini geliştirmek, toplum sağlığını artırmak ve iklim değişikliğinin sağlık etkileriyle başa çıkmak açısından önemlidir (Cole et al., 2023). Sağlık eşitliği süreçlerinin oluşturulması, toplumun gücünü ve etkileşimini teşvik etmeye odaklanmaktadır (Cole et al., 2023). Bu yaklaşım, toplum katılımı teorileri, örgütlenme ve güçlendirme konularını birleştirerek sağlık eşitliği alanında toplumsal düzeyde rehberlik sağlamayı amaçlar (Cole et al., 2023).

### *Sağlık sistemlerinde iklim adaptasyonu*

Sağlık sistemlerinin iklim değişikliğine uyum sağlaması hem günümüz hem de gelecek nesillerin sağlık güvenliğini korumak açısından stratejik bir zorunluluk haline gelmiştir. İklim değişikliği yalnızca aşırı hava olayları, sıcak hava dalgaları, su ve gıda kaynaklı hastalıklar gibi doğrudan sağlık tehditlerini artırmakla kalmaz; aynı zamanda sağlık sistemlerinin işlevselliğini, hizmet sunum kapasitesini ve afetlere yanıt verme yetkinliğini de zayıflatmaktadır. Bu nedenle sağlık altyapılarının iklim risklerine karşı dirençli hale getirilmesi kritik önem taşımaktadır. Dünya Sağlık Örgütü, bu amaçla on bileşenden oluşan bir operasyonel çerçeve geliştirmiştir. Bu çerçeve, sağlık sistemlerinin iklim dayanıklılığını artırmayı ve sağlık sektöründen kaynaklı karbon emisyonlarını azaltmayı hedeflemektedir. Söz konusu bileşenler; yönetim, bilgi sistemleri, hizmet sunumu, iş gücü kapasitesi, finansman, altyapı, tedarik zinciri, acil durum hazırlığı, çevresel sürdürülebilirlik ve bütüncül planlamayı içermektedir. Sağlık kurumları, bu bağlamda iklim değişikliği karşısında toplumların ilk savunma hattı olarak konumlanmakta; iklimle ilişkili sağlık etkilerinden etkilenen bireylere erişilebilir, etkili ve sürdürülebilir sağlık hizmetleri sunma sorumluluğunu üstlenmektedir (WHO, 2021).

İklim dayanıklı ve çevre dostu sağlık kuruluşları, tedavi hizmetlerinin kalitesini ve erişilebilirliğini artırmanın yanı sıra işletme masraflarını azaltır ve evrensel sağlık kapsamının (UHC) önemli bir parçası olarak daha iyi bir erişilebilirlik sunar. Bu tür tesisler, iklim değişikliğinden korunmak ve gelişim sağlamak için tasarlandığında, kaynak kullanımını optimize edip atık çıkışını en aza indirerek sürdürülebilir bir şekilde faaliyet göstermektedirler (WHO, 2021).

Sağlık sistemlerinin güçlendirilmesine yatırımlar yapmak, iklim değişikliği ve bulaşıcı hastalık tehditlerinin bireylerin ve toplulukların sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmanın bir yoludur (Lugten & Hariharan, 2022). Sağlık sistemleri, iklimle ilgili verileri sağlık planlamasına daha etkili bir biçimde entegre etmelidir. Bu yaklaşım, sağlık sistemlerinin topluma yeterli hizmet sunabilmesini sağlayarak sağlık güvenliği risklerini düşürmek için gereklidir (Lugten & Hariharan, 2022).

Sürekli veri, iklim hizmetleri ve gözetim bilgileri kullanımı, kaynakları (finansal kaynaklar, insan gücü, tıbbi ürünler ve diğer malzemeler dahil) daha verimli bir şekilde değerlendirerek dayanıklılığı artıran kararların alınmasına yardımcı olabilir (Lugten & Hariharan, 2022). Entegre sağlık ve iklim verilerine erişim ve bu verilerin kullanımı, sağlık sistemi paydaşlarının aşırı sıcak hava dalgaları ya da sel gibi potansiyel iklim tehditlerine karşı toplulukları ve sağlık hizmeti sunucularını uyarmalarına ve acil müdahale için sağlık çalışanları ile malzemelerin yeniden dağıtımını başlatmalarına olanak tanır (Lugten & Hariharan, 2022).

### **Politika ve uluslararası işbirliği: Paris anlaşması ve SDG'ler**

İklim değişikliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileriyle mücadelede etkili ve kalıcı çözümler, yalnızca ulusal değil aynı zamanda uluslararası düzeyde iş birliği ve eşgüdüm gerektirmektedir. Bu bağlamda, 12 Aralık 2015 tarihinde kabul edilen Paris Anlaşması, küresel iklim eylemi açısından bir dönüm noktası niteliği taşımaktadır. Anlaşma yalnızca sera gazı emisyonlarının sınırlandırılmasını değil, aynı zamanda iklim değişikliğine uyum sağlama sürecinde halk sağlığının korunmasını da hedeflemektedir. Paris Anlaşması'nın önsözünde açıkça ifade edildiği üzere, iklim eylemlerinde insan hakları, özellikle de sağlık hakkı gözetilmeli; iklim değişikliğinin yol açtığı sıcak hava dalgaları, sel ve kuraklık gibi olayların insan sağlığı üzerindeki etkilerine karşı önleyici tedbirler alınmalıdır. Böylece, iklim değişikliğiyle mücadelede sağlık sistemlerinin dirençliliği artırılarak toplumsal kırılganlıkların azaltılması hedeflenmektedir (Agreement, 2017).

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SKA/SDG), iklim değişikliği ile sağlık arasında güçlü ve çok yönlü bağlar kurmaktadır. Özellikle SDG 13 (İklim Eylemi) iklim değişikliği ve etkilerine karşı acil önlemler alınmasını savunurken, SDG 3 (Sağlık ve Refah) herkesin sağlıklı bir yaşam sürmesini ve refah seviyesinin artırılmasını hedeflemektedir. Bu iki hedef birbiriyle karşılıklı etkileşim içerisindedir; iklim değişikliği, su, gıda ve enerji güvenliği gibi sosyal belirleyiciler üzerinden doğrudan ve dolaylı yollardan sağlık çıktıları üzerinde belirleyici olmaktadır (WHO, 2021). Ayrıca, iklim değişikliği yalnızca SDG 3 ve 13'ü değil, diğer tüm kalkınma hedeflerinin başarıya ulaşma olasılığını da tehdit etmektedir. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, 2030–2050 yılları arasında iklim değişikliği nedeniyle her yıl 250.000'in üzerinde ek ölüm gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu durum, bulaşıcı hastalıklar, yetersiz beslenme, su kıtlığı ve aşırı sıcaklara bağlı sağlık sorunlarıyla ilişkilidir (WHO, 2018). Küresel sera gazı emisyonlarının 2030 yılına kadar yaklaşık yarı yarıya azaltılması, sanayi öncesi seviyelere kıyasla sıcaklık artışını 1,5 °C ile sınırlamak açısından kritik öneme sahiptir.

Bunun gerçekleşebilmesi için teknolojik, kurumsal ve davranışsal düzeylerde bütünsel ve kararlı dönüşümlere ihtiyaç duyulmaktadır (IPCC, 2023).

Ulusal Düzeyde Belirlenen Katkılar (NDC'ler), sadece sera gazı emisyonlarını azaltmaya yönelik önlemler içermekle kalmaz; aynı zamanda Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (SDG'ler) ile örtüşen çok boyutlu hedefleri de kapsayabilir. Antwi-Agyei ve arkadaşlarının Batı Afrika örnekleri üzerine yaptığı çalışmalar, NDC'lerde SDG 2 (Açlığa Son), SDG 6 (Temiz Su ve Sanitasyon) ve SDG 7 (Erişilebilir ve Temiz Enerji) gibi kritik alanlarda güçlü bir hizalanma olduğunu ortaya koymuştur (Antwi-Agyei et al., 2018). Bununla birlikte, bazı çevresel SDG'lere yönelik taahhütlerin NDC'lerde yeterince yer almadığı, bu nedenle iklim eylemi ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin tam olarak entegre edilmesinin gerektiği vurgulanmaktadır (Antwi-Agyei et al., 2018).

Sağlık alanının dünya genelindeki sera gazı salınımlarının yaklaşık %5'inden sorumlu olduğu için, sağlık sistemlerinin iklim değişikliğine olan katkılarını azaltarak karbon izlerini düşürmeleri ve aynı zamanda toplum sağlığını koruyup geliştirmeye devam etmeleri önemlidir (World Health Organization [WHO], 2021). İklim ve sağlık üzerine Dönüştürücü Eylem için İttifak (ATACH), Dünya Sağlık Örgütü üye ülkeleri ile diğer ortakların birlikte hareket ederek iklim değişikliğine uyum sağlayan, düşük karbonlu ve sürdürülebilir sağlık sistemleri geliştirmelerine yardımcı olmayı amaçlar (World Health Organization [WHO], 2021).

İklim değişikliğinin sağlık üzerindeki etkileri küresel boyutta sınır tanımamaktadır; bu nedenle uluslararası iş birliği ve koordineli politikalar kritik öneme sahiptir. Dünya Sağlık Örgütü'nün COP29 özel raporunda vurgulandığı üzere, bu tür küresel iş birlikleri emisyonların azaltılmasını, temiz enerjiye geçişi ve elektrikli araç başta olmak üzere sürdürülebilir ulaşım çözümlerini teşvik etmeyi içermektedir. Bu stratejiler sadece sera gazı emisyonlarını düşürmekle kalmayıp, hava kalitesinin de iyileştirilmesine katkı sağlamakta; bu sayede kardiyovasküler ve solunum sistemi hastalıklarının görülme sıklığı azalabilmektedir (World Health Organization [WHO], 2024).

### Entegre yaklaşımların önemi ve gelecek perspektifi

İklim değişikliği, çevresel sağlık ve koruyucu yaklaşımlar arasındaki karmaşık etkileşimler, multidisipliner ve çok sektörlü stratejilerin gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır. Bu bütüncül analiz, iklim değişikliğinin insan sağlığı üzerindeki etkilerinin yalnızca fiziksel hastalıklarla sınırlı olmadığını; aynı zamanda zihinsel sağlık, sosyal eşitsizlikler ve çevresel adalet gibi geniş

bir yelpazede kendini gösterdiğini ortaya koymaktadır (Cianconi, Betrò & Janiri, 2020; Gifford & Gifford, 2016).

Bütünleşmiş yaklaşımların önemi, sağlık, iklim ve enerji sistemlerinin karşılıklı etkileşim içinde olmasından kaynaklanmaktadır. Örneğin yenilenebilir enerjiye erişimin artırılması, yalnızca sera gazı emisyonlarını azaltmakla kalmaz, aynı zamanda hava kalitesinin iyileştirilmesi, solunum ve kardiyovasküler hastalıkların azaltılması ve toplumsal refahın artırılması gibi çok yönlü faydalar sağlar (WHO, 2024). Dolayısıyla sağlık, iklim ve enerji politikalarının birbirinden bağımsız değil, eşgüdümlü biçimde tasarlanması; sürdürülebilir kalkınma, çevresel adalet ve halk sağlığı hedefleri için stratejik bir zorunluluktur (Antwi-Agyei et al., 2018).

Gelecek perspektifi açısından değerlendirildiğinde, çevresel risklerin mevcut hastalık yükünde önemli bir faktör olduğu ve gelecekte rollerinin artması olasılığının yüksek olduğu görülmektedir (Weber et al., 2023). Gelecekteki sağlık etkilerinin çevresel değişimden kaynaklanan senaryolarının analizinin artırılması önerilmektedir (Weber et al., 2023). Gelecekteki çalışmalar şu konulara odaklanabilir: (1) daha geniş bir sağlık sonucu yelpazesi dahil etmek; (2) aynı anda birden fazla çevresel sağlık riskini analiz etmek; (3) sosyoekonomik koşullar, demografik kompozisyon, sağlık sistemi değişiklikleri ve kırılganlığın sağlık sonuçlarını nasıl etkileyebileceğini daha iyi dahil etmek; (4) adaptasyon stratejilerine odaklanmak; (5) dünya bölgelerinin kapsamını artırmak (Weber et al., 2023).

Sağlık sistemlerinin iklim değişikliğinin mevcut ve gelecekteki etkilerine karşı dayanıklılığını artırmak için hem azaltım hem de uyum stratejilerinin etkin şekilde uygulanması gerekmektedir (Olgun & Kantarlı, 2020). Bunun için altyapının güçlendirilmesi, erken uyarı sistemlerinin geliştirilmesi, sağlık çalışanlarının eğitimi ve iklimle ilgili halk sağlığı politikalarının hayata geçirilmesi kritik önem taşımaktadır (Olgun & Kantarlı, 2020). Sağlık sistemlerinin iklim değişikliğine uyumlu hale getirilmesi, yalnızca gelecekteki riskleri azaltmak değil, aynı zamanda herkes için sağlık hakkını güvence altına almak adına bir gerekliliktir (Olgun & Kantarlı, 2020).

Türkiye özelinde değerlendirildiğinde, sağlık sektörünün iklim değişikliğiyle mücadelede aktif ve bilinçli bir aktör haline gelmesi hem halk sağlığının korunması hem de sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin gerçekleştirilmesi açısından kritik bir gerekliliktir. Bu bağlamda, sağlık sistemlerinin iklime dirençli hale getirilmesi, özellikle altyapının güçlendirilmesi, sağlık tesislerinin aşırı hava olaylarına (örn. sıcak hava dalgaları, sel, fırtına) karşı dayanıklılığının artırılması ve temiz enerji kaynaklarına erişimin güvence altına alınması gerekmektedir. Sağlık

sektörünün iklim değişikliğine uyum kapasitesini artırmak amacıyla, ulusal iklim politikalarının sağlık altyapı planlamalarına entegre edilmesi önem arz etmektedir (Öbük & Sınmaz, 2024; World Health Organization [WHO], 2024).

Sağlık sorunlarına bütüncül bakış, insan, hayvan ve çevre sağlığını bütüncül olarak gören bir perspektiften hayata geçirilmediği sürece toplum sağlığını, doğayı ve çevreyi korumak mümkün olamayacaktır (Üçgün & Yavuz, 2021). Bu nedenle, gelecek dönemde sağlık sistemlerinin geçireceği değişimlerde çevre sağlığı ve veteriner halk sağlığı perspektifi temel alınmalı ve sistemin değişimi bu perspektifle tartışılmalıdır (Üçgün & Yavuz, 2021).

## Sonuç

İklim değişikliği ve çevresel sağlık alanında etkili çözümler üretebilmek için sektörler arası iş birliği, uluslararası koordinasyon ve entegre politika yaklaşımları kaçınılmazdır. Doğa temelli çözümler, toplum temelli uygulamalar ve sağlık sistemlerinin adaptasyonu gibi alternatif koruyucu yaklaşımların yaygınlaştırılması hem iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak hem de toplumsal dayanıklılığı artırmak için kritik öneme sahiptir. Gelecek nesillerin sağlıklı bir çevrede yaşayabilmesi için bugün alınacak entegre cylemlerin önemi, bilimsel kanıtlarla açık bir şekilde ortaya konmuştur.

## Kaynaklar

- Agreement, P. (2017). United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).(2015). Climate Change Secretariat: Bonn, Germany.
- Antwi-Agyei, P., Dougill, A. J., Agyekum, T. P., & Stringer, L. C. (2018). Alignment between nationally determined contributions and the sustainable development goals for West Africa. *Climate Policy*, 18(10), 1296-1312.
- Ashmore, M. R. (2005). Assessing the future global impacts of ozone on vegetation. *Plant, Cell & Environment*, 28(8), 949-964.
- Bullard, R. D., & Wright, B. (2012). *The wrong complexion for protection: How the government response to disaster endangers African American communities*. NYU Press.
- Charlson, F., Ali, S., Benmarhnia, T., Pearl, M., Massazza, A., Augustinavicius, J., & Scott, J. G. (2021). Climate change and mental health: a scoping review. *International journal of environmental research and public health*, 18(9), 4486.
- Cianconi, P., Betrò, S., & Janiri, L. (2020). The impact of climate change on mental health: a systematic descriptive review. *Frontiers in psychiatry*, 11, 490206.
- Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (2016). Nature-based solutions to address global societal challenges. *IUCN: Gland, Switzerland*, 97(2016), 2036.
- Cole, B. L., Rosario, I. D., Hendricks, A., & Eisenman, D. P. (2023). Advancing health equity in community-based climate action: from concept to practice. *American Journal of Public Health*, 113(2), 185-193.
- Çeler, E., & Serengil, Y. (2021). İklim değişikliği strateji ve eylem planlarında havza yaklaşımı ve doğa temelli çözümler. *Ormançılık Araştırma Dergisi*, 8(2), 197-207.
- Da Silva Bezerra, D. (2025). Nature-based solutions to climate change. *Scientific Reports*, 15(1), 22095.
- Ebi, K. L., & Semenza, J. C. (2008). Community-based adaptation to the health impacts of climate change. *American journal of preventive medicine*, 35(5), 501-507.
- Ekici, E. (2022). İklim değişikliklerinin etkilerinin azaltılmasında halk sağlığı hemşireliği. *Halk Sağlığı Hemşireliği Dergisi*, 4(1), 77-88.
- Ensor, J., & Berger, R. (2009). *Understanding climate change adaptation: Lessons from community-based approaches*. Practical Action Publishing.
- European Environment Agency (EEA). (2021). *Nature-based solutions in Europe: Policy, knowledge and practice for climate adaptation and disaster risk reduction*.

- on. EEA Report No 01/2021. <https://www.eea.europa.eu/publications/nature-based-solutions-in-europe>
- Fowler, D., Coyle, M., Skiba, U., Sutton, M. A., Cape, J. N., Reis, S., ... & Voss, M. (2013). The global nitrogen cycle in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1621), 20130164.
- Gifford, E., & Gifford, R. (2016). The largely unacknowledged impact of climate change on mental health. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 72(5), 292-297.
- Gochfeld, M., & Burger, J. (2011). Disproportionate exposures in environmental justice and other populations: the importance of outliers. *American journal of public health*, 101(S1), S53-S63.
- Griscom, B. W., Adams, J., Ellis, P. W., Houghton, R. A., Lomax, G., Miteva, D. A., ... & Fargione, J. (2017). Natural climate solutions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(44), 11645-11650.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). *Synthesis Report of the Sixth Assessment Report (AR6)*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>
- Kolaç, N. (2025). İklim Değişikliği ile Mücadelede Sağlık Profesyonellerinin Rolü. *Türkiye Klinikleri Medical Education-Special Topics*, 10(1), 18-27.
- Lugten, E., & Hariharan, N. (2022). Strengthening health systems for climate adaptation and health security: key considerations for policy and programming. *Health security*, 20(5), 435-439.
- Olgun, E., & Kantarlı, S. (2020). İklim değişikliğinin sağlık üzerine etkileri. *Doğanın Sesi*, (5), 13-23.
- Öbük, D. N., & Sınmaz, S. (2024). İklim değişikliği süreci ve Türkiye’de iklim değişikliği eylem planlarının mekânsal perspektifi. *Kent Akademisi*, 17(3), 939-960.
- Paul, G., Nolen, J. E., Alexander, L., Bender, L. K., Vleet, V., Barrett, W., ... & Designs, O. (2019). *American Lung Association State of the Air 2019*.
- Reid, H. (Ed.). (2009). *Community-based adaptation to climate change* (Vol. 60). Iied.
- Robine, J. M., Cheung, S. L. K., Le Roy, S., Van Oyen, H., Griffiths, C., Michel, J. P., & Herrmann, F. R. (2008). Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003. *Comptes Rendus Biologies*, 331(2), 171-178. <https://doi.org/10.1016/j.crvi.2007.12.001>
- Schlosberg, D. (2007). *Defining environmental justice: Theories, movements, and nature*. OUP Oxford.
- Sharma, R. K., Agrawal, M., & Marshall, F. (2007). Heavy metal contamination of soil and vegetables in suburban areas of Varanasi, India. *Ecotoxicology and environmental safety*, 66(2), 258-266.

- Springmann, M., Clark, M., Mason-D'Croz, D., Wiebe, K., Bodirsky, B. L., Lassalle, L., ... & Willett, W. (2018). Options for keeping the food system within environmental limits. *Nature*, 562(7728), 519-525.
- Üçgün, A. B., & Yavuz, C. I. (2021). Çevre Sağlığı Perspektifinden COVID-19. *Türkiye Klinikleri COVID-19*, 2(13), 21-27.
- Watts, N., Amann, M., Arnell, N., Ayeb-Karlsson, S., Beagley, J., Belesova, K., ... & Costello, A. (2018). The 2018 report of the Lancet Countdown on health and climate change: Shaping the health of nations for centuries to come. *The Lancet*, 392(10163), 2479-2514. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32594-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32594-7)
- Weber, E., Downward, G. S., Ebi, K. L., Lucas, P. L., & van Vuuren, D. (2023). The use of environmental scenarios to project future health effects: a scoping review. *The Lancet Planetary Health*, 7(7), e611-e621.
- World Health Organization. (2006). *Principles of environmental health*. WHO Regional Office for Europe. [https://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0007/123979/E91879.pdf](https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0007/123979/E91879.pdf)
- World Health Organization. (2018). *Climate change and health*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>
- World Health Organization. (2021). *Climate change and health*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health>
- World Health Organization. (2024). *COP29 special report on climate change and health: Health is the argument for climate action*. Geneva, Switzerland: World Health Organization. [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/environment-climate-change-and-health/58595-who-cop29-special-report\\_layout\\_9web.pdf](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/environment-climate-change-and-health/58595-who-cop29-special-report_layout_9web.pdf)
- Xue, S., Massazza, A., Akhter-Khan, S. C., Wray, B., Husain, M. I., & Lawrence, E. L. (2024). Mental health and psychosocial interventions in the context of climate change: a scoping review. *npj Mental Health Research*, 3(1), 10.
- Zougmore, R. B., Partey, S. T., Totin, E., Ouédraogo, M., Thornton, P., Karbo, N., ... & Campbell, B. M. (2019). Science-policy interfaces for sustainable climate-smart agriculture uptake: lessons learnt from national science-policy dialogue platforms in West Africa. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 17(5), 367-382.

## Madde Kullanımında Alternatif Ruhsal Yaklaşımlar

Ömer Faruk Başyigit<sup>1</sup>

Muhammed Fatih Hasar<sup>2</sup>

### Özet

Madde bağımlılığı, bireyin fiziksel tarafının yanı sıra psikolojik, ruhsal ve sosyal boyutlarını da etkileyen karmaşık bir problemdir. Psikodinamik teoriler, bağımlılığı bilinçdışı çatışmalar ve çocukluk dönemine ait travmaların bir neticesi olarak tanımlarken; varoluşsal bakış açıları bu durumu anlam arayışı olarak yorumlamaktadır. Bağımlılık, ruhsal eksiklik ve içsel memnuniyet yetersizliği ile ilişkilendirmiştir. Alternatif yöntemler arasında bulunan mindfulness, yoga ve manevi destek uygulamaları, bireylerin stresle başa çıkma yöntemlerini sadeleştirir ve tedavi sürecine katkı sağlar. Sanat, müzik ve doğa terapileri, bireysel ifadenin artmasına yardımcı olurken, psikososyal iyileşmeyi de desteklemektedir. Ayrıca, madde kullanımıyla ortaya çıkan tıbbi ve plastik atıkların çevreye ciddi ve kalıcı zararlar verdiği görülmektedir. Bu durum, bağımlılıkla mücadeleyi yalnızca bireysel değil, aynı zamanda toplumsal ve ekolojik açıdan ele almak gerektiğini göstermektedir.

### Giriş

Bağımlılık kelimesi, Latince’de “kendini başkasına adanmak” anlamına gelen addictus sözcüğünden türetilmiştir, bu durum bağımlılığın kişisel özgürlüğün kısıtlanmasıyla ilgili olduğunu da göstermektedir. Bağımlılık, bireyin belirli bir maddeye veya duruma olan bağımlılığını ifade eden karmaşık bir olgudur. TDK’ya göre bağımlılık, “Bir şeye veya bir kimseye bağlı olma durumu; tabiiyet” ifadesiyle açıklanmaktadır, bu tanım maddi veya manevi bağımlılıkların herkes için farklı boyutlar taşıyabileceğini vurgular.

- 1 Öğr. Gör., Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Evde Hasta Bakımı Programı, ORCID: 0000-0003-2202-8648, ofbasyigit@bingol.edu.tr
- 2 Öğr. Gör., Bingöl Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Çevre Sağlığı Programı, ORCID: 0000-0002-9496-3697, mfhasar@bingol.edu.tr

Bağımlılık, bireylerin psikolojik ve fiziksel sağlıklarını etkileyen önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. (Minaz & Bozkurt, 2017).

Bağımlılık, bireyin davranışlarını kalıcı hale getiren, beynin kimyasal dengesini etkileyen ve zihinsel sağlık üzerinde derin izler bırakan, kronik bir hastalık olarak tanımlanmaktadır; bu tanım, Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2019) tarafından yapılmıştır, ayrıca bağımlılık sadece madde kullanımıyla sınırlı olmayıp, davranışsal bağımlılıkları da içermektedir. Dünya Sağlık Örgütü'ne göre madde bağımlılığı, bireyin bir psikoaktif maddeye olan düşkünlüğünün, daha önce değer verdiği diğer uğraş ve nesnelerden açık bir şekilde daha fazla öncelik kazanmasıyla sonuçlandığı bir durumdur; bu durum, bağımlılığın bireyin yaşam kalitesini ciddi şekilde etkileyebileceğini ve tedavi edilmediği takdirde uzun vadede ağır sonuçlar doğurabileceğini göstermektedir. (Yorgancıoğlu & Esen, 2000).

Bağımlılık yapıcı maddeler, beyindeki ödül sistemine etki ederek dopamin salınımında artırır. Dopamin düzeyindeki bu artış, bireyin beklentisi ile elde ettiği gerçek ödül arasındaki farkın artmasına neden olur. Bu durum yalnızca bağımlılığa yol açmakla kalmaz, aynı zamanda bireyin doğal ödüllere karşı duyarsızlaşmasına da sebep olur (Dackis & O'Brien, 2001; Uğurlu, Şengül & Şengül, 2012).

### **Madde bağımlılığının psikodinamik ve varoluşsal yorumları**

#### ***Psikodinamik kuram perspektifinden bağımlılık***

Psikodinamik kurama göre bağımlılık, bireyin bilinçdışı çatışmalarının bir yansıması olarak değerlendirilmektedir. Freud, bağımlılığı, psikoseksüel gelişimin oral dönemine saplanmanın bir belirtisi şeklinde açıklamakta; bireyin, bebeklik dönemindekine benzer biçimde, ağız yoluyla haz arayışına yönelerek gerçeklikten uzaklaştığını ve ilkel bir doyum aradığını öne sürmektedir (Center for Substance Abuse Treatment, 1999).

Freud, psikoanalitik çerçevede bağımlılığın tedavi edilemeyeceğini, bunun temel nedeninin bireylerin bağımlılıklarından kurtulmalarının zor olduğunu belirtmiştir. Freud'a göre, insanın ilk bağımlılığı mastürbasyondur ve madde bağımlılığı, bu davranışın yerini alan bir ikame niteliği taşımaktadır. R. Loose'un Freud'un bağımlılık kuramları üzerine yaptığı kapsamlı değerlendirmeye göre, Freud hem mastürbasyonu hem de bağımlılığı, başka bir insanla ilişki kurmadan haz arayışının yolları olarak tanımlamaktadır. Bu tür ilişkiler ise risk, öngörülemezlik ve korku içerdiğinden bireyler bu yollardan kaçınma eğilimindedir (Rybakowski, 2018).

Freud ayrıca alkol gibi psikoaktif maddelerin, bastırılmış homoseksüel fantezileri baskıladığını ve bireylerin bu fantezilerle başa çıkmak için kullandıkları yüceltme mekanizmasının işlevsiz hale gelmesine neden olduğunu ileri sürmüştür. Bununla birlikte, maddenin etkisiyle süperegö denetiminin zayıflaması sonucunda bu bastırılmış fantezilerin yüzeye çıkmasının kolaylaştığını ifade etmektedir (Rybakowski, 2018).

Freud'un cinsellik ve bağımlılık arasındaki ilişkiye dair görüşleri, diğer psikanalistler tarafından da desteklenmiştir. Örneğin Karl Abraham, alkol bağımlılığının, dışsal etkenlerden ziyade bireyin cinsel doğasına özgü içsel çatışmalarla bağlantılı olduğunu savunmuştur. Abraham'a göre, alkol alma davranışı, bastırılmış homoseksüel dürtülerin dışavurumudur ve bu dürtülerin bağımlı bireylerde yoğun biçimde yaşandığına dikkat çekmektedir (Rybakowski, 2018).

Sándor Ferenczi, alkolizmi homoseksüelliğe dayandırarak açıklarken; Abraham, bağımlılığın temelinde cinsel kimlikten ziyade insan ilişkilerinde bastırılmış "normal" yönlerin bulunduğunu öne sürmüştür (Rybakowski, 2018).

Carl Gustav Jung ise psikoaktif maddelerin yalnızca ruh halini değiştirmediğini, aynı zamanda bireyin iç dünyasında derin psikolojik işlevlere etki ettiğini belirtmektedir. Jung'a göre bu maddeler, bireyin içsel parçalanma hissini geçici olarak gidererek sahte bir bütünlük algısı yaratır. Ancak bu algı bir illüzyondur ve kısa sürede ortadan kaybolur. Jung, bu durumu "numinous" (kutsal) deneyim olarak tanımlamakta; bireyin bu hissi tekrar yaşama arzusunun bağımlılığı tetiklediğini ifade etmektedir. Ona göre bağımlılık, yalnızca maddesel bir bağıllık değil, aynı zamanda derin bir ruhsal susuzluğun dışı vurumudur. Bu susuzluğun, spiritüel ya da bireysel olarak anlamlı ve radikal bir "dönüşüm" yoluyla giderilebileceğini savunmaktadır. Jung ayrıca, bağımlı bireylerin "utanç ve yalnızlık" duygularıyla toplumsal çevrelerinden dışlandığını ve kendilerini koruyucu bir duvarın dışında hissettiklerini vurgulamaktadır (Rybakowski, 2018).

Alfred Adler ise madde bağımlılığına ilişkin görüşlerini "sosyal ilgi" kavramı çerçevesinde ele almaktadır. Adler'e göre bağımlı bireyler, sorunlarından kolayca kurtulmanın yollarını aramakta, bu tutum ise yeterince gelişmemiş sosyal ilginin bir sonucudur. Bağımlı bireylerin, bağımlı olmayanlara kıyasla daha düşük düzeyde sosyal ilgiye sahip olmaları, onları işbirlikçi olmayan ve sağlıklı başa çıkma yöntemlerine yönlendirmektedir. Adler, alkol ve madde bağımlılıklarını sosyal ilginin yetersizliğine bağlamakta; Adleryen terapiler ise bu bireylerde sosyal ilginin geliştirilmesini, toplumla bağların

güçlendirilmesini ve daha sağlıklı başa çıkma stratejilerinin kazandırılmasını hedeflemektedir (Uygur, 2015; Yıldız & Tamam, 2025).

### *Varoluşçu kuramda bağımlılık*

Viktor Frankl'a göre bireyler, yaşamlarında anlam yoksunluğu yaşadıklarında bir varoluşsal boşluk (existential vacuum) içerisine düşerler. Bu boşluk, saldırganlık, depresyon ve bağımlılık olmak üzere üç temel psikolojik belirtinin birlikte görüldüğü bir tabloyu doğurur. Frankl, bu durumu "kitle nevrotik üçlüsü" (mass neurotic triad) olarak adlandırır. Varoluşsal boşluk yaşayan bireyler, toplumsal normlardan sapmalar, artan stres belirtileri ve madde kullanımına yönelme gibi sonuçlar sergileyebilirler (Batthyany, & Russo, 2014).

Frankl'a göre bu boşluğun üstesinden gelmenin yolu, bireyin yaşamında anlam, özgürlük ve sorumluluk duygularını yeniden inşa etmesidir. Birey, kendi seçimlerini yapma özgürlüğünü fark ettiğinde ve yaşamına kendi değerleri doğrultusunda bir yön verdiğinde, geçici ve dışsal doyum kaynaklarına (alkol, madde vb.) olan ihtiyaç azalır. Bireyin yaşamı anlamla dolduğunda, bağımlılığa gerek kalmaz (Batthyany, & Russo, 2014).

Aktarılan kaynakta, alkol kullanım bozukluğu olan bireylerde Frankl'ın bu yaklaşımının etkili sonuçlar doğurduğu ifade edilmektedir. Frankl'ın bu çerçevede geliştirdiği yöntem, alkolik bireylerde madde arzusunun azalmasını sağlamış; ayrıca, alkol bağımlılarının eşlerine yönelik anlam odaklı grup çalışmaları da psikolojik iyilik hâlini ve yaşam anlamını artırmıştır (Batthyany, & Russo, 2014).

Irvin Yalom'un kendi görüşlerine göre, madde bağımlılığı temel olarak bireyin varoluşsal kaygılarıyla (ölüm, özgürlük, izolasyon, anlamsızlık) başa çıkamamasından kaynaklanır. Yalom, varoluşçu terapide bu dört temel insan sorununa odaklanır ve madde bağımlılığını, bireyin yaşamındaki anlamsızlık ve varoluşsal boşluk ile ilişkilendirir. Ona göre madde kullanımı, bu kaygıları bastırmak için bir kaçış yoludur ve birey, kendi seçimlerinin sorumluluğunu üstlenmediğinde bağımlılığa yönelir (İlgar & Coşgun İlgar, 2019).

### **Topluluk temelli uygulamalar: Mindfulness, yoga ve manevi dayanışma**

#### *Mindfulness(Bilinçli farkındalık)*

Bilinçli farkındalık, kişinin dikkatini içinde bulunduğu an üzerine yoğunlaştırması olarak tanımlanan bir kavramdır. Bu kavram, son dönemde madde bağımlılığı sorunları yaşayan kişiler için uygulanmaya başlanmıştır. Bilinçli farkındalık tekniği, bireylerin duygularına ve düşüncelerine yabancı

bir bakış açısıyla yaklaşmasını sağlar ve özellikle otomatik düşünceleri engelleyerek tekrar eden davranışların önüne geçmeyi amaçlar. Bu yöntem, bireylerin geçici madde kullanımı durumunda dahi, farkındalık ve kabullenme tutumlarını koruyarak suçluluk hissini ve öz eleştiriyi minimize etmelerine yardımcı olur (Bowen ve arkadaşları, 2009). Yapılan araştırmalar, bilinçli farkındalık terapisinin, diğer tedavi yöntemleri gibi hem tedavide hem de yeniden ortaya çıkma durumlarının engellenmesinde etkili olduğunu göstermektedir. Bu teknik, bireylerin kendi düşüncelerini ve hislerini yargılamadan seyretmelerine, düşüncelerin geçici olduğunu kavramalarına ve bu sayede madde kullanımıyla bağlantılı stres ve kaygı seviyelerini azaltmalarına imkân tanır (Alpay et al., 2018; Tırışkan et al., 2015).

### *Yoga*

Yoga, özellikle nefes egzersizleri ve meditasyon yöntemleri aracılığıyla, uyuşturucu bırakma aşamasındaki artan kalp atışı ve tansiyonu dengelemeye yardımcı olur. Bu durum, madde kullanımını sona erdirdiğinde ortaya çıkan fizyolojik stres belirtilerinin hafifletilmesine katkı sağlar. Ayrıca, yapılan yoga seanslarının stres hormonu kortizol ve Adrenokortikotropik Hormon (ACTH) düzeylerini düşürdüğü, böylelikle kişilerin stresle başa çıkma yeteneklerini artırdığı kanıtlanmıştır. Bu durum, madde bağımlılığı tedavisinde önemli bir yere sahip olan stres yönetimi açısından dikkate değerdir (Singh, 2024; Ünlü, Doğan & Keser, 2023). Yoga, sadece fiziksel sağlığı geliştirmekle sınırlı kalmayıp, kişilerin zihinsel dayanıklılık ve esneklik düzeylerine de olumlu katkı sağlamaktadır. Düzenli yoga pratikleri, bireylerin stresli ve zorlu yaşam olaylarına karşı daha sakin ve kontrollü tepkiler vermesine yardımcı olur; bu da genel stres seviyelerinde belirgin bir azalma sağlar. Stres ve kaygı gibi madde kullanımına yol açabilecek psikolojik etkileri azaltan yoga, bu anlamda yeniden bağımlılık riskinin düşmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca, yoga uygulamaları bireylerin içsel huzur ve tatmin hislerini geliştirmesini sağlar; böylece madde kullanımına alternatif bir rahatlama ve keyif kaynağı sunar (Greene, 2021).

### *Manevi dayanışma*

Madde bağımlılığı tedavisinde fiziksel aktiviteler, sanatsal eserler ve sosyal faaliyetler kadar, kişinin manevi yönünü güçlendiren uygulamalar da oldukça önemlidir. Bu tür yardımlar, bireyin hayatında anlam bulmasına yardımcı olarak tedavi sürecini olumlu etkileyebilir ve rehabilitasyonun sürdürülebilirliğini artırabilir. Tedavi sürecinin bilişsel, sosyal, duygusal ve manevi boyutlarının bir arada değerlendirilmesi, bireyin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik bir yaklaşım sunar (Akıncı, 2017).

Bağımlılık tedavi süreçlerinde yer alan manevi destek yöntemleri arasında dua etme, meditasyon, dini gelenekler ve kutsal kitap okuma bulunmaktadır. Bununla birlikte, Adsız Alkolikler (AA) ve Adsız Narkotikler (NA) gibi destek grupları, bireylerin iyileşme aşamasında kritik bir öneme sahiptir. Bu gruplar, bireylere sosyal destek sağlayarak aidiyet hissetmelerine yardımcı olur ve sağlıklı başa çıkma yöntemlerini geliştirmelerini destekler (Akıncı, 2017; YEDAM, 2025).

### **Madde bağımlılığında integratif ve tamamlayıcı yaklaşımlar: Doğa terapisi, sanat terapisi ve müzik temelli müdahaleler**

Madde bağımlılığı tedavisinde bütüncül yaklaşımlar giderek önem kazanmakta; bu bağlamda doğa terapisi, sanat terapisi ve müzik temelli müdahaleler gibi bütünleştirici ve tamamlayıcı yöntemler, geleneksel tedavi yöntemlerini destekleyici niteliktedir.

#### ***Doğa terapisi***

Doğa terapisi, kişinin doğayla bağlantı kurarak ruhsal iyileşme sürecini destekleyen bir yöntemdir. Bu terapi türü, doğanın şifalı etkisinden faydalanarak kişinin stres, kaygı ve bağımlılıkla ilgili olumsuz hislerini azaltmaya çalışır. Doğa terapisi ile sanat terapisi birleştirildiğinde, iyileşme ve dönüşüm sürecini daha kapsayıcı hale getirerek bireyin doğa ve yaratıcı ifade ile olan ilişkisini güçlendirir. Bu yaklaşım, modern yaşamın getirdiği doğadan uzaklaşma sorununu ele alırken, aynı zamanda bireyin ruhsal sıkıntılılarıyla başa çıkmasına da yardımcı olur (İçöz, 2023).

#### ***Sanat terapisi***

Sanat terapisi, kişilerin kendilerini ifade etmelerine yardımcı olan yaratıcı bir psikoterapi yaklaşımıdır. Madde bağımlılığı tedavisinde sanat terapisi, bireylerin hem hislerini açığa çıkarmasını destekler hem de travma ile bağımlılıkla ilişkili psikolojik sorunlar üzerinde çalışılmasına imkân tanır. Sanat terapisi, bağımlı bireylerin özsaygılarını artırmalarına ve bilişsel ile duygusal iyileşmelerine katkıda bulunur. Ayrıca, dans ve hareket terapisi gibi beden odaklı sanat terapileri, fiziki öz farkındalığı artırarak bireyin sorunlarla başa çıkma yeteneklerini güçlendirir (Sarıkaya ve ark., 2017).

#### ***Müzik terapisi***

Müzik terapisi, bağımlılıkla savaşta hem duygusal hem de zihinsel düzeyde etkili bir bütünsel yaklaşım olarak dikkat çekmektedir. Uğur ve Mutlu (2022), müzik terapisinin bireylerin içsel farkındalıklarını artırdığını ve duygularını ifade etme yeteneklerini geliştirdiğini ifade etmektedir. Özellikle grup odaklı müzik terapisi uygulamalarında, bireylerin sosyal

etkileşim becerilerinin arttığı ve yalnızlık ile izolasyon hissinin azaldığı vurgulanmaktadır. Ayrıca müzik, kişilerin geçmişte yaşadıkları travmalara ve bastırılmış hislerine ulaşmaları için güvenli bir yol sunarak psikoterapi sürecine yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda müzik terapisi, bağımlılık tedavisinde hem motivasyonu artırmakta hem de psikososyal entegrasyona katkı sunmaktadır (Özyıldız ve ark., 2019).

### **Madde bağımlılığı sonrası oluşan tıbbi ve plastik atıkların çevresel etkileri**

Madde bağımlılığına bağlı enjeksiyonlar hakkında özel bir odak olmamakla birlikte, Dünya Sağlık Örgütü'ne (2024) göre, her yıl dünya genelinde yaklaşık 16 milyar enjeksiyon gerçekleştirilmektedir ve bunların bir kısmı uygun bir şekilde yok edilmemektedir. Uygun bir biçimde imha edilmediği takdirde, şırınga ve iğnelerin çevreye bırakılması ciddi tehditler oluşturabilir. Özellikle madde kullanan kişiler tarafından atılan şırınga ve iğneler, genellikle doğrudan çevreye atılmakta ve bu da toprak, su ve canlı yaşamı için tehlike arz etmektedir. Örneğin, Levine ve arkadaşlarının (2019) yaptığı bir çalışma, şırıngaların yaklaşık %95'inin halka açık alanlar, çöp kutuları veya kanalizasyon gibi uygun olmayan yollarla bertaraf edildiğini ortaya koymuştur.

Çevreye bırakılan plastik atıklar, biyolojik olarak yok olmadıkları için uzun süre doğada kalmaktadır (UNEP, 2021). Bu atıklar zamanla mikropplastiklere dönüşebilir, toprak yapısını bozarak içerdikleri zararlı kimyasallar ile toprağa sızabilir ve ekosistemdeki canlılara zarar verebilir (UNEP, 2021). Tıbbi atıklar ise yağmur ve yüzey akıntısıyla su kaynaklarına ulaşarak su kirliliğine neden olabilir; plastik şırınga ve ambalaj atıkları su canlıları tarafından yanlışlıkla yutulabilir (WHO, 2024; UNEP, 2021; WWF, 2021). WWF'nin verilerine göre, bu tür plastik kirliliği her yıl yaklaşık 100. 000 deniz memelisinin ölümüne sebep olmaktadır (WWF, 2021). Aynı zamanda, mikropplastikler deniz canlılarının dokularında birikerek besin zinciri yoluyla diğer türlere geçiş yapabilir (UNEP, 2021).

Kullanılan şırıngalarda kalan ilaç kalıntıları su kaynaklarına karışarak kimyasal kirliliğe neden olmaktadır. ABD Çevre Koruma Ajansı (EPA, 2024), bu ilaçların su ekosistemlerinde zararlı etkiler oluşturduğunu ve balıkların üreme ve gelişiminde olumsuzluklara yol açarak dolaylı yoldan insan sağlığını tehdit ettiğini vurgulamaktadır.

Bunun yanı sıra, kontrolsüz bir şekilde çevreye bırakılan kesici ve delici tıbbi atıklar ciddi yaralanmalara sebep olmaktadır; Jason (2013) bu durumun ABD'de her yıl yaklaşık 2. 000 kişiyi etkilediğini göstermektedir. Ayrıca,

bu tür atıklar HIV, Hepatit B/C gibi patojenlerin yayılmasında önemli bir tehlike oluşturmaktadır (WHO, 2024).

Sonuç olarak, madde kullanımı veya tıbbi işlemlerden kaynaklanan tıbbi ve plastik atıkların çevreye rastgele atılması, toprak ve su kirliliğine yol açarak su yaşamını, yaban hayatını ve insan sağlığını ciddi şekilde tehdit etmektedir. Bu sorunlara karşı toplumu bilinçlendirmek, atık yönetim sistemlerini güçlendirmek ve sürdürülebilir bertaraf yöntemlerini desteklemek gerekmektedir (WHO, 2024).

## Sonuç

Madde bağımlılığı, sadece bir biyolojik sorun olarak değil; bireyin psikolojik, sosyal, ruhsal ve varoluşsal yönlerini etkileyen karmaşık bir mesele olarak değerlendirilmelidir. Bu bölümde, bağımlılığın psikodinamik ve varoluşsal teoriler çerçevesinde nasıl açıklanabileceğine yer verilmiş; bireyin bilinçaltındaki çatışmalar, kimlik problemleri, anlam arayışı ve içsel boşluk hissinin bağımlılık sürecine nasıl katkı sağladığı incelenmiştir. Freud, Jung, Adler, Frankl ve Yalom gibi önde gelen teorisyenlerin bağımlılık konusundaki benzersiz bakış açıları, bu sorunun sadece bir alışkanlık ya da irade eksikliği meselesi olmadığını; çok daha derindeki psikodinamik ve varoluşsal temellere dayandığını açıkça ortaya koymaktadır.

Kişinin bağımlılıktan kurtulmasında anlam yaratma, aidiyet hissi, sosyal destek ve ruhsal tatmin büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, mindfulness, yoga ve toplumsal dayanışma gibi grup odaklı uygulamalar, bireyin içsel farkındalığını artırarak stresle başa çıkmasına yardımcı olmakta ve yeniden nüks etme riskini düşürmektedir. Bunun yanı sıra doğa terapisi, sanat terapisi ve müzik terapisi gibi tamamlayıcı ve bütünleştirici yöntemler, kişinin duygusal dengeleme, ifade etme ve psikososyal iyileşme süreçlerine önemli katkılar sağlamaktadır.

Özetle, madde bağımlılığı tedavisinde etkili bir yaklaşımın bütüncül yapısı, bireylerin sadece fiziksel bağımlılıktan kurtulmalarını hedeflemekle kalmayıp, aynı zamanda duygusal ve zihinsel sağlıklarını da geliştirmeyi amaçladığını göstermektedir.

## Kaynaklar

- Addenbrooke, M. (2015). *Jung and the labyrinth of addiction*. The Society of Analytical Psychology. <https://www.thesap.org.uk/articles-on-jungian-psychology-2/about-analysis-and-therapy/jung-and-the-labyrinth-of-addiction/>
- Akıncı, H. (2017). *Madde bağımlılığı ve manevi destek* (Yüksek lisans tezi, Yalova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Alpay, Ü., Aydoğdu, B. E., & Yorulmaz, O. (2018). Madde kullanımı olan yetişkinlerde farkındalık temelli müdahalelerin etkililiği: Sistematik bir gözden geçirme. *Addicta: The Turkish Journal on Addictions*, 5(4), 721–746. <https://doi.org/10.15805/addicta.2018.5.4.0016>
- Batthyany, A., & Russo-Netzer, P. (Eds.). (2014). *Meaning in positive and existential psychology* (pp. 3-22). New York, NY: Springer.
- Bowen, S., Chawla, N., Collins, S. E., Witkiewitz, K., Hsu, S., Grow, J., Clifasefi, S., Garner, M., Douglass, A., Larimer, M. E., & Marlatt, A. (2009). Mindfulness-based relapse prevention for substance use disorders: A pilot efficacy trial. *Substance Abuse*, 30(4), 295–305. <https://doi.org/10.1080/08897070903250084>
- Center for Substance Abuse Treatment. (1999). *Brief interventions and brief therapies for substance abuse (TIP Series No. 34)*. Substance Abuse and Mental Health Services Administration (US). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK64952/>
- Dackis, C. A., & O'Brien, C. P. (2001). Cocaine dependence: A disease of the brain's reward centers. *Journal of Substance Abuse Treatment*, 21(3), 111–117. [https://doi.org/10.1016/S0740-5472\(01\)00192-1](https://doi.org/10.1016/S0740-5472(01)00192-1)
- Greene, D. (2021). Yoga: A holistic approach to addiction treatment and recovery. *OBM Integrative and Complementary Medicine*, 6(4), 1-8.
- İlgar, M. Z., & Coşgun İlgar, S. (2019). Varoluşçu psikolojik danışma ve psikoterapi: Teori ve pratiği. *Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 23(2), 193–206.
- Jason, J. (2013). Community-acquired, non-occupational needlestick injuries treated in US emergency departments. *Journal of Public Health*, 35(3), 422–430. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdt033>
- Levine, H., Bartholomew, T. S., Rea-Wilson, V., Onugha, J., Arriola, D. J., Cardenas, G., Forrest, D. W., Kral, A. H., Metsch, L. R., Spencer, E., & Tookes, H. E. (2019). Syringe disposal among people who inject drugs before and after the implementation of a syringe services program. *Drug and Alcohol Dependence*, 202, 13–17. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2019.04.025>
- Minaz, A., & Bozkurt, Ö. Ç. (2017). Üniversite öğrencilerinin akıllı telefon bağımlılık düzeylerinin ve kullanım amaçlarının farklı değişkenler açısından

- incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(21), 268–286.
- Özyıldız, A., & Uçaner Çifdalöz, B. (2019). Bağımlılıkla mücadelede müzik terapi. *Journal of International Social Research*, 12(63).
- Sanat Psikoterapileri Derneği. (2023, 3 Mart). *Doğa temelli dışavurumcu sanat terapisi – Ezgi İçöz*. <https://www.sanatpsikoterapiderneği.org/do287a-sanat-paylaşım-do287a-temelli-dışavurumcu-sanat-terapisi-ezgi-içöz.html>
- Singh, N. (2024). Neurobiological basis for the application of yoga in drug addiction. *Frontiers in Psychiatry*, 15, 1373866. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2024.1373866>
- Tırışkana, M., Onnarb, N., Çetinc, Y. A., & Cömertd, I. T. (2015). The importance of mindfulness in preventing substance-abuse relapse: A literature review. *Addicta: The Turkish Journal on Addictions*, 2(2), 123-42.
- Türk Dil Kurumu. *Güncel Türkçe Sözlük*. <https://sozluk.gov.tr/>
- Uğurlu, T. T., Şengül, C. B., & Şengül, C. (2012). Bağımlılık psikofarmakolojisi. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 4(1), 37–50.
- United Nations Environment Programme. (2021). Plastic planet: How tiny plastic particles are polluting our soil. <https://www.unep.org/news-and-stories/story/plastic-planet-how-tiny-plastic-particles-are-polluting-our-soil>
- United States Environmental Protection Agency. (2024). The impact of pharmaceuticals released to the environment. <https://www.epa.gov/household-medication-disposal/impact-pharmaceuticals-released-environment>
- Uygur, A. E. (2015). *Din psikolojisi açısından Alfred Adler psikolojisinin değerlendirilmesi* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Felsefe ve Din Bilimleri Anabilim Dalı).
- Ünlü, İ. E., Doğan, O., & Keser, İ. (2023). Egzersizin nikotin, kokain, metamfetamin, opioidler ve alkol gibi madde bağımlılıklarındaki yeri. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 8(1), 70–78. <https://doi.org/10.52881/gsbdergi.1190904>
- Washburn House. (2023, Şubat 15). 3 benefits of yoga in addiction recovery. <https://www.washburnhouse.com/addiction-recovery-blog/3-benefits-of-yoga-in-addiction-recovery/>
- World Health Organization. (2019). *Addiction (WHO EM/MNH/213/E)* [Brochure]. World Health Organization Regional Office for the Eastern Mediterranean. [https://applications.emro.who.int/docs/EMRPUB\\_leaflet\\_2019\\_mnh\\_213\\_en.pdf](https://applications.emro.who.int/docs/EMRPUB_leaflet_2019_mnh_213_en.pdf)
- World Health Organization. (2024). Health-care waste (Fact sheet). <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>

- World Wide Fund for Nature. (2025). Plastic in our oceans is killing marine mammals. <https://wwf.org.au/blogs/plastic-in-our-oceans-is-killing-marine-mammals/>
- YEDAM. (t.y.). *Bağımlılık tedavisinde kendine yardım grupları*. <https://www.yedam.org.tr/uzman-yazilari/bagimlilik-tedavisinde-kendine-yardim-gruplari>
- Yorgancıoğlu, A., & Esen, A. (2000). Sigara bağımlılığı ve hekimler. *Toraks Dergisi*, 1(1), 90–95.



## Apiterapinin Kas-İskelet Sistemi Üzerine Etkileri

Fatih Çakar<sup>1</sup>

Halil Şimşek<sup>2</sup>

### Özet

Kas-iskelet sistemi hastalıkları, dünya genelinde engelliliğin ve yaşam kalitesi kaybının önde gelen nedenlerinden biri olup, osteoartrit, romatoid artrit, fibromiyalji ve egzersize bağlı kas hasarları gibi çok sayıda klinik tabloyu içermektedir. Bu sağlık sorunlarının yönetiminde farmakolojik tedaviler sınırlı etki ve yan etki riski nedeniyle tamamlayıcı tıp yaklaşımlarını gündeme getirmiştir. Apiterapi; bal, propolis, arı sütü, polen ve arı zehiri gibi arı ürünlerinin anti-enflamatuvar, analjezik ve doku onarıcı özelliklerine dayalı olarak uygulanan geleneksel bir tedavi yöntemidir. Bu kitap bölümünde, apiterapinin kas-iskelet sistemi üzerindeki etkileri hem deneysel hem de klinik bulgular ışığında ele alınmıştır. Arı zehiri, başta melittin olmak üzere içerdiği biyoaktif peptitler aracılığıyla enflamasyonu baskılamakta ve ağrıyı azaltmaktadır. Propolis, antioksidan kapasitesiyle osteoporoz ve eklem dejenerasyonunda fayda sağlarken; arı sütü ve polen, kas rejenerasyonunu destekleyen biyoaktif bileşenler sunmaktadır. Romatoid artrit, osteoartrit ve bel-boyun ağrılarında arı ürünleri ile gerçekleştirilen klinik uygulamalar, semptomatik iyileşmeler göstermektedir. Ancak bu etkilerin genel geçer hale gelebilmesi için daha geniş örneklemli, randomize kontrollü çalışmalara gereksinim vardır. Sonuç olarak, apiterapi kas-iskelet sistemi hastalıklarında semptom kontrolünü destekleyici potansiyel taşımakta olup, tamamlayıcı tıpta geleceği parlak bir uygulama alanı olarak değerlendirilmektedir.

- 1 Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Fizyoterapi Programı, ORCID: 0000-0002-7551-4087, fcakar@bingol.edu.tr
- 2 Doç. Dr., Bingöl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, ORCID: 0000-0002-9637-1265, hsimsek@bingol.edu.tr

## Giriş

Kas-iskelet sistemi bozuklukları, küresel düzeyde bireylerin yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyen ve iş gücü kaybı, fiziksel işlev yetersizliği, sosyal izolasyon ve sağlık hizmeti kullanımında artış gibi sonuçlara yol açan yaygın sağlık sorunları arasında yer almaktadır. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre, yaklaşık 1,7 milyar insan bir kas-iskelet hastalığı ile yaşamaktadır ve bu durum, engelliliğin başlıca nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (WHO, 2019). Osteoartrit, romatoid artrit, sarkopeni, bel ve boyun ağrıları gibi çeşitli alt türleri kapsayan bu hastalık grubu gerek bireysel gerekse toplumsal düzeyde önemli bir sağlık yükü oluşturmaktadır.

Günümüzde kas-iskelet sistemi bozukluklarının tedavisinde farmakolojik ve fizik tedavi temelli yöntemler yaygın şekilde kullanılmakla birlikte, bu yaklaşımların semptomatik etkilerinin sınırlı olması ve uzun dönem kullanımda yan etki risklerinin artması nedeniyle tamamlayıcı ve alternatif tedavi yöntemlerine olan ilgi giderek artmaktadır. Bu bağlamda, geleneksel tıp ile modern bilimin kesişim noktasında yer alan apiterapi, doğal ürünlerle destekleyici tedavi arayışında olan araştırmacıların ve klinisyenlerin dikkatini çekmektedir (Bava et al., 2023; Darwish et al., 2013; Soleimani et al., 2021).

Apiterapi; bal, propolis, arı sütü, arı zehiri ve polen gibi arı ürünlerinin çeşitli farmakolojik etkileri aracılığıyla sağlık üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceği varsayımına dayanan bir tedavi yaklaşımıdır. Bu ürünlerin anti-enflamatuvar, analjezik, antioksidan, immünmodülatör ve doku yenileyici etkileri, özellikle kas-iskelet sistemi gibi enflamasyon ve dejenerasyon temelli hastalıkların yönetiminde potansiyel katkılar sağlayabileceğini göstermektedir (Ali & Kunugi, 2020; Bava et al., 2023). Son yıllarda yapılan deneysel ve klinik çalışmalar, arı ürünlerinin romatoid artrit, osteoartrit, fibromiyalji ve egzersize bağlı kas hasarları gibi durumlarda semptomları hafifletici ve fonksiyonel iyileşmeyi destekleyici etkilerini ortaya koymuştur (Bava et al., 2023; Pasupuleti et al., 2017; Stela et al., 2024).

Bununla birlikte, apiterapinin kas-iskelet sistemi üzerindeki etkilerine ilişkin bilimsel literatür henüz sınırlı sayıda çalışma ile şekillenmektedir. Mevcut araştırmaların çoğu küçük örneklemli, kısa süreli veya gözlemsel tasarıma sahip olup, plasebo kontrollü randomize çalışmaların sayısı azdır. Ayrıca, arı ürünlerinin uygulanma yöntemleri, dozajları ve güvenlik profilleri açısından da standartlaşmış protokollerin eksikliği dikkat çekmektedir (Ali & Kunugi, 2020; Jang & Kim, 2020; Pasupuleti et al., 2017; Stela et al., 2024). Bu durum, apiterapinin klinik pratikte yer bulabilmesi için daha fazla bilimsel kanıt gerektiğini ortaya koymaktadır.

Bu kitap bölümü, apiterapi uygulamalarının kas-iskelet sistemi üzerindeki etkilerini hem deneysel hem de klinik bulgular temelinde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Bölümde, öncelikle apiterapinin tanımı ve tarihsel gelişimi sunulacak; ardından kas-iskelet sistemi bozukluklarının epidemiyolojisi, patofizyolojisi ve klinik yükü özetlenecektir. Daha sonra ise osteoartrit, romatoid artrit, fibromiyalji, bel-boyun ağrısı ve egzersize bağlı kas hasarları gibi klinik tablolar üzerinden arı ürünlerinin terapötik etkileri ayrıntılı biçimde ele alınacaktır.

### Apiterapi nedir?

Apiterapi, arıların ürettiği çeşitli ürünlerin tedavi amaçlı kullanıldığı bir tamamlayıcı-alternatif tıp uygulamasıdır. Bu terim, bal arısı anlamına gelen Latince *Apis mellifera* kelimesinden gelir ve bal, polen, propolis, arı sütü (royal jelly) ve arı zehiri gibi arı ürünleri ile yapılan tedavileri kapsar (Bava et al., 2023). Arıcılık ürünleri binlerce yıldır tıbbi amaçlarla kullanılmaktadır; örneğin, arkeolojik kayıtlar antik Mısır, Çin, Yunan ve Roma uygarlıklarında bal ve propolisin yara tedavisi ve diğer sağlık amaçlarıyla uygulandığını göstermektedir (Ali & Kunugi, 2020). Tarihsel olarak bal ve propolisin iyileştirici özellikleri uzun zamandır bilinmesine karşın, arı zehirinin tıbbi potansiyeli ancak son birkaç onyıda bilimsel olarak araştırılmaya başlamıştır (Bava et al., 2023).

Günümüzde apiterapiye olan ilgi, kısmen modern tıpta karşılaşılan bazı zorluklardan kaynaklanmaktadır. Özellikle antimikrobiyal ilaçlara direnç gelişimi ve konvansiyonel tedavilerin maliyetlerinin artması, doğal ve tamamlayıcı tedavilere yönelimi artırmıştır (Khalil et al., 2010). Arı ürünleri görece uygun maliyetli olup, Brezilya, Çin ve Japonya gibi çeşitli ülkelerde geleneksel/tamamlayıcı tedaviler kapsamında yaygın biçimde kullanılmaktadır (WHO, 2019). Bununla birlikte, apiterapinin tıp alanındaki yeri konusunda henüz ortak bir bilimsel uzlaşısı oluşmamıştır ve uygulamalar bölgeden bölgeye değişebilmektedir (Eteraf-Oskouci & Najafi, 2013). Apiterapide kullanılan ürünlerin etki mekanizmaları ve standart dozajları tam olarak belirlenmemiş olup, bireylerin yaşına, kilosuna ve fizyolojik özelliklerine göre uyarlanması önerilmektedir (Wehbe et al., 2019). Sonuç olarak apiterapi, geleneksel bilgiler ile modern bilimsel araştırmaların kesiştiği bir alan olarak dikkat çekmekte ve özellikle kronik hastalıkların destekleyici tedavisinde potansiyel bir seçenek olarak değerlendirilmektedir.

### Kas-İskelet sistemi bozuklukları: Epidemiyoloji ve klinik önemi

Kas-iskelet sistemi, vücudun hareket ve destek yapısını oluşturan kaslar, kemikler, eklemler ve bunlara ait bağ dokularını içerir. Bu sistemde ortaya

çıkan bozukluklar, 150'den fazla farklı hastalık ve durumu kapsamakta ve genellikle kronik ağrı, hareket kısıtlılığı ve fiziksel işlev kaybı ile karakterize olmaktadır (WHO, 2019). Kas-iskelet sistemi hastalıklarına örnek olarak eklemeleri tutan osteoartrit, romatoid artrit, spondiloartrit, gut gibi artrit türleri; kemik erimesi (osteoporoz) ve ilişkili kırıklar; kas kütlesi ve fonksiyon kaybı ile seyreden sarkopeni; bel ve boyun ağrıları ile fibromiyalji gibi yaygın ağrı sendromları ve bağ dokusu hastalıkları verilebilir (WHO, 2019). Bu rahatsızlıklar, genelde uzun süreli ağrı ve hareket kısıtlılığına yol açarak bireylerin günlük yaşam aktivitelerini, iş gücüne katılımını ve yaşam kalitesini olumsuz etkiler.

Kas-iskelet sistemi bozuklukları, tüm dünyada en yaygın ve en maliyetli sağlık sorunları arasında yer almaktadır. Küresel tahminlere göre yaklaşık 1,71 milyar insan bir kas-iskelet sistemi rahatsızlığı ile yaşamakta olup, bu grup hastalıklar dünya genelinde engelliliğin en büyük nedeni konumundadır. Özellikle bel ağrısı, 160'tan fazla ülkede iş göremezliğin bir numaralı sebebi olarak tespit edilmiştir. Bu koşullar, mobilitayı ve beceriyi önemli ölçüde kısıtlayarak erken emekliliğe, iş gücünden çekilmeye ve toplumdan izole olmaya yol açabilmektedir. Örneğin, kronik bel ağrısı olan bireylerde sürekli ağrı ve fonksiyon kaybı nedeniyle iş gücü kaybı ve sağlık hizmeti kullanımında belirgin artış görülür. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre kas-iskelet sistemi hastalıkları, tüm dünyada yıllarca yaşanan sakatlıkların (YLD) yaklaşık %17'sinden sorumludur ve bu yönüyle küresel rehabilitasyon ihtiyacının da en büyük kaynağını oluşturmaktadır. Özellikle yaşlanan nüfus ve nüfus artışı ile birlikte, kas-iskelet rahatsızlıklarının prevalansı giderek yükselmekte ve bu durum gelecekte sağlık sistemi üzerinde daha büyük bir yük oluşturacaktır (WHO, 2019).

Kas-iskelet sistemi bozukluklarının klinik önemi, sadece bireysel sağlık üzerindeki etkileriyle sınırlı değildir; aynı zamanda ekonomik ve toplumsal boyutları da kapsamaktadır. Kronik kas-iskelet ağrıları, uzun süreli iş gücü kayıplarına ve yüksek sağlık harcamalarına yol açar. Birçok hasta, ağrı ve hareket kısıtlılığıyla başa çıkmak için tıbbi tedavilerin yanı sıra farklı yardımcı yöntemlere de başvurmaktadır. Nitekim, kronik bel ağrılı hastalar üzerinde yapılan bir kohort çalışmasında, bir yıl içinde bu hastaların %50'den fazlasının en az bir kez tamamlayıcı ve alternatif tıp yöntemini denediği rapor edilmiştir (Seo et al., 2017). Fizik tedavi, egzersiz, non-steroidal antienflamatuvar ilaçlar (NSAİİ) ve analjezikler gibi standart tedaviler her ne kadar temel yaklaşımlar olsa da bu tedavilerin yetersiz kaldığı veya yan etki risklerinin yüksek olduğu durumlarda hastalar bitkisel tedaviler, akupunktur ve apiterapi gibi alternatif arayışlara yönelmektedir. Dolayısıyla, kas-iskelet sistemi bozukluklarının yaygınlığı ve mevcut tedavilere rağmen

süre gelen semptom yükü, apiterapi gibi tamamlayıcı tedavilerin bu alanda araştırılmasına zemin hazırlamaktadır (Seo et al., 2017).

### Apiterapinin kas-iskelet sistemi üzerindeki potansiyel rolü

Kas-iskelet sistemi bozukluklarının temel patolojik süreçleri arasında kronik enflamasyon, ağrı, kıkırdak ve kemik doku hasarı yer almaktadır. Apiterapi ürünleri ise içerdiği biyoaktif bileşenler sayesinde bu süreçlere etki edebilecek anti-enflamatuvar, analjezik, antioksidan ve doku onarımını destekleyici özellikler göstermektedir (Bava et al., 2023; Jang & Kim, 2020). Özellikle arı zehiri (apitoksin) bu alanda en çok dikkat çeken apiterapi ajanıdır. Arı zehirinin başlıca bileşeni olan melittin peptidinin güçlü bir anti-enflamatuvar etkiye sahip olduğu, düşük dozlarda tümör nekroz faktör- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) ve nükleer faktör kappa B (NF- $\kappa$ B) gibi enflamatuvar medyatörleri baskıladığı gösterilmiştir (Pareek et al., 2024). Arı zehiri ayrıca histamin, fosfolipaz ve apamin gibi bileşenler içererek ağrı eşiğini etkileyebilir ve bağışıklık sistemini modüle edebilir (Bava et al., 2023; Pareek et al., 2024). Bu özellikleri sayesinde arı zehiri, özellikle artrit gibi enflamatuvar eklem hastalıklarında ağrıyı ve enflamasyonu azaltmada potansiyel bir tedavi olarak uzun zamandır ilgi görmüştür.

Nitekim hem deneysel hem de klinik çalışmalar apiterapinin kas-iskelet sistemi üzerindeki etkilerine dair ümit verici bulgular ortaya koymaktadır. Hayvan modellerinde, arı zehiri enjeksiyonlarının romatoid artrit benzeri eklem iltihabını azaltarak metotreksat gibi standart anti-romatizmal ilaçlar kadar etkili olabileceği rapor edilmiştir (Darwish et al., 2013). Klinik düzeyde ise kontrollü çalışmalar sınırlı olsa da bazı önemli sonuçlar vardır. Örneğin, diz osteoartritli hastalarda gerçekleştirilen bir randomize kontrollü çalışmada, arı zehiri akupunkturu uygulanan grupta plasebo uygulanan gruba kıyasla ağrı şiddetinde ve eklem fonksiyonunda belirgin iyileşmeler gözlenmiştir (Jang & Kim, 2020). Bu çalışmada arı zehiri enjeksiyonları sonrası hastaların Western Ontario ve McMaster Üniversitesi Osteoartrit İndeksi (WOMAC) skorlarında anlamlı düşüşler saptanmıştır (Jang & Kim, 2020). Ayrıca geleneksel akupunktur tedavisine arı zehiri entegre edilmesinin, sadece iğne akupunkturuna göre daha güçlü analjezik etki sağlayabildiği ileri sürülmüştür (Seo et al., 2017). Romatoid artrit hastalarında da arı zehiri uygulamalarının (özellikle arı iğnesi tedavisi veya arı zehiri akupunkturu şeklinde) sabah tutukluğu, eklem şişliği ve ağrı üzerinde iyileştirici etkilerinin olabileceği bazı klinik gözlemlerde bildirilmiştir. Nitekim arı zehirinin güçlü anti-enflamatuvar etkileri, RA'de hastalık aktivitesini azaltıcı bir tamamlayıcı tedavi seçeneği olarak değerlendirilmesine yol açmıştır (Jang & Kim, 2020). Bununla birlikte, bu alandaki klinik veriler halen sınırlı sayıda

çalışma ve olgu sunumlarına dayanmaktadır. Mevcut çalışmalar genellikle küçük örneklemlidir veya plasebo kontrollü tasarımları eksiktir; dolayısıyla sonuçların güvenilirliği ve genellenebilirliği konusunda temkinli yaklaşmak gerekmektedir.

Apiterapinin kas-iskelet sistemi üzerindeki potansiyel rolü, arı ürünlerinin yalnızca eklemlere değil, kemik ve kas dokularına da etkilerini kapsamaktadır. Propolis, arıların bitki reçinelerinden ürettikleri reçinemsî bir madde olup güçlü antioksidan ve anti-enflamatuvar bileşikler içerir. Son yıllarda yapılan araştırmalar, propolis ve içindeki flavonoid gibi biyoaktif bileşenlerin osteoblast ve osteoklast hücre aktivitesini düzenleyerek kemik oluşumunu teşvik edebileceğini ortaya koymuştur (Bertolucci et al., 2025). Özellikle propolisin, enflamatuvar sitokinleri azaltıp oksidatif stresi engelleyerek osteoporozda kemik yıkımını yavaşlatabileceği ve kemik yoğunluğunu koruyabileceği bildirilmiştir (Bertolucci et al., 2025). Hayvan modellerinde propolis özütü verilen sıçanlarda kemik mineral yoğunluğunun arttığı ve kırık iyileşmesinin hızlandığı gösterilmiştir. Bu bulgular, propolisin osteoartrit ve osteoporoz gibi kemik ve eklem hastalıklarında koruyucu veya destekleyici bir rol oynayabileceğine işaret etmektedir. Benzer şekilde, arı sütü (royal jelly) ve arı poleni gibi apiterapi ürünlerinin de kas ve eklem sağlığı üzerine olumlu etkileri araştırılmaktadır. Arı sütü, içerdiği özgün yağ asitleri (ör. 10-HDA) ve proteinlerle anti-enflamatuvar ve antioksidan etki gösterirken; arı poleni zengin amino asit ve vitamin içeriğiyle besleyici ve immunmodülatör özellikler sunar. *In vitro* ve hayvan çalışmalarında, arı sütü ve polen takviyesinin yaşa bağlı kas erimesi (sarkopeni) yaşayan modellerde kas kütlesi ve kas kuvvetini artırabildiği rapor edilmiştir (Ali & Kunugi, 2020). Bu ürünlerin, iskelet kasında enflamasyonu ve oksidatif hasarı azaltarak, protein sentezini ve uydu hücre aktivitesini destekleyerek kas rejenerasyonunu hızlandırdığı öne sürülmektedir. Örneğin, yoğun egzersiz sonrası kas hasarı oluşan hayvanlarda arı poleni verilen gruplarda kas iyileşmesinin ve performansın plasebo alanlara kıyasla daha iyi olduğu gösterilmiştir (Ali & Kunugi, 2020). Bu bulgular, apiterapi ürünlerinin kas fonksiyonunu koruma ve yaşlılıkta görülen kas güçsüzlüğünü hafifletme potansiyeline sahip olduğunu düşündürmektedir.

Derlenen tüm bu veriler, apiterapinin kas-iskelet sistemi üzerinde çok yönlü bir etki yelpazesine sahip olabileceğini ortaya koymaktadır: Anti-enflamatuvar ve ağrı kesici etkiler sayesinde artrit semptomlarını hafifletme, antioksidan ve anabolik etkilerle kemik ve kas dokusunu güçlendirme gibi. Bununla birlikte, apiterapinin bu alandaki rolü tamamlayıcı bir destek niteliğindedir ve henüz deneysel ve klinik araştırmalar erken aşamadır. Mevcut bilimsel literatür, küçük ölçekli çalışmalar, vaka raporları ve hayvan

deneylerinden elde edilen bulgularla sınırlıdır. Apiterapinin etkinliğini ve güvenliğini net olarak ortaya koyabilmek için daha geniş çaplı, plasebo kontrollü klinik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Özellikle arı zehri uygulamalarının standart dozları, uygulama yöntemleri (doğrudan arı sokması, akupunktur enjeksiyonu veya merhem formu) ve uzun dönem güvenlik profilinin detaylı biçimde incelenmesi gerekmektedir. Apiterapi ürünlerinin bazı kişilerde alerjik reaksiyon ve anafilaksi gibi ciddi yan etkilere yol açabileceği unutulmamalı, bu nedenle tıbbi gözetim altında ve uygun alerji testleri sonrasında uygulanmalıdır (Ali & Kunugi, 2020; Jang & Kim, 2020; Pasupuleti et al., 2017).

Sonuç olarak, apiterapi özellikle kronik enflamatuvar ve dejeneratif kas-iskelet sistemi hastalıklarında gelecek vadede bir tamamlayıcı tedavi seçeneği olarak görülmektedir. Ancak bu potansiyelin tam anlamıyla değerlendirilip klinik uygulamaya güvenle girebilmesi için, bilimsel araştırmaların derinleşmesi ve elde edilecek kanıtların artması gerekecektir. Gelecekte yapılacak çalışmalar, apiterapinin hangi hasta gruplarında, hangi doz ve formlarda en etkili olduğunu belirleyerek bu kadim tedavi yönteminin modern tıptaki yerini netleştirecektir.

### **Apiterapinin kas-iskelet sistemi hastalıklarında klinik ve deneysel kullanımı**

#### ***Osteoartrit***

Osteoartrit (OA), eklem kıkırdığının dejenerasyonu ve kronik inflamasyon ile karakterize, ağrılı ve işlev kısıtlayıcı bir eklem hastalığıdır. Apiterapi kapsamında özellikle arı zehri tedavisi, OA yönetiminde tamamlayıcı bir yöntem olarak araştırılmıştır. Klinik çalışmalarda arı zehri akupunkturunun diz osteoartritinde ağrıyı azaltabildiği gösterilmiştir. Örneğin, Kore’de 363 diz osteoartritli hasta üzerinde yapılan bir Faz III klinik çalışmada, saflaştırılmış arı zehri ürünü (Apitox®) enjeksiyonlarının ağrı ve fonksiyon üzerine olumlu etkileri saptanmış ve bu bulgular neticesinde söz konusu ürün Kore’de osteoartrit tedavisi için onay almıştır (Stela et al., 2024). Arı zehri tedavisinin etkinliğinin, kısmen, eklemdeki inflamatuvar süreci baskılamasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Nitekim in vitro ve hayvan modeli çalışmalarında arı zehrinin lipopolisakkarit kaynaklı prostaglandin E2 üretimini ve nükleer faktör kapp B (NF-κB) aktivasyonunu inhibe ederek kıkırdak yıkımına yol açan inflamatuvar yolları durdurabildiği gösterilmiştir (Stela et al., 2024). Bununla birlikte, deneysel çalışmalardan elde edilen bulgular tutarlılık göstermeyebilir. Nitekim bir tavşan osteoartrit modelinde, arı zehri ve hyalüronik asit enjeksiyonlarını

karşılaştıran araştırmada arı zehrinin eklem yapıları üzerinde belirgin ek bir iyileştirici etkisi saptanmamıştır (Nisbet et al., 2012). Bu durum, apiterapi uygulamalarının osteoartritteki rolünü daha iyi tanımlayabilmek için daha fazla kontrollü çalışmaya ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

### ***Romatoid artrit***

Romatoid artrit (RA), eklemlerde geri dönüşümsüz hasara yol açan, kronik seyirli otoimmün bir inflamatuvar hastalıktır. Konvansiyonel tedavilerin yanı sıra arı ürünleri ile tedavi (özellikle arı zehri uygulaması) RA'lı bazı hastalarda tamamlayıcı tedavi olarak kullanılagelmıştır. Arı zehrinin RA'daki etkileri hem klinik hem deneysel çalışmalarla incelenmiştir. Klinik açıdan, arı zehri akupunkturunun RA semptomlarını hafifletebileceğine dair kanıtlar bulunmaktadır. Örneğin RA'lı hastalar üzerinde yapılmış bir sistematik derlemede, arı zehri akupunkturunun ağrı, sabah tutukluğu ve şiş eklem sayısını azaltmada plaseboya kıyasla üstün olduğu bildirilmiştir (J. A. Lee et al., 2014). Bu iyileştirici etkinin altında yatan mekanizmalar araştırıldığında, arı zehrinin inflamatuvar mediyatörlerin üretimini baskıladığı görülmektedir. İn vitro deneylerde arı zehri, sinovyal hücrelerde lipopolisakkaritin tetiklediği reaksiyonları azaltarak hücre ölümünü (apoptozu) indüklemekte; tümör nekroz faktörü-alfa (TNF- $\alpha$ ), prostaglandin E2, nitrik oksit (NO) gibi proinflamatuvar mediyatörlerin salınımını engelleyebilmektedir (J. A. Lee et al., 2014; Stela et al., 2024). Arı zehrinin bu anti-artritlik etkileri, NF- $\kappa$ B yolunu baskılaması ve hücre içi kalsiyum salınımını azaltması ile ilişkili bulunmuştur (Stela et al., 2024).

Arı zehrinin romatoid artritte tek başına kullanımının yanı sıra konvansiyonel ilaçlarla birlikte kullanımı da araştırılmıştır. Bir deneysel çalışma, arı zehri uygulamasının metotreksat ile kombine edildiğinde sinerjik etki gösterdiğini ortaya koymuştur. Adjuvan ile artrit oluşturulmuş ratlarda yapılan bu çalışmada, arı zehri enjeksiyonları metotreksatın artrit üzerindeki olumlu etkilerini artırmış; eklem şişliğini ve ağrısı metotreksat tek başına tedaviye göre daha fazla azaltmıştır (Darwish et al., 2013). Dahası, arı zehri desteği, metotreksatın karaciğer üzerinde oluşturduğu toksisite belirtilerini hafifletmiş; serum karaciğer enzim düzeylerini ve karaciğer dokusunda TNF- $\alpha$ /NF- $\kappa$ B birikimini azaltarak ilacın hepatotoksitesini sınırlamıştır (Darwish et al., 2013). Bu bulgular, arı zehrinin RA tedavisinde hem doğrudan anti-enflamatuvar/analjezik etki sağlayabileceğini hem de düşük doz konvansiyonel tedavilere yardımcı olarak ilaçların etkinliğini artırıp yan etkilerini azaltabileceğini göstermektedir. Nitekim klinik gözlemler de bu yöndedir: Arı zehri ekstraktının ticari bir formu olan Apitox®, Kore'de osteoartrit tedavisi için onay almasının ardından ABD Gıda ve İlaç Dairesi

(FDA) tarafından romatoid artrit, tendonit ve bursit gibi durumlarda meydana gelen ağrı ve şişliğin tedavisi amacıyla klinik denemelere kabul edilmiş durumdadır (Stela et al., 2024). Bu gelişme, apiterapinin RA ve ilişkili kas-iskelet sistemi hastalıklarındaki potansiyelinin ciddiye alındığını ve bilimsel olarak test edilmeye devam ettiğini göstermektedir.

### ***Fibromiyalji***

Fibromiyalji sendromu, yaygın kas-iskelet ağrıları, hassas noktalar ve yorgunluk ile seyreden kronik bir ağrı bozukluğudur. Hastalığın etiopatogenezi tam olarak anlaşılamamış olup, standart tedaviler semptomları tam olarak kontrol etmekte yetersiz kalabilir (Clauw, 2014). Bu nedenle, fibromiyalji hastaları arasında tamamlayıcı tedavi arayışları sık görülür ve apiterapi de bu bağlamda gündeme gelmiştir. Özellikle arı zehri uygulamalarının analjezik ve enflamasyon düzenleyici etkileri nedeniyle fibromiyaljide potansiyel fayda sağlayabileceği öne sürülmüştür (M. S. Lee et al., 2008). Nitekim arı zehri, geleneksel olarak kronik ağrı sendromlarıyla mücadelede kullanılagelmıştır (Stela et al., 2024). Ancak, fibromiyaljide apiterapinin etkinliğine dair bilimsel kanıtlar oldukça sınırlıdır. Şimdiye dek yapılan az sayıdaki klinik girişim, arı zehri tedavisinin fibromiyalji semptomları üzerindeki etkisini açıkça ortaya koyamamıştır. Örneğin küçük ölçekli kontrollü bir çalışmada, arı zehri akupunkturunun fibromiyalji hastalarında plaseboya belirgin bir üstünlüğü gösterilememiştir (Stela et al., 2024). Bununla beraber, bazı olgu sunumlarında ve hasta raporlarında arı zehri uygulaması sonrasında ağrıda ve yaşam kalitesinde iyileşmeler bildirilmektedir (M. S. Lee et al., 2008). Bu çelişkili veriler, fibromiyaljide apiterapinin yerini netleştirmek amacıyla daha geniş örneklemli ve plasebo kontrollü çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Günümüzde fibromiyaljide apiterapi kullanımı deneysel düzeyde kalmakta ve bu yaklaşım, özellikle dirençli vakalarda, uzman gözetiminde bireysel bir deneme olarak değerlendirilmektedir.

### ***Sporcu kas hasarları ve egzersize bağlı yaralanmalar***

Yoğun egzersiz veya akut travma sonrasında kaslarda oluşan hasar ve enflamasyon, sporcularda ağrı ve performans kaybına yol açar (Peake et al., 2017). Bu tür kas hasarlarının iyileşme sürecini hızlandırmak ve oluşan ağrıyı azaltmak için arı ürünlerinin antioksidan ve anti-inflamatuvar özelliklerinden faydalanılabileceği düşünülmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, apiterapi ürünlerinden özellikle propolis ve balın egzersize bağlı kas hasarlarında olumlu etkileri olabileceğine işaret etmektedir (Owoyemi et al., 2021; Wehbe et al., 2019).

Propolisin zengin flavonoid ve fenolik içerikleri sayesinde enflamasyonu modüle edebildiği ve oksidatif stresi azalttığı bilinmektedir. Nitekim sağlıklı atletler üzerinde gerçekleştirilen plasebo kontrollü bir çalışmada, dört hafta boyunca günde 900 mg propolis takviyesi alan grupta yoğun egzersiz sonrası inflamasyon belirteçleri ve oksidatif hasar düzeylerinin kontrol grubuna kıyasla anlamlı ölçüde azaldığı rapor edilmiştir (Soleimani et al., 2021). Bu çalışmada propolis alan sporcularda interlökin-6 düzeylerinde ve malondialdehit gibi oksidatif stres göstergelerinde düşüş saptanırken, antioksidan kapasitede artış görülmüştür. Bu bulgular, propolisin yoğun fiziksel aktiviteye bağlı kas hasarı ve yorgunluk üzerinde koruyucu etki gösterebileceğini düşündürmektedir.

Bal da sporcu beslenmesinde doğal bir enerji kaynağı olmasının yanında, içerdiği antioksidan ve anti-inflamatuar bileşenlerle kas iyileşmesini destekleyici potansiyele sahiptir (Erejuwa et al., 2012). Yakın zamanda yapılan randomize kontrollü bir çalışmada, egzersiz sonrası bal ile tatlandırılmış bir içeceğin tüketilmesinin kas ağrısı (gecikmiş başlangıçlı kas ağrısı, DOMS) ve performans geri kazanımı üzerine etkileri incelenmiştir. Kuvvet antrenmanı yapan kadın sporcuları içeren bu çapraz tasarımlı çalışmada, egzersizden önce bal içeren bir içecek alan grupta egzersiz sonrası kas ağrılarının 48 saat içinde plaseboya göre belirgin ölçüde daha az olduğu, ayrıca kas gücü ve dayanıklılığın daha hızlı geri kazanıldığı tespit edilmiştir (Hemmati et al., 2024). Bal takviyesinin, egzersizin tetiklediği inflamatuvar yanıtı hafifleterek ağrı eşiğini yükselttiği ve kas performansındaki düşüşü azalttığı düşünülmektedir (Hemmati et al., 2024).

Bunun yanında, arı sütü ve arı poleni gibi diğer arı ürünlerinin de içerdiği besleyici ve biyoaktif maddeler sayesinde kas onarımı ve toparlanmasına katkı sağlayabileceği öne sürülmektedir. Örneğin arı polenin yüksek antioksidan ve protein içeriği sayesinde egzersiz sonrası doku yenilenmesini destekleyebileceği belirtilmiştir (Morita et al., 2012). Sonuç olarak, sporcu kas hasarlarının önlenmesi ve iyileştirilmesinde apiterapinin yardımcı bir strateji olarak kullanılmasını destekleyen başlangıç düzeyinde bulgular mevcuttur. Bununla birlikte, bu alandaki çalışmaların sayısı sınırlıdır ve farklı arı ürünlerinin optimal dozu, uygulama zamanlaması ve uzun vadeli güvenliği konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

### ***Bel ve boyun ağrıları***

Kronik bel ve boyun ağrıları, kas-iskelet sistemi hastalıkları arasında en yaygın görülen ve iş gücü kaybına yol açan sorunlardandır. Geleneksel tedaviler (fizik tedavi, analjezikler, egzersiz) her zaman yeterli olmayabilir ve bu durum hastaları tamamlayıcı yöntemlere yönlendirmektedir. Apiterapi,

özellikle arı zehri akupunkturu şeklinde, bel ve boyun bölgesi ağrılarında alternatif bir tedavi seçeneği olarak araştırılmıştır (Seo et al., 2017; Sung et al., 2023).

Kronik bel ağrısında arı zehri akupunkturunun etkinliği, yüksek kaliteli kontrollü çalışmalarla değerlendirilmiştir. Çift kör, plasebo kontrollü bir çalışmada, non-spesifik kronik bel ağrısı olan 54 hasta rastgele iki gruba ayrılarak 3 hafta boyunca ya gerçek arı zehri akupunkturu uygulanmıştır. Bu süre sonunda arı zehri ile tedavi edilen grupta ağrı şiddeti, günlük yaşam aktivite kısıtlılığı (Oswestry Disabilite İndeksi) ve yaşam kalitesi skorlarında plasebo grubuna kıyasla anlamlı iyileşmeler gözlemlenmiştir. Ayrıca her iki grupta da ciddi bir yan etki izlenmemiş, minör lokal reaksiyonlar görülse de tedavi sürecini etkilememiştir (Seo et al., 2017). Bu bulgular, arı zehri akupunkturunun kronik bel ağrısının yönetiminde güvenli ve etkili olabileceğini düşündürmektedir.

Boyun ağrıları konusunda da benzer şekilde arı zehri uygulamalarının umut vaat ettiğine dair veriler mevcuttur. Kas-iskelet sistemi ağrıları üzerine yapılmış 2000’li yıllara ait bir derlemede, arı zehri akupunkturunun kronik boyun ağrısı hastalarında geleneksel akupunktura göre ağrıyı azaltmada daha üstün bulunduğu rapor edilmiştir. Bu derlemede incelenen çalışmalarda, arı zehrinin anti-enflamatuar ve analjezik etkilerinin servikal bölgede ağrı ve tutukluğu azaltabildiği belirtilmiştir (M. S. Lee et al., 2008). Ayrıca arı zehri enjeksiyonlarının bel fıtığına bağlı siyatik ağrısı ve servikal disk hernisi kaynaklı radiküler ağrı gibi durumlarda da ağrı skoru ve nörolojik bulgularda iyileşme sağladığına dair vakalar bildirilmiştir. Boyun ve bel ağrılarında apiterapinin etkisini araştıran yeni çalışmalar, bu tedavinin özellikle diğer konservatif yöntemlerle kombine edildiğinde (örn. arı zehri akupunkturu + fizik tedavi) daha belirgin faydalar sağlayabileceğini öne sürmektedir (Shin et al., 2012; Sung et al., 2023). Bununla birlikte, heterojen hasta grupları ve uygulama protokolleri nedeniyle sonuçlarda çeşitlilik görülmekte olup, bu alanda standardize protokollerin belirleneceği ileri araştırmalara ihtiyaç devam etmektedir.

### ***Tendinit ve bursitler***

Tendinit (tendon iltihabı) ve bursit (bursa keselerinin iltihabı), tekrarlayan zorlanma veya akut yaralanmalar sonucu ortaya çıkan, ağrı ve hareket kısıtlılığına yol açan sık karşılaşılan kas-iskelet sistemi problemleridir (Riley, 2008). Bu durumların tedavisinde anti-inflamatuar ve analjezik etkileri nedeniyle arı zehri uygulamalarının potansiyel faydası araştırılmaktadır. Özellikle kronik omuz ağrılarında (rotator manşet tendiniti, subakromiyal

bursit gibi) arı zehri akupunkturunun etkinliğine dair dikkat çekici bulgular mevcuttur.

Omuz ağrısı olan hastalar üzerinde yapılan randomize kontrollü çalışmaların sonuçlarını bir araya getiren yakın tarihli bir meta-analiz, arı zehri akupunkturunun omuz bölgesi ağrı tedavisinde belirgin etkinlik sağladığını göstermiştir (Shen et al., 2020). Bu derlemede, arı zehri enjeksiyonlarının, konvansiyonel akupunktur veya plasebo enjeksiyonla karşılaştırıldığında, hastaların ağrı skorlarını ve omuz hareket açıklığını anlamlı derecede iyileştirdiği belirtilmiştir. Arı zehrinin sağladığı bu ek fayda, enflamasyonu azaltma ve lokal kan dolaşımını artırma etkileriyle ilişkilendirilmiştir. Benzer şekilde, lateral epikondilit (tenisçi dirseği) ve aşıl tendiniti gibi diğer tendon iltihaplarında da arı zehri uygulamalarının ağrıyı azaltıp iyileşmeyi hızlandırabileceğine dair olumlu klinik gözlemler rapor edilmiştir (An et al., 2004). Bursitlerde (örn. dizde prepatellar bursit veya dirsekte olekranon bursiti) arı zehri enjeksiyonlarının lokal steroidle alternatif bir anti-inflamatuar tedavi olarak kullanıldığı bazı vaka serilerinde, ödem ve ağrıda gerileme saptanmıştır (Jung et al., 2003). Ancak bu tür veriler kontrollü çalışma düzeyinde henüz yeterince desteklenmemiştir.

Apiterapinin tendonit ve bursitlerdeki rolüne dair en dikkat çekici gelişmelerden biri, daha önce bahsedilen Apitox® ürününün bu endikasyonlarda da araştırılıyor olmasıdır. ABD FDA onayıyla yürütülen klinik çalışmalarda, Apitox®'un romatoid artrit'in yanı sıra tendonit ve bursit kaynaklı kronik ağrı ve şişliklerin tedavisinde de etkinliği ve güvenliği değerlendirilmektedir (Stela et al., 2024). Bu çalışmaların sonucuna bağlı olarak, arı zehri tedavisinin geleneksel anti-enflamatuar tedavilere dirençli tendonit/bursit olgularında yeni bir seçenek olarak tıbbi kılavuzlara girmesi mümkün olabilecektir.

Özetle, tendonit ve bursit gibi yumuşak doku romatizmal hastalıklarında apiterapi uygulamaları, özellikle arı zehri akupunktur formunda, ağrı ve enflamasyonu kontrol altına almak amacıyla klinik ve deneysel düzeyde incelenmektedir. Mevcut veriler cesaret verici olmakla birlikte, bu tedavilerin standardizasyonu, doz-ajustmanları ve uzun dönem sonuçları hakkında daha fazla bilimsel veri birikimine ihtiyaç vardır. Devam eden geniş kapsamlı çalışmalar, apiterapinin bu tür kas-iskelet sistemi hastalıklarındaki yerini daha net belirleyecektir.

## Kaynakça

- Ali, A. M., & Kunugi, H. (2020). Apitherapy for age-related skeletal muscle dysfunction (sarcopenia): A review on the effects of royal jelly, propolis, and bee pollen. *Foods*, 9(10), 1362.
- An, G., Lee, H., & Lee, B. (2004). The comparative study on the bee-venom therapy and common acupuncture therapy for the lateral epicondylitis (tennis elbow). *Journal of Haeilwa Medicine*, 13(2), 267–276.
- Bava, R., Castagna, F., Musella, V., Lupia, C., Palma, E., & Britti, D. (2023). Therapeutic use of bee venom and potential applications in veterinary medicine. *Veterinary Sciences*, 10(2), 119.
- Bertolucci, V., Ninomiya, A. F., Longato, G. B., Kaneko, L. O., Nonose, N., Scariot, P. P. M., & Messias, L. H. D. (2025). Bioactive Compounds from Propolis on Bone Homeostasis: A Narrative Review. *Antioxidants*, 14(1), 81.
- Clauw, D. J. (2014). Fibromyalgia: a clinical review. *Jama*, 311(15), 1547–1555.
- Darwish, S. F., El-Bakly, W. M., Arafa, H. M., & El-Demerdash, E. (2013). Targeting TNF- $\alpha$  and NF- $\kappa$ B activation by bee venom: role in suppressing adjuvant induced arthritis and methotrexate hepatotoxicity in rats. *PLoS One*, 8(11), e79284.
- Erejuwa, O. O., Sulaiman, S. A., & Ab Wahab, M. S. (2012). Honey: a novel antioxidant. *Molecules*, 17(4), 4400–4423.
- Eteraf-Oskouei, T., & Najafi, M. (2013). Traditional and modern uses of natural honey in human diseases: a review. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 16(6), 731.
- Hemmati, H., Alkasasbeh, W. J., Hemmatinafar, M., Salesi, M., Pirmohammadi, S., Imanian, B., & Rezaci, R. (2024). Effect of a honey-sweetened beverage on muscle soreness and recovery of performance after exercise-induced muscle damage in strength-trained females. *Frontiers in Physiology*, 15, 1426872.
- Jang, S., & Kim, K. H. (2020). Clinical effectiveness and adverse events of bee venom therapy: A systematic review of randomized controlled trials. *Toxins*, 12(9), 558.
- Jung, J.-H., Hong, S.-Y., Kim, Y.-K., Lim, H.-H., & Cho, H.-C. (2003). The case report about chronic ischial bursitis treated with Bee Venom Acupuncture Therapy. *The Journal of Korea CHUNA Manual Medicine*, 4(1), 29–38.
- Khalil, M. I., Sulaiman, S. A., & Boukraa, L. (2010). Antioxidant properties of honey and its role in preventing health disorder. *The Open Nutraceuticals Journal*, 3(1).

- Lee, J. A., Son, M. J., Choi, J., Jun, J. H., Kim, J.-I., & Lee, M. S. (2014). Bee venom acupuncture for rheumatoid arthritis: a systematic review of randomised clinical trials. *BMJ Open*, 4(11), e006140.
- Lee, M. S., Pittler, M. H., Shin, B.-C., Kong, J. C., & Ernst, E. (2008). Bee venom acupuncture for musculoskeletal pain: a review. *The Journal of Pain*, 9(4), 289–297.
- Morita, H., Ikeda, T., Kajita, K., Fujioka, K., Mori, I., Okada, H., Uno, Y., & Ishizuka, T. (2012). Effect of royal jelly ingestion for six months on healthy volunteers. *Nutrition Journal*, 11, 1–7.
- Nisbet, H. O., Ozak, A., Yardimci, C., Nisbet, C., Yarim, M., Bayrak, I. K., & Sirin, Y. S. (2012). Evaluation of bee venom and hyaluronic acid in the intra-articular treatment of osteoarthritis in an experimental rabbit model. *Research in Veterinary Science*, 93(1), 488–493.
- World Health Organization (WHO). (2019). *WHO global report on traditional and complementary medicine 2019*. World Health Organization.
- Owoyemi, A., Rodov, V., & Porat, R. (2021). Retaining red bell pepper quality by perforated compostable packaging. *Food Science & Nutrition*, 9(7), 3683–3692.
- Pareek, A., Mehlawat, K., Tripathi, K., Pareek, A., Chaudhary, S., Ratan, Y., Apostolopoulos, V., & Chuturgoon, A. (2024). Melittin as a therapeutic agent for rheumatoid arthritis: mechanistic insights, advanced delivery systems, and future perspectives. *Frontiers in Immunology*, 15, 1510693.
- Pasupuleti, V. R., Sammugam, L., Ramesh, N., & Gan, S. H. (2017). Honey, propolis, and royal jelly: a comprehensive review of their biological actions and health benefits. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017(1), 1259510.
- Peake, J. M., Neubauer, O., Della Gatta, P. A., & Nosaka, K. (2017). Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *Journal of Applied Physiology*.
- Riley, G. (2008). Tendinopathy—from basic science to treatment. *Nature Clinical Practice Rheumatology*, 4(2), 82–89.
- Seo, B.-K., Han, K., Kwon, O., Jo, D.-J., & Lee, J.-H. (2017). Efficacy of bee venom acupuncture for chronic low back pain: a randomized, double-blinded, sham-controlled trial. *Toxins*, 9(11), 361.
- Shen, L., Lee, J. H., Joo, J. C., Park, S. J., & Song, Y. S. (2020). Bee venom acupuncture for shoulder pain: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Pharmacopuncture*, 23(2), 44.
- Shin, B.-C., Kong, J. C., Park, T.-Y., Yang, C.-Y., Kang, K.-W., & Choi, S. (2012). Bee venom acupuncture for chronic low back pain: A randomised, sham-controlled, triple-blind clinical trial. *European Journal of Integrative Medicine*, 4(3), e271–e280.

- Soleimani, D., Miryan, M., Hadi, V., Gholizadeh Navashenaq, J., Moludi, J., Sayedi, S. M., Bagherniya, M., Askari, G., Nachvak, S. M., & Sadeghi, E. (2021). Effect of propolis supplementation on athletic performance, body composition, inflammation, and oxidative stress following intense exercise: A triple-blind randomized clinical trial. *Food Science & Nutrition*, 9(7), 3631–3640.
- Stela, M., Cichon, N., Sławska, A., Szyposzynska, M., & Bijak, M. (2024). Therapeutic Potential and Mechanisms of Bee Venom Therapy: A Comprehensive Review of Apitoxin Applications and Safety Enhancement Strategies. *Pharmaceuticals*, 17(9), 1211.
- Sung, S.-H., Lee, H.-J., Han, J.-E., Sung, A. D.-M., Park, M., Shin, S., Jeong, H. I., Jang, S., & Lee, G. (2023). Bee venom acupuncture for neck pain: a review of the Korean literature. *Toxins*, 15(2), 129.
- Wehbe, R., Frangieh, J., Rima, M., El Obeid, D., Sabatier, J.-M., & Fajloun, Z. (2019). Bee venom: Overview of main compounds and bioactivities for therapeutic interests. *Molecules*, 24(16), 2997.



## Serebral Palsili Çocuklarda Alternatif Rehabilitasyon Yöntemleri

Hasan Bingöl<sup>1</sup>

### Özet

Serebral Palsi (SP), gelişmekte olan beyinde meydana gelen hasarın bir sonucu olarak ortaya çıkan hareket ve duruş bozukluklarıyla karakterize nörogelişimsel bir durumdur. Dünya çapında değişen manzaraya rağmen, çocukluk çağında başlayan fiziksel engelliliğin dünya çapında en yaygın nedenlerinden biri olmaya devam etmektedir. SP'li bireylerde temel motor bozuklukların yanı sıra zihinsel gerilik, epilepsi, ağrı, kas-iskelet sistemi problemleri ve diğer komorbiditeler sıklıkla görülür. Bu nedenle, SP'nin yönetimi multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. Rehabilitasyonun temel hedefleri arasında motor ve bilişsel becerilerin geliştirilmesi, ikincil komplikasyonların önlenmesi ve ailelerin yaşam kalitesinin artırılması yer almaktadır. SP'li çocuklar için alternatif rehabilitasyon yaklaşımları, bireysel ihtiyaçlara göre uyarlanabilen çeşitli seçenekler sunmaktadır. Bazı yöntemler umut verici sonuçlar gösterse de bunların etkinliğini doğrulamak ve standart bakım uygulamalarına entegrasyonunu optimize etmek için devam eden araştırmalar ve titiz klinik çalışmalar gereklidir.

### Giriş

Serebral Palsi (SP), gelişmekte olan beyinde meydana gelen bir takım bozuklukların yol açtığı hareket ve postüral bozukluklarını tanımlayan şemsiye bir terimdir (Faccioli et al., 2023). En güncel tanıma göre ise, erken gelişim döneminde meydana gelen ilerleyici olmayan beyin hasarı veya malformasyonun neden olduğu bir dizi motor bozukluğu tanımlamak için yaygın olarak kullanılan bir terimdir (Dan et al., 2025). Birçok tıbbi tanıda olduğu gibi, SP de mutlak ve somut bir tanı olmaktan ziyade, daha çok çeşitli nörolojik durumları sınıflandırmak ve anlamak için kullanılan, sürekli gelişen

1 Doktor Öğretim Üyesi, Bingöl Üniversitesi, ORCID No: 0000-0003-3185-866X, c-posta: hasanbingol@bingol.edu.tr

kavramsal bir çerçevedir. SP; hareket ve postür gelişimindeki bozukluklar nedeniyle aktivite kısıtlılıkları ile karakterize olup, erken başlangıçlı, ömür boyu süren nörogelişimsel bir bozukluktur. Dünya çapında değişen panoramaya rağmen, SP çocukluk çağı başlangıçlı fiziksel engelliliğin hala en yaygın nedenini oluşturmaktadır. Güncel prevalans verilerine bakıldığında, düşük ve orta gelirli ülkelerde bu oran 1000 canlı doğum başına 4.4 kişi iken, yüksek gelirli ülkelerde ise bu oran 1000 canlı doğum başına 1.5 kişidir (McIntyre et al., 2022).

SP'de motor bozukluk, geleneksel olarak çocuğun baskın motor bozukluğuna göre yapılan sınıflandırmadır ve baskın spastisite durumunda, uzuvların tutulma şekline göre ayrıca sınıflandırılır. Avustralya Serebral Palsi Kaydı (ACPR)(Group et al., 2016), baskın motor etkilenim türüne göre SP'yi; spastik, diskinetik (koreoatetonik ve distonik), ataksik ve hipotonik olarak sınıflandırmıştır. Spastik tür, tek taraflı (hemiplejik ve monopilejik) ve iki taraflı (kuadriplejik ve dipilejik) SP olarak arıca ikiye ayrılmıştır (Register, 2018). SP, kompleks motor bozukluklar ile karakterize olup; spastisite ve distoni en yaygın olarak görülen motor bozukluklardır (Dar et al., 2024).

SP'ye birincil motor ve ikincil kas-iskelet sistem bozukluklarına ek olarak bir dizi komorbidite eşlik etmektedir. SP' li bireylerin %95'ine kadarında en az bir komorbidite vardır. Kronik ağrı dört kişiden üçünü etkilemektedir ve SP'li bireylerin %50'sinde zihinsel sorunlar mevcuttur. Kalça çıkığı her üç kişiden birini etkilerken, her dört kişiden biri epilepsi, konuşma bozukluğu, davranış bozukluğu veya mesane kontrolü sorunları yaşamaktadır. Ayrıca, uyku bozuklukları ve salya akıntısı her beş kişiden birini etkilemektedir. Görece daha az sıklıkta tüple beslenme gerektirir (%7) ve %4'ü şiddetli veya çok şiddetli iştme bozukluğu problemi yaşamaktadır (Novak et al., 2025).

Fiziksel engelli çocuklar, sağlık ve rehabilitasyon hizmetlerine ulaşmada normal gelişen akranlarıyla aynı haklara sahiptir. Yüksek kaliteli sağlık hizmetleri almak, toplumsal faaliyetlere bağımsız olarak katılmak, kendi kararlarını vermek ve hatta normal okullara devam etmek gibi haklara sahiptirler. Bununla birlikte, SP'li çocuklar dahil engelli çocukların önemli bir kısmı, kurumsal rehabilitasyon merkezlerine, deneyimli sağlık profesyonellerine, modern yardımcı teknolojilerine ve kanıta dayalı rehabilitasyon hizmetlerine erişme problemi yaşamaktadırlar. Özellikle orta ve düşük gelirli ülkelerdeki pek çok SP'li bireyin kanıta dayalı rehabilitasyon hizmetleri almadığı gibi gereksiz, verimsiz veya zararlı sağlık hizmetleri aldığı da bilinen bir gerçektir (Saranti et al., 2024). Her ne kadar gelişmekte olan beyinde meydana gelen hasar ilerleyici olmasa da neden olduğu hareket ve postürel bozukluklar ilerleyicidir (Faccioli et al., 2023). Bundan

ötürü, SP yönetimi multidisipliner bir yaklaşım gerektir. SP'li çocukların rehabilitasyonunda genel olarak üç temel amaç tanımlanmıştır:

- Motor, bilişsel ve iletişim becerilerinin optimizasyonu
- İkincil kas-iskelet ve diğer sistem bozukluklarının önlenmesi ve komplikasyonların en aza indirilmesi

Ebeveynlerin veya bakıcıların başa çıkma becerilerinin ve ruh sağlığının desteklenmesi (Novak et al., 2017).

Özetle, SP'li bireylerde rehabilitasyonun amacı; SP'nin çocuk üzerindeki etkisini en aza indirmek ve çocuk ile ailenin genel yaşam kalitesini artırmaktır (Ogonowska-Slodownik et al., 2024). SP'li bireylerin fonksiyonel yeteneklerinin geliştirilmesine imkân sağlayan ve ikincil kas-iskelet sistem bozukluklarının ilerlemesinin önlenmesine yardımcı olan çok sayıda tıbbi müdahale ve rehabilitasyon yöntemi bulunmaktadır. Kuvvetlendirme, germe, pozisyonlama, alçılama, nörogelişimsel tedavi (Bobath Terapi), motor öğrenmeye dayalı yaklaşımlar, hedef odaklı yaklaşımlar, içerek odaklı eğitimler, cylem-gözlem tedavisi vb. gibi pek çok kanıta dayalı yaklaşım bunlardan sadece bazılarıdır. Sonuç olarak, SP'li bireylerin yaşam kalitesini artırmada bütüncül ve multidisipliner bir yaklaşımın yanı sıra kanıta dayalı rehabilitasyon yaklaşımları esastır. SP rehabilitasyonunun geleneksel yöntemlerin yanı sıra, bunları tamamlayan çeşitli alternatif rehabilitasyon yaklaşımları da mevcuttur. Bu yöntemler, motor becerileri ve genel yaşam kalitesini iyileştirmeyi amaçlamaktadır. SP'li çocuklar için alternatif rehabilitasyon yaklaşımları, bireysel ihtiyaçlara göre uyarlanabilen çeşitli seçenekler sunmaktadır. Bazı yöntemler umut verici sonuçlar gösterse de bunların etkinliğini doğrulamak ve standart bakım uygulamalarına entegrasyonunu optimize etmek için devam eden araştırmalar ve titiz klinik çalışmalar gereklidir. İşte bazı önemli alternatif yaklaşımlar:

### **Alternatif rehabilitasyon yaklaşımları**

#### ***Su içi terapi (Aquaterapi)***

Su terapisi, “vücut su ortamına daldırılmış haldeyken uygulanan fizik tedavi” olarak tanımlanmaktadır. Su terapisi, termal ve mekanik etkiler olarak sınıflandırılabilen fizyolojik etkilere sahiptir. Mekanik etkiler hem hidrostatik hem de hidrodinamik etkileri içerir. Su terapisinin mekanik etkileri arasında kaldırma kuvveti, hidrostatik basınç ve hidrodinamik kuvvet bulunur. Suyun kaldırma kuvveti yerçekiminin etkisini azaltır ve SP'li çocukların karada yapamadıkları aktiviteleri yapmalarını sağlar. Örneğin, Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Seviyesi (KMFSS) IV olan SP'li çocuklar karada

yürümekte zorluk çekerler ve oyun alanı etkinliklerine daha az katılırlar. Ancak, su ortamında akranlarıyla fiziksel açıdan daha aktif oyunlar oynayabilirler. Hidrostatik basınç, kas kasılmasına yardımcı olur ve hidrodinamik kuvvetler denge ve duruş egzersizlerini kolaylaştırır. Termal etkiler SP'li çocuklarda yumuşak doku elastikiyetini artırabilir, ağrıyı azaltabilir ve spastisiteyi azaltabilir. Ek olarak, su tarafından sağlanan hidrostatik basınç, solunum problemi olan çocuklarda kardiyovasküler sistemin verimliliğini de artırır (Ogonowska-Slodownik et al., 2024). (Lai et al., 2015). Sonuç olarak, su terapisi SP'li bireylerde kas gerginliğini azaltır, yumuşak dokuların esneme kabiliyetini artırır ve kaba motor fonksiyon üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Dahası, araştırmalar su terapisinin çocukların mutlu, rahat ve sakin hissetmelerini sağladığını ve okul ortamındaki aktivitelere katılma oranlarını artırdığını göstermiştir.



*Resim 1: Su içi terapi*

### ***Hippoterapi (Atla terapi)***

Hipoterapi; fizyoterapi, ergoterapi ve konuşma terapisi alanlarında çalışan profesyonellerin, duyuşal, nöromotor ve bilişsel sistemleri uyarak fonksiyonel sonuçları desteklemek için at hareketlerini terapötik bir araç olarak kullanılmasıdır. At ve hareketleri, nörolojik bozuklukları olan kişilerin biyopsikososyal gelişimlerini geliştirmek için rehabilitasyon ortamlarında

dinamik bir araç olarak kullanılır. Atın yumuşak, ritmik, üç boyutlu ve tekrarlayan hareketleri sayesinde çocuk farklı uyaranlar deneyimleyebilir, hareketlerini kontrol etmeye başlayabilir ve at hareket ederken ağırlık merkezinin yer değiştirmesini azaltan hareketler yapmayı öğrenebilir. SP'li çocuklarda hippoterapinin faydaları arasında fiziksel, sosyal, bilişsel ve duygusal işlevler yer almaktadır. Atın hareketi, yürüme sırasında pelvisin hareketine benzer, hassas ve tekrarlayan bir hareket modeline duygusal girdi sağlar. Bu 3 boyutlu hareket denge reaksiyonlarını uyandırabilir, dengeyi iyileştirebilir ve gövdeyi düzeltebilir. Ayrıca, hippoterapinin spastisiteyi azaltma ve kas gücü, dayanıklılığı, simetriyi ve vücut farkındalığını artırma gibi etkileri de bildirilmiştir (Peia et al., 2023).



*Resim 2: Atlı Terapi*

### ***Robot yardımcı fizyoterapi***

Elle yapılan fizyoterapiler, fizyoterapistler için yorucu olduğu için, 2000'li yılların başlarından itibaren rehabilitasyon amaçlı "Ekzoskeletonlar" geliştirilmeye başlanmıştır. Ekzoskeletonlar, hareket veya kas gücünü desteklemek için insan uzuvlarına dışarıdan takılan cihazlardır. Bu bağlamda, robot yardımcı fizyoterapi, son yıllarda SP'li çocuklarda motor fonksiyonların iyileştirilmesi için geliştirilmiş bir rehabilitasyon teknolojisidir. Robot yardımcı fizyoterapi, fizyolojik hareket modelini desteklerken, ayrıca egzersiz

yoğunluğu ve toplam süresini artırma gibi birçok avantaj sunmaktadır. Rehabilitasyon robotları, “hedefe yönlilik ve bilişsel olarak ilgi çekici, kontrollü, yoğun ve göreve özel eğitim” sağlayarak ilgili motor merkezlerinde nöroplastisiteyi tetikler. Robotik arayüzler, hareket kalıplarını şekillendirmek için birden fazla yöntem sunar. Dahası, robot yardımlı fizyoterapi üç fizyoterapist gerektirebilen eğitimlerde personel maliyetlerini önemli ölçüde azaltır. Güncel çalışmalar ve onların sistematik derlemeleri, robot yardımlı fizyoterapinin SP’li çocuklarda kaba ve ince motor fonksiyonlarını geliştirdiğini bildirmiştir (Cortes-Perez et al., 2022; Faccioli et al., 2023).



*Resim 3: Robot Yardımlı Yürüme Eğitimi*

### *Sanal gerçeklik oyunları*

Sanal gerçeklik (Virtula Reality-VR) oyunları terimi; bireylerin bilgisayar tarafından üretilen bir çevrede sanal objelerle etkileşime geçip oynayabildikleri her türlü bilgisayar oyunu veya sanal gerçeklik teknolojisini ifade etmektedir. Farklı firmalar tarafından oluşturulan bilgisayar veya internet tabanlı yazılımlar, görsel algı ve artan zihinsel zorluklar dahil çeşitli sanal üst (ör., felçli taraf elini kullanarak görsel hafıza oyununu tamama) ve alt ekstremiteler (ör., squat ve kalça egzersizleri) aktivitelerini içermektedirler. VR oyunları, kullanıcının hareketlerine yanıt veren etkileşimli simülasyonlar kullanır. Böylece çocuk, işlevsel aktiviteler gerçekleştirirken sanal ortamda

etkileşim kurabilir. VR oyunları, çocukların egzersiz süresini, yoğunluğunu ve sıklığını artırbilecekleri bir egzersiz ortam sağlar. VR oyunları, çocukların göreve özgü uygulamaları gerçekleştirebilmeleri için gerçek dünyaya benzer ekolojik bir ortam sağlar. Sanal ortamda, görev zorluğu, çocuk oyun oynarken yeterli zorluk sağlayacak şekilde kolayca ayarlanabilir. Ayrıca, görev performansı veya sonuçlarıyla ilgili anlık görsel ve işitsel geri bildirim sağlar. Dahası, VR oyunları, motor öğrenmeyi optimize etmek için görev odaklı eğitim yoluyla çocuklara problem çözme fırsatları sunabilir ve bu da nöroplastisite değişikliklerine yol açabilir. VR oyunları, çocukların oyun sırasında motivasyonunu ve katılımını artırma gibi pek çok avantaja sahiptir. Sanal gerçeklik oyunlarına, Xbox Kinect [Microsoft, Redmond, Washington] ve Wii [Nintendo, Kyoto, Japon]) örnek verilebilir. Yapılan çalışmalar, VR oyunlarının pediatrik rehabilitasyonda etkili sonuçlara sahip olduğunu ortaya koymuştur (Chen et al., 2018).



*Resim 4: Sanal Gerçeklik Oyunu*

### *Masaj terapisi*

Masaj terapisi, geleneksel ve tamamlayıcı bir yöntem olarak yıllardan beri yaygın olarak kullanılan alternatif bir tedavi yöntemidir. Günümüzde 75'ten fazla farklı şekli bulunmaktadır (Rasool et al., 2017). Thai masajı, çin masajı, derin friksiyon masajı ve fonksiyonel masaj bu yöntemlerden sadece

bazılarıdır. Görece daha basit, ucuz ve non-invaziv bir tedavi yöntemi olarak uzun yıllardır inme hastalarının tedavisinde uygulanmaktadır. Geleneksel tıbbi tedavinin bir tamamlayıcısı olarak masaj terapisinin etkilerine olan son zamanlardaki ilgi, çok sayıda klinik çalışmanın yürütülmesine zemin hazırlamıştır. Terapötik masaj, fiziksel ve zihinsel sağlığı iyileştirmek, hastalıkları önlemek ve stresi yönetmek için kullanılan tamamlayıcı bir sağlık yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, vücudun yumuşak dokularının elle manipülasyonunu içermektedir. SP'li çocuklarda masaj terapisi, kas tonusunu veya sertliğini düzenleyerek motor fonksiyonu, duyuusal bozuklukları, ağrıyı ve diğer semptomları iyileştirdiğine dair güncel kanıtlar mevcuttur. Başka bir anlatımla, kas-tendon ünitesini gererek ve alfa motor nöronlarını baskılayabilen Golgi Tendon Organını uyararak kas tonusunun düzenlenmesi sağlar. Bu bağlamda, masaj terapisi SP'li çocuklarda sertleşmiş kasların ve bağ dokusunun elastikiyetini artırmak, kas ağrısını azaltmak, kas kasılmasını düzenlemek ve neticede eklem hareket açıklığını artırmak için kullanılır. Örnek olarak, James Cyriax tarafından tendon bozukluklarının tedavisi için geliştirilen derin friksiyon masajı serleşmiş kolajen liflerinin yeniden formasyonunda kullanılan yöntemlerinden birisidir (Joseph et al., 2012). Derin friksiyon masajı, ağrı ve lokal hiperemi ve tendon yapışıklıklarının giderilmesine yardımcı olur. Fonksiyonel masaj ise, kasların pasif olarak uzatılıp kısaltılarak ve eş güdümlü olarak kas lifleri boyunca petrissage ve retrograd masajın uygulandığı refleks yoluyla kas tonusunun azaltılmaya çalışıldığı bir masaj türüdür. Yapılan bir çalışmada, SP'li çocuklarda konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan fonksiyonel masajın kas tonusunu düzenlemede tek başına konvansiyonel fizyoterapiden daha etkili olduğu bulunmuştur (Bingöl & Yılmaz, 2018).



*Resim 5: Fonksiyonel masaj*

### ***Nörolojik müzik terapisi (NMT)***

Nörolojik rehabilitasyonda müziğin kullanımı, nörofizyolojik teoriye ve müziğin bilişsel süreçler ve motor öğrenme ilkeleri üzerindeki etkisine ilişkin araştırmalara dayanmaktadır. Müziği rehabilitasyon amaçlı, çeşitli beyin uyarılarını tetiklemek için bir ipucu olarak kullanılmasıdır. NMT’de, özellikle motor fonksiyonların geliştirilmesini hedefleyen Ritmik İşitsel Stimülasyon (RAS), terapötik enstrümantal müzik performansı (TIMP) ve Desenli Duyusal Geliştirme (PSE) gibi çeşitli teknikler kullanılmaktadır. NMT, beynin uyarılmasında çok yönlü bir uyarıcı olan müziği kullanır ve SP gibi nörolojik bozukluklarda diğer terapötik programlarla birlikte uygulandığında umut verici bir tamamlayıcı rehabilitasyon yöntemi olarak önerilmektedir. Beynin multimodal aktivasyonunu teşvik etmek ve hasarlı beynin işlevsiz ve bozulmuş ağlarında nöroplastik değişiklikleri tetiklemek için müziğin terapötik bir araç olarak kullanılır. Başka bir anlatımla, müzik aracılığıyla beynin duyusal ve motor alanları arasında tutarlı iki yönlü bilgi aktarımı yoluyla nöroplastisitenin tetiklenmesi hedeflenir. Özetle, müzik terapisi motor planlama, koordinasyon ve iletişim becerilerini geliştirebilir, öğrenmeyi kolaylaştırabilir ve duygusal bir deneyim sağlayabilir (Yang et al., 2022).



*Resim 6: Müzik terapi*

### *Kök hücre tedavisi*

Kök hücre, kendini yenileme ve çoklu dokulara farklılaşma kapasitesine sahip hücre olarak tanımlanır. İn vitro olarak, anjiyogenezi indüklemeye ve sinir sistemi hücreleri dahil olmak üzere farklı hücre tiplerine farklılaşma kapasitesine sahip oldukları gösterilmiştir. Klinik kullanımda tercih edilen birkaç tür kök hücre bulunmaktadır. Bunlar arasında, hematopoietik kök hücreler, kemik iliğinde az sayıda bulunan hematopoietik ve mezenkimal hücreleri (MSC) içeren kemik iliği mononükleer hücreleri (BMMC), çok küçük embriyonik benzeri kök hücreler ve endotel öncü hücreleri bulunur (Abi Chahine et al., 2016). SP tedavisinde sıklıkla başvuru kök hücre kaynakları; kemik iliği ve göbek kordonundan üretilen hücrelerdir. Bu konuda yapılan çalışmalar her ne kadar yüz güldürücü olmasa da kök hücre tedavisinin SP'li çocukların motor fonksiyonları üzerinde etkili sonuçlara sahip olduğunu göstermiştir (Abi Chahine et al., 2016; Papadopoulos et al., 2011; Purandare et al., 2012).



*Resim 7: Kök hücre tedavisi*

## Sonuç

- SP, kompleks motor bozukluklar ile karakterize olup çocukluk çağı başlangıçlı fiziksel engelin en yaygın nedenidir.
- Spastisite ve distoni başta olmak üzere kompleks motor bozukluklar içermektedir.
- SP yönteminde, konvansiyonel yöntemlerin yanı sıra pek çok kanıta dayalı modern rehabilitasyon yaklaşımları söz konusudur.
- SP rehabilitasyonunda, modern rehabilitasyon yaklaşımlarına ek olarak, tamamlayıcı veya alternatif rehabilitasyon yaklaşımları da klinisyenler tarafından tercih edilebilmektedir.
- Bu yöntemlerin bazıları umut verici sonuçlar gösterse de bunların etkinliğini doğrulamak ve standart bakım uygulamalarına entegrasyonunu optimize etmek için devam eden araştırmalar ve titiz klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

## Kaynaklar

- Abi Chahine, N. H., Wehbe, T. W., Hilal, R. A., Zoghbi, V. V., Melki, A. E., & Habib, E. B. B. (2016). Treatment of cerebral palsy with stem cells: a report of 17 cases. *International journal of stem cells*, 9(1), 90-95.
- Bingöl, H., & Yılmaz, Ö. (2018). Effects of functional massage on spasticity and motor functions in children with cerebral palsy: a randomized controlled study. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*, 5(3), 135-142.
- Chen, Y., Fanchiang, H. D., & Howard, A. (2018). Effectiveness of virtual reality in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 98(1), 63-77.
- Cortes-Perez, I., Gonzalez-Gonzalez, N., Peinado-Rubia, A. B., Nieto-Escamez, F. A., Obrero-Gaitan, E., & Garcia-Lopez, H. (2022). Efficacy of robot-assisted gait therapy compared to conventional therapy or treadmill training in children with cerebral palsy: a systematic review with meta-analysis. *Sensors*, 22(24), 9910.
- Dan, B., Rosenbaum, P., Carr, L., Gough, M., Coughlan, J., & Nweke, N. (2025). Proposed updated description of cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 67(6), 700-709.
- Dar, H., Stewart, K., McIntyre, S., & Paget, S. (2024). Multiple motor disorders in cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 66(3), 317-325.
- Faccioli, S., Pagliano, E., Ferrari, A., Maghini, C., Siani, M. F., Sgherri, G., Cappetta, G., Borelli, G., Farella, G. M., & Foscan, M. (2023). Evidence-based management and motor rehabilitation of cerebral palsy children and adolescents: A systematic review. *Frontiers in Neurology*, 14, 1171224.
- Group, A. C. P. R., Badawi, N., Balde, I., Goldsmith, S., Karlsson, P., McIntyre, S., Novak, I., Smithers-Sheedy, H., Edwards, K., & O'Kearney, E. (2016). Australia and the Australian Cerebral Palsy Register for the birth cohort 1993 to 2006. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 58, 3-4.
- Joseph, M. F., Taft, K., Moskwa, M., & Denegar, C. R. (2012). Deep friction massage to treat tendinopathy: a systematic review of a classic treatment in the face of a new paradigm of understanding. *Journal of sport rehabilitation*, 21(4), 343-353.
- Lai, C.-J., Liu, W.-Y., Yang, T.-F., Chen, C.-L., Wu, C.-Y., & Chan, R.-C. (2015). Pediatric aquatic therapy on motor function and enjoyment in children diagnosed with cerebral palsy of various motor severities. *Journal of child neurology*, 30(2), 200-208.
- McIntyre, S., Goldsmith, S., Webb, A., Ehlinger, V., Hollung, S. J., McConnell, K., Arnaud, C., Smithers-Sheedy, H., Oskoui, M., & Khandaker, G. (2022). Global prevalence of cerebral palsy: A systematic analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 64(12), 1494-1506.

- Novak, I., Jackman, M., Finch-Edmondson, M., & Fahey, M. (2025). Cerebral palsy. *The Lancet*. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(25\)00686-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0140-6736(25)00686-5)
- Novak, I., Morgan, C., Adde, L., Blackman, J., Boyd, R. N., Brunstrom-Hernandez, J., Cioni, G., Damiano, D., Darrah, J., & Eliasson, A.-C. (2017). Early, accurate diagnosis and early intervention in cerebral palsy: advances in diagnosis and treatment. *JAMA pediatrics*, 171(9), 897-907.
- Ogonowska-Slodownik, A., Jakobowicz, O., Alexander, L., Marinho-Buzelli, A. R., Devon, C., & Morgulec-Adamowicz, N. (2024). Aquatic Therapy in Children and Adolescents with Disabilities: A Scoping Review. *Children*, 11(11), 1404.
- Papadopoulos, K. I., Low, S. S. S., Aw, T. C., & Chantarojanasiri, T. (2011). Safety and feasibility of autologous umbilical cord blood transfusion in 2 toddlers with cerebral palsy and the role of low dose granulocyte-colony stimulating factor injections. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 29(1), 17-22.
- Peia, F., Veiga, N. C., Gomes, A. P., Dos Santos, B. N., Marques, N. M. S., dos Santos Glória, I. P., & Goulardins, J. B. (2023). Effects of hippotherapy on postural control in children with cerebral palsy: A systematic review. *Pediatric Physical Therapy*, 35(2), 202-210.
- Purandare, C., Shitole, D., Belle, V., Kedari, A., Bora, N., & Joshi, M. (2012). Therapeutic potential of autologous stem cell transplantation for cerebral palsy. *Case reports in transplantation*, 2012(1), 825289.
- Rasool, F., Memon, A. R., Kiyani, M. M., & Sajjad, A. G. (2017). The effect of deep cross friction massage on spasticity of children with cerebral palsy: A double-blind randomised controlled trial. *J Pak Med Assoc*, 67(1), 87-91.
- Register, A. C. P. (2018). Australian cerebral palsy register report. no. December, 18.
- Saranti, A., Dragoumi, P., Papavasiliou, A., & Zafeiriou, D. (2024). Current approach to cerebral palsy. *european journal of paediatric neurology*.
- Yang, S., Suh, J. H., Kwon, S., & Chang, M. C. (2022). The effect of neurologic music therapy in patients with cerebral palsy: a systematic narrative review. *Frontiers in Neurology*, 13, 852277.



## Egzersiz Fizyolojisinde Alternatif Yaklaşımlar: Fonksiyonel Destekler

Halil Şimşek<sup>1</sup>

Fatih Çakar<sup>2</sup>

### Özet

Bu bölümde, egzersiz fizyolojisine yönelik alternatif yaklaşımlar kapsamında değerlendirilen fonksiyonel desteklerin fizyolojik süreçler üzerindeki etkileri ele alınmaktadır. Modern antrenman yaklaşımlarında sadece performans artışı değil, aynı zamanda toparlanma sürecinin hızlandırılması, oksidatif stresin azaltılması, bağışıklık sisteminin desteklenmesi ve genel sağlık durumunun iyileştirilmesi gibi çok boyutlu hedefler önem kazanmaktadır. Bitkisel takviyeler, adaptogenler, polifenoller, probiyotikler ve mikronutrient bazlı destekler gibi fonksiyonel bileşenlerin, egzersizle ilişkili fizyolojik adaptasyon süreçlerine nasıl entegre edilebileceği bilimsel bulgular ışığında tartışılmaktadır. Ayrıca, bu desteklerin etkinliği, güvenliği ve bireyselleştirilmiş yaklaşımlarla kullanım gerekliliği üzerinde durulmaktadır. Fonksiyonel desteklerin bilim temelli ve kişiye özel olarak planlanması, egzersiz fizyolojisinde sürdürülebilir ve etkili uygulamalar için önemli bir alternatif yaklaşım sunmaktadır.

### Giriş

Egzersiz fizyolojisi, insan performansını artırmak, sağlığı korumak ve rehabilitasyon süreçlerini desteklemek amacıyla egzersizin vücut sistemleri üzerindeki etkilerini inceleyen bilim dalıdır. Bu alanda yapılan klasik çalışmalar, kardiyovasküler, solunum, kas-iskelet ve metabolik sistemlerin egzersiz sırasındaki fizyolojik yanıtlarını ve adaptasyonlarını merkeze alırken; son yıllarda giderek artan sayıda araştırma, egzersiz performansını ve iyileşmeyi destekleyen alternatif ve fonksiyonel destek yaklaşımlarına

- 1 Doç. Dr., Bingöl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, ORCID: 0000-0002-9637-1265, hsimsek@bingol.edu.tr
- 2 Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Fizyoterapi Programı, ORCID: 0000-0002-7551-4087, fcakar@bingol.edu.tr

odaklanmaktadır. Bu yaklaşımlar, klasik protokollere tamamlayıcı nitelikte olup bireyin egzersiz kapasitesini maksimize etmeyi, yaralanma riskini azaltmayı ve iyileşme sürecini hızlandırmayı amaçlar (Peake et al., 2017; Powers & Howley, 2017).

Fonksiyonel destekler kavramı, geleneksel fizyolojik uygulamaların ötesine geçerek; nutrasötikler, biyoaktif besinler, solunum egzersizleri, nöromüsküler fasilitasyon teknikleri, proprioseptif destekler, postüral düzenlemeler ve nörofizyolojik tabanlı egzersiz modifikasyonlarını kapsamaktadır (Sands et al., 2012; Clark et al., 2019). Bu yaklaşımlar, özellikle bireyselleştirilmiş antrenman ve sağlık uygulamalarında önemli bir potansiyel sunar.

Günümüzde sporcu sağlığı ve performansında sadece kuvvet, dayanıklılık ve hız gibi parametreler değil; aynı zamanda motor kontrol, hareket kalitesi, sinir-kas koordinasyonu ve dokusal adaptasyon da ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle egzersiz fizyolojisinde fonksiyonel desteklerin entegre edilmesi hem profesyonel sporcularda hem de klinik popülasyonda daha bütüncül bir iyileşme ve performans çerçevesi sunmaktadır (Kraemer & Ratamess, 2004; Myer et al., 2005). Ayrıca, fonksiyonel destek yaklaşımları multidisipliner bir anlayış gerektirir. Spor hekimliği, fizyoterapi, beslenme bilimi, nörobilim ve kinezyoloji gibi alanlarla iş birliği içinde geliştirilmiş uygulamalar, bireyin fiziksel kapasitesini sadece ölçmekle kalmaz, aynı zamanda geliştirmek ve korumak için entegre çözümler önerir. Örneğin, solunum temelli fonksiyonel egzersizlerin hem postüral kontrol hem de otonom sinir sistemi regülasyonu üzerinde olumlu etkiler sağladığı gösterilmiştir (Courtney et al., 2011).

Bu bölümde, egzersiz fizyolojisine alternatif bakış açıları getiren ve güncel literatür tarafından desteklenen fonksiyonel destek stratejileri ele alınacaktır. Teorik temel, fizyolojik dayanaklar ve pratik uygulamalar üzerinden değerlendirmeler sunularak, bu yaklaşımların performans ve rehabilitasyon süreçlerindeki yeri tartışılacaktır.

### **Egzersizde Adaptasyon Süreçleri: Hücresel Mekanizmalar**

Egzersiz, vücut sistemlerinde çok yönlü fizyolojik değişikliklere yol açan güçlü bir biyolojik uyandır. Bu değişimlerin temelinde, kas hücreleri başta olmak üzere birçok hücresel yapıdaki moleküler adaptasyonlar yer alır. Egzersiz sırasında ve sonrasında aktive olan hücresel sinyal yolları (örneğin AMPK, PGC-1 $\alpha$ , mTOR), enerji metabolizmasını düzenler, mitokondriyal biyogenezi uyarır, protein sentezini artırır ve oksidatif stresle mücadeleyi güçlendirir. Bu adaptasyonlar sayesinde organizma, egzersizin tekrarlayan yüklerine karşı daha dirençli, verimli ve dengeli hale gelir. Hücresel düzeydeki bu süreçler sadece fiziksel performansı değil, aynı zamanda metabolik sağlık

ve yaşlanma gibi geniş biyolojik alanları da doğrudan etkiler (Egan & Zierath, 2013; Powers & Howley, 2017).

### **Egzersiz hücresel düzeyde genel yanıtlar**

Egzersiz, hücresel düzeyde hem akut (ani) hem de kronik (uzun süreli) biyolojik yanıtları tetikleyen önemli bir fizyolojik stres kaynağıdır. Bu yanıtlar, kas hücrelerinden endotel hücrelerine, sinir sisteminden bağışıklık sistemine kadar birçok dokuda gözlemlenir ve organizmanın egzersize uyum sağlamasında temel rol oynar. Hücresel düzeyde gelişen bu adaptasyonlar, enerji metabolizmasının düzenlenmesi, gen ekspresyonunun değişmesi, protein sentezi ve hücre içi sinyal yollarının aktivasyonu gibi temel biyolojik süreçleri kapsar (Egan & Zierath, 2013).

Egzersiz sırasında kas hücreleri, artan enerji ihtiyacına yanıt olarak ATP üretimini hızlandırmak zorundadır. Bu süreçte hücre içi AMP/ATP oranının artması, enerji sensörü olarak görev yapan AMP-activated protein kinase'in (AMPK) aktive olmasına neden olur. AMPK aktivasyonu, glukoz alımının artmasını, yağ asidi oksidasyonunun uyarılmasını ve mitokondriyal biyogenezin başlatılmasını sağlar (Hardie et al., 2012). Böylece hücre, enerji dengesini yeniden kurar ve egzersize metabolik uyum gösterir. Ayrıca, kas hücrelerinde egzersize yanıt olarak PGC-1 $\alpha$  (Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha) düzeyleri artar. Bu transkripsiyonel koaktivatör, mitokondriyal çoğalmayı, oksidatif fosforilasyonu ve kapiller yoğunluğu artıran genlerin ekspresyonunu düzenler (Egan & Zierath, 2013). Bu mekanizma özellikle dayanıklılık egzersizlerine kronik yanıt olarak mitokondriyal kapasitenin gelişmesini ve kas dayanıklılığının artmasını sağlar. Egzersiz aynı zamanda hücre içi kalsiyum (Ca<sup>2+</sup>) konsantrasyonunu da etkiler. Kas kasılması sırasında hücre içi Ca<sup>2+</sup> düzeyindeki artış, kalsiyum/kalmodulin-bağımlı protein kinaz (CaMK) yolunu aktive ederek kas yapımında görevli genlerin ekspresyonunu tetikler (Ojuka, 2004).

Son olarak, egzersizin hücresel yan etkilerinden biri de reaktif oksijen türleri (ROS) üretiminde artıştır. Başlangıçta zararlı olarak değerlendirilen bu moleküllerin, düşük düzeylerde hücresel sinyal iletiminde görev aldığı ve antioksidan savunma sistemlerinin gelişimini teşvik ettiği anlaşılmıştır (Powers et al., 2011).

### **Enerji metabolizması ve mitokondriyal adaptasyon**

Egzersiz sırasında kasların artan enerji ihtiyacını karşılamak için hücre içi enerji metabolizması hızla aktive olur. Bu süreçte başta ATP üretimi

olmak üzere çeşitli metabolik yollar devreye girer. Egzersiz, hücre içi enerji dengesini bozarak AMP/ATP oranını artırır; bu durum enerji sensörü olarak görev yapan AMP-activated protein kinase (AMPK)'nin aktivasyonuna yol açar. AMPK, enerji üretimini artıran ve enerji tüketimini sınırlayan çeşitli hücrel yanıtı tetikleyerek, kas hücresinin metabolik esnekliğini artırır (Hardie et al., 2012).

Mitokondri, kas hücresinde aerobik enerji üretiminin merkezidir. Düzenli aerobik egzersiz, mitokondriyal biyogenez teşvik ederek mitokondri sayısının ve fonksiyonunun artmasını sağlar. Bu süreçte, Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha (PGC-1 $\alpha$ ) başta olmak üzere birçok transkripsiyon faktörü görev alır. PGC-1 $\alpha$ , mitokondriyal DNA'nın replikasyonu ve oksidatif fosforilasyon enzimlerinin sentezi gibi süreçleri kontrol ederek hücrenin oksijen kullanım kapasitesini artırır (Egan & Zierath, 2013).

Ayrıca, Ca<sup>2+</sup>/calmodulin bağımlı protein kinaz (CaMK) gibi sinyal yolları, kas kasılması sırasında artan hücre içi kalsiyum düzeylerine yanıt olarak PGC-1 $\alpha$  ekspresyonunu uyarır. Bu da hem enerji metabolizmasının düzenlenmesine hem de mitokondriyal fonksiyonların gelişmesine katkı sağlar (Ojuka, 2004). Bu adaptasyonlar sayesinde egzersiz sırasında oksijenli enerji üretimi daha verimli hâle gelir, laktat birikimi azalır ve yorgunluk eşiği yükselir.

Mitokondriyal adaptasyon sadece dayanıklılık performansını değil, aynı zamanda metabolik hastalıkların önlenmesini de destekler. Mitokondriyal disfonksiyonun, obezite, tip 2 diyabet ve yaşa bağlı kas kaybı (sarkopeni) gibi pek çok hastalığın gelişiminde rol oynadığı bilinmektedir. Bu bağlamda, düzenli fiziksel aktivite yoluyla sağlanan mitokondriyal iyileşme hem performans hem de sağlık açısından büyük öneme sahiptir (Little et al., 2011).

### **Kas hücresinde protein sentezi ve yıkımı**

Egzersiz, iskelet kasında hem protein sentezini hem de protein yıkımını tetikleyen dinamik bir uyarandır. Bu süreçler arasındaki denge, kas dokusunun adaptasyonu, hipertrofisi (büyümesi) ya da atrofisi (küçülmesi) açısından belirleyicidir. Özellikle direnç egzersizi, kas protein sentezini (MPS) artıran güçlü bir anabolik uyarı sağlar. Bu yanıt, antrenman sonrası saatler içinde ortaya çıkar ve yeterli protein alımı ile kas hacminde kalıcı artışlara yol açabilir (Phillips et al., 1997). Kas protein sentezinin temel düzenleyicilerinden biri olan mTOR (mammalian target of rapamycin) sinyal yolu, direnç egzersiziyle aktive olur. mTORC1 kompleksi, ribozomal

proteinlerin sentezini teşvik eder ve hücrel büyüme uyarır. Özellikle kas kasılması ve amino asit (özellikle lösin) mevcudiyeti, bu yolun aktivasyonunu artırarak protein sentezinde artış sağlar (Bodine et al., 2001; Atherton & Smith, 2012).

Öte yandan, kas hücresinde protein yıkımı da egzersizle birlikte aktive olan fizyolojik bir süreçtir. Bu süreç, başta ubiquitin-proteozom sistemi olmak üzere çeşitli proteolitik yollarla gerçekleşir. Egzersiz sırasında ve sonrasında oluşan mekanik stres, oksidatif hasar ve inflamasyon, kas proteinlerinin parçalanmasını tetikleyebilir. Ancak bu yıkım, kas dokusunun yeniden yapılanması (remodeling) ve adaptasyonu için gerekli olup, aşırıya kaçmadıkça olumsuz bir durum değildir (Jackman & Kandarian, 2004). Ayrıca, kas hasarına yanıt olarak uydu hücreler adı verilen kas kök hücreleri aktive olur. Bu hücreler çoğalarak farklılaşır ve hasarlı kas lifleriyle kaynaşarak yeni protein sentezine katkı sağlar. Böylece hücrel onarım süreci desteklenir ve egzersize bağlı kas yapımı hızlanır (Chargé & Rudnicki, 2004).

### Gen ekspresyonu ve transkripsiyonel düzenleme

Egzersiz, iskelet kası başta olmak üzere birçok dokuda gen ekspresyonunu değiştiren güçlü bir çevresel uyarıdır. Bu uyarı, kas hücresinde meydana gelen metabolik taleplere yanıt olarak genetik düzeyde yeniden düzenlemeyi tetikler. Egzersizin tipi, süresi ve şiddetine bağlı olarak; enerji metabolizmasından inflamasyona, hücrel büyümeden oksidatif strese kadar birçok biyolojik süreçle ilişkili genlerin ifadesinde (ekspresyonunda) değişiklikler gözlenir (Egan & Zierath, 2013). Egzersizle birlikte aktive olan transkripsiyon faktörleri, kas hücresinin adaptif yanıtlarını yönetir. Bu faktörlerden biri olan Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha (PGC-1 $\alpha$ ), özellikle dayanıklılık egzersizleri sonrasında artan mitokondriyal biyogenez, oksidatif metabolizma ve kapiller yoğunluk gibi adaptasyonların temel düzenleyicisidir. PGC-1 $\alpha$ 'nın artışı, başta nükleer respiratuvar faktör-1 (NRF-1) ve mitokondriyal transkripsiyon faktörü A (TFAM) olmak üzere birçok mitokondriyal genin transkripsiyonunu uyarır (Handschin & Spiegelman, 2008).

Egzersiz ayrıca NF- $\kappa$ B (nuclear factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells) gibi transkripsiyon faktörlerini de aktive ederek inflamatuvar yanıtları modüle eder. Özellikle yoğun egzersiz sonrası kas hücresinde oluşan mekanik stres ve oksidatif sinyalleme, bu yolu aktive ederek sitokin üretimini artırabilir (Gomez-Cabrera et al., 2005). Bununla birlikte, egzersizin epigenetik düzenlemeleri de etkilediği ortaya konmuştur. DNA metilasyonu, histon modifikasyonları ve mikroRNA (miRNA) düzeylerindeki değişimler,

egzersizle ilişkili genlerin kısa ve uzun vadeli ekspresyonunu etkileyebilir. Örneğin, akut egzersiz sonrasında PGC-1 $\alpha$  geninin promotör bölgesinde DNA metilasyonunun azalması, bu genin daha yüksek oranda transkribe edilmesine olanak tanır (Barrès et al., 2012).

### **Kas içi iyon dengesinin düzenlenmesi**

Kas kasılması ve gevşemesi gibi temel fizyolojik olaylar, kas hücresindeki iyonların – özellikle sodyum ( $\text{Na}^+$ ), potasyum ( $\text{K}^+$ ), kalsiyum ( $\text{Ca}^{2+}$ ) ve hidrojen ( $\text{H}^+$ ) – hassas dengesi ile kontrol edilir. Egzersiz sırasında bu iyonların hücre içi ve dışı konsantrasyonlarında hızlı ve geçici değişiklikler meydana gelir. Bu değişikliklerin etkin şekilde düzenlenmesi, kas fonksiyonunun korunması ve yorgunluğun geciktirilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Kas liflerinde kasılma, sarkoplazmik retikulumdan (SR) salınan kalsiyum iyonlarının sitozole geçişi ile başlar.  $\text{Ca}^{2+}$ , aktin ve miyozin filamentleri arasındaki etkileşimi başlatır ve kasılmayı mümkün kılar. Kas gevşemesi ise  $\text{Ca}^{2+}$ 'un yeniden SR içine aktif taşınmasıyla sağlanır. Bu işlem, enerji gerektiren sarkoplazmik retikulum  $\text{Ca}^{2+}$ -ATPaz (SERCA) pompası tarafından yürütülür (Berchtold et al., 2000). Egzersizle birlikte SERCA pompasının aktivitesi artar ve bu durum, kasın daha hızlı gevşeme kapasitesine katkı sağlar. Öte yandan, egzersiz sırasında kas hücresine  $\text{Na}^+$  girişi ve  $\text{K}^+$  çıkışı artar. Bu durum, aksiyon potansiyelinin iletimini yavaşlatabilir ve kas hücresinin uyarılabilirliğini azaltarak kas yorgunluğuna neden olabilir. Ancak bu iyon değişiklikleri,  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPaz pompası tarafından dengelenir. Düzenli egzersiz, bu pompanın ekspresyonunu ve aktivitesini artırarak iyon homeostazını güçlendirir (Clausen, 2003).

Egzersiz sırasında hücre içi  $\text{H}^+$  iyonu (asidik yük) artışı da gözlemlenir; bu durum hücre içi pH'ı düşürerek metabolik yorgunluğa neden olur. Bu aside karşı koruyucu etki, özellikle monokarboksilat taşıyıcıları (MCT1 ve MCT4) aracılığıyla laktat ve  $\text{H}^+$  iyonlarının hücre dışına atılmasıyla sağlanır (Juel, 1997).

### **Hücrel sinyal iletim mekanizmaları**

Egzersiz, hücre içi metabolik ve mekanik sinyalleri harekete geçirerek çok sayıda sinyal iletim yolunu aktive eder. Bu sinyal yolları, hücrelerin çevresel değişikliklere adaptasyonunu sağlar ve uzun vadede kas yapısının, metabolizmasının ve fonksiyonlarının yeniden düzenlenmesine neden olur. Kas hücrelerinde bu mekanizmalar, enerji metabolizmasından mitokondriyal biyogeneze, protein sentezinden inflamasyon regülasyonuna kadar çok çeşitli biyolojik süreçleri yönlendirir (Egan & Zierath, 2013).

Egzersiz başlıca uyardığı sinyal yollarından biri AMP-activated protein kinase (AMPK) yoludur. AMPK, hücre içi enerji eksikliği (yüksek AMP/ATP oranı) durumunda aktive olarak glukoz alımı, yağ asidi oksidasyonu ve mitokondriyal biyogenezi uyarır. AMPK ayrıca PGC-1 $\alpha$  ekspresyonunu artırarak kasın oksidatif kapasitesini geliştirir (Hardie et al., 2012). mTOR (mammalian target of rapamycin) sinyal yolu ise özellikle direnç egzersizine yanıt olarak aktive olur ve kas protein sentezinin düzenlenmesinde merkezi rol oynar. mTORC1 kompleksi, kas hipertrofisiyle ilişkili olarak ribozomal protein üretimini artırır. Bu süreç, mekanik gerilim ve amino asit varlığıyla sinyal alan Akt/PI3K yoluyla başlatılır (Bodine et al., 2001). MAPK (mitogen-activated protein kinase) ailesi de egzersize yanıt olarak aktive edilen önemli sinyal yollarındandır. Mekanik yüklenme, oksidatif stres ve kas hasarı gibi durumlarda devreye girerek gen ekspresyonu, hücre büyümesi ve farklılaşma süreçlerini yönetir. Özellikle ERK1/2, p38 MAPK ve JNK alt grupları, kas hücresinin egzersize verdiği uyumu yönlendirmede önemli işlevler üstlenir (Martineau & Gardiner, 2001). Kas kontraksiyonu sırasında artan hücre içi kalsiyum düzeyi, Ca<sup>2+</sup>/calmodulin-bağımlı protein kinaz (CaMK) yolunu aktive eder. Bu sinyal iletim yolu, mitokondriyal genlerin transkripsiyonunu ve kas dayanıklılığını artıran genetik yanıtları başlatır (Ojuka, 2004).

### **Oksidatif stres, ROS ve antioksidan savunma**

Egzersiz, özellikle yoğun veya uzun süreli yapıldığında, hücrelerde reaktif oksijen türleri (ROS) üretimini artıran önemli bir stres faktörüdür. ROS; süperoksit anyonu (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) ve hidroksil radikali (OH•) gibi yüksek reaktiviteye sahip moleküllerdir. Hücre metabolizmasının doğal yan ürünleri olan bu türler, kontrollü seviyelerde hücresel sinyal iletiminde rol oynarken, aşırı üretildiklerinde lipid peroksidasyonu, protein hasarı ve DNA mutasyonları gibi oksidatif hasara yol açarak hücre fonksiyonlarını bozabilir (Powers & Jackson, 2008). Egzersiz sırasında mitokondriyal elektron taşıma zincirindeki artan aktivite, kas hücrelerinde ROS üretimini tetikler. Ayrıca, kas kasılmasıyla ilişkili enzimatik reaksiyonlar ve inflamatuvar hücre aktivitesi de ROS seviyelerinin yükselmesine katkıda bulunur. Ancak, bu artan ROS üretimi, hücrelerin antioksidan savunma sistemlerini uyarmak için bir sinyal görevi görür (Radak et al., 2013).

Antioksidan savunma sistemi, enzimatik ve non-enzimatik bileşenlerden oluşur. Başlıca enzimatik antioksidanlar arasında süperoksit dismutaz (SOD), katalaz ve glutatyon peroksidaz bulunur. Bu enzimler, ROS'u daha az zararlı moleküllere dönüştürerek hücresel hasarı önler. Non-enzimatik antioksidanlar ise C vitamini, E vitamini, glutatyon gibi moleküllerdir ve doğrudan ROS'u etkisiz hale getirebilir (Powers et al., 2011). Düzenli

egzersiz, bu antioksidan savunma mekanizmalarını güçlendirir ve hücreleri oksidatif strese karşı daha dirençli hale getirir. Bu adaptasyon, hormesis olarak adlandırılan bir süreçle açıklanabilir; düşük seviyede stres, hücresel koruyucu sistemlerin etkinliğini artırarak uzun vadede sağlığı destekler. Böylece egzersiz, sadece performans artışına değil, aynı zamanda oksidatif stres kaynaklı kronik hastalıkların önlenmesine de katkı sağlar (Radak et al., 2008).

### **Egzersizin apoptoz, otofaji ve hücresel yenilenme üzerindeki etkileri**

Egzersiz, hücresel homeostazı koruyan ve organizmanın sağlıklı işleyişini sürdüren mekanizmalardan biri olarak apoptoz (programlanmış hücre ölümü), otofaji (hücre içi materyalin parçalanması ve geri dönüşümü) ve hücresel yenilenme süreçlerini etkiler. Bu süreçlerin düzenlenmesi, kas dokusunun hasar görmüş bileşenlerden arındırılması, enerji metabolizmasının optimize edilmesi ve doku bütünlüğünün korunması açısından kritik öneme sahiptir. Apoptoz, hücrelerin kontrollü şekilde ölmesini sağlayarak hasarlı veya işlevini yitirmiş hücrelerin organizmadan uzaklaştırılmasını mümkün kılar. Egzersiz sırasında artan oksidatif stres ve mekanik yüklenme, kas hücrelerinde apoptozu tetikleyebilir; ancak düzenli egzersiz bu süreci dengeleyerek gereksiz hücre kaybını önler ve dokunun sağlıklı kalmasına yardımcı olur (Sandri, 2010). Ayrıca, egzersizle aktive olan sinyal yolları (örneğin AMPK) apoptozun kontrolünde önemli rol oynar (He et al., 2012). Otofaji, hücre içindeki hasarlı organellerin ve proteinlerin lizozomlar tarafından sindirilmesi ve yeniden kullanımına olanak tanıyan bir oto-fagositoz mekanizmasıdır. Egzersiz, özellikle dayanıklılık tipi antrenmanlarda, kas hücrelerinde otofajiyi uyarır. Bu süreç, mitokondriyal kalitenin korunması ve enerji metabolizmasının sürdürülebilirliği için önemlidir. Egzersizle artan otofaji aktivitesi, kasların stres koşullarına adaptasyonunu destekleyerek yorgunluğun azalmasına ve kas dayanıklılığının artmasına katkı sağlar (Lira et al., 2013).

Hücresel yenilenme ise, özellikle kas hasarına yanıt olarak uydu hücrelerin (muscle satellite cells) aktive olmasıyla gerçekleşir. Bu kök hücreler çoğalıp farklılaşarak hasarlı kas liflerini onarır ve yeni kas dokusu oluşturur. Egzersiz, uydu hücre proliferasyonunu ve farklılaşmasını tetikleyerek kas dokusunun rejenerasyonunu hızlandırır (Yin et al., 2013). Ayrıca, apoptoz ve otofaji süreçlerinin dengeli işleyişi, hücresel yenilenme kapasitesini artırır.

### Kas dokusu harici hücrelerin adaptif yanıtları

Egzersiz, sadece iskelet kası hücrelerinde değil, aynı zamanda vücuttaki diğer hücre tiplerinde de önemli adaptif yanıtlar tetikler. Bu hücreler arasında kardiyomiyositler (kalp kası hücreleri), endotel hücreleri, bağışıklık sistemi hücreleri ve sinir hücreleri yer alır. Bu adaptasyonlar, egzersizin sistemik etkilerini artırarak genel sağlık, performans ve iyileşme süreçlerine katkıda bulunur. Kardiyomiyositler, düzenli aerobik egzersize yanıt olarak hipertrofi ve mitokondriyal biyogenez gösterir. Bu adaptasyonlar kalbin pompa kapasitesini artırırken, kalp kasının enerji verimliliğini de geliştirir. Ayrıca, egzersizle artan vasküler endotel büyüme faktörü (VEGF) salınımı, kalp dokusunda yeni damar oluşumunu (anjiojeniz) destekleyerek oksijen ve besin dağıtımını optimize eder (Dworatzek et al., 2019).

Endotel hücreleri, kan damarlarının iç yüzeyini döşeyen hücreler olarak, egzersizle birlikte fonksiyonel ve yapısal değişikliklere uğrar. Fiziksel aktivite, endotel nitrik oksit (NO) sentezini artırarak damar genişlemesini destekler, böylece kan akışı ve doku perfüzyonu iyileşir. Endotel hücrelerinin bu adaptasyonu, kardiyovasküler hastalık riskinin azalmasında kritik rol oynar (Green et al., 2017). Egzersiz aynı zamanda bağışıklık sistemi hücreleri üzerinde de modulatuar etkilere sahiptir. Düzenli orta şiddette egzersiz, immün fonksiyonları güçlendirirken, kronik inflamasyonu azaltır. Bu süreçte makrofajlar, T ve B lenfositler, doğal öldürücü hücreler gibi hücre tipleri fonksiyonel farklılaşmaya uğrayarak patojenlere karşı daha etkili yanıt verir (Nieman & Wentz, 2019).

Son olarak, sinir sistemi hücreleri, özellikle merkezi sinir sistemi ve periferik sinir lifleri, egzersize adaptasyon gösterir. Egzersiz, sinir büyüme faktörü (NGF) ve beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) gibi nörotrofik proteinlerin üretimini artırarak sinir hücrelerinin plastisitesini ve hayatta kalmasını destekler. Bu adaptasyonlar, bilişsel fonksiyonların iyileşmesi ve nörodejeneratif hastalık riskinin azalması ile ilişkilidir (Cotman & Berchtold, 2002).

### Hormonlar ve egzersize hücresel adaptasyon

Egzersiz, vücutta çeşitli hormonal yanıtları tetikleyerek hücresel adaptasyon süreçlerini düzenleyen önemli bir uyarandır. Hormonlar, kas dokusu başta olmak üzere birçok organ ve hücrede metabolik, büyüme ve onarım mekanizmalarının etkinliğini artırarak egzersize uyum sağlanmasında kritik rol oynar. Bu endokrin etkileşimler, egzersizin şiddeti, süresi ve türüne bağlı olarak değişkenlik gösterir (Kraemer & Ratamess, 2005). Anabolik hormonlar arasında yer alan büyüme hormonu (GH), insulin-like growth

factor 1 (IGF-1) ve testosteron, kas protein sentezini teşvik ederek hipertrofi ve iyileşme süreçlerine destek olur. Örneğin, IGF-1, kas hücrelerinde PI3K/Akt/mTOR sinyal yolunu aktive ederek protein sentezini ve hücre büyümesini uyarır (Glass, 2005). Bu mekanizma, direnç egzersizi sonrası kas kütesinin artmasında temel rol oynar. Katekolaminler (adrenalin ve noradrenalin) ise özellikle aerobik egzersiz sırasında artar ve kas hücrelerinde glikojenoliz, lipoliz gibi enerji metabolizması süreçlerini hızlandırır. Aynı zamanda bu hormonlar, hücresel enerji talebine yanıt veren AMP-activated protein kinase (AMPK) gibi enerji sensörlerinin aktivasyonuna dolaylı katkıda bulunur (Wright et al., 2007).

Egzersizle salınımı artan kortizol, katabolik bir hormon olarak protein yıkımını artırabilir; ancak optimal düzeyde ve kısa süreli yükselmeleri, kas dokusunun metabolik adaptasyonuna yardımcı olur. Uzun süreli yüksek kortizol seviyeleri ise kas atrofisine yol açabilir, bu nedenle hormonal denge egzersiz adaptasyonlarında önemlidir (Hackney, 2006). Ayrıca, insülin ve glukagon gibi pankreatik hormonlar da egzersiz sırasında enerji homeostazının sağlanmasında kritik görevler üstlenir. İnsülin, kas hücrelerinde glikoz alımını artırarak enerji depolarının yenilenmesini desteklerken, glukagon karaciğerde glikojenolizi ve glukoneogenezi uyararak kan glukoz seviyesini korur (Richter & Hargreaves, 2013).

## **Kas Hasarında Doğal Destekler ve Besin Takviyeleri**

### **Doğal yöntemlerle kas onarımının desteklenmesi**

Kas hasarı, yoğun fiziksel aktivite, mikrotravmalar, zorlayıcı egzersizler veya travmatik yaralanmalar sonucunda gelişebilir. Kas dokusunun onarımı ve yeniden yapılanma süreci ise inflamasyon, hücre yenilenmesi ve protein sentezi gibi bir dizi biyolojik mekanizmayı içerir. Bu süreçte bazı doğal yöntemler, iyileşme sürecini hızlandırabilir ve semptomları hafifletebilir (Peake et al., 2017).

**Dinlenme ve uyku:** Kas iyileşmesinin en kritik doğal bileşeni yeterli uyku ve dinlenmedir. Uyku sırasında büyüme hormonu (GH) salınımı artar, bu da protein sentezini ve hücre onarımını destekler. Uyku eksikliği ise hem kas performansını hem de iyileşme sürecini olumsuz etkiler (Dortilo et al., 2011).

**Soğuk ve sıcak uygulamaları:** Kriyoterapi (soğuk uygulama), inflamasyonu azaltarak kas hasarını sınırlayabilir. Egzersiz sonrası uygulanan soğuk duş veya buz banyosu, kas ağrısını (DOMS) azaltmada etkilidir. Öte yandan, sıcak uygulamalar da kan akışını artırarak iyileşmeyi hızlandırabilir (Bleakley & Davison, 2010).

**Masaj ve manuel terapi:** Masaj, kas lifi içindeki gerginliği azaltır, lenfatik dolaşımı ve kan akışını artırarak metabolik atıkların uzaklaştırılmasına yardımcı olur. Aynı zamanda inflamasyon belirteçlerini azaltarak iyileşmeyi kolaylaştırır (Crena et al., 2012).

**Esneme ve hafif aktiviteler:** Aktif dinlenme ve hafif aerobik egzersizler (örneğin yürüyüş veya bisiklet) kas içi dolaşımı artırarak iyileşmeyi teşvik eder. Ayrıca, düzenli esneme kas elastikiyetini koruyarak ilerideki yaralanma riskini azaltır (Peake, J. M. et al., 2017).

**Yoga ve meditasyon:** Yoga, esneme, nefes kontrolü ve zihin-beden farkındalığı içeren bir uygulama olarak kasların gevşemesine ve stresi azaltmaya yardımcı olur. Meditasyon, kortizol seviyesini düşürerek dolaylı yoldan iyileşmeyi destekler (Telles & Singh, 2013).

### Anti-inflamatuvar besinlerin rolü

Kas hasarı sonrasında oluşan inflamatuvar süreç, iyileşmenin doğal bir parçası olmakla birlikte, bu sürecin aşırı veya uzun sürmesi, iyileşmeyi geciktirebilir ve performansı olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, inflamasyonun dengelenmesi iyileşmeyi hızlandırmak açısından önemlidir. Anti-inflamatuvar özellik gösteren besinler ve takviyeler, kas onarımı sürecinde bu amaçla sıklıkla kullanılmaktadır (Tschopp et al., 2020)

**Omega-3 yağ asitleri (EPA ve DHA):** Omega-3 yağ asitleri, inflamasyonun çözülmesinde rol oynayan resolvin ve protectin adlı lipid medyatörlerin üretimini artırarak kas hasarına karşı koruyucu etki gösterir. Özellikle ekzersiz sonrası kas ağrısı (DOMS) ve kasılmalara karşı etkili olduğu gösterilmiştir (Tartibian, B. et al., 2011).

**Kurkumin (Zerdeçal etken maddesi):** Kurkumin, güçlü anti-inflamatuvar ve antioksidan özellikleriyle bilinir. NF-κB (nükleer faktör kappa B) yolaklarını baskılayarak proinflamatuvar sitokinlerin (IL-6, TNF-α) salınımını azaltır. Egzersize bağlı kas hasarında kurkumin desteği, ağrı ve ödemi azaltabilir (McFarlin, B. K. et al., (2016).

**Zencefil (Gingerol içeriğiyle):** Zencefil, özellikle *gingerol* ve *shogaol* bileşikleri sayesinde siklooksijenaz (COX) enzimini inhibe ederek inflamasyonu azaltır. Kas ağrısı ve eklem rahatsızlıklarında doğal bir analjezik ve antienflamatuvar olarak değerlidir (Black, C. D. et al., 2010).

**Yeşil çay polifenoller (EGCG):** Yeşil çayda bulunan epigallocateşin gallat (EGCG), kas hücrelerinde oksidatif stresi azaltarak hücre hasarı sınırlar ve inflamatuvar yanıtı modüle eder. Antioksidan etkisiyle birlikte iyileşme sürecine katkı sağlar (Somerville, V. S. et al., (2017).

**Rezene, kekik ve diğer fitokimyasallar:** Doğal anti-inflamatuar özellik gösteren diğer bitkisel kaynaklar arasında rezene, kekik, sarımsak ve biberiye gibi aromatik bitkiler de yer alır. Bu bitkilerde bulunan fenolik bileşikler (örneğin rosmarinik asit) inflammatuar sinyalleri baskılayarak iyileşme sürecine destek olabilir (Miguel, 2010).

### Kas onarımını destekleyen vitamin ve mineraller

Kas dokusu, yoğun egzersiz, mekanik stres ya da travma sonrası onarıma ihtiyaç duyar. Bu süreç; inflamasyonun çözülmesi, protein sentezinin artması, hücre proliferasyonu ve dokunun yeniden şekillenmesi gibi basamaklardan oluşur. Vitaminler ve mineraller bu süreçte hayati roller oynar ve eksiklikleri kas iyileşmesini geciktirebilir. Aşağıda, bu süreçte önemli rol oynayan başlıca mikronutrientler yer almaktadır (Jäger et al, 2017).

**C Vitamini (Askorbik Asit):** C vitamini, kolajen sentezinin anahtar bileşenlerinden biridir. Kolajen, kas-tendon bütünlüğünü ve bağ dokusunun onarımı için kritiktir. Ayrıca güçlü bir antioksidan olarak serbest radikalleri temizleyerek oksidatif stresi azaltır (Carr, & Maggini, 2017).

**D Vitamini:** D vitamini, yalnızca kemik sağlığı için değil, aynı zamanda kas gücü ve hücre farklılaşması için de gereklidir. Kas hücrelerinde D vitamini reseptörlerinin bulunması, bu mikronutrientin kas dokusu üzerinde doğrudan etkili olduğunu göstermektedir. Eksikliği, kas zayıflığı ve iyileşme süresinde uzamayla ilişkilidir (Owens et al., 2015).

**E Vitamini:** E vitamini, zar yapısını koruyan önemli bir lipofilik antioksidandır. Egzersize bağlı kas hasarında serbest radikal üretimi artar ve bu durum hücre zarında hasara yol açabilir. E vitamini, bu hasarı sınırlandırarak hücrel onarımı destekler (Meydani, 2001).

**Magnezyum:** Magnezyum, ATP'nin biyolojik olarak aktif formuna bağlanarak kas kasılması ve gevşemesi süreçlerinde görev alır. Aynı zamanda inflamasyonun kontrolü, glukoz metabolizması ve protein sentezinde de rol oynar. Magnezyum eksikliği kas krampları, güçsüzlük ve iyileşme gecikmesi ile ilişkilidir (Volpe, 2015).

**Çinko:** Çinko, kas hücrelerinde hasar sonrası oluşan inflammatuar yanıtta düzenleyici bir rol oynar. Ayrıca DNA sentezi, hücre bölünmesi ve protein sentezinde görev aldığı için doku onarım süreçlerinde vazgeçilmezdir (Prasad, 2014).

**Demir:** Demir, oksijen taşınımında görev alan hemoglobinin yapısına katılır ve kas oksijenlenmesi için kritiktir. Ayrıca enerji metabolizmasında

rol alan sitokrom sisteminde görev alarak iyileşme sürecine katkıda bulunur (Beard & Tobin, 2000).

### Protein ve amino asit takviyeleri

Yoğun fiziksel aktivite veya travmatik nedenlerle meydana gelen kas hasarı, kas liflerinde mikrotravmalar ve hücresel düzeyde inflamasyona yol açar. Hasarın ardından başlatılan iyileşme süreci, protein sentezinin artması ve kas dokusunun yeniden yapılanmasını gerektirir. Bu süreçte proteinler ve amino asitler, kas onarımının temel yapı taşları olarak kritik rol oynar (Tipton & Phillips, 2013).

**Protein takviyesi (Whey ve Kazein):** Whey proteini, hızla sindirilip kana karışarak egzersiz sonrası anabolik süreçleri destekler. Leucine içeriği yüksek olan whey, kas protein sentezini tetikleyerek kas hasarının onarılmasına yardımcı olur. Kazein proteini ise yavaş sindirildiği için özellikle gece boyunca kas yıkımını azaltmak amacıyla kullanılır (Tang et al., 2009).

**BCAA (Branched-Chain Amino Acids):** BCAA'lar (özellikle leucine, isoleucine ve valine), egzersize bağlı kas yıkımını azaltmak ve kas protein sentezini artırmak için kullanılır. Leucine, mTOR yolunu aktive ederek kas onarımında kilit rol oynar. Ayrıca, BCAA'ların DOMS (gecikmeli kas ağrısı) şiddetini azaltabildiği de gösterilmiştir (Jackman et al., 2010).

**Lösın (Leucine):** Lösın, mTORC1 sinyal yolunu doğrudan aktive eden tek amino asittir ve bu yol, kas protein sentezinin başlatılmasında esastır. Ayrıca leucine takviyesi, yaşa bağlı kas kaybı (sarkopeni) riskini azaltmada da önemlidir (Nair & Volpi, 2011).

**Glutamin:** Glutamin, kas dokusunda en bol bulunan amino asittir. Kas hasarına bağlı artan metabolik talepler sırasında tükenabilir. Glutamin takviyesi, bağışıklık fonksiyonlarını destekleyerek ve kas yorgunluğunu azaltarak iyileşme sürecine katkı sağlar. Ancak etkileri bireysel farklılıklar gösterebilir (Wilkinson et al., 2018).

**Kreatin monohidrat:** Kreatin, fosfokreatin sistemini destekleyerek hücresel enerji üretimini artırır ve yüksek yoğunluklu egzersiz sonrası iyileşmeyi hızlandırabilir. Ayrıca, kas kütlesi artışı ve hücre hacmi üzerindeki olumlu etkileriyle kas onarımına dolaylı katkı sağlar (Rawson & Volek, 2003).

### Bitkisel destekler ve fitokimyasallar

Egzersiz sonrası kas hasarı, özellikle yüksek yoğunluklu veya alışılmadık antrenmanlar sonrası ortaya çıkan mikrotravmalarla karakterizedir. Bu

durum genellikle inflamasyon, oksidatif stres ve kas ağrısıyla birlikte seyrederek. Kas dokusunun iyileşmesini hızlandırmak ve semptomları azaltmak amacıyla çeşitli bitkisel destekler ve fitokimyasal bileşikler kullanılmaktadır. Bu doğal bileşikler, anti-inflamatuar, antioksidan ve analjezik etkileriyle kas onarım sürecine katkıda bulunur (Silva et al., 2018).

**Kurkumin (Zerdeçal):** Zerdeçalın aktif bileşiği olan kurkumin, güçlü bir anti-inflamatuar ve antioksidandır. NF- $\kappa$ B gibi inflamasyonla ilişkili sinyal yollarını baskılayarak sitokin üretimini azaltır. Egzersiz sonrası kas ağrısı (DOMS) ve ödemin azaltılmasında etkili olduğu gösterilmiştir (McFarlin et al., 2016).

**Zencefil (Gingerol içerikli):** Zencefilde bulunan gingerol ve shogaol bileşikleri COX-2 enzimini inhibe ederek inflammatuar süreci azaltır. Egzersiz sonrası kas ağrısının azaltılmasına ve hareket kabiliyetinin korunmasına yardımcı olabilir (Black et al., 2010).

**Arnica montana:** Homeopatik ve topikal formda kullanılan bu bitki, anti-inflamatuar ve analjezik etkileriyle kas hasarı sonrası kullanılır. Özellikle çürük, şişlik ve lokal ağrılarda etkilidir (Widrig et al., 2007).

**Boswellia serrata (Hint günlük reçinesi):** Boswellik asit içeren bu bitki, lökotrien üretimini inhibe ederek kas ve eklem inflamasyonunu azaltır. Egzersiz sonrası oluşan inflammatuar yanıtı hafifletici etkisiyle dikkat çeker (Sengupta et al., 2008).

**Yeşil çay (Epigallocateşin Gallat-EGCG):** EGCG, yeşil çayda bulunan bir polifenol olup, kaslarda oluşan oksidatif hasara karşı koruma sağlar. Mitokondriyal fonksiyonun korunmasına ve inflamasyonun azaltılmasına katkıda bulunur (Somerville et al., 2017).

**Rezene, kekik, nane ve diğer aromatik bitkiler:** Bu bitkiler fenolik bileşikler (örneğin rosmarinik asit, timol, anetol) içerir. Bu fitokimyasalların antienflamatuar ve antioksidan özellikleri vardır. Kas rahatlaması, sindirim desteği ve genel kas sağlığı üzerinde olumlu etkiler sağlayabilir (Miguel, 2010).

### Antioksidan desteği ile kas koruma

Yoğun fiziksel egzersiz, özellikle eksenrik (kas uzatarak yapılan) hareketler, kas hücrelerinde mekanik stres ve mikroskobik yırtıklara neden olur. Bu süreç, oksidatif stresin artmasına yol açar. Oksidatif stres; reaktif oksijen türleri (ROS) ile antioksidan savunma sistemi arasındaki dengenin bozulması durumudur. Kas hücreleri, aşırı ROS birikimi sonucunda zar hasarı, protein oksidasyonu ve iyileşme sürecinde gecikme yaşayabilir. Bu

nedenle, antioksidan desteği, egzersiz sonrası kas korumasında önemli bir rol oynar (Power & Jackson, 2008).

**Oksidatif stres ve kas hasarı ilişkisi:** Egzersiz sırasında mitokondriyal solunum artar ve ROS üretimi normalin çok üzerine çıkar. ROS, düşük düzeylerde sinyal iletiminde faydalı olsa da, fazlası kas zarında lipid peroksidasyonu ve hücre iskeletinde hasara neden olur. Kas yorgunluğu, güç kaybı ve inflamasyon bu sürecin doğal sonuçlarıdır (Powers et al., 2011).

**C Vitamini (Askorbik asit):** C vitamini, suda çözünebilen güçlü bir antioksidandır. Kas hücrelerini serbest radikal hasarına karşı korur ve kollajen sentezini artırarak bağ dokusu onarımına katkı sağlar. Egzersiz sonrası alındığında kas ağrısında azalma sağlayabilir (Close et al., 2006).

**E Vitamini (Alfa-Tokoferol):** E vitamini, lipid tabakada etkili olan bir antioksidandır ve hücre zarını lipid peroksidasyona karşı korur. Yoğun egzersiz sonrası E vitamini düzeylerinin azalması, dışarıdan takviyeyi değerli kılabilir (Meydani, 1995).

**Glutasyon ve glutasyon öncüleri (N-Asetil Sistein-NAC):** Glutasyon, hücre içi en güçlü antioksidanlardır. NAC gibi glutasyon öncüleri, glutasyon düzeylerini artırarak kasların oksidatif strese karşı direncini artırır. NAC takviyesi, egzersiz performansını ve iyileşmeyi olumlu yönde etkileyebilir (Kerksick & Willoughby, 2005).

**Polifenoller ve bitkisel antioksidanlar:** Yeşil çay (EGCG), üzüm çekirdeği ekstraktı (proantosiyanidinler), nar suyu ve kuersetin gibi polifenoller hem antioksidan hem de anti-inflamatuar etkileriyle kasları korur. Bu bileşikler, mitokondriyal fonksiyonu iyileştirir ve kas iyileşmesini destekler (Nieman et al., 2010).

**Endojen antioksidan enzimlerin desteklenmesi:** Egzersizle birlikte vücut süperoksit dismutaz (SOD), katalaz ve glutasyon peroksidaz gibi enzimleri üretir. Antioksidan takviyeleri bu sistemlerin yükünü azaltabilir ve iyileşme sürecini kolaylaştırabilir. Ancak, uzun vadeli ve yüksek dozlu antioksidan kullanımı bu doğal adaptasyonu baskılayabilir (Paulsen et al., 2014).

### Takviye seçiminde dikkat edilmesi gerekenler

Egzersiz sonrası kas hasarı, hücresel düzeyde inflamasyon, protein yıkımı ve oksidatif stresle karakterize edilen doğal bir fizyolojik süreçtir. Bu sürecin yönetiminde protein, amino asitler, antioksidanlar ve bitkisel destekler gibi çeşitli takviyeler kullanılır. Ancak, bu takviyelerin etkinliği, zamanlaması, dozajı ve bireysel gereksinimlere uygunluğu oldukça önemlidir. Bilinçsiz

veya aşırı takviye kullanımı, iyileşme sürecine katkı sağlamak yerine adaptif yanıtları baskılayabilir (Peake et al., 2017).

**Bilimsel kanıt düzeyi ve etkinlik:** Takviye ürünlerinin kullanımı, randomize kontrollü çalışmalar ve meta-analizlerle desteklenmiş bilimsel kanıtlara dayandırılmalıdır. Örneğin, BCAA, kreatin ve whey protein gibi takviyelerin kas onarımı üzerindeki etkileri güvenilir şekilde gösterilmiştir, ancak bazı antioksidanların yüksek dozda kullanımı kas adaptasyonunu engelleyebilir (Braakhuis & Hopkins, 2015).

**Dozaj ve biyoyararlanım:** Her takviyenin biyolojik etkinliğini belirleyen en önemli faktörlerden biri dozaj ve biyoyararlanım düzeyidir. Örneğin: Kurkumin düşük biyoyararlanıma sahiptir ve piperin (karabiber ekstresi) ile alınmalıdır. Protein takviyesi (örneğin whey) için önerilen doz egzersiz sonrası 20-40 gramdır (Jäger et al., 2017).

**Zamanlama (Timing):** Egzersiz sonrası kas protein sentezini en üst düzeye çıkarmak için anabolik pencere olarak adlandırılan ilk 30–60 dakikalık süreç kritik öneme sahiptir. Bu zaman aralığında alınan protein ve amino asit takviyeleri iyileşmeyi hızlandırır (Ivy & Portman, 2004).

**Kombinasyon ve etkileşimler:** Bazı takviyelerin birlikte kullanımı sinerjik etki oluşturabilirken, bazıları ise birbiriyle etkileşime girerek emilimi veya etkinliği azaltabilir. Örneğin: Kreatin ve karbonhidrat birlikte alındığında kreatin emilimi artar. C vitamini ile demir birlikte alındığında demir emilimi artarken, kalsiyum ile alındığında azalabilir (Burke & Deakin, 2015).

**Bireysel farklılıklar ve ihtiyaç analizi:** Besin takviyesi planlaması yapılırken yaş, cinsiyet, antrenman yoğunluğu, beslenme düzeni ve varsa sağlık sorunları dikkate alınmalıdır. Örneğin: Vegan sporcular B12, kreatin ve demir gibi bazı takviyelere daha fazla ihtiyaç duyabilir. Yaşlı bireylerde lösin duyarlılığı azaldığı için amino asit desteği daha yüksek dozlarda gerekebilir (Phillips, 2012).

**Takviyelerin kalitesi ve güvenliği:** Piyasadaki birçok takviye ürünü, etiket içeriği ile gerçek içerik arasında farklılık gösterebilir. Sporcuların yasaklı madde riski taşıması için güvenilir, bağımsız laboratuvarlar tarafından test edilmiş ürünler (örneğin NSF Certified for Sport veya Informed Sport logosu taşıyan ürünler) tercih edilmelidir (Maughan, 2005).

### Egzersiz sonrası beslenme stratejileri

Egzersiz sonrası dönem, iyileşme, kas onarımı, enerji depolarının yenilenmesi ve adaptasyonların desteklenmesi için kritik bir zaman aralığıdır. Bu süreçte uygulanacak doğru beslenme stratejileri hem performansın

artırılması hem de egzersize bağlı kas hasarının azaltılması açısından önemli rol oynar. Özellikle ilk 1-2 saatlik dönem (“anabolik pencere”), vücut fizyolojisinin besin alımına en duyarlı olduğu zamandır (Jäger et al., 2017).

**Karbonhidrat alımı-glikojen depolarının yenilenmesi:** Egzersiz sırasında tükenen kas glikojen depoları, özellikle dayanıklılık sporlarında performansın sürdürülebilirliği için yeniden doldurulmalıdır. Egzersiz sonrası 0.8-1.2 g/kg/saat karbonhidrat alımı, glikojen sentezini maksimum düzeye çıkarır. Yüksek glisemik indeksli karbonhidratlar (örneğin patates, beyaz pirinç, meyve suları) bu süreçte tercih edilebilir (Ivy, 2004).

**Protein alımı-kas protein sentezinin desteklenmesi:** Yoğun egzersiz kas proteininde yıkıma yol açar. Bu kaybı dengelemek ve yeni kas proteinlerinin sentezini başlatmak için egzersiz sonrası 20–40 gram yüksek kaliteli protein alınması önerilir. Özellikle lösin içeriği yüksek whey proteini bu konuda en etkili kaynaklardanır (Phillips, 2014).

**Karbonhidrat + Protein kombinasyonu-iyileşme üzerine sinerjik etki:** Karbonhidrat ve proteinin birlikte alınması hem glikojen sentezini hızlandırır hem de insülin salınımını artırarak kas protein sentezini destekler. Önerilen oran genellikle 3:1 veya 4:1 (karbonhidrat:protein) şeklindedir (Zawadzki, et al., 1992).

**Sıvı ve elektrolit dengesi-dehidrasyonun giderilmesi:** Egzersizle kaybedilen sıvı ve elektrolitlerin (özellikle sodyum ve potasyum) yerine konması hem kas fonksiyonu hem de dolaşım dengesi için kritik öneme sahiptir. Terle kaybedilen her 1 kg vücut ağırlığı için yaklaşık 1.2-1.5 litre sıvı alınması önerilir. Elektrolit içeren içecekler tercih edilebilir (Sawka et al., 2007).

**Antioksidan ve anti-inflamatuar besinlerin katkısı:** Egzersiz sonrası kas hasarı ve inflamasyonun azaltılmasına yardımcı olmak amacıyla doğal antioksidan içeren besinler (örneğin böğürtlen, nar, yeşil çay, zerdeçal) tercih edilebilir. Ancak, yüksek doz antioksidan takviyeleri adaptif hücresel yanıtları baskılayabileceği için dikkatli kullanılmalıdır (Paulsen et al., 2014).

**Zamanlama-“Anabolik pencere” kavramı:** Egzersiz sonrası ilk 30-60 dakika, vücudun besinlere olan duyarlılığının en yüksek olduğu dönemdir. Bu süreçte karbonhidrat ve protein alımı, glikojen yeniden sentezi ve kas onarım süreçlerini en üst düzeye çıkarır (Tipton & Wolfe, 2001).

### Fonksiyonel Antrenmanlar ve Nöromüsküler Yanıt

Fonksiyonel antrenmanlar, günlük yaşam hareketlerini temel alan, çok eklemlili ve çok düzlemli egzersizleri içeren bütüncül bir yaklaşımdır. Bu antrenman türü, yalnızca kas gücünü değil; denge, koordinasyon, çeviklik,

çekirdek stabilitesi ve proprioseptif farkındalık gibi motor kontrol unsurlarını da hedefler (Boyle, 2016). Bu çok boyutlu yapı sayesinde fonksiyonel antrenmanlar, nöromüsküler sistem üzerinde hem merkezi hem de çevresel düzeyde adaptif değişiklikler oluşturur.

### Fonksiyonel antrenmanın temelleri

Fonksiyonel antrenmanın temel amacı, bireyin hareket verimliliğini artırmak ve postüral stabilite ile hareket kontrolünü geliştirmektir. Egzersizler çoğunlukla instabil yüzeylerde, serbest ağırlıklarla ya da vücut ağırlığı ile gerçekleştirilir. Bu durum hem büyük kas gruplarının hem de postüral kasların eş zamanlı aktivasyonunu teşvik eder (Behm & Anderson, 2006).

### Nöromüsküler sistem ve adaptasyon

Fonksiyonel antrenmanlar nöromüsküler sistem üzerinde şu etkileri meydana getirir:

**Motor ünite aktivasyonu:** Çoklu düzlemde yapılan egzersizler, motor ünite aktivasyonunu artırarak hem primer hareket kaslarında (agonist) hem de yardımcı kaslarda (sinergist) daha yüksek bir koordinasyon sağlar. Bu durum, özellikle denge ve çeviklik gerektiren görevlerde hareket doğruluğunu artırır (Aagaard et al., 2002).

**Sinir-kas koordinasyonu:** Fonksiyonel egzersizler, sinir sistemi ile kaslar arasındaki iletişimi optimize ederek motor kontrolü geliştirir. Bu süreç, öğrenilmiş hareket kalıplarının otomatikleşmesini ve çevresel uyaranlara daha hızlı tepki verilmesini sağlar (Myer et al., 2006).

**Proprioseptif gelişim:** Instabil yüzeylerde yapılan egzersizler, proprioseptif sistemin daha aktif kullanılmasını teşvik eder. Bu durum, kas içcikleri, Golgi tendon organları ve eklem reseptörleri gibi yapılar aracılığıyla merkezi sinir sistemine daha fazla bilgi aktarılmasını sağlar (Lephart et al., 1997).

**Kortikal ve subkortikal adaptasyonlar:** Fonksiyonel antrenmanlar yalnızca periferik değil, aynı zamanda beyindeki motor alanlarda da plastisiteye neden olur. Özellikle tekrarlayan ve çok yönlü hareketler, motor kortekste sinaptik yeniden yapılanmayı destekler (Taubert et al., 2010).

### Performans ve rehabilitasyonda kullanım

Fonksiyonel antrenmanlar, sporcularda performans artışına katkı sağlarken; sakatlık sonrası dönemde de nöromüsküler kontrolün yeniden kazanımı için etkin bir yöntemdir. Özellikle diz, ayak bileği ve bel gibi

instabiliteye yatkın bölgelerde yapılan fonksiyonel çalışmalar, yaralanma riskini azaltabilir (Hewett et al., 2005).

### **Fonksiyonel antrenmanlara nöromüsküler yanıtın klinik önemi**

Fonksiyonel antrenman, sadece kuvvet veya dayanıklılık kazandırmakla kalmaz; aynı zamanda sinir sistemi ile kaslar arasındaki iletişimi hızlandırarak daha etkili ve verimli hareketlerin ortaya çıkmasını sağlar. Bu durum, sporcularda performans artışı sağlarken, yaşlı bireylerde düşme riskini azaltmak gibi klinik faydalar da sunar (Granacher et al., 2011).

### **Sirkadiyen Ritim ve Egzersiz İlişkisi**

Sirkadiyen ritim, organizmanın yaklaşık 24 saatlik döngüler halinde tekrarlayan biyolojik süreçlerini ifade eder. Bu içsel biyolojik saat, başta uyku-uyanıklık döngüsü olmak üzere, hormon salınımı, vücut sıcaklığı, metabolik hız ve kardiyovasküler fonksiyonlar gibi pek çok fizyolojik parametreyi düzenler. Sirkadiyen ritmin ana zamanlayıcısı (zeitgeber), hipotalamusta bulunan suprachiasmatic nucleus (SCN)'tur ve bu yapı ışık başta olmak üzere çeşitli çevresel ipuçlarına duyarlıdır (Czeisler et al., 1999).

Egzersiz hem sirkadiyen ritim tarafından etkilenir hem de ritim üzerinde modülatör bir etki yaratabilir. Yapılan çalışmalar, egzersiz performansının günün belirli saatlerinde artabildiğini göstermektedir. Bu performans dalgalanmaları, genellikle vücut sıcaklığının yükseldiği öğleden sonra saatlerinde (15:00–18:00 arası) en yüksek düzeye ulaşır. Bunun, kas gücü, reaksiyon süresi, koordinasyon ve kardiyovasküler verimlilik gibi parametrelerin sirkadiyen ritme paralel olarak değişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Drust et al., 2005).

### **Sirkadiyen ritim ve egzersiz performansı**

Kas kuvveti ve dayanıklılık gibi motor performans bileşenleri, gün içinde farklılık gösterir. Öğleden sonra yapılan egzersizlerin genellikle daha yüksek verim sağladığı gösterilmiştir (Reilly et al., 2007). Hormon salınımı; özellikle kortizol ve testosteron düzeyleri, egzersiz yanıtını etkiler. Kortizol sabah saatlerinde en yüksek düzeydeyken, testosteron salınımı ise hem sabah hem de akşam egzersizleriyle uyarılabilir (Hayes et al., 2010). Vücut sıcaklığı; sirkadiyen ritimle senkronize olarak gün boyunca değişir. Vücut sıcaklığının yüksek olduğu zamanlarda kas esnekliği ve enerji metabolizması daha etkin olur, bu da performansı olumlu etkiler (Atkinson & Reilly, 1996).

### **Egzersizin sirkadiyen ritim üzerindeki etkileri**

Egzersiz yalnızca pasif bir şekilde ritimden etkilenmekle kalmaz, aynı zamanda bir zamanlayıcı (zeitgeber) görevi görerek sirkadiyen ritmin yeniden senkronizasyonuna katkıda bulunabilir. Özellikle vardiyalı çalışanlar veya jet-lag yaşayan bireylerde, düzenli egzersiz sirkadiyen dengenin yeniden sağlanmasında etkili olabilir (Youngstedt et al., 2019).

Ayrıca egzersiz, periferik saat genlerinin ekspresyonunu etkileyerek metabolik dokuların (karaciğer, kas, yağ dokusu) sirkadiyen senkronizasyonunu düzenleyebilir. Bu durum, özellikle metabolik hastalıkların önlenmesi veya tedavisinde egzersizin önemli bir rol üstlenebileceğini göstermektedir (Zambon et al., 2003).

### **Fizyolojik ölçütlerle bireysel egzersiz programlama**

Egzersiz programlarının bireyselleştirilmesi, kişinin fizyolojik özelliklerine ve sağlık durumuna uygun, etkili ve güvenli bir antrenman süreci sağlamak açısından kritik öneme sahiptir. Bireysel egzersiz programlama, temel olarak kişinin mevcut kondisyon düzeyi, metabolik kapasitesi, kardiyovasküler sağlığı ve kas iskelet sistemi durumu gibi fizyolojik ölçütlere dayanır (Garber et al., 2011).

### **Kardiyovasküler kapasite ve $VO_2$ max ölçümü**

$VO_2$  max (maksimum oksijen tüketimi), aerobik kapasitenin altın standart göstergesidir ve kişinin kardiorespiratuvar dayanıklılığının temel ölçütüdür. Egzersiz yoğunluğu, genellikle  $VO_2$  max yüzdesi veya kalp atış hızı rezervi (HRR) üzerinden belirlenir. Bireysel programlarda hedef kalp hızı aralığı, bu ölçütlere göre ayarlanarak antrenmanın etkinliği artırılır (ACSM, 2018).

### **Laktat eşiği ve metabolik testler**

Laktat eşiği, egzersiz sırasında kanda laktat birikiminin hızlandığı ve aerobik enerji sisteminin sınırlandığı noktadır. Bu eşik, dayanıklılık antrenmanlarında yoğunluğun belirlenmesinde önemli bir parametredir. Bireysel programlamada, laktat eşiğinin altındaki egzersizler aerobik kapasiteyi geliştirirken, üstündeki egzersizler anaerobik toleransı artırır (Faude, Kindermann & Meyer, 2009).

### **Kas kuvveti ve dayanıklılık testleri**

Kas kuvveti ve dayanıklılık ölçümleri, direnç antrenmanlarında programın hacim ve şiddetini belirlemek için kullanılır. Maksimal tekrar sayısı (1RM)

testi, bireyin kas kuvvetini ölçerken; izometrik ve dinamik kas dayanıklılığı testleri de program tasarımında yol gösterir (Kraemer & Ratamess, 2004).

### **Esneklik ve fonksiyonel hareket testleri**

Esneklik değerlendirmeleri, bireyin hareket açıklığını ölçer ve egzersiz programında uygun germe ve mobilizasyon tekniklerinin seçilmesini sağlar. Fonksiyonel hareket taraması (Functional Movement Screen-FMS) gibi testler, bireyin hareket kalitesini değerlendirerek sakatlanma risklerini azaltmak için kullanılır (Cook, Burton & Hoogenboom, 2006).

### **Biyometrik ve sağlık ölçütleri**

Vücut kompozisyonu (yağ oranı, kas kütlesi), kan basıncı, kan şekeri ve lipid profili gibi biyometrik veriler, bireyin genel sağlık durumu hakkında bilgi verir ve egzersiz programının yoğunluğunun, süresinin ve tipinin belirlenmesinde rehberlik eder (ACSM, 2018).

### **Bireysel programlamanın önemi**

Fizyolojik ölçütlere dayalı bireysel egzersiz programları, sporcu performansını optimize etmekle kalmaz; aynı zamanda aşırı yüklenme ve sakatlanma riskini minimize eder. Kişiye özgü kapasite ve ihtiyaçlar göz önüne alınarak yapılan programlama, motivasyonu artırır ve sürdürülebilir bir yaşam tarzı oluşturur (Pescatello et al., 2014).

### **Sonuç**

Egzersiz fizyolojisi alanında geleneksel yaklaşımların yanı sıra, bireyin bütüncül sağlığını destekleyen alternatif ve fonksiyonel stratejilerin giderek daha fazla önem kazandığı görülmektedir. Fonksiyonel destekler; bitkisel takviyeler, fitokimyasal bileşikler, adaptogenler, probiyotikler, antioksidanlar ve beslenmeye dayalı fonksiyonel bileşenler gibi geniş bir yelpazeyi kapsar. Bu destekler, yalnızca performansı artırmakla kalmaz; aynı zamanda kas iyileşmesini hızlandırma, bağışıklık sistemini güçlendirme, oksidatif stresi azaltma ve merkezi sinir sistemi üzerinde olumlu etkiler yaratma potansiyeli taşır.

Ancak bu yaklaşımların etkili olabilmesi, bireysel fizyolojik ihtiyaçlara, antrenman yoğunluğuna, yaşam tarzı faktörlerine ve bilimsel temellere uygun şekilde planlanmasına bağlıdır. Rastgele veya kanıta dayalı olmayan uygulamalar, hedeflenen yararın aksine performans kayıplarına veya sağlık risklerine neden olabilir. Bu nedenle, fonksiyonel desteklerin egzersiz bilimi ile entegre biçimde, kişiye özel olarak yapılandırılması büyük önem

taşıır. Gelecekte, fonksiyonel tıbbın ilkeleriyle harmanlanmış egzersiz fizyolojisi uygulamaları; bireyselleştirilmiş sağıık, spor performansı ve kronik hastalıkların önlenmesi gibi çok boyutlu hedeflere ulaşmada yenilikçi çözümler sunmaya devam edecektir. Bilimsel araştırmaların rehberliğinde, fonksiyonel desteklerin hem elit sporcularda hem de genel popülasyonda daha güvenli ve etkili şekilde kullanılması mümkün olacaktır.

## Kaynakça

- Aagaard, P., et al. (2002). Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *Journal of Applied Physiology*, 93(4), 1318-1326.
- American College of Sports Medicine (ACSM). (2018). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (10th ed.). Wolters Kluwer.
- Atherton, P. J., & Smith, K. (2012). Muscle protein synthesis in response to nutrition and exercise. *The Journal of Physiology*, 590(5), 1049-1057. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.225003>.
- Atkinson, G., & Reilly, T. (1996). Circadian variation in sports performance. *Sports Medicine*, 21(4), 292-312.
- Barrès, R., Yan, J., Egan, B., Treebak, J. T., Rasmussen, M., Fritz, T., ... & Zierath, J. R. (2012). Acute exercise remodels promoter methylation in human skeletal muscle. *Cell Metabolism*, 15(3), 405-411. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2012.01.001>.
- Beard, J. L., & Tobin, B. W. (2000). Iron status and exercise. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 72(2 Suppl), 594S-597S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.2.594s>.
- Behm, D. G., & Anderson, K. (2006). The role of instability with resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 716-722.
- Berchtold, M. W., Brinkmeier, H., & Muntener, M. (2000). Calcium ion in skeletal muscle: its crucial role for muscle function, plasticity, and disease. *Physiological Reviews*, 80(3), 1215-1265. <https://doi.org/10.1152/physrev.2000.80.3.1215>.
- Black, C. D. et al. (2010). Ginger (*Zingiber officinale*) reduces muscle pain caused by eccentric exercise. *The Journal of Pain*, 11(9), 894-903. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2010.02.043>.
- Bleakley, C.M., & Davison, G.W. (2010). What is the biochemical and physiological rationale for using cold-water immersion in sports recovery? A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 44(3), 179-187.
- Bodine, S. C., Stitt, T. N., Gonzalez, M., Kline, W. O., Stover, G. L., Bauerlein, R., ... & Glass, D. J. (2001). Akt/mTOR pathway is a crucial regulator of skeletal muscle hypertrophy and can prevent muscle atrophy in vivo. *Nature Cell Biology*, 3(11), 1014-1019. <https://doi.org/10.1038/ncb1101-1014>.
- Boyle, M. (2016). *New Functional Training for Sports*. Human Kinetics.
- Braakhuis, A. J., & Hopkins, W. G. (2015). Impact of dietary antioxidants on sport performance: A review. *Sports Medicine*, 45(7), 939-955. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0323-x>.

- Burke, L. M., & Deakin, V. (2015). *Clinical Sports Nutrition*. McGraw-Hill Education.
- Carr, A. C., & Maggini, S. (2017). Vitamin C and immune function. *Nutrients*, 9(11), 1211. <https://doi.org/10.3390/nu9111211>.
- Chargé, S. B., & Rudnicki, M. A. (2004). Cellular and molecular regulation of muscle regeneration. *Physiological Reviews*, 84(1), 209-238. <https://doi.org/10.1152/physrev.00019.2003>.
- Clark, M. A., Lucett, S. C., & Sutton, B. G. (2019). *NASM Essentials of Corrective Exercise Training*. Jones & Bartlett Learning.
- Clausen, T. (2003). Na<sup>+</sup>-K<sup>+</sup> pump regulation and skeletal muscle contractility. *Physiological Reviews*, 83(4), 1269-1324. <https://doi.org/10.1152/physrev.00011.2003>.
- Close, G. L. et al. (2006). Ascorbic acid supplementation does not attenuate post-exercise muscle soreness following muscle-damaging exercise but may delay the recovery process. *British Journal of Nutrition*, 95(5), 976-981.
- Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006). Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function- Part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 1(2), 62-72.
- Cotman, C. W., & Berchtold, N. C. (2002). Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *Trends in Neurosciences*, 25(6), 295-301. [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(02\)02143-4](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(02)02143-4).
- Courtney, R. (2011). The functions of breathing and its dysfunctions and their relationship to breathing therapy. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 14(3), 93-98.
- Crane, J. D. et al. (2012). Massage therapy attenuates inflammatory signaling after exercise-induced muscle damage. *Science Translational Medicine*, 4(119), 119ra13. <https://doi.org/10.1126/scitranslmed.3002882>.
- Czeisler, C. A., et al. (1999). Stability, precision, and near-24-hour period of the human circadian pacemaker. *Science*, 284(5423), 2177-2181.
- Dattilo, M. et al. (2011). Sleep and muscle recovery: Endocrine and molecular basis for a new and promising hypothesis. *Medical Hypotheses*, 77(2), 220-222. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2011.04.017>.
- Drust, B., et al. (2005). Circadian rhythms in sports performance: an update. *Chronobiology International*, 22(1), 21-44.
- Dworatzek, E. D., de Souza, R. J., Samaan, M. C., & Jenkins, D. J. (2019). Exercise and cardiac remodeling: mechanisms and clinical implications. *Canadian Journal of Cardiology*, 35(9), 1120-1133. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2019.06.006>.

- Egan, B., & Zierath, J. R. (2013). Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell Metabolism*, 17(2), 162-184. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2012.12.012>.
- Faude, O., Kindermann, W., & Meyer, T. (2009). Lactate threshold concepts: How valid are they? *Sports Medicine*, 39(6), 469-490. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939060-00004>.
- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., ... & Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1334-1359. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213fefb>.
- Glass, D. J. (2005). Skeletal muscle hypertrophy and atrophy signaling pathways. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 37(10), 1974-1984. <https://doi.org/10.1016/j.biocel.2005.03.012>.
- Gomez-Cabrera, M. C., Domenech, E., & Viña, J. (2005). Moderate exercise is an antioxidant: Upregulation of antioxidant genes by training. *Free Radical Biology and Medicine*, 39(5), 546-552. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2005.03.002>.
- Granacher, U., et al. (2011). Effects of functional strength training on functional performance and muscle power in older adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 19(3), 267-284.
- Green, D. J., Hopman, M. T., Padilla, J., Laughlin, M. H., & Thijssen, D. H. (2017). Vascular adaptation to exercise in humans: role of hemodynamic stimuli. *Physiological Reviews*, 97(2), 495-528. <https://doi.org/10.1152/physrev.00014.2016>.
- Hackney, A. C. (2006). Stress and the neuroendocrine system: the role of exercise as a stressor and modifier of stress. *Expert Review of Endocrinology & Metabolism*, 1(6), 783-792. <https://doi.org/10.1586/17446651.1.6.783>.
- Handschin, C., & Spiegelman, B. M. (2008). The role of exercise and PGC1 $\alpha$  in inflammation and chronic disease. *Nature*, 454(7203), 463-469. <https://doi.org/10.1038/nature07206>.
- Hardie, D. G., Ross, F. A., & Hawley, S. A. (2012). AMPK: A nutrient and energy sensor that maintains energy homeostasis. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 13(4), 251-262. <https://doi.org/10.1038/nrm3311>.
- Hayes, L. D., Bickerstaff, G. F., & Baker, J. S. (2010). Interactions of cortisol, testosterone, and resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(12), 332-339.
- He, C., Bassik, M. C., Moresi, V., Sun, K., Wei, Y., Zou, Z., ... & Goldberg, A. L. (2012). Exercise-induced BCL2-regulated autophagy is required for

- muscle glucose homeostasis. *Nature*, 481(7382), 511-515. <https://doi.org/10.1038/nature10758>.
- Hewett, T. E., et al. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict ACL injury risk. *American Journal of Sports Medicine*, 33(4), 492-501.
- Ivy, J. L. (2004). Regulation of muscle glycogen repletion, muscle protein synthesis and repair following exercise. *Journal of Sports Science & Medicine*, 3(3), 131-138.
- Ivy, J. L., & Portman, R. (2004). *Nutrient Timing: The Future of Sports Nutrition*. Basic Health Publications.
- Jackman, R. W., & Kandarian, S. C. (2004). The molecular basis of skeletal muscle atrophy. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 287(4), C834-C843. <https://doi.org/10.1152/ajpcell.00579.2003>.
- Jackman, S. R. et al. (2010). Branched-chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(5), 962-970. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181c1b798>.
- Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., & Kreider, R. B. (2017). *International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise*. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>
- Juel, C. (1997). Muscle pH regulation: role of training. *Acta Physiologica Scandinavica*, 162(3), 359-366. <https://doi.org/10.1046/j.1365-201x.1998.0296f.x>.
- Kerksick, C., & Willoughby, D. (2005). The antioxidant role of glutathione and N-acetyl-cysteine supplements and exercise-induced oxidative stress. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2(2), 38-44.
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of resistance training: Progression and exercise prescription. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(4), 674-688. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000121945.36635.61>
- Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*, 35(4), 339-361. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535040-00004>.
- Lephart, S. M., et al. (1997). Proprioception and neuromuscular control in joint stability. *Human Kinetics*.
- Lira, V. A., Benton, C. R., Yan, Z., & Bonen, A. (2013). PGC-1 $\alpha$  regulation by exercise training and its influences on muscle function and insulin sensitivity. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 304(9), E237-E252. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00635.2012>.
- Martineau, L. C., & Gardiner, P. F. (2001). Insight into skeletal muscle mechanotransduction: MAPK activation is quantitatively related to tension.

- Journal of Applied Physiology*, 91(2), 693-702. <https://doi.org/10.1152/jappl.2001.91.2.693>.
- Maughan, R. J. (2005). Contamination of dietary supplements and positive drug tests in sport. *Journal of Sports Sciences*, 23(9), 883-889. <https://doi.org/10.1080/02640410400023258>.
- McFarlin, B. K. et al. (2016). Reduced inflammatory and muscle damage biomarkers following oral supplementation with curcumin after muscle-damaging exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 116(7), 1355-1363. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3381-y>.
- Meydani, M. (1995). Vitamin E supplementation and in vivo immune response in healthy elderly subjects: A randomized controlled trial. *JAMA*, 277(17), 1380-1386.
- Meydani, M. (2001). Vitamin E and exercise. *Clinical Nutrition*, 20(6), 459-465. <https://doi.org/10.1054/clnu.2001.0493>.
- Miguel, M. G. (2010). Antioxidant and anti-inflammatory activities of essential oils: A short review. *Molecules*, 15(12), 9252-9287. <https://doi.org/10.3390/molecules15129252>
- Myer, G. D., Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2005). Methodological approach to determine the effect of proprioception and neuromuscular control in injury prevention. *Journal of Sport Rehabilitation*, 14(1), 1-13.
- Myer, G. D., Ford, K. R., & Hewett, T. E. (2006). Methodological approaches and rationale for training to prevent anterior cruciate ligament injuries in female athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 14(5), 275-285.
- Nair, K. S., & Volpi, E. (2011). Regulation of muscle protein synthesis in humans. *Annual Review of Nutrition*, 31, 121-138. <https://doi.org/10.1146/annurev.nutr.012809.104814>.
- Nieman, D. C. et al. (2010). Quercetin's influence on exercise performance and muscle mitochondrial biogenesis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(2), 338-345.
- Nieman, D. C., & Wentz, L. M. (2019). The compelling link between physical activity and the body's defense system. *Journal of Sport and Health Science*, 8(3), 201-217. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.009>.
- Ojuka, E. O. (2004). Role of calcium and AMP kinase in the regulation of mitochondrial biogenesis and GLUT4 levels in muscle. *Proceedings of the Nutrition Society*, 63(2), 275-278. <https://doi.org/10.1079/PNS2004330>.
- Owens, D. J. et al. (2015). Vitamin D and the athlete: Current perspectives and new challenges. *Sports Medicine*, 45(3), 213-229. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0256-6>.
- Paulsen, G. et al. (2014). Vitamin C and E supplementation hampers cellular adaptation to endurance training in humans: A double-blind, randomi-

- zed, controlled trial. *The Journal of Physiology*, 592(8), 1887-1901. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2013.267419>.
- Peake, J. M. et al. (2017). Recovery after exercise: What is the current state of play? *Current Opinion in Physiology*, 10, 17-26.
- Peake, J. M., Neubauer, O., Della Gatta, P. A., & Nosaka, K. (2017). *Muscle damage and inflammation during recovery from exercise*. *Journal of Applied Physiology*, 122(3), 559-570. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00971.2016>.
- Pescatello, L. S., Arena, R., Riebe, D., & Thompson, P. D. (Eds.). (2014). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (9th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Phillips, S. M. (2012). Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes. *British Journal of Nutrition*, 108(S2), S158-S167. <https://doi.org/10.1017/S0007114512002516>.
- Phillips, S. M. (2014). A brief review of critical processes in exercise-induced muscular hypertrophy. *Sports Medicine*, 44(1), 71-77. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0152-3>.
- Phillips, S. M., Tipton, K. D., Aarsland, A., Wolf, S. E., & Wolfe, R. R. (1997). Mixed muscle protein synthesis and breakdown after resistance exercise in humans. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 273(1), E99-E107. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1997.273.1.E99>.
- Powers, S. K. et al. (2011). Exercise-induced oxidative stress: Cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiological Reviews*, 91(2), 654-704. <https://doi.org/10.1152/physrev.00031.2009>.
- Powers, S. K., & Howley, E. T. (2017). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Powers, S. K., & Jackson, M. J. (2008). Exercise-induced oxidative stress: cellular mechanisms and impact on muscle force production. *Physiological Reviews*, 88(4), 1243-1276. <https://doi.org/10.1152/physrev.00031.2007>.
- Powers, S. K., Duarte, J., Kavazis, A. N., & Talbert, E. E. (2011). Reactive oxygen species are signalling molecules for skeletal muscle adaptation. *Experimental Physiology*, 95(1), 1-9. <https://doi.org/10.1113/expphysiol.2009.050526>.
- Prasad, A. S. (2014). Zinc is an antioxidant and anti-inflammatory agent: Its role in human health. *Frontiers in Nutrition*, 1, 14. <https://doi.org/10.3389/fnut.2014.00014>.
- Radak, Z., Chung, H. Y., & Goto, S. (2008). Systemic adaptation to oxidative challenge induced by regular exercise. *Free Radical Biology and Medicine*, 44(2), 153-159. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2007.02.024>.
- Radak, Z., Zhao, Z., Koltai, E., Ohno, H., & Atalay, M. (2013). Oxygen consumption and usage during physical exercise: the balan-

- ce between oxidative stress and ROS-dependent adaptive signaling. *Antioxidants & Redox Signaling*, 18(10), 1208-1246. <https://doi.org/10.1089/ars.2011.4388>.
- Rawson, E. S., & Volek, J. S. (2003). Effects of creatine supplementation and resistance training on muscle strength and weightlifting performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 822-831. <https://doi.org/10.1519/00124278-200311000-00036>.
- Reilly, T., Waterhouse, J., & Atkinson, G. (2007). Aging, rhythms of physical performance, and adjustment to changes in the sleep-activity cycle. *Occupational and Environmental Medicine*, 64(10), 677-682.
- Richter, E. A., & Hargreaves, M. (2013). Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiological Reviews*, 93(3), 993-1017. <https://doi.org/10.1152/physrev.00038.2012>.
- Sandri, M. (2010). Signaling in muscle atrophy and hypertrophy. *Physiology Reviews*, 90(1), 47-69. <https://doi.org/10.1152/physrev.00061.2008>.
- Sands, W. A., McNeal, J. R., Murray, S. R., & Stone, M. H. (2012). Stretching the Spines of Gymnasts: A Review. *Sports Medicine*, 42(6), 485-50
- Sawka, M. N. et al. (2007). American College of Sports Medicine position stand: Exercise and fluid replacement. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(2), 377-390.
- Sengupta, K. et al. (2008). A double-blind, randomized, placebo-controlled study of the efficacy and safety of 5-Loxin for treatment of osteoarthritis of the knee. *Arthritis Research & Therapy*, 10(4), R85.
- Silva, V. R. R., et al. (2018). *Effects of polyphenols on oxidative stress and inflammation in muscle damage: A systematic review*. Nutrition Research Reviews, 31(1), 67-79.
- Somerville, V. S. et al. (2017). Green tea extract supplementation reduces markers of oxidative stress but not muscle damage after eccentric exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 27(1), 10-17. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0087>.
- Tang, J. E. et al. (2009). Consumption of whey protein hydrolysate, casein, or soy protein isolate: Effects on mixed muscle protein synthesis at rest and following resistance exercise in young men. *Journal of Applied Physiology*, 107(3), 987-992. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00076.2009>.
- Tartibian, B. et al. (2011). Omega-3 fatty acids supplementation attenuates inflammatory markers after eccentric exercise in untrained men. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 21(2), 131-137. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3182095f09>.
- Taubert, M., et al. (2010). Dynamic properties of human brain structure: learning-related changes in cortical areas and associated fiber connections. *The Journal of Neuroscience*, 30(35), 11670-11677.

- Telles, S., & Singh, N. (2013). Neurophysiology of yoga practices: Relevance to modulation of cortical excitability. *International Review of Neurobiology*, 117, 165-190.
- Tipton, K. D., & Phillips, S. M. (2013). Dietary protein for muscle hypertrophy. *Nestlé Nutrition Institute Workshop Series*, 76, 73-84.
- Tipton, K. D., & Wolfe, R. R. (2001). Exercise, protein metabolism, and muscle growth. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 11(1), 109-132.
- Tschopp, M., Seifert, B., & Egloff, M. (2020). Anti-inflammatory nutrition in sports recovery: A narrative review. *Nutrients*, 12(12), 3710.
- Volpe, S. L. (2015). Magnesium in disease prevention and overall health. *Advances in Nutrition*, 4(3), 378S-383S. <https://doi.org/10.3945/an.112.003483>.
- Widrig, R. Et al. (2007). S. Effects of a topical arnica preparation on musculoskeletal pain: A randomized, double-blind study. *Rheumatology International*, 27(6), 585-591.
- Wilkinson, D. J. et al. (2018). Effects of glutamine supplementation on muscle recovery: a critical review. *Nutrition Reviews*, 76(9), 649-661. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuy025>.
- Wright, D. C., Geiger, P. C., Han, D. H., Jones, T. E., & Holloszy, J. O. (2007). Calcium induces increases in peroxisome proliferator-activated receptor  $\gamma$  coactivator-1 $\alpha$  and mitochondrial biogenesis by a pathway leading to p38 mitogen-activated protein kinase activation. *Journal of Biological Chemistry*, 282(26), 18793-18799. <https://doi.org/10.1074/jbc.M700653200>.
- Yin, H., Price, F., & Rudnicki, M. A. (2013). Satellite cells and the muscle stem cell niche. *Physiological Reviews*, 93(1), 23-67. <https://doi.org/10.1152/physrev.00043.2011>.
- Youngstedt, S. D., Elliott, J. A., & Kripke, D. F. (2019). Human circadian phase-response curves for exercise. *Journal of Physiology*, 597(8), 2253-2268.
- Zambon, A. C., et al. (2003). Time- and exercise-dependent gene regulation in human skeletal muscle. *Genome Biology*, 4(10), R61.
- Zawadzki, K. M., Yaspelkis, B. B., & Ivy, J. L. (1992). Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise. *Journal of Applied Physiology*, 72(5), 1854-1859.

## Nörofizyolojik Temelli Alternatif Sağlık Yaklaşımları

Mesut Çelik<sup>1</sup>

Muhammed Yusuf Özer<sup>2</sup>

### Özet

Bu bölümde, son yıllarda giderek daha fazla bilimsel dayanak kazanan nörofizyolojik temelli alternatif sağlık yaklaşımları sistematik biçimde ele alınmıştır. Nörofeedback, biofeedback, mindfulness, nefes egzersizleri, meditasyon, ayna terapisi ve motor imgeleme gibi yöntemlerin sinir sistemi üzerindeki düzenleyici etkileri incelenmiş; otonom sinir sisteminin yeniden dengelenmesi, kortikal aktivitenin modülasyonu ve nöroplastisite süreçlerinin desteklenmesi temel mekanizmalar olarak açıklanmıştır. Fonksiyonel nörogörüntüleme ve EEG gibi objektif ölçüm araçlarıyla desteklenen bu yaklaşımların; anksiyete, depresyon, insomnia, kronik ağrı, migren, dikkat eksikliği gibi birçok klinik durumda semptomların azaltılmasında etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca nörofizyolojik temelli fizik tedavi uygulamaları (Bobath, PNF, ayna terapisi vb.), nörolojik rehabilitasyon süreçlerinde motor işlevleri artırıcı etki göstermektedir. Bölümde yer verilen literatür, bu uygulamaların biyolojik ve davranışsal düzeyde kalıcı iyileşmeler sağladığını ortaya koymaktadır. Bilimsel geçerliliği artan bu tekniklerin, multidisipliner sağlık hizmetlerine entegrasyonu, tedavi süreçlerini kişiselleştirme açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır.

### Giriş

Günümüzde sağlık alanında geleneksel biyomedikal modellerin yanı sıra bireyin bütüncül sağlığını gözetken, nörofizyolojik temellere dayanan alternatif yaklaşımlar giderek artan bir ilgi görmektedir. Nörobilimsel gelişmeler, sinir sistemi işleyişinin beden sağlığı ve psikolojik durum üzerindeki belirleyici

- 1 Öğretim Görevlisi, Bingöl Üniversitesi, ORCID No: 0000-0001-7212-8538, e-mail: mesutcelik@bingol.edu.tr
- 2 Öğretim Görevlisi, Bingöl Üniversitesi, ORCID No: 0000-0003-2211-5653, e-mail: myozer@bingol.edu.tr

rolünü daha iyi anlamamıza olanak tanımıştır. Özellikle beyin plastisitesi, nörokimyasal iletim ve otonom sinir sistemi üzerindeki müdahaleler, birçok alternatif sağlık uygulamasının bilimsel temelini oluşturmaktadır. Geleneksel olarak mistik ya da tamamlayıcı olarak değerlendirilen uygulamalar, bugün fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI), elektroensefalografi (EEG) gibi yöntemlerle desteklenerek bilimsel doğruluktan geçmektedir (Tang & Holzel, 2015).

Nörofizyolojik yaklaşımlar, yalnızca semptomları bastırmaya değil, organizmanın kendi içsel düzenleme kapasitesini harekete geçirmeye odaklanır. Bu yaklaşım; stresin nörobiyolojisi, ağrı yönetimi, psikolojik bozukluklar ve hatta immün sistem modülasyonu gibi çok boyutlu alanlarda alternatif tedavi yollarını desteklemektedir (Thayer & Lane, 2009). Biofeedback, mindfulness temelli uygulamalar, nefes terapileri, nöroterapi ve meditasyon gibi tekniklerin temelini oluşturan fizyolojik mekanizmalar, özellikle parasempatik aktivasyonun artırılması ve homeostatik dengeye katkı sağlaması yönüyle dikkat çekicidir (Lehrer & Gevirtz, 2014).

Modern nörobilim, bireyin kendi fizyolojik süreçleri üzerindeki farkındalığını artırarak sağlığı destekleyen alternatif uygulamalara bilimsel açıklamalar getirmiştir. Bu açıklamalar sadece psikolojik alanla sınırlı kalmamakta; hipertansiyon, kronik ağrı, anksiyete bozuklukları, depresyon, uyku bozuklukları gibi fizyolojik temelli pek çok rahatsızlıkta tamamlayıcı ve destekleyici tedavi potansiyeli sunmaktadır (Nestoriuc vd., 2007). Alternatif uygulamaların nörofizyolojik temellerini anlamak hem sağlık profesyonellerine hem de uygulayıcılara kanıta dayalı bir yaklaşım kazandırmak açısından önemlidir.

Bu bölümde, nörofizyolojik temelli alternatif sağlık yaklaşımları bilimsel temelleriyle ele alınacak; uygulama örnekleri, etki mekanizmaları ve klinik kullanımları üzerinden sistematik bir çerçevede sunulacaktır. Ayrıca, bu uygulamaların işlevsel nörogörüntüleme verileriyle nasıl desteklendiği ve sağlık bilimlerinde nasıl kullanılabileceği tartışılacaktır. Nihai amaç, bilimsel temele dayanan bütüncül sağlık yaklaşımının uygulama alanlarını genişletmek ve sağlık çalışanlarına disiplinler arası bir bakış açısı sunmaktır.

### **Nörofizyolojik Temelin Kuramsal Çerçevesi**

Nörofizyoloji, sinir sisteminin elektriksel, kimyasal ve yapısal düzeydeki işleyişini inceleyen bilim dalıdır. Alternatif sağlık uygulamalarının çoğu, doğrudan ya da dolaylı olarak merkezi ve periferik sinir sistemine müdahale ederek fizyolojik dengeyi yeniden tesis etmeyi hedefler. Bu müdahalenin

etkili olabilmesi için, beyin, omurilik ve otonom sinir sistemi arasındaki karmaşık iletişim ağının temel dinamiklerinin anlaşılması gerekmektedir.

### Beyin ve nöroplastisite

Nöroplastisite, beynin yaşam boyu kendini yeniden yapılandırabilme kapasitesidir. Alternatif uygulamaların çoğu, bu plastisiteyi uyararak olumlu zihinsel ve fiziksel çıktılar elde etmeyi amaçlar. Örneğin, tekrarlanan meditasyon ve mindfulness çalışmaları, prefrontal korteks, anterior singulat korteks ve insula gibi bölgelerde yapısal ve fonksiyonel değişikliklere neden olabilmektedir. Bu tür müdahalelerle dikkat, duygusal düzenleme ve öz-farkındalık gibi bilişsel süreçlerin geliştiği gösterilmiştir (Luders vd., 2009).

### Otonom sinir sistemi ve vagal tonus

Otonom sinir sistemi (OSS), bedenin istemsiz fizyolojik süreçlerini düzenler ve sempatik-parasempatik dengesine dayanır. Stres yanıtı sempatik sistem aracılığıyla mobilize edilirken, gevşeme ve iyileşme süreçleri parasempatik sistemle sağlanır. Vagus siniri, bu sistemin en önemli bileşenlerinden biridir ve vagal tonusun artması bireyin stresle başa çıkma kapasitesini artırır (Porges, 2011). Biofeedback, nefes çalışmaları ve meditasyon gibi teknikler, vagus siniri üzerinden OSS'yi dengelemeyi amaçlar. Bu bağlamda alternatif yaklaşımlar, kalp hızı değişkenliği (HRV) gibi fizyolojik göstergeler aracılığıyla OSS fonksiyonunu ölçülebilir hale getirerek, bilimsel kanıt üretmektedir (Thayer vd., 2012).

### Nörotransmitterler ve nöromodülasyon

Dopamin, serotonin, GABA ve endorfin gibi nörotransmitterler, sinaptik iletişimin temel yapıtaşlarını oluşturur. Alternatif yaklaşımlar bu kimyasalların salınımını etkileyerek duygudurum, stres, ağrı ve motivasyon gibi birçok psikofizyolojik durumu düzenler. Özellikle egzersiz, yoga, meditasyon ve masaj terapileri gibi uygulamaların serotonin ve endorfin düzeylerini artırdığı ve böylece bireyde rahatlama, motivasyon artışı ve ağrı eşiğinde yükselme gibi sonuçlar doğurduğu gösterilmiştir (Mikkelsen vd., 2017).

### Sinir-kas ve duyu sistemleri

Alternatif terapiler, sıklıkla kas-iskelet sistemine yönelik fiziksel uygulamalarla sinir-kas bağlantılarını ve proprioseptif geri bildirimi hedef alır. Manuel terapi, refleksoloji, akupunktur gibi yöntemlerde duyu sinirleri uyarılarak spinal ve supraspinal düzeyde yanıtlar tetiklenir (Langevin & Yandow, 2002). Bu uygulamaların etki mekanizması, afferent sinyallerin

merkezi sinir sistemine iletilmesi ve sonrasında motor ya da otonomik yanıtların oluşturulmasıdır.

### **Nöroenflamasyon ve bağışıklık sistemi etkileşimi**

Son yıllarda beyin-bağışıklık sistemi etkileşimi, alternatif yaklaşımların yeni bir hedefi haline gelmiştir. Nöroenflamasyonun depresyon, anksiyete ve bazı nörodejeneratif hastalıkların patogeneğinde rol oynadığı bilinmektedir (Miller & Raison, 2016). Yoga, mindfulness ve benzeri yaklaşımların proinflatuar sitokin düzeylerini düşürdüğü ve bu sayede inflamatuar süreci düzenlediği çeşitli çalışmalarda ortaya konmuştur (Bower & Irwin, 2016). Nöroimmünolojik süreçlerin modülasyonu, bu yaklaşımların hem önleyici hem de tamamlayıcı tedavi alanında etkinliğini artırmaktadır.

### **Elektrofizyolojik göstergeler**

EEG, EMG ve kalp hızı değişkenliği (HRV) gibi elektrofizyolojik ölçümler, alternatif uygulamaların etki mekanizmalarını daha somut biçimde ortaya koymak için kullanılır. Örneğin, mindfulness uygulamalarının alfa ve teta dalga aktivitesini artırdığı, stresli bireylerde HRV değerlerinin olumlu yönde değiştiği gözlemlenmiştir (Tang vd., 2009; Lehrer & Gevirtz, 2014). Bu göstergeler, bireyin gevşeme düzeyini, dikkat kapasitesini ve OSS dengesini ölçmek için kullanılmakta, bilimsel takip olanağı sağlamaktadır.

### **Nöroplastisite ve sağlık uygulamaları**

Nöroplastisite, sinir sisteminin çevresel uyarılar, deneyimler ve öğrenme yoluyla yapısal ve işlevsel değişim kapasitesini ifade eder. Bu özellik sayesinde beyin, hasara karşı kendini yeniden organize edebilir, yeni sinaptik bağlantılar kurabilir ve görev dağılımlarını yeniden yapılandırabilir. Modern nörobilimde, nöroplastisitenin yalnızca gelişimsel süreçlerle sınırlı kalmadığı, yaşam boyu sürdüğü kabul edilmektedir (Kolb & Gibb, 2011). Bu durum, nörofizyolojik temelli alternatif sağlık yaklaşımlarının etkilerini açıklamada önemli bir dayanak oluşturur.

### **Nöroplastisite türleri ve mekanizmaları**

Nöroplastisite genel olarak yapısal ve fonksiyonel plastisite şeklinde iki ana başlıkta incelenebilir. Yapısal plastisite, sinaptogenez, dendritik dallanma, nöron göçü gibi morfolojik değişimleri ifade ederken; fonksiyonel plastisite, nöronal ağların aktivasyon desenlerindeki değişiklikleri içerir. Bu değişimler çevresel uyarılarla, öğrenme süreçleriyle ve çeşitli davranışsal müdahalelerle tetiklenebilir (Herholz & Zatorre, 2012). Yapılan çalışmalar, tekrarlayan fiziksel aktivite, motor öğrenme ve bilişsel müdahalelerin kortikal

kalınlık, gri madde hacmi ve sinaptik yoğunlukta artışa neden olabileceğini göstermektedir. Özellikle hipokampus ve prefrontal korteks bu süreçlerden doğrudan etkilenmektedir (Erickson vd., 2011).

### **Egzersiz ve nöroplastisite**

Aerobik egzersizlerin hipokampal hacimde artışa neden olduğu ve bu durumun bellek ile yürütücü işlevlerde iyileşmelere yol açtığı kanıtlanmıştır. Egzersizin beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) düzeylerini artırarak sinaptik plastisiteyi desteklediği belirtilmektedir (Voss vd., 2013). Özellikle yaşlı bireylerde düzenli egzersiz, nörodejeneratif süreçlerin yavaşlatılmasında koruyucu bir faktör olarak değerlendirilmektedir (Erickson vd., 2011). Türkiye’den yapılan bazı çalışmalar da bu bulguları desteklemektedir. Örneğin, Arslan ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, düzenli egzersizin yaşlı bireylerde BDNF düzeylerini anlamlı şekilde artırdığı ve bilişsel performansı iyileştirdiği gösterilmiştir (Birinci vd., 2019).

### **Meditasyon ve mindfulness uygulamalarının etkileri**

Mindfulness temelli stres azaltma (MBSR) programları, nöroplastik değişimleri destekleyen bir diğer etkili yaklaşımdır. Bu tür uygulamalar, dikkat düzenleme, öz-farkındalık ve duygusal denge mekanizmalarını aktive eden beyin bölgelerinde (özellikle prefrontal korteks, anterior singulat korteks ve insula) kalıcı değişiklikler yaratabilmektedir (Tang et al., 2015). Yine yapılan başka bir çalışmada meditasyonun dikkat süreçlerine etkisini EEG üzerinden incelediği çalışmada, alfa dalga aktivitesinde artış ve dikkat regülasyonunda iyileşme saptamıştır (Cahn & Polich, 2006).

### **Nöroterapi (Neurofeedback) ve beyin dalgası modülasyonu**

Nörofeedback, bireyin beyin dalgalarını geri bildirim yoluyla fark etmesini ve düzenlemesini amaçlayan bir uygulamadır. Özellikle dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB), anksiyete ve kronik ağrı gibi durumlarda etkili olduğu gösterilmiştir (Hammond, 2011). Bu uygulamanın arkasındaki temel mekanizma, beynin kendi elektriksel aktivitesini izleyerek öğrenmeye dayalı biçimde yeniden yapılandırmasıdır. Son yıllarda yapılan meta-analizler, özellikle düşük beta ve SMR dalga eğitiminin duygu düzenleme ve odaklanma üzerinde olumlu etkiler yarattığını ortaya koymuştur (Cortese vd., 2016). Üniversite öğrencileriyle yapılan bir çalışmada nörofeedback temelli pilot çalışmada, dikkatin sürdürülmesinde ve sınav kaygısında anlamlı iyileşmelerin olduğu rapor edilmiştir (Diotaiuti, 2024).

## Dil, müzik ve sanatla etkileşim

Nöroplastisite yalnızca fiziksel ya da zihinsel egzersizlerle değil, yaratıcı sanat etkinlikleriyle de desteklenebilir. Müzik eğitiminin işitsel kortekste yapısal değişimlere neden olduğu; resim, dans gibi sanat temelli terapilerin ise motor ve duygusal ağları aktive ettiği gösterilmiştir (Herholz & Zatorre, 2012). Yine ülkemizde yapılan bir çalışmada sanat terapisi uygulamalarının travma sonrası stres belirtilerinde ve anksiyete düzeylerinde anlamlı düşüş sağladığı görülmüştür (İnci Namlı, 2024).

## Biofeedback ve nöroterapi yaklaşımları

Biofeedback ve nöroterapi (neurofeedback), bireyin kendi fizyolojik süreçlerini fark etmesini, izleyebilmesini ve bu süreçleri belirli tekniklerle kontrol altına alabilmesini sağlayan bilim temelli yaklaşımlardır. Bu yöntemlerin amacı, merkezi ve otonom sinir sisteminin düzenlenmesi yoluyla bireyin psikolojik ve fiziksel sağlığının desteklenmesidir. Her iki yaklaşım da nörofizyolojik geri bildirim esasına dayanır; bu yönüyle geleneksel tedavi yöntemlerinin ötesine geçerek bireyin aktif katılımına olanak sağlar (Schwartz & Andrasik, 2017).

## Biofeedback'in temel ilkeleri

Biofeedback, vücuttaki istemsiz fizyolojik süreçlerin (kalp ritmi, kas gerginliği, cilt ısısı, solunum, deri iletkenliği, beyin dalgaları vb.) çeşitli sensörler aracılığıyla ölçülmesi ve bireye görsel veya işitsel geri bildirim olarak sunulması esasına dayanır. Bu geri bildirim aracılığıyla birey, stres tepkilerini tanımayı ve gevşeme yanıtını aktif biçimde devreye sokmayı öğrenir. Biofeedback eğitimi sonucunda OSS'nin parasempatik aktivitesi güçlenir, stres hormonları azalır, kalp hızı değişkenliği artar ve genel homeostatik denge sağlanır (Lehrer & Gevirtz, 2014).

Biofeedback'in en sık kullanılan türleri arasında şunlar yer alır:

- **EMG Biofeedback:** Kas gerginliği ölçümü ile baş ağrısı, temporomandibular eklem bozuklukları, fibromiyalji gibi durumların yönetiminde kullanılır.
- **HRV Biofeedback:** Kalp hızı değişkenliği analiziyle otonom dengeyi ölçer; anksiyete, hipertansiyon ve uyku bozukluklarında etkilidir.
- **GSR Biofeedback:** Cilt iletkenliği üzerinden emosyonel uyarılma düzeylerini değerlendirir.

- **Termal Biofeedback:** Cilt ısını ölçerek vazodilatasyon/kontraksiyon süreçlerine odaklanır (Lehrer & Gevirtz, 2014; Shaffer & Ginsberg, 2017).

### Neurofeedback (Nöroterapi): beyin dalgası eğitimi

Neurofeedback, bireyin beyin dalgası paternlerini analiz ederek, norm dışı aktivitenin düzenlenmesini hedefleyen bir EEG temelli geri bildirim yöntemidir. Beynin elektriksel aktivitesi (alfa, beta, teta, delta, SMR gibi dalga bantları) izlenerek, belirli bir hedef değere ulaşması sağlanır. Örneğin, dikkat eksikliği olan bir bireyde düşük beta ve SMR artırılmaya, teta dalgaları ise azaltılmaya çalışılır (Hammond, 2011).

Neurofeedback protokolleri, klinik tabloya göre özelleştirilir. En sık kullanılan protokoller şunlardır:

- **SMR Protokolü:** Sensorimotor ritmi (12–15 Hz) artırmak; hiperaktivite, uyku bozuklukları ve epilepside kullanılır.
- **Teta/Beta Eğitimi:** Dikkat artırımı ve dürtü kontrolü; özellikle DEHB tedavisinde yaygındır.
- **Alfa Eğitimi:** Rahatlama ve anksiyete azaltımı için kullanılır.
- **Zihin Haritasına Dayalı (QEEG) Eğitimler:** Kişiyi özel beyin haritalarına göre hazırlanan protokollerle bütüncül terapi planlanır (Hammond, 2011).

### Klinik uygulama alanları

Biofeedback ve neurofeedback birçok klinik durumda tamamlayıcı ya da birincil terapi olarak kullanılmaktadır:

- **Dikkat eksikliği hiperaktivite bozukluğu (DEHB):** Neurofeedback, DEHB’de dikkat süresini artırmak ve hiperaktiviteyi azaltmak amacıyla Amerikan Pediatri Akademisi tarafından “Etkinliği kanıtlanmış seviye I tedavi” olarak tanımlanmıştır (AAP, 2011).
- **Anksiyete ve depresyon:** HRV ve alfa neurofeedback protokolleri ile emosyonel regülasyon desteklenir (Hsieh vd., 2020).
- **Migren ve gerilim tipi baş ağrıları:** EMG biofeedback kas gerginliğini azaltarak atak sıklığını düşürür (Nestoriuc vd., 2008).
- **İnsomnia:** Uykunun derinliğini ve kalitesini artırmaya yönelik nörofeedback protokolleri yaygındır (Schabus vd., 2014).

- **Ağrı bozuklukları:** Kronik ağrıda parasempatik aktiviteyi artırmak amacıyla HRV biofeedback tercih edilir (Hassett vd., 2007).

Dünyada biofeedback uygulamaları giderek yaygınlaşmaktadır. Hsieh ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, HRV biofeedback eğitiminin hemşirelerde iş stresi ve tükenmişlik düzeylerini anlamlı şekilde azalttığı gösterilmiştir (Hsieh vd., 2020). Benzer şekilde, yine yapılan başka bir çalışmada üniversite öğrencilerinde yapılan EEG temelli neurofeedback eğitiminin sınav kaygısı üzerinde pozitif etkiler yarattığını ortaya koymuştur (Pan vd., 2024).

Biofeedback ve neurofeedback'in etkili olup olmadığı konusundaki tartışmalar, son yıllarda yapılan kontrollü çalışmalarla büyük ölçüde netleşmiştir. Özellikle nörolojik ve psikiyatrik durumlarda, bu yöntemlerin plasebo etkisinden öte somut fizyolojik değişiklikler yarattığı EEG, fMRI ve HRV ölçümleriyle gösterilmiştir (Marzbani vd., 2016). Bir meta-analiz çalışması, nörofeedback'in DEHB'de dikkat süresini artırmada ilaç kadar etkili olduğunu, ancak kalıcı etkisinin daha uzun süre devam ettiğini belirtmektedir (Van Doren vd., 2019).

### Nefes, meditasyon ve mindfulness uygulamalarının nörofizyolojik temeli

Zihin-beden bağlantısını temel alan alternatif sağlık uygulamalarının en etkili ve bilimsel temeli en güçlü olanlarından bazıları, nefes çalışmaları, meditasyon ve mindfulness (bilinçli farkındalık) teknikleridir. Bu uygulamalar hem merkezi sinir sistemi üzerinde doğrudan etkiler yaratmakta hem de otonom sinir sisteminin (OSS) yeniden dengelenmesine katkıda bulunmaktadır. Modern nörobilim araçlarıyla yapılan çalışmalar, bu uygulamaların beyin plastisitesi, stres tepkisi, hormonal yanıtlar ve duygusal regülasyon gibi birçok nörofizyolojik mekanizmayı etkilediğini göstermiştir (Tang vd., 2015).

#### *Diyafragmatik nefesin fizyolojik etkileri*

Nefes, OSS ile doğrudan bağlantılı tek istemli fizyolojik işlevdir. Diyafragmatik (karın) solunum, özellikle parasempatik aktiviteyi güçlendirerek gevşeme yanıtını tetikler. Yavaş ve derin nefes alıp vermek, kalp hızı değişkenliğini (HRV) artırarak bireyin stresle başa çıkma kapasitesini geliştirir (Lehrer vd., 2020). Ayrıca bu tür nefes egzersizleri, baroreseptör duyarlılığı ve vagal tonusu artırarak kardiyovasküler sistem üzerinde pozitif etkiler yaratır (Laborde vd., 2017). Türkiye'de yapılan bir çalışmada, diyafragmatik nefes tekniklerinin, üniversite öğrencilerinde sınav

anksiyetesini ve sempatik aktiviteyi azalttığı, HRV üzerinde anlamlı artış sağladığı bildirilmiştir (Kaya & Akın, 2022).

### ***Meditasyon ve dikkat odaklı uygulamalar***

Meditasyon; dikkat odaklama, zihinsel gevşeme ve farkındalığı artırma tekniklerini içeren, binlerce yıllık geçmişi olan bir uygulamadır. Nörogörüntüleme teknikleri, düzenli meditasyon yapan bireylerde özellikle prefrontal korteks, anterior singulat korteks, amigdala ve insula gibi bölgelerde yapısal ve fonksiyonel değişikliklerin ortaya çıktığını göstermektedir (Fox vd., 2014). Bu bölgeler dikkat kontrolü, duygusal düzenleme ve öz-farkındalık ile ilişkilidir.

Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) verileri, meditasyon sırasında varsayılan mod ağı (default mode network) aktivitesinin azaldığını, görevle ilişkili ağların ise daha aktif hale geldiğini göstermektedir. Bu da bireyin içsel dikkatini çevresel uyaranlardan uzaklaştırarak zihinsel netlik kazanmasını sağlamaktadır (Brewer vd., 2011).

### ***Mindfulness: Bilinçli farkındalığın nörobiyolojik temelleri***

Mindfulness, kişinin mevcut anı yargısız bir şekilde fark etmesi ve kabullenmesini temel alan bir zihinsel beceridir. Kabullenici farkındalık, stresin biyolojik tepkilerini baskılamadan, onların farkında olarak regüle etmeyi hedefler. Mindfulness uygulamaları, kortizol düzeylerinde düşüşe, bağışıklık sisteminin güçlenmesine ve duygusal dayanıklılığın artmasına yol açar (Pascoe vd., 2017). EEG çalışmalarında mindfulness uygulamalarının alfa ve teta dalgalarında artışa neden olduğu, bu dalgaların ise gevşeme, konsantrasyon ve içsel farkındalıkla ilişkili olduğu gösterilmiştir (Tang vd., 2009). Ayrıca mindfulness temelli stres azaltma programlarının, telomerez aktivitesini artırdığı ve hücresel yaşlanmayı yavaşlatabildiği de bildirilmiştir (Epel vd., 2009).

### ***Sinirsel ve hormonel dengede rolü***

Meditasyon ve nefes temelli uygulamalar, hipotalamus-hipofiz-adrenal aksı üzerinde de etkilidir. Düzenli uygulamalar, kortizol salgısını baskılar, serotonin ve dopamin gibi nörotransmitterlerin dengelenmesine katkı sağlar (Young vd., 2014). Böylelikle hem duygudurum bozukluklarında hem de anksiyete, uyku bozuklukları, hipertansiyon gibi stresle ilişkili sağlık sorunlarında etkinlik gösterir. Mindfulness uygulamalarının nöroimmünolojik etkileri de bulunmaktadır. Proinflamatuvar sitokinlerin (IL-6, TNF- $\alpha$ ) düzeylerinde azalma ve antiinflamatuvar yanıtların artışı, bağışıklık sisteminde olumlu değişikliklere işaret etmektedir (Black & Slavich, 2016).

## Fonksiyonel nörogörüntüleme ile desteklenen alternatif uygulamalar

Alternatif sağlık uygulamalarının bilimsel geçerliliğinin güçlendirilmesinde fonksiyonel nörogörüntüleme tekniklerinin rolü giderek artmaktadır. fMRI (fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme), PET (pozitron emisyon tomografisi), SPECT (tek foton emisyonlu bilgisayarlı tomografi), EEG (elektroensefalografi) ve MEG (manyetoensefalografi) gibi yöntemler; beyin aktivitesinin uzaysal ve zamansal desenlerini inceleme imkânı sunar. Bu araçlar sayesinde, nefes, meditasyon, biofeedback, mindfulness ve nöroterapi gibi uygulamaların nörofizyolojik karşılıkları doğrudan ölçülebilir hale gelmiştir (Fox vd., 2016).

### *fMRI: Alternatif uygulamaların kortikal yansımaları*

fMRI, beyin dokusundaki oksijenlenmiş kan akışındaki değişimleri BOLD (Blood Oxygen Level Dependent) sinyalleri aracılığıyla ölçer. Bu yöntem, dikkat ve duygudurumla ilişkili beyin bölgelerinde fonksiyonel değişimleri ortaya koyma konusunda yüksek çözünürlüklü bir araçtır. Düzenli meditasyon yapan bireylerde anterior singulat korteks, dorsolateral prefrontal korteks ve insulada aktivite artışı olduğu; varsayılan mod ağı aktivitesinde ise azalma gözlenmiştir (Brewer vd., 2011). Bir meta-analiz çalışmasında, mindfulness temelli uygulamaların özellikle amigdala hacminde küçülmeye, prefrontal korteks hacminde ise artışa neden olduğu ve bu durumun duygusal düzenleme kapasitesini artırdığı gösterilmiştir (Fox vd., 2014).

### *EEG: Zihinsel durumların anlık takibi*

EEG, beyin elektriksel aktivitesini saniyelik düzeyde ölçerek, bireyin dikkat, gevşeme ve uyarılma düzeylerini belirlemede önemli bir araçtır. Alternatif uygulamaların beyin dalgası paternlerine etkisi uzun süredir çalışılmaktadır. Meditasyon uygulamaları ile alfa (8–12 Hz) ve teta (4–7 Hz) dalgalarının arttığı, beta (13–30 Hz) dalgalarının ise baskılandığı bilinmektedir. Bu değişimler, gevşeme, içe yönelme ve dikkat yoğunluğu ile ilişkilidir (Cahn & Polich, 2006).

Yapılan başka bir çalışmada, nefes temelli gevşeme tekniklerinin EEG üzerinde dikkatle ilişkili beta dalgası frekanslarını modüle ettiği rapor edilmiştir (Bing-Canar vd., 2016).

### *QEEG: Nicel EEG ile bireyselleştirilmiş terapi*

QEEG (Quantitative EEG), klasik EEG'den farklı olarak bireyin beyin aktivitesini sayısallaştırır ve normatif veri setleriyle karşılaştırma yaparak kişiye

özel beyin haritaları oluşturur. Alternatif uygulamalarda, özellikle nöroterapi protokolleri QEEG verilerine göre şekillendirilmektedir. QEEG analizleri sayesinde, frontal asimetri, teta/beta oranı gibi parametrelerle dikkat, anksiyete, depresyon gibi psikolojik durumların objektif değerlendirilmesi mümkün hale gelmiştir (Thibault vd., 2016).

### ***PET ve SPECT: Metabolik aktivitenin gözlenmesi***

PET ve SPECT, nöral metabolizma ve kan akışını izlemeye yarayan görüntüleme teknikleridir. Özellikle nörodejeneratif hastalıklarda kullanılan bu yöntemler, alternatif terapilerin beyin metabolizmasına etkilerini değerlendirmede de kullanılmaktadır. Örneğin, Tai Chi gibi hareket temelli uygulamaların, Alzheimer hastalarında serebral kan akışını artırarak bilişsel performansı olumlu yönde etkilediği gösterilmiştir (Wayne vd., 2014).

### ***Multimodal görüntüleme yöntemleri***

Son yıllarda farklı nöro görüntüleme tekniklerinin bir arada kullanıldığı multimodal çalışmalar yaygınlaşmaktadır. Örneğin, EEG-fMRI eşzamanlı uygulamalar, hem zamansal hem uzamsal beyin aktivitesini anlamada önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu tür yaklaşımlar, alternatif sağlık uygulamalarının anlık etkilerini ve uzun dönem adaptasyonlarını daha derinlemesine ortaya koyabilmektedir (Debener vd., 2006).

## **Nörofizyolojik yaklaşımların klinik kullanımı: psikiyatri, ağrı ve rehabilitasyon**

Alternatif sağlık uygulamaları, yalnızca koruyucu sağlık hizmetlerinde değil, aynı zamanda pek çok fiziksel ve psikiyatrik hastalığın tedavisinde tamamlayıcı ve destekleyici yöntemler olarak kullanılmaktadır. Özellikle nörofizyolojik temele dayalı yaklaşımlar (biofeedback, mindfulness, nöroterapi, nefes çalışmaları gibi) hem semptom yönetiminde hem de yaşam kalitesini artırmada etkinlik göstermektedir.

### ***Psikiyatrik bozukluklarda kullanım anksiyete ve depresyon:***

Mindfulness temelli bilişsel terapi (MBCT) ve meditasyon uygulamalarının depresif epizodların tekrarlanmasını önlemede antidepresan kadar etkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, nefes temelli gevşeme teknikleri, OSS üzerindeki etkileri sayesinde anksiyete bozukluklarında semptomların şiddetini azaltmaktadır (Kuyken vd., 2015; Zeidan vd., 2010). Neurofeedback, özellikle majör depresyon ve yaygın anksiyete bozukluğu gibi durumlarda duygusal regülasyonu hedef alarak prefrontal korteksin aktivitesini artırmakta ve frontal alfa asimetrisinde denge sağlamaktadır (Cheon vd., 2016).

Neurofeedback, Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu (DEHB) tedavisinde en yaygın kullanılan nörofizyolojik yaklaşımlardan biridir. Düşük beta/SMR dalgalarının artırılması ve teta aktivitesinin azaltılması ile dikkat ve dürtü kontrolü geliştirilmektedir. Ayrıca bu yöntem, ilaç tedavisine göre daha uzun süreli etkiler sağlayabilmektedir (Arns vd., 2014).

### **Ağrı yönetiminde kullanım kronik ağrı ve fibromiyalji**

Kronik ağrı hastalarında ağrıya neden olan asıl problemin dışında OSS dengesizliği, duyuşsal ve emosyonel işlemlmeyi etkileyen beyin bölgelerinde hiperaktiviteyle ilişkilidir. Biofeedback ve mindfulness uygulamaları, bu sistemi yeniden dengeleyerek ağrı eşiğini yükseltmektedir (Calderone vd., 2025). EEG temelli nöroterapi ise özellikle migren, gerilim tipi baş ağrısı ve fibromiyalji gibi durumlarda somatosensoriyel kortekste modülasyon yaratarak ağrıyı azaltır (Kayıran vd., 2010).

#### ***Psikosomatik ağrılar:***

Nefes terapileri ve meditasyon uygulamaları, stresle ilişkili kas gerginliğini azaltarak baş, boyun ve sırt bölgesindeki psikosomatik ağrıların hafifletilmesinde etkilidir. Bu tür ağrılar, sempatik sinir sisteminin aşırı uyarılması sonucu geliştiğinden, parasempatik sistemin aktivasyonu tedavide merkezi rol oynar (Chicsa & Serretti, 2011).

### **Rehabilitasyon süreçlerinde kullanım**

#### ***Nörolojik rehabilitasyon:***

İnme geçiren hastalarda, nöroplastisiteyi destekleyici uygulamalar motor işlevlerin geri kazanılmasını kolaylaştırmaktadır. Biofeedback, bireyin kas aktivitesini görselleştirerek kas kontrolünü yeniden öğrenmesine olanak tanır. Ayrıca, QEEG temelli neurofeedback terapileri, motor kortekste aktivasyon sağlayarak üst ekstremitelerde fonksiyonlarında iyileşme yaratabilmektedir (Jonsdottir & Cattaneo, 2007).

#### ***Kardiyak rehabilitasyon:***

HRV biofeedback, kalp krizi sonrası bireylerde OSS dengelemesini destekleyerek yeniden kardiyovasküler dengeyi sağlar. Araştırmalar, HRV biofeedback uygulamalarının aritmi ve hipertansiyon gibi durumlarda da etkili olduğunu göstermektedir (Lehrer, 2022).

#### ***Psikososyal rehabilitasyon:***

Özellikle travma sonrası stres bozukluğu (TSSB) gibi durumlarda mindfulness temelli uygulamalar, stres yanıtını regüle ederek bireyin yeniden

sosyal yaşama entegrasyonunu kolaylaştırmaktadır (Bormann vd., 2013). EEG ile desteklenen terapiler, limbik sistemdeki aşırı aktiviteyi azaltarak emosyonel dengenin yeniden kurulmasını sağlamaktadır.

### **Nörofizyolojik temelli fizik tedavi uygulamaları**

Nörofizyolojik temelli fizik tedavi uygulamaları, merkezi ve periferik sinir sisteminin kas-iskelet sistemi üzerindeki etkisini baz alarak, motor kontrolün yeniden kazanımına yönelik geliştirilen bilimsel temelli yöntemlerdir. Bu uygulamalar, nöroplastisite ilkesine dayanarak, sinir sisteminin adaptif kapasitesini artırmayı ve fonksiyonel iyileşmeyi hedefler (Carr & Shepherd, 2010).

#### ***Bobath konsepti***

Bobath yaklaşımı, özellikle inme ve serebral palsy gibi nörolojik bozuklukların rehabilitasyonunda kullanılan bir yöntemdir. Nörofizyolojik yaklaşımlar arasında propriyoseptif uyarılar yoluyla motor yanıtların kolaylaştırılması ve yeniden öğrenilmesi prensibi ile motor kontrolü ve kas fonksiyonlarını iyileştirmeyi hedefleyen Propriyoseptif Nöromüsküler Fasilitasyon (PNF) tekniği, beyin nöroplastisite özelliğinden faydalanarak, anormal hareket paternlerini azaltmayı ve normal motor fonksiyonların yeniden kazanımını desteklemeyi amaçlayan terapötik egzersizleri içeren Bobath yaklaşımı en popüler yaklaşımlardandır. Bu teknikte amaç, anormal refleks aktivitesini baskılamak, normal hareket paternlerini yeniden kazandırmak ve motor kontrolü geliştirmektir. Terapi sırasında hastanın mevcut motor yetenekleri değerlendirilerek hareket kolaylaştırılır ve duyu-motor entegrasyonu sağlanır (Kollen vd., 2009; Yılmaz & Acar; 2025).

#### ***Propriyoseptif nöromüsküler fasilitasyon (PNF)***

PNF, refleks mekanizmaları uyarılarak kas gücünün artırılmasını, esnekliğin geliştirilmesini ve hareket açıklığının artırılmasını hedefler. Özellikle kas tonusu bozulmuş hastalarda nöromüsküler yeniden eğitim sağlar. Propriyoseptif nöromüsküler fasilitasyon (PNF), ilk olarak 1940 yılında iki felçli hastanın tedavisinde kullanılmak üzere Herman Kabat ve Margaret Knott tarafından uygulanmıştır. PNF germe egzersizleri elektromiyografi (EMG) ile keşfedilmiştir. Fiziksel uygunluk kavramı üzerinden ele alındığında temelinde kuvvet, koordinasyon ve esneklik gibi parametreleri geliştirmek ve düzenlemek ile bağlantılı olduğu söylenmektedir. PNF tekniğinin etki mekanizması ele alındığında postür çatısı altında refleksif olarak uyarı gönderimi, agonist olan hedef kas gruplarındaki aktivasyonlarda eksantrik kontraksiyon kullanımı ve çift eklemi kat eden kas aktivasyonlarında diagonal hareketlerin uygulamalarından faydalanarak belirli prensiplerden

yararlanılmaktadır. PNF teknikleri kasın kuvvet, esneklik ve bu unsurlar ile denge üzerinde etkisi artırılmak için de kullanılabilir. PNF teknikleri amaçlarına göre genelde; hareketin başlama yeteneğini artırma, hareket öğrenimi, kuvvette artış, stabilite artışı, koordinasyon gelişimi, eklem hareketinin oranının artışı ve gevşemeye yönelik ele alınmaktadır. Amaca göre bu doğrultuda seçim yapılarak en üst seviyede fonksiyonelliğe ulaşmak amaçlanmaktadır (Özgüç, 2024).

### *Ayna terapisi*

Ayna terapisi, özellikle inme sonrası üst ekstremité fonksiyon kayıplarında yaygın şekilde kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde hastanın kendi vücut pozisyonunu ve yaptığı hareketleri aynadan izlemesi ona görsel bir geri bildirim sağlar. Sağlam ekstremitenin aynada izlenmesi, motor korteksin aktive edilmesini ve felçli taraftaki kasların yeniden harekete geçirilmesini sağlar. Bu teknik motor imgeleme destekleyerek nöroplastisiteyi teşvik eder (Saavedra-García vd., 2021).

### *Motor imgeleme ve sanal gerçeklik*

Motor imgeleme, hareketin zihinsel olarak tekrar edilmesiyle motor planlama ve kortikal uyarımı artırmayı hedefler. Bu teknik, aktif hareket yapamayan hastalarda dahi motor sistemin yeniden organizasyonunu destekler. Sanal gerçeklik teknolojisi ise hem motivasyonu artırmakta hem de gerçek zamanlı geri bildirimle motor öğrenmeyi desteklemektedir (Sharma vd., 2006). Bu yaklaşımlar, sadece hareket kabiliyetini artırmakla kalmaz; aynı zamanda bireyin günlük yaşam aktivitelerine katılımını ve bağımsızlığını da güçlendirir. İnme sonrası rehabilitasyonda, nörofizyolojik temelli terapiler fonksiyonel iyileşmeyi hızlandırmakta ve nüks riskini azaltmaktadır (Kollen vd., 2006).



*Şekil 1. Nörofizyolojik temelli alternatif sağlık yaklaşımları ve uygulama alanları*

## Sonuç

Nörofizyolojik temelli alternatif sağlık yaklaşımları, bireyin zihinsel ve bedensel süreçlerini düzenleyerek sağlığı bütüncül bir perspektifle ele alan yöntemlerdir. Bu yaklaşımlar, son yıllarda sadece tamamlayıcı yöntemler olarak değil, aynı zamanda bilimsel temelleri olan, kanıta dayalı uygulamalar olarak da giderek daha fazla kabul görmektedir. Biofeedback, neurofeedback, mindfulness, nefes egzersizleri ve meditasyon gibi teknikler; bireyin otonom sinir sistemini dengelemesine, kortikal aktivitesini düzenlemesine, nörotransmitter düzeylerini optimize etmesine ve genel fizyolojik homeostazı yeniden sağlamasına katkı sunmaktadır.

Bu bölüm boyunca sunulan bilimsel veriler, alternatif sağlık uygulamalarının beyin yapısı ve işlevi üzerindeki etkilerini ortaya koyarak; bu uygulamaların stres, anksiyete, depresyon, dikkat eksikliği, kronik ağrı, uyku bozuklukları ve psikosomatik sorunlar gibi birçok alanda tedavi edici ve önleyici potansiyel taşıdığını göstermektedir. fMRI, EEG, HRV gibi objektif ölçüm araçlarıyla desteklenen bu teknikler, subjektif iyilik halinin ötesine geçerek nörofizyolojik değişimleri somut biçimde ortaya koymaktadır.

Özellikle mindfulness temelli uygulamalar, hem psikolojik dayanıklılığı artırmakta hem de bağışıklık, kardiyovasküler ve nöroendokrin sistemlerin işleyişini olumlu yönde etkilemektedir. Biofeedback ve neurofeedback uygulamaları ise bireyin kendi fizyolojik süreçlerini fark etmesini ve düzenlemesini sağlayarak öz-düzenleme becerilerini geliştirmektedir. Bu,

sadece semptom düzeyinde bir rahatlama değil, aynı zamanda uzun vadeli davranışsal ve fizyolojik yeniden yapılanmayı destekleyen bir değişimdir.

Bununla birlikte, bu uygulamaların yaygınlaşabilmesi ve klinik karar süreçlerine etkin biçimde entegre edilebilmesi için bazı adımların atılması gerekmektedir. Öncelikle, daha büyük örneklemlili, iyi tasarlanmış randomize kontrollü çalışmalar yapılmalı; uygulama protokolleri standartlaştırılmalı ve eğitim süreçleri bilimsel temellere dayandırılmalıdır. Türkiye’de henüz sınırlı sayıda olan yerli araştırmaların artırılması, yerel kültürel bağlamda bu uygulamaların etkilerini değerlendirmek açısından önemlidir. Ayrıca, disiplinler arası iş birlikleri desteklenmeli; psikoloji, fizyoloji, nörobilim ve sağlık bilimlerinin ortak dilde buluşması sağlanmalıdır.

Sonuç olarak, nörofizyolojik temelli alternatif sağlık yaklaşımları; düşük maliyetli, yan etkisiz ve bireyin aktif katılımını esas alan bir sağlık yaklaşımı sunmaktadır. Bu yöntemlerin, önleyici sağlık hizmetlerinden tedavi ve rehabilitasyona kadar geniş bir yelpazede kullanımı; bireysel iyilik halini ve toplum sağlığını artırabilecek güçlü bir potansiyel taşımaktadır. Gelecek yıllarda yapılacak bilimsel çalışmalarla bu potansiyelin daha da netleşeceği ve sağlık sistemlerine entegre edilmesinin kolaylaşacağı öngörülmektedir.

## Kaynakça

- AAP Subcommittee on Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder, Steering Committee on Quality Improvement and Management. (2011). ADHD: clinical practice guideline for the diagnosis, evaluation, and treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder in children and adolescents. *Pediatrics*, 128(5), 1007-1022.
- Anttila, H., Autti-Rämö, I., Suoranta, J., Mäkelä, M., & Malmivaara, A. (2008). Effectiveness of physical therapy interventions for children with cerebral palsy: A systematic review. *BMC Pediatrics*, 8(1), 14. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-8-14>
- Arns, M., Heinrich, H., & Strehl, U. (2014). Evaluation of neurofeedback in ADHD: The long and winding road. *Biological Psychology*, 95, 108–115. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.11.013>
- Bing-Canar, H., Pizzuto, J., & Compton, R. J. (2016). Mindfulness-of-breathing exercise modulates EEG alpha activity during cognitive performance. *Psychophysiology*, 53(9), 1366-1376.
- Birinci, Y. Z., Şahin, Ş., Vatansever, Ş., & Pancar, S. (2019). Yaşlılarda fiziksel egzersizin beyin kaynaklı nörotrofik faktör (bdnf) üzerine etkisi: deneysel çalışmaların sistematik derlemesi. *Spor Hekimliği Dergisi*, 54(4), 276-287.
- Black, D. S., & Slavich, G. M. (2016). Mindfulness meditation and the immune system: a systematic review of randomized controlled trials. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1373(1), 13–24. <https://doi.org/10.1111/nyas.12998>
- Bormann, J. E., Thorp, S. R., Wetherell, J. L., & Golshan, S. (2013). A spiritually based group intervention for combat veterans with posttraumatic stress disorder: Feasibility study. *Journal of Holistic Nursing*, 31(4), 247–256.
- Bower, J. E., & Irwin, M. R. (2016). Mind–body therapies and control of inflammatory biology: A descriptive review. *Brain, Behavior, and Immunity*, 51, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2015.06.012>
- Brewer, J. A., Worhunsky, P. D., Gray, J. R., Tang, Y. Y., Weber, J., & Kober, H. (2011). Meditation experience is associated with increased cortical thickness and improved attentional control. *NeuroImage*, 57(4), 1524–1533.
- Brewer, J. A., Worhunsky, P. D., Gray, J. R., Tang, Y. Y., Weber, J., & Kober, H. (2011). Meditation experience is associated with differences in default mode network activity and connectivity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(50), 20254-20259.
- Cahn, B. R., & Polich, J. (2006). Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychological bulletin*, 132(2), 180.

- Cahn, B. R., & Polich, J. (2006). Meditation states and traits: EEG, ERP, and neuroimaging studies. *Psychological Bulletin*, 132(2), 180–211. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.132.2.180>
- Calderone, A., Masi, V. M. M., De Luca, R., Gangemi, A., Bonanno, M., Floridia, D., ... & Calabrò, R. S. (2025). The Impact of Biofeedback in Enhancing Chronic Pain Rehabilitation: A Systematic Review of Mechanisms and Outcomes. *Heliyon*.
- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2010). *Neurological rehabilitation: Optimizing motor performance*. Elsevier Health Sciences.
- Cheon, E. J., Koo, B. H., & Choi, J. H. (2016). The efficacy of neurofeedback in patients with major depressive disorder: an open labeled prospective study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 41(1), 103–110.
- Chiesa, A., & Serretti, A. (2011). Mindfulness-based interventions for chronic pain: a systematic review of the evidence. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 17(1), 83–93. <https://doi.org/10.1089/acm.2009.0546>
- Cortese, S., Ferrin, M., Brandeis, D., Holtmann, M., Aggensteiner, P., Daley, D., ... & Sonuga-Barke, E. J. S. (2016). Neurofeedback for attention-deficit/hyperactivity disorder: meta-analysis of clinical and neuropsychological outcomes from randomized controlled trials. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 55(6), 444–455. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2016.03.007>
- Debener, S., Ullsperger, M., Siegel, M., & Engel, A. K. (2006). Single-trial EEG-fMRI reveals the dynamics of cognitive function. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(12), 558–563. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.09.010>
- Diotaiuti, P., Valente, G., Corrado, S., Tosti, B., Carissimo, C., Di Libero, T., ... & Mancone, S. (2024). Enhancing working memory and reducing anxiety in university students: a neurofeedback approach. *Brain Sciences*, 14(6), 578.
- Epel, E., Daubenmier, J., Moskowitz, J. T., Folkman, S., & Blackburn, E. (2009). Can meditation slow rate of cellular aging? Cognitive stress, mindfulness, and telomeres. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1172, 34–53. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04414.x>
- Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., ... & Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3017–3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>
- Fox, K. C. R., Dixon, M. L., Nijeboer, S., Girn, M., Floman, J. L., Lifshitz, M., ... & Christoff, K. (2016). Functional neuroanatomy of meditation: A review and meta-analysis of 78 functional neuroimaging investigati-

- ons. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 65, 208–228. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.03.021>
- Fox, K. C. R., Nijeboer, S., Dixon, M. L., Floman, J. L., Ellamil, M., Rumak, S. P., ... & Christoff, K. (2014). Is meditation associated with altered brain structure? A systematic review and meta-analysis of morphometric neuroimaging in meditation practitioners. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 43, 48–73. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.03.016>
- Fox, K. C. R., Nijeboer, S., Dixon, M. L., Floman, J. L., Ellamil, M., Rumak, S. P., ... & Christoff, K. (2014). Is meditation associated with altered brain structure? A systematic review and meta-analysis of morphometric neuroimaging in meditation practitioners. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 43, 48–73. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.03.016>
- Hammond, D. C. (2011). What is neurofeedback: An update. *Journal of Neurotherapy*, 15(4), 305–336. <https://doi.org/10.1080/10874208.2011.623090>
- Hammond, D. C. (2011). What is neurofeedback: An update. *Journal of Neurotherapy*, 15(4), 305–336. <https://doi.org/10.1080/10874208.2011.623090>
- Hassett, A. L., Radvanski, D. C., Vaschillo, E. G., Vaschillo, B., Sigal, L. H., Karavidas, M. K., ... & Lehrer, P. M. (2007). A pilot study of the efficacy of heart rate variability (HRV) biofeedback in patients with fibromyalgia. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 32, 1-10.
- Herholz, S. C., & Zatorre, R. J. (2012). Musical training as a framework for brain plasticity: behavior, function, and structure. *Neuron*, 76(3), 486–502. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2012.10.011>
- Hsieh, H. F., Huang, I. C., Liu, Y., Chen, W. L., Lee, Y. W., & Hsu, H. T. (2020). The effects of biofeedback training and smartphone-delivered biofeedback training on resilience, occupational stress, and depressive symptoms among abused psychiatric nurses. *International journal of environmental research and public health*, 17(8), 2905.
- İnci Namlı, N. (2024). EMDR ile travma odaklı sanat terapisi uygulamalarının çocuk ve ergenlerdeki travma sonrası stres düzeyine etkisinin karşılaştırılması: sistematik derleme ve meta-analiz.
- Jonsdottir, J., & Cattaneo, D. (2007). Reliability and validity of the dynamic gait index in persons with chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(11), 1410–1415. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2007.08.109>
- Kaya, A., & Akin, S. (2022). Diyafragmatik solunum egzersizlerinin sınav kaygısı ve otonom sinir sistemi üzerindeki etkileri. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 33(1), 24–31.

- Kayiran, S., Dursun, E., Dursun, N., Ermutlu, N., & Karamürsel, S. (2010). Neurofeedback intervention in fibromyalgia syndrome; a randomized, controlled, rater blind clinical trial. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 35(4), 293–302. <https://doi.org/10.1007/s10484-010-9135-9>
- Kolb, B., & Gibb, R. (2011). Brain plasticity and behaviour in the developing brain. *Journal of the Canadian Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 20(4), 265–276.
- Kollen, B., Kwakkel, G., & Lindeman, E. (2006). Functional recovery after stroke: a review of current developments in stroke rehabilitation research. *Reviews on recent clinical trials*, 1(1), 75-80.
- Kollen, B., Lennon, S., Lyons, B., Wheatley-Smith, L., Scheper, M., Buurke, J. H., ... & Kwakkel, G. (2009). The effectiveness of the Bobath concept in stroke rehabilitation: What is the evidence? *Stroke*, 40(4), e89–e97. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.108.533828>
- Kuyken, W., Warren, F. C., Taylor, R. S., Whalley, B., Crane, C., Bondolfi, G., ... & Segal, Z. (2015). Efficacy of mindfulness-based cognitive therapy in prevention of depressive relapse. *The Lancet*, 386(9988), 63–73. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62222-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62222-4)
- Laborde, S., Mosley, E., & Thayer, J. F. (2017). Heart rate variability and cardiac vagal tone in psychophysiological research—Recommendations for experiment planning, data analysis, and data reporting. *Frontiers in Psychology*, 8, 213. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00213>
- Langevin, H. M., & Yandow, J. A. (2002). Relationship of acupuncture points and meridians to connective tissue planes. *The Anatomical Record*, 269(6), 257–265. <https://doi.org/10.1002/ar.10185>
- Lehrer, P. (2022). My life in HRV biofeedback research. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 47(4), 289-298.
- Lehrer, P. M., & Gevirtz, R. (2014). Heart rate variability biofeedback: how and why does it work? *Frontiers in Psychology*, 5, 756. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00756>
- Lehrer, P. M., & Gevirtz, R. (2014). Heart rate variability biofeedback: how and why does it work? *Frontiers in Psychology*, 5, 756. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00756>
- Lehrer, P. M., Sasaki, Y., & Saito, Y. (2020). Zihinsel ve bedensel gevşeme: kalp atım hızı değişkenliği ve vagus siniri. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 284.
- Luders, E., Toga, A. W., Lepore, N., & Gaser, C. (2009). The underlying anatomical correlates of long-term meditation: Larger hippocampal and frontal volumes of gray matter. *NeuroImage*, 45(3), 672–678. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2008.12.061>

- Marzbani, H., Marateb, H. R., & Mansourian, M. (2016). Methodological note: neurofeedback: a comprehensive review on system design, methodology and clinical applications. *Biomedical Engineering Online*, 15(1), 60.
- Mikkelsen, K., Stojanovska, L., Polenakovic, M., Bosevski, M., & Apostolopoulos, V. (2017). Exercise and mental health. *Maturitas*, 106, 48–56. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2017.09.003>
- Miller, A. H., & Raison, C. L. (2016). The role of inflammation in depression: from evolutionary imperative to modern treatment target. *Nature Reviews Immunology*, 16(1), 22–34. <https://doi.org/10.1038/nri.2015.5>
- Nestoriuc, Y., Martin, A., Rief, W., & Andrasik, F. (2008). Biofeedback treatment for headache disorders: a comprehensive efficacy review. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 33, 125–140.
- Özgüç, M. M. (2024). Miyofasyal gevşetme tekniği ve proprioseptif nöromüs-küler fasilitasyon tekniğinin maksimal kuvvet ve fiziksel uygunluk parametreleri üzerine etkilerinin karşılaştırılması.
- Pan, Z., Cristea, A. I., & Li, F. W. (2024). Reducing University Students' Exam Anxiety via Mindfulness-Based Cognitive Therapy in VR with Real-Time EEG Neurofeedback. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education* (pp. 418–423). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Pascoe, M. C., Thompson, D. R., Jenkins, Z. M., & Ski, C. F. (2017). Mindfulness mediates the physiological markers of stress: Systematic review and meta-analysis. *Journal of Psychiatric Research*, 95, 156–178. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2017.08.004>
- Porges, S. W. (2011). The polyvagal theory: Neurophysiological foundations of emotions, attachment, communication, and self-regulation. New York: W. W. Norton & Company.
- Saavedra-García, A., Moral-Munoz, J. A., & Lucena-Anton, D. (2021). Mirror therapy simultaneously combined with electrical stimulation for upper limb motor function recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical rehabilitation*, 35(1), 39–50.
- Schabus, M., Heib, D. P., Lechinger, J., Griessenberger, H., Klimesch, W., Pawlizki, A., ... & Hoedlmoser, K. (2014). Enhancing sleep quality and memory in insomnia using instrumental sensorimotor rhythm conditioning. *Biological psychology*, 95, 126–134.
- Schwartz, M. S., & Andrasik, F. (2017). *Biofeedback: A Practitioner's Guide* (4th ed.). New York: The Guilford Press.
- Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in Public Health*, 5, 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>

- Sharma, N., Pomeroy, V. M., & Baron, J. C. (2006). Motor imagery: A back-door to the motor system after stroke? *Stroke*, 37(7), 1941–1952. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000226902.43357.fc>
- Şahin, M., & Demirtaş, H. (2021). Sağlık çalışanlarında farkındalık temelli stres azaltma programının tükenmişlik ve öz-farkındalık düzeylerine etkisi. *Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi*, 18(2), 93–101.
- Tang, Y. Y., Holzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>
- Tang, Y. Y., Holzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>
- Tang, Y. Y., Holzel, B. K., & Posner, M. I. (2015). The neuroscience of mindfulness meditation. *Nature Reviews Neuroscience*, 16(4), 213–225. <https://doi.org/10.1038/nrn3916>
- Tang, Y. Y., Ma, Y., Wang, J., Fan, Y., Feng, S., Lu, Q., ... & Posner, M. I. (2009). Central and autonomic nervous system interaction is altered by short-term meditation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(22), 8865–8870. <https://doi.org/10.1073/pnas.0904031106>
- Tang, Y. Y., Ma, Y., Wang, J., Fan, Y., Feng, S., Lu, Q., ... & Posner, M. I. (2009). Central and autonomic nervous system interaction is altered by short-term meditation. *PNAS*, 106(22), 8865–8870. <https://doi.org/10.1073/pnas.0904031106>
- Thayer, J. F., & Lane, R. D. (2009). Claude Bernard and the heart–brain connection: further elaboration of a model of neurovisceral integration. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(2), 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2008.08.004>
- Thayer, J. F., Åhs, F., Fredrikson, M., Sollers III, J. J., & Wager, T. D. (2012). A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2), 747–756. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2011.11.009>
- Thibault, R. T., Lifshitz, M., Birbaumer, N., & Raz, A. (2016). Neurofeedback, self-regulation, and brain imaging: Clinical science and fad in the service of mental disorders. *Psychotherapy and Psychosomatics*, 84(4), 193–207. <https://doi.org/10.1159/000371714>
- Van Doren, J., Arns, M., Heinrich, H., Vollebregt, M. A., Strehl, U., & Loo, S. K. (2019). Sustained effects of neurofeedback in ADHD: a systematic review and meta-analysis. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 28(3), 293–305. <https://doi.org/10.1007/s00787-018-1121-4>

- Voss, M. W., Vivar, C., Kramer, A. F., & van Praag, H. (2013). Bridging animal and human models of exercise-induced brain plasticity. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(10), 525–544. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2013.08.001>
- Wayne, P. M., Walsh, J. N., Taylor-Piliae, R. E., Wells, R. E., Papp, K. V., Donovan, N. J., & Yeh, G. Y. (2014). The promise of Tai Chi for cognitive aging: a systematic review. *Journal of the American Geriatrics Society*, 62(1), 25–39.
- Yılmaz, F., & Acar, M. (2025). İnmeli Hastalarda Oyun Temelli Rehabilitasyon Yaklaşımı ve Aktivite Performansı. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 10(1), 103-121.
- Young, K. S., van der Velden, A. M., Craske, M. G., Pallesen, K. J., Fjorback, L. O., & Roepstorff, A. (2014). The impact of mindfulness-based interventions on brain activity: a systematic review of functional magnetic resonance imaging studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 51, 87–97.
- Zeidan, F., Johnson, S. K., Diamond, B. J., David, Z., & Goolkasian, P. (2010). Mindfulness meditation improves cognition: Evidence of brief mental training. *Consciousness and Cognition*, 19(2), 597–605. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2010.03.014>



## Bağışıklık Fizyolojisi ve Geleneksel Uygulamalar

Muhammed Yusuf Özer<sup>1</sup>

Mesut Çelik<sup>2</sup>

### Özet

Bağışıklık sistemi, organizmanın içsel ve dışsal tehditlere karşı geliştirdiği karmaşık ve bütüncül bir savunma ağıdır. Bu sistem; doğuştan (innate) ve sonradan kazanılmış (adaptif) bileşenleriyle enfeksiyonlara, yabancı antijenlere ve hücrel anormalliklere karşı etkilidir. Günümüzde bağışıklık sistemi fizyolojisi yalnızca hastalıklarla değil, sağlığın korunmasıyla da ilişkilendirilmektedir. Bu kapsamda, bağışıklık fonksiyonlarını etkileyen faktörler arasında genetik yapı, beslenme, yaşam tarzı, mikrobiyota dengesi ve çevresel koşullar ön plana çıkmaktadır.

Geleneksel ve tamamlayıcı tıp yaklaşımları (fitoterapi, akupunktur, probiyotikler, geleneksel gıdalar vb.), bağışıklık sisteminin desteklenmesinde alternatif veya destekleyici bir rol üstlenebilmektedir. Bu yaklaşımların bilimsel temelli kullanımı, immün yanıtın düzenlenmesi açısından önemli bir potansiyel sunar. Bu bölümde, bağışıklık sisteminin fizyolojisi, onu etkileyen unsurlar ve geleneksel uygulamaların immünolojik etkileri disiplinler arası bir yaklaşımla ele alınmıştır. Elde edilen bulgular, modern tıp ile geleneksel uygulamaların entegrasyonuna yönelik dikkatli ve kanıta dayalı bir değerlendirme gerekliliğini ortaya koymaktadır.

### Giriş

Bağışıklık sistemi, organizmanın içsel ve dışsal tehditlere karşı savunma mekanizmasını oluşturan karmaşık ve bütüncül bir biyolojik yapıdır. Fizyolojik açıdan değerlendirildiğinde, bağışıklık sistemi yalnızca patojenleri tanıyıp yok eden bir savunma hattı olmanın ötesinde, homeostazın korunması,

1 Öğretim Görevlisi, Bingöl Üniversitesi, ORCID No: 0000-0003-2211-5653, e-mail: myozer@bingol.edu.tr

2 Öğretim Görevlisi, Bingöl Üniversitesi, ORCID No: 0000-0001-7212-8538, e-mail: mesutcelik@bingol.edu.tr

inflamasyonun düzenlenmesi ve hücresel yenilenmenin sağlanması gibi yaşamsal işlevleri de yerine getirmektedir (Abbas, 2022).

Modern immünoloji, moleküler düzeyde bağışıklık sisteminin işleyişini açıklama konusunda önemli ilerlemeler kaydetmiş olsa da, geleneksel tıp sistemleri yüzyıllardır bağışıklık kavramını kendi bütüncül çerçevelerinde tanımlamış ve destekleyici uygulamalar geliştirmiştir. Örneğin, Ayurveda tıbbında “ojas” kavramı bağışıklık direnci ile ilişkilendirilirken, Geleneksel Çin Tıbbı (TCM) “Wei Qi” kavramı ile dış etkenlere karşı koruyucu enerji sistemini tanımlar (Patwardhan vd., 2005; Dhiman vd., 2018). Bu geleneksel yaklaşımların bağışıklık fonksiyonuna yönelik etkileri, son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalarla daha fazla ilgi görmeye başlamış ve bazı uygulamalar günümüzde tamamlayıcı sağlık stratejilerinde yerini almıştır (Zhou vd., 2020).

Fonksiyonel tıp ise bağışıklık sistemini sistemsel bir bağlamda ele almakta; bireyin genetik özellikleri, yaşam tarzı, beslenme biçimi ve çevresel etmenlerle olan etkileşimleri üzerinden bağışıklık düzenini incelemektedir (Kitano, 2002).

Bu bağlamda, hem klasik immünoloji bilgisi hem de geleneksel uygulamaların sistematik olarak değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Literatürde özellikle fitoterapi, probiyotik kullanımı, akupunktur, meditasyon gibi uygulamaların bağışıklık sistemi üzerindeki etkilerine dair dikkat çekici bulgular yer almaktadır (Langhorst vd., 2013). Ancak bu uygulamaların bilimsel temellere dayandırılması ve uygun metodolojik araçlarla değerlendirilmesi gerekliliği de göz ardı edilmemelidir.

Bu bölümde, bağışıklık fizyolojisinin temel bileşenleri, bağışıklık fonksiyonunu etkileyen faktörler ve geleneksel uygulamaların bu sistem üzerindeki potansiyel etkileri bilimsel bir çerçevede ele alınacaktır. Böylece sağlık bilimleri alanında çalışan araştırmacı ve uygulayıcılara, bağışıklık sistemine yönelik bütüncül bir bakış açısı kazandırılması amaçlanmaktadır.

### **Bağışıklık Sisteminin Fizyolojisi**

Bağışıklık sistemi, insan vücudunun içsel bütünlüğünü koruyarak, canlılığın sürdürülebilmesi için vazgeçilmez bir rol üstlenir. Süreçlerinipatojen mikroorganizmaların, tümör hücrelerinin, toksik maddelerin ve yabancı antijenlerin tanınması, yok edilmesi ve hafızaya alınması süreçlerini yönetir (Ünal, 2021). Bağışıklık yanıtı; hem hızlı gelişen doğuştan (innate) bağışıklık hem de antijen spesifikliğı taşıyan adaptif (kazanılmış) bağışıklık mekanizmalarıyla sürdürülür .Bu iki sistemin iş birliğı, organizmanın yaşam

süresi boyunca çevresel tehditlere karşı etkin ve kontrollü bir savunma sağlar (Coşkun, 2018).

Doğal bağışıklık sistemi; sitokin ve kemokinleri salgılayarak ve doğal bağışıklık sisteminin hücreleri olan öldürücü hücreler, dentrik hücreler ve fagositler ile bulaşıcı mikroorganizmalara karşı inflamatuvar yanıt oluştururlar (Labrecque, 2015). Eğer doğal bağışıklık sistemi bu patojenleri yok edemezse devreye edinilmiş bağışıklık sistemi girer. Bu sistem çok hassas ve farklı patojenleri tanıyarak antijene özel bir yanıt oluşturur (Netea, 2019). Edinilmiş bağışıklık sisteminin anahtar hücreleri olan T ve B lenfositleri beraber hareket ederek enfekte ajanı ortadan kaldırmayı amaçlar (Karim, 2015).

Bağışıklık sistemi yalnızca dışsal tehditlere karşı savunma sağlamakla kalmaz, aynı zamanda doku homeostazının sürdürülmesi, inflamatuvar süreçlerin düzenlenmesi, hasarlı hücrelerin yok edilmesi gibi hayati fonksiyonları da üstlenir (Atak Yücel & Yaman, 2022).

### Doğuştan bağışıklık (innate)

Bağışıklık sistemi, organizmanın yaşamını sürdürebilmesi için çevreden gelen patojenlere ve zararlı uyarılara karşı dinamik ve çok yönlü bir koruma sağlar. Bu sistemin ilk ve en hızlı çalışan bileşeni doğuştan bağışıklık (innate immunity) olarak adlandırılmaktadır. Doğuştan bağışıklık sistemi, patojenle ilk karşılaşmada hızlıca devreye giren, antijen özgüllüğü göstermeyen ve genetik olarak programlanmış savunma mekanizmalarını içermektedir (Abbas, Lichtman & Pillai, 2022). Doğuştan bağışıklık, yalnızca enfeksiyöz ajanlara karşı değil, aynı zamanda hücresel hasar, tümörleşme ve doku bütünlüğünü bozan her türlü tehdide karşı da görev yapmaktadır (Medzhitov, 2007).

Bu bağışıklık sisteminin ilk savunma hattını fiziksel ve kimyasal bariyerler oluşturur. Deri, gastrointestinal, solunum ve genitoüriner sistem mukozaları, patojenlerin vücuda girişini önleyen fiziksel bariyerlerdir. Mukus, silier hareket, düşük pH, sindirim enzimleri, ter ve tükürükte bulunan lizozim ve defensinler gibi antimikrobiyal maddeler, bu bariyerlerin kimyasal savunma unsurlarıdır. Bu ilk engellerin aşılması halinde ise doğuştan bağışıklığın hücresel ve çözünür bileşenleri devreye girer (Janeway vd., 2020; Köksal, 2019).

Doğuştan bağışıklığın hücresel bileşenleri; fagositik hücreler (makrofajlar, monositler, nötrofiller), antijen sunan dendritik hücreler ve sitotoksik etkili doğal öldürücü (Natural Killer; NK) hücreler yer almaktadır (Şimşek, 2021). Nötrofiller ve makrofajlar patojenleri fagosit ederek yok ederken, NK

hücreleri virüsle enfekte hücreler ve tümör hücrelerini doğrudan sitotoksik mekanizmalarla ortadan kaldırır (Akın, 2020). Dendritik hücreler ise hem fagositik aktivite gösterir hem de adaptif bağışıklığın aktivasyonunda önemli bir rol oynar.

- **Fagositik Hücreler:** Patojenleri fagosite ederek yok ederler. Nötrofiller, enfeksiyon bölgesine ilk ulaşan fagositlerdir. Monositler dolaşımda bulunurken, dokularda makrofajlara farklılaşırlar ve uzun süreli savunmada rol oynarlar (Janeway vd., 2020).
- **Doğal Öldürücü (NK) Hücreler:** Virüs enfeksiyonları ve tümör hücreleri gibi anormal hücreleri tanıyarak lizis yoluyla yok ederler (Abbas, Lichtman & Pillai, 2022).
- **Dendritik Hücreler:** Antijenleri yakalayarak adaptif bağışıklık sistemine sunan köprü hücrelerdir (Steinman, 2007).

Doğal bağışıklığın en önemli komponentlerinden biri de vücuda yabancı olanın tanınmasıdır. Bu tanıma bazı reseptörler aracılığıyla Doğuştan bağışıklık sistemi, mikroorganizmaları tanımak için antijen reseptörlerine değil, patojenlere özgü moleküler yapıların tanınmasını sağlayan patern tanıma reseptörlerine (Pattern Recognition Receptors - PRR) sahiptir. Bu reseptörler, mikroorganizmaların yapısal bileşenlerini tanıyan, kalıtsal olarak kodlanmış proteinlerdir (Takeuchi & Akira, 2010). Başlıca PRR'ler arasında şunlar yer alır:

- **Toll-benzeri reseptörler (TLR):** Bakteriyel lipopolisakkarit, viral RNA gibi farklı PAMP'leri tanır. En iyi bilinen tanıma reseptörleri olan Toll benzeri reseptörler (TLR), makrofaj, dendritik hücre, B lenfosit gibi bağışıklık sistemi hücreleri yanı sıra fibroblast ve epitel hücrelerinde de bulunurlar. Membranöz yerleşmiş, doğal immün yanıtın düzenlenmesinde görev alan motif tanıma reseptörleridir. TLR'ler sadece hücre yüzeyinde değil; endozom, lizozom gibi hücre içi organellerde de bulunurlar. Memelilerde ondan fazla tip TLR tanımlanmıştır.
- **NOD-benzeri reseptörler (NLR):** Hücre içi bakteri ürünlerini tanır.
- **RIG-I-benzeri reseptörler (RLR):** Viral RNA'yı tanır.
- **C-tipi lektin reseptörleri (CLR):** Fungal bileşenleri tanır (Amarante-Mendes, 2018).

PRR'ler, patojenle ilişkili moleküler desenleri (PAMPs) ve zarar ile ilişkili moleküler desenleri (DAMPs) tanıyarak sitokin ve kemokin salınımını

başlatır. Bu sinyal molekülleri inflamatuvar yanıtı düzenleyerek enfeksiyon bölgesine immün hücrelerin göçünü sağlar (Dinarelli, 2011).

Doğuştan bağışıklığın önemli çözünür bileşenlerinden biri de kompleman sistemidir. Kompleman sistemi, yaklaşık 30 farklı proteinden oluşur ve klasik, lektin ve alternatif yollar üzerinden aktive edilir. Kompleman aktivasyonu, patojenlerin yüzeylerini işaretleyerek (opsonizasyon), hücre duvarlarını delerek (membran atak kompleksi) ve inflamatuvar yanıtı güçlendirerek patojen eliminasyonunu kolaylaştırır (Ricklin vd., 2010).

Kompleman sistemi, akut faz proteinleri ve sitokinler doğuştan bağışıklığın humoral bileşenleridir.

- **Kompleman sistemi:** Farklı aktivasyon yolları (klasik, alternatif ve lektin yolları) aracılığıyla patojenleri opsonize eder, inflamasyonu başlatır ve hücre lizisini sağlar (Ricklin vd., 2010).
- **Sitokinler ve kemokinler:** İmmün hücreler arasında iletişimi sağlayan küçük proteinlerdir. İnterlökin-1 (IL-1), tümör nekroz faktörü-alfa (TNF- $\alpha$ ), interferonlar ve kemokinler enfeksiyon bölgesinde hücrelerin koordinasyonunu sağlar (Coşkun, 2018; Abbas vd., 2022).

Doğuştan bağışıklık hızlı olmasına karşın özgüllüğü ve immünolojik hafızası sınırlıdır. Aynı patojenle tekrar karşılaşıldığında doğuştan bağışıklık sisteminin yanıtı değişmez; buna karşın adaptif bağışıklık sistemi, önceki deneyimlere dayanarak daha hızlı ve etkili bir yanıt oluşturabilir (Murphy & Weaver, 2017). Bununla birlikte, son yıllarda yapılan çalışmalar, bazı doğuştan bağışıklık hücrelerinin “eğitilmiş bağışıklık” (trained immunity) kavramı çerçevesinde çevresel uyaranlara bağlı olarak epigenetik ve metabolik değişiklikler gösterebileceğini ve bu sayede sonraki karşılaşmalarda daha güçlü yanıt verebileceğini ortaya koymuştur (Netea vd., 2016).

### Edinsel (adaptif) bağışıklık

Bağışıklık sisteminin ikinci savunma hattını oluşturan kazanılmış (adaptif) bağışıklık, doğuştan bağışıklık sisteminin sınırlı antijen tanıma kapasitesini aşarak yüksek özgüllük ve immünolojik hafıza özellikleri ile enfeksiyonlara karşı uzun vadeli koruma sağlar (Murphy & Weaver, 2017). Doğuştan bağışıklığın hızlı, genel ve antijen-spesifik olmayan yanıtına karşılık adaptif bağışıklık sistemi, belirli antijenleri yüksek hassasiyetle tanıyarak spesifik yanıt oluşturur ve tekrar karşılaşıldığında daha hızlı ve etkili bir yanıt sergiler (Abbas, Lichtman & Pillai, 2022).

Kazanılmış bağışıklık iki ana hücresel bileşene dayanır: T lenfositleri ve B lenfositleri. B lenfositleri, özgül antijenlere bağlanan immünoglobulin (Ig)

molekülleri aracılığıyla antijenleri tanır ve plazma hücrelerine farklılaşarak antikor üretir. Antikorlar, patojenleri nötralize eder, opsonizasyon yoluyla fagositik hücreler tarafından tanınmalarını kolaylaştırır ve kompleman sistemini aktive eder (Janeway vd., 2020; Akbulut, 2018). T lenfositleri ise hücresel bağışıklığın temelini oluşturur. Yardımcı T hücreleri (CD4+), sitokinler salgılayarak B hücrelerinin ve diğer immün hücrelerin aktivasyonunu düzenlerken; sitotoksik T hücreleri (CD8+), enfekte olmuş hücreleri doğrudan öldürür (Şimşek, 2021).

Kazanılmış bağışıklığın özgüllüğü, lenfositlerin yüzeyinde bulunan çok çeşitli antijen reseptörlerinden kaynaklanır. Bu reseptörler, somatik rekombinasyon, genetik çeşitlilik ve klonal seleksiyon süreçleriyle gelişir (Murphy & Weaver, 2017). B hücreleri için bu reseptör immünooglobulin molekülü iken, T hücreleri için T hücre reseptörüdür (TCR) (Akın, 2020).

Kazanılmış bağışıklığın karakteristik özelliklerinden biri de immünolojik hafızadır. İlk karşılaşmadan sonra uzun ömürlü bellek B ve T hücreleri oluşur. Aynı antijenle ikinci karşılaşmada bu bellek hücreleri hızla aktive olarak daha hızlı, daha güçlü ve uzun süreli bir yanıt oluşturur (Janeway vd., 2020). Bu özellik aşılama stratejilerinin temelini oluşturur (Plotkin, 2014).

Kazanılmış bağışıklığın etkin işleyişi, doğuştan bağışıklık sisteminin antijen sunumu ve kostimülasyon sinyallerine dayanır. Dendritik hücreler ve makrofajlar tarafından antijenlerin major histokompatibilite kompleksleri (MHC) üzerinde sunulması ve yardımcı sinyallerin verilmesi, T ve B hücrelerinin aktivasyonu için gereklidir (Takeuchi & Akira, 2010; Abbas et vd., 2022).

Kazanılmış bağışıklık sistemi, aynı zamanda otoimmünite ve aşırı duyarlılık reaksiyonları gibi bağışıklık sisteminin patolojik durumlarının da merkezinde yer alır. Özellikle tolerans mekanizmalarının başarısızlığı, kendi dokularına karşı gelişen otoimmün hastalıkların temelini oluşturur (Marrack & Kappler, 2012).

Benzer şekilde, kazanılmış bağışıklık sistemi de doğuştan bağışıklık sisteminin efektör mekanizmalarını modüle eder. Antikorlar, patojenleri opsonize ederek fagositik hücreler tarafından tanınmasını kolaylaştırır; kompleman sistemini aktive ederek patojen eliminasyonunu hızlandırır (Akın, 2020). Ayrıca kazanılmış bağışıklığın immünolojik hafıza özelliği sayesinde aynı patojenle tekrar karşılaşıldığında doğuştan bağışıklık sisteminin de daha hızlı ve güçlü aktive olması sağlanır (Plotkin, 2014).

Doğuştan ve kazanılmış bağışıklık sistemlerinin bu karşılıklı etkileşimi, enfeksiyonlara karşı etkili bir savunma sağlarken aynı zamanda

immünopatolojik durumların önlenmesinde de kritik rol oynar. Her iki sistem arasındaki dengenin bozulması; otoimmün hastalıklar, kronik inflamasyon, immün yetmezlikler veya aşırı duyarlılık reaksiyonları gibi patolojik süreçlerin gelişimine neden olabilir (Marrack & Kappler, 2012).

Sonuç olarak, doğuştan ve kazanılmış bağışıklık sistemleri arasında sürekli bir etkileşim ve karşılıklı düzenleme söz konusudur. Bu bütünlüklü çalışma sayesinde organizma, geniş yelpazedeki patojenlere karşı hem hızlı hem de özgül bir yanıt geliştirme kapasitesine sahiptir. Modern immünolojide bu etkileşimlerin ayrıntılı olarak anlaşılması, yeni tedavi ve aşılama stratejilerinin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (Abbas vd., 2022).

### **Sitokinler ve inflamatuvar yanıt**

Sitokin üretimi, antijen tanıyan hücrelerin çevresel uyarılara yanıtı sonucu başlar. Örneğin, dendritik hücreler ve makrofajlar tarafından tanınan mikrobiyal moleküler desenler, Toll-benzeri reseptörler (TLR) aracılığıyla algılanarak nükleer faktör kappa B (NF- $\kappa$ B) gibi transkripsiyon faktörlerini aktive eder ve proinflamatuvar sitokinlerin sentezini başlatır (Takeuchi & Akira, 2010). Bu moleküller hem doğuştan bağışıklık yanıtını güçlendirir hem de adaptif bağışıklığın şekillenmesini sağlar.

İnflamatuvar sürecin ilerleyen evrelerinde, antiinflamatuvar sitokinler (örneğin IL-10 ve TGF- $\beta$ ) salınarak dengenin sağlanmasına katkıda bulunur. Bu dengeleyici mekanizmalar, aşırı inflamasyonun önlenmesi ve doku bütünlüğünün korunması açısından önemlidir (Gündüz & Karaca, 2019).

Sitokinlerin biyolojik etkileri oldukça çeşitlidir. Bazıları hücre proliferasyonunu desteklerken, bazıları apoptoz, hücre göçü ya da farklılaşmayı tetikler. Bu nedenle sitokinlerin etkileri bağlamdan bağımsız düşünülemez ve her bir bağışıklık hücresi üzerindeki etkisi farklılık gösterebilir (Delves vd., 2020).

Sitokinler ve inflamatuvar yanıt, bağışıklık sisteminin temel savunma mekanizmaları arasında yer almakta ve patojenlerle mücadelede olduğu kadar bağışıklık yanıtının düzenlenmesinde de merkezi rol oynamaktadır. Bu sistemin bozulması ise otoimmün hastalıklar, alerjik durumlar veya kronik inflamasyon gibi çeşitli patolojik tablolara yol açabilir.

### **Bağışıklık fonksiyonunu etkileyen faktörler**

Bağışıklık sistemi, organizmanın enfeksiyöz ajanlara, yabancı maddelere ve malign hücrelere karşı korunmasında kritik rol oynayan, oldukça organize ve dinamik bir yapıdır. Bu sistemin işlevselliği, yalnızca genetik temellere değil;

aynı zamanda bireyin yaşam tarzına, çevresel maruziyetlerine, psikolojik durumuna ve fizyolojik süreçlerine de bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bu nedenle, bağışıklık sisteminin sağlıklı bir şekilde işlevini sürdürebilmesi için çok sayıda içsel ve dışsal faktörün bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir (Çelik & Arslan, 2020; Calder vd., 2020).

**Beslenme durumu**, bağışıklık yanıtının etkinliği üzerinde en önemli belirleyicilerden biridir. Makro ve mikrobesein öğelerinin yeterli düzeyde alımı, bağışıklık hücrelerinin fonksiyonlarının sürdürülmesinde hayati rol oynar. Özellikle A, C, D ve E vitaminleri; çinko, selenyum, demir gibi elementler; omega-3 yağ asitleri ve protein, immün yanıtın çeşitli aşamalarında görev almaktadır. Yetersiz ve dengesiz beslenme, fagositoz, antikor üretimi, T hücresi proliferasyonu gibi temel bağışıklık işlevlerinde bozulmalara neden olabilir (Calder, 2021). Örneğin D vitamini eksikliği, hem doğuştan hem de adaptif bağışıklıkta regülasyon bozukluklarına ve enfeksiyon riskinin artmasına yol açmaktadır (Aranow, 2011).

**Psikolojik stres**, bağışıklık sistemini baskılayan başlıca faktörlerden biridir. Özellikle kronik stres, hipotalamus-hipofiz-adrenal yolağının aktivasyonu sonucunda glukokortikoidlerin salınımını artırarak bağışıklık hücrelerinin fonksiyonlarını baskılamaktadır. Bu durum, sitotoksik T hücresi ve doğal öldürücü (NK) hücre aktivitesinde azalmaya ve proinflatuar sitokin düzeylerinde değişime yol açar (Segerstrom & Miller, 2004). Bunun yanında akut stresin kısa süreli bağışıklık aktivasyonunu artırabileceği, ancak uzun süreli stresin bağışıklık yetersizliğine neden olabileceği gösterilmiştir (Glaser & Kiecolt-Glaser, 2005).

**Uyku düzeni**, immün sistem üzerinde düzenleyici bir etkiye sahiptir. Yetersiz ya da kesintili uyku, lenfosit proliferasyonunun azalmasına, inflammatuar yanıtın artmasına ve aşı yanıtlarının zayıflamasına neden olabilir. Uyku sırasında büyüme hormonu salınımı ve melatonin düzeylerinin artması, immün regülasyonda önemli bir rol oynar (Besedovsky vd., 2012).

**Fiziksel aktivite**, bağışıklık sistemi üzerinde hem pozitif hem negatif etkiler oluşturabilir. Düzenli ve orta yoğunlukta yapılan egzersiz, dolaşımdaki immün hücre sayısını artırarak bağışıklık fonksiyonunu desteklerken; aşırı ve yoğun egzersiz, geçici olarak bağışıklık baskılanmasına ve enfeksiyonlara duyarlılığın artmasına yol açabilir (Nieman & Wentz, 2019). Bu nedenle fiziksel aktivitenin türü, süresi ve şiddeti bağışıklık sağlığı açısından önemlidir.

**Çevresel faktörler** arasında hava kirliliği, ağır metal maruziyeti, radyasyon, pestisitler ve endüstriyel kimyasallar gibi toksinler bağışıklık sistemini olumsuz etkileyebilir. Örneğin sigara dumanı, mukozal bağışıklığı

zayıflatarak solunum yolu enfeksiyonlarına yatkınlığı artırır; ayrıca inflamatuvar sitokinlerin salınımını uyarak kronik inflamasyona neden olabilir (Mehta & Guidot, 2017). Alkol tüketiminin ise makrofaj aktivitesini ve fagositik kapasiteyi düşürdüğü, NK hücre fonksiyonlarını baskıladığı bilinmektedir (Szabo & Saha, 2015).

**Yaşlanma süreci** de bağışıklık fonksiyonlarını etkileyen önemli bir fizyolojik faktördür. Yaşla birlikte T hücre repertoarında daralma, B hücresi üretiminde azalma ve inflamatuvar yanıtın artması gibi değişiklikler meydana gelir. Bu süreç, “immünoşenescans” olarak adlandırılır ve enfeksiyonlara karşı korunmada yetersizlikle birlikte otoimmünite riskinde de artışa neden olabilir (Fulop vd., 2018).

Genetik yapı, epigenetik mekanizmalar, hormonal durum, metabolik hastalıklar (örneğin diyabet, obezite) ve bağırsak mikrobiyotası da bağışıklık sisteminin düzenlenmesinde rol oynamaktadır. Mikrobiyota, bağışıklık sistemi ile karşılıklı etkileşim içinde olup, bağışıklık hücrelerinin eğitilmesi ve mukozal immünitinin gelişimi açısından kritiktir (Belkaid & Hand, 2014).

### Geleneksel yaklaşımların bağışıklığa etkisi

Geleneksel tıp uygulamaları, farklı kültür ve coğrafyalarda yüzyıllar boyunca gelişerek günümüze ulaşmış, bireyin beden-zihin-ruh bütünlüğünü esas alan sağlık yaklaşımlarıdır. Bu yaklaşımlar arasında fitoterapi, akupunktur, Ayurveda, geleneksel Çin tıbbı (GÇT), hacamat ve aromaterapi gibi yöntemler yer almaktadır. Geleneksel yöntemlerin en temel özelliklerinden biri, organizmanın doğal dengesini desteklemeyi ve bağışıklık sisteminin kendi kendini iyileştirme kapasitesini artırmayı hedeflemesidir (Yılmaz & Erci, 2021). Bu yönüyle, modern immünoloji alanında tanımlanan bağışıklık sisteminin düzenleyici ve koruyucu işlevleriyle önemli ölçüde örtüşmektedir.

Bağışıklık sistemi, sadece enfeksiyonlara karşı bir savunma hattı olmanın ötesinde; homeostazın korunmasında, inflamasyonun düzenlenmesinde ve hücresel onarım mekanizmalarının aktifleşmesinde de temel bir rol oynar (Delves vd., 2017). Geleneksel uygulamalar, bu karmaşık sistemin dengeli işleyişini desteklemek amacıyla hem fizyolojik hem de enerjetik düzeyde müdahalelerde bulunur. Örneğin, Ayurveda’da kullanılan bazı bitkisel preparatlar bağışıklık yanıtını düzenleyici (immünomodülatör) etkilere sahipken, GÇT’de yer alan çok bileşenli bitki formlerinin antiviral ve antiinflamatuvar özellikleri bilimsel olarak da araştırılmaktadır (Zhou vd., 2016).

Ayrıca, akupunktur gibi uygulamaların bazı immün hücre tiplerinin (örneğin NK hücreleri ve T lenfositleri) aktivitesini artırabildiği,

bazı fitoterapötiklerin ise sitokin üretimi üzerinde düzenleyici etkiler oluşturabildiği belirlenmiştir (Kav & Ögüt, 2020). Bu uygulamaların bağışıklık sistemi üzerindeki etkilerinin yalnızca biyokimyasal değil, aynı zamanda nöroimmünolojik düzeyde de değerlendirilmesi gerekmektedir. Zira stresin bağışıklık fonksiyonu üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılmasında geleneksel yöntemlerin olumlu katkılar sunduğu klinik çalışmalarda bildirilmektedir (Chen vd., 2018).

Her ne kadar bu yöntemlerin bazıları geleneksel halk bilgisine dayansa da, son yıllarda bilimsel literatürde yer alan çok sayıda çalışma, bu uygulamaların potansiyel immünolojik etkilerini incelemekte ve çeşitli bağışıklık sistemi hastalıklarında tamamlayıcı tedavi olarak kullanım potansiyellerini değerlendirmektedir (Sönmez, 2022).

### **Fitoterapi ve bağışıklık**

Fitoterapi, bitkisel kaynaklı ürünlerin koruyucu, destekleyici ya da tedavi edici amaçlarla kullanıldığı geleneksel bir uygulama alanıdır. Bu yöntem, tarih boyunca birçok toplumda hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde kullanılmış, günümüzde ise modern bilimsel yöntemlerle desteklenen tamamlayıcı bir sağlık yaklaşımı haline gelmiştir (Demirci & Günay, 2020).

Bağışıklık sistemi, doğal (doğuştan) ve kazanılmış (adaptif) olmak üzere iki ana bileşenden oluşur. Fitoterapide kullanılan birçok bitki, her iki bağışıklık yanıtını da etkileyerek organizmanın enfeksiyon etkenlerine karşı direncini artırabilir (Williamson vd., 2013). Bu bitkisel ajanlar, antioksidan, antiinflamatuvar, antiviral ve immünostimülan etkileriyle bağışıklık sistemini doğrudan ya da dolaylı yollarla destekleyebilirler. Örneğin, Echinacea purpurea bitkisinin doğal öldürücü hücre (NK hücresi) aktivitesini artırarak viral enfeksiyonlara karşı koruyucu rol oynadığı bildirilmektedir (Sharifi-Rad vd., 2018).

Benzer şekilde, Astragalus membranaceus gibi bitkilerin T hücre aktivitesini düzenleyici ve interferon üretimini artırıcı etkileri olduğu, hem hayvan çalışmaları hem de insan verileriyle gösterilmiştir (Zhang vd., 2009). Zencefil (*Zingiber officinale*) ve zerdeçal (*Curcuma longa*) gibi yaygın kullanılan baharatların ise inflamatuvar sitokin üretimini azaltarak bağışıklık sistemi yanıtının dengelenmesinde etkili olabileceği düşünülmektedir (Gautam vd., 2020). Bu bitkiler, bağışıklık sisteminde aşırı veya yetersiz yanıtların dengelenmesini sağlayarak, özellikle kronik inflamasyon ve otoimmün hastalıklar gibi durumlarda potansiyel faydalar sunabilir.

Fitoterapötik ajanların immün yanıt üzerindeki etkileri sadece aktif bileşenleri ile sınırlı değildir. Fitokimyasalların sinerjistik etkileşimleri,

organizma üzerindeki bütüncül etkilerin ortaya çıkmasını sağlar. Bu nedenle, geleneksel reçetelerde sıklıkla birden fazla bitkinin birlikte kullanılması dikkat çekicidir. Ancak bu sinerjistik yapının bilimsel olarak analiz edilmesi karmaşık ve kapsamlı araştırmalar gerektirir (Heinrich vd., 2020).

Fitoterapide kullanılan bitkisel ürünlerin standardizasyonu, güvenliği, dozajı ve farmakokinetik özellikleri henüz birçok ülkede tam anlamıyla standardize edilmemiştir. Bu durum, bağışıklık sistemi üzerine etkilerinin değerlendirilmesinde dikkatli olunmasını gerekli kılmaktadır. Ayrıca, bazı fitoterapötiklerin bağışıklık sistemini aşırı uyarabileceği ve otoimmün hastalıkları tetikleyebileceği de unutulmamalıdır (Yılmaz & Erci, 2021). Bu nedenle, fitoterapötik müdahaleler bireyin sağlık durumu, yaş, kronik hastalık öyküsü ve kullandığı ilaçlar dikkate alınarak planlanmalıdır.

### Akupunktur ve bağışıklık

Akupunktur, geleneksel Çin tıbbının en temel bileşenlerinden biri olup vücutta belirli noktalara iğne batırılması yoluyla fizyolojik dengenin sağlanmasını hedefleyen bir uygulamadır. GÇT'ye göre insan sağlığı, "Qi" olarak adlandırılan yaşam enerjisinin vücut boyunca düzenli akışıyla korunur. Bu enerji akışında meydana gelen bozulmalar çeşitli hastalıkların temelini oluşturur (Kaptanoğlu, 2020). Modern bilim ise akupunkturun, sinir, endokrin ve bağışıklık sistemleri arasındaki etkileşimleri düzenleyerek immün modülasyonu sağladığını ortaya koymuştur (Liu vd., 2015).

Bağışıklık sistemi, organizmanın zararlı mikroorganizmalara, toksinlere veya hücre içi hasarlara karşı savunma geliştirmesini sağlayan karmaşık bir sistemdir. Akupunktur uygulamaları, bu sistemin özellikle hücresel ve humoral bileşenleri üzerinde doğrudan veya dolaylı etkiler gösterebilmektedir. Yapılan çalışmalarda, akupunktur uygulamasının doğal öldürücü hücre aktivitesini artırabildiği, T lenfosit proliferasyonunu desteklediği ve makrofaj fagositozunu teşvik ettiği rapor edilmiştir (Kim vd, 2013). Bu durum, özellikle viral enfeksiyonlar ve bağışıklık baskılanmasına neden olan hastalıklarda akupunkturun destekleyici rolünü gündeme getirmektedir.

Ek olarak, akupunktur uygulamaları inflamatuvar süreçleri düzenleyerek bağışıklık sisteminde homeostatik dengeye katkı sağlayabilir. Özellikle proinflamatuvar sitokinlerden olan interlökin-6 (IL-6), tümör nekroz faktör-alfa (TNF- $\alpha$ ) ve interferon-gamma (IFN- $\gamma$ ) gibi moleküllerin düzeylerinin düşürülmesinde etkili olabileceği gösterilmiştir (Yoo vd., 2014). Bu etkiler, özellikle kronik inflamasyon, otoimmün hastalıklar ve alerjik reaksiyonlarda terapötik fayda sağlayabilir.

Fonksiyonel görüntüleme yöntemleri (örneğin fMRI) ile yapılan çalışmalarda ise akupunkturun, beyinde hipotalamus-hipofiz-adrenal (HHA) aksı ve otonom sinir sistemi üzerinden bağışıklık regülasyonuna katkı sağladığı bildirilmiştir. Bu durum, immün sistemin nöroimmünolojik yollarla düzenlenebildiğine dair güçlü kanıtlar sunmaktadır (Zhou & Longhurst, 2012).

Türkiye’de de Sağlık Bakanlığı tarafından onaylanan geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları arasında yer alan akupunktur, kanıta dayalı uygulamalarla bütünleştirilerek bağışıklık sisteminin desteklenmesinde kullanılabilmektedir. Ancak her hastaya uygulanmadan önce bireysel immün durumun değerlendirilmesi, hastalık öyküsünün incelenmesi ve bilimsel rehberlik çerçevesinde uygulanması büyük önem taşımaktadır.

### **Probiyotikler ve bağışıklık**

Probiyotikler, yeterli miktarda alındığında konakçı sağlığı üzerinde olumlu etkiler gösteren canlı mikroorganizmalardır. Bağırsak mikrobiyotası ile bağışıklık sistemi arasında güçlü bir etkileşim bulunduğu günümüzde iyi belgelenmiştir. Bu nedenle probiyotiklerin bağışıklık sistemini düzenleyici rolleri hem koruyucu hem de terapötik potansiyel açısından dikkat çekmektedir (Turgay, 2020).

İnsan bağırsağında yer alan milyarlarca mikroorganizma, bağışıklık sisteminin eğitilmesinde ve bağışıklık yanıtının modülasyonunda önemli rol oynar. Probiyotikler bu doğal dengeye katkı sağlayarak hem doğuştan hem de sonradan kazanılmış bağışıklık yanıtını düzenleyebilir. Özellikle *Lactobacillus* ve *Bifidobacterium* türleri üzerine yapılan çalışmalar, bu bakterilerin makrofaj aktivitesini artırabildiğini, sitokin dengesini düzenlediğini ve immünoglobulin A (IgA) üretimini desteklediğini göstermiştir (Azad vd., 2018).

Probiyotiklerin immün yanıt üzerindeki etkileri hem hücresel hem de humoral düzeyde gerçekleşmektedir. Dendritik hücrelerin uyarılması, düzenleyici T hücrelerinin aktivasyonuna katkı sağlamakta ve bu durum özellikle otoimmün hastalıklarda immün tolerans açısından önem kazanmaktadır (Bron vd, 2012). Ayrıca, probiyotikler patojenlerle rekabet ederek epitel bariyer bütünlüğünü korumakta ve inflamatuvar yanıtları azaltabilmektedir (Garcia vd., 2010). Bu etkiler hem gastrointestinal sistem hem de sistemik bağışıklık fonksiyonları üzerinde olumlu yansımalar oluşturur.

Günümüzde probiyotiklerin enfeksiyon hastalıklarında, alerjik reaksiyonlarda, inflamatuvar bağırsak hastalıklarında ve antibiyotik ilişkili

ishal gibi durumlarda tamamlayıcı tedavi aracı olarak kullanılabildiği gösterilmiştir. Bununla birlikte, probiyotiklerin etkisi mikroorganizma türüne, dozuna, uygulama süresine ve bireyin mikrobiyota yapısına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Yılmaz & Çetinkaya, 2021).

### Geleneksel gıdalar ve bağışıklık

Geleneksel beslenme biçimleri, sadece kültürel bir öge değil, aynı zamanda bağışıklık sisteminin desteklenmesinde işlevsel bir rol üstlenen biyolojik bir araç olarak değerlendirilmektedir. Fermente ürünler, baharatlar, bitkisel karışımlar ve geleneksel pişirme teknikleri, immünolojik sağlığın korunmasında tarih boyunca kullanılagelmıştır. Bu tür gıdalar, doğal antioksidanlar, prebiyotik lifler, immünomodülatör bileşenler ve mikrobiyota dostu bileşikler içererek bağışıklık sistemi fonksiyonlarını olumlu yönde etkileyebilmektedir (Roberfroid, 2007; Güler, 2021).

Özellikle fermente süt ürünleri (örneğin yoğurt, kefir) ve sirke hem probiyotik hem de prebiyotik özellikler taşıyan geleneksel gıdalardır. Bu ürünler, bağırsak mikrobiyotasını düzenleyerek immün sistemin mukozal bariyerini desteklemekte; aynı zamanda kısa zincirli yağ asitlerinin üretimini artırarak inflamatuvar yanıtların modülasyonuna katkıda bulunmaktadır (Marco vd., 2017). Bununla birlikte, Anadolu mutfağında yaygın olarak kullanılan sarımsak, zencefil, zerdeçal gibi doğal ürünler de antimikrobiyal ve antiinflamatuvar etkileriyle öne çıkmakta, doğuştan bağışıklık yanıtlarını aktive edebilmektedir (Rahman, 2007; Koç & Özdemir, 2020).

Ayrıca, geleneksel çorbalar (örneğin kelle paça, işkembe), kemik iliği ve kolajen açısından zengindir. Bu bileşenlerin bağ dokusu sağlığı ve inflamasyon kontrolü üzerindeki etkileri son yıllarda daha yakından incelenmektedir (Rogers vd, 2021). Geleneksel bitki çayları (ıhlamur, adaçayı, ekinezya gibi) ise, fitokimyasallar ve flavonoidler açısından zengindir; bu moleküller özellikle üst solunum yolu enfeksiyonlarında bağışıklığı destekleyen tamamlayıcı ajanlar olarak değerlendirilmektedir (Nunes vd, 2020).

Geleneksel diyetlerin bağışıklık sistemine olan katkısı, sadece tekil gıdaların etkisiyle sınırlı değildir. Gıdaların birlikte pişirilme, saklanma ve tüketilme biçimleri, mikrobiyal denge, enflamasyon seviyesi ve bağışıklık hücrelerinin yanıt kalitesi üzerinde bütüncül etkiler yaratabilmektedir. Örneğin, Akdeniz diyeti ve geleneksel Türk mutfağı, düşük işlenmiş gıda içeriği, yüksek lif ve polifenol zenginliği ile immün sistemi olumlu yönde etkileyen yapılar sunar (Pérez-Cano & Castell, 2016).

## Sonuç

Bağışıklık sistemi, vücudun iç ve dış çevresinden kaynaklanan tehditlere karşı geliştirdiği çok katmanlı bir savunma mekanizmasıdır. Bu sistemin etkinliği, hem doğuştan gelen hızlı yanıt mekanizmaları hem de kazanılmış bağışıklığın özgül ve uzun süreli etkileri ile sağlanır. Günümüzde bağışıklık sisteminin sadece patojenlere karşı değil, aynı zamanda inflamasyonun düzenlenmesi, doku onarımı ve mikrobiyal denge gibi pek çok fizyolojik süreçte rol oynadığı bilinmektedir. Bu durum, immün sistemin çok yönlü ve hassas bir denge içinde çalıştığını ortaya koymaktadır.

Bu bölümde ele alınan bilimsel veriler, bağışıklık sisteminin işleyişinin yalnızca genetik ya da mikrobiyal faktörlere değil; aynı zamanda beslenme durumu, yaşam tarzı, psikolojik stres düzeyi ve çevresel etkenler gibi çok sayıda faktöre bağlı olduğunu göstermektedir. Özellikle mikro ve makro besin öğeleri ile antioksidanların bağışıklık hücrelerinin farklılaşması, sinyalleşmesi ve efektör fonksiyonları üzerinde doğrudan etkili olduğu pek çok çalışmayla ortaya konmuştur. Bu bağlamda, bağışıklık sağlığının korunması ve güçlendirilmesinde yeterli ve dengeli beslenmenin önemi tartışmasıdır.

Öte yandan, geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamaları, özellikle fitoterapi, akupunktur, probiyotik kullanımı ve geleneksel gıdalar gibi yaklaşımlar bağışıklık fonksiyonlarının desteklenmesi amacıyla hem halk arasında hem de bilimsel çevrelerde artan bir ilgiyle takip edilmektedir. Bu uygulamaların çoğu, anti-inflamatuar, antioksidan veya immünomodülatör etkiler göstererek bağışıklık sistemine dolaylı ya da doğrudan katkı sağlayabilmektedir. Ancak bu tür yaklaşımların bilimsel geçerliliğinin dikkatle değerlendirilmesi, farmakolojik etkilerinin tanımlanması ve klinik kanıtlarla desteklenmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, bağışıklık sistemi bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalı, modern tıbbi bilgilerle birlikte geleneksel uygulamaların entegrasyonu dikkatli ve kanıta dayalı bir biçimde gerçekleştirilmelidir. Bağışıklık fonksiyonlarını etkileyen biyolojik, çevresel ve kültürel faktörlerin daha iyi anlaşılması hem hastalıkların önlenmesi hem de tedavi süreçlerinin etkinliği açısından büyük önem taşımaktadır. Gelecekte yapılacak disiplinler arası araştırmalar, geleneksel yaklaşımların immün sistem üzerindeki etkilerini daha kapsamlı biçimde ortaya koyacak ve sağlık bilimlerinde yeni bakış açıları geliştirilmesine katkı sunacaktır.

## Kaynakça

- Abbas, A. K., Lichtman, A. H., & Pillai, S. (2022). *Basic Immunology: Functions and Disorders of the Immune System* (6th ed.). Elsevier.
- Akbulut, H. (2018). Bağışıklık sisteminin temel özellikleri. *Türkiye Klinikleri İmmünoloji-Alerji-Özel Konular*, 11(3), 156-162.
- Akın, B. (2020). Doğuştan bağışıklık ve doğal öldürücü hücreler. *İmmünoloji Dergisi*, 5(1), 15-22.
- Amarante-Mendes GP, Adjemian S, Branco LM, Zanetti LC, Weinlich R, Bortoluci KR. Pattern Recognition Receptors and the Host Cell Death Molecular Machinery. *Front Immunol*. 2018;9:2379.
- Aranow, C. (2011). Vitamin D and the immune system. *Journal of Investigative Medicine*, 59(6), 881-886.
- Atak Yücel, A., & Yaman, M. (2022). İmmünolojiye Giriş. In Ö. Kısa (Ed.), *Sağlık Bilimlerinde Mikrobiyoloji – Temel Bilgiler* (s. 99-112).
- Azad, M. A. K., Sarker, M., Li, T., & Yin, J. (2018). Probiotic species in the modulation of gut microbiota: An overview. *BioMed Research International*, 2018, 1-8.
- Belkaid, Y., & Hand, T. W. (2014). Role of the microbiota in immunity and inflammation. *Cell*, 157(1), 121-141.
- Besedovsky, L., Lange, T., & Born, J. (2012). Sleep and immune function. *Pfugers Archiv - European Journal of Physiology*, 463(1), 121-137.
- Bron, P. A., Kleerebezem, M., Brummer, R. J., Cani, P. D., Mercenier, A., MacDonald, T. T., ... & Wells, J. M. (2012). Can probiotics modulate human disease by impacting intestinal barrier function? *British Journal of Nutrition*, 107(1), 93-107.
- Calder, P. C. (2021). Nutrition, immunity and COVID-19. *BMJ Nutrition, Prevention & Health*, 4(1), 74-92.
- Chen, M., Cheng, Y. W., & Wen, M. C. (2018). The immunomodulatory effects of acupuncture in inflammatory diseases. *Frontiers in Neuroscience*, 12, 1234.
- Coşkun, N. (2018). *Bağışıklık Sistemi ve Klinik Önemi*. Ankara: Nobel Tıp Kitabevi.
- Çelik, H., & Arslan, H. (2020). Bağışıklık sistemi üzerine beslenmenin etkisi. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 15(1), 45-58.
- Delves, P. J., Martin, S. J., Burton, D. R., & Roitt, I. M. (2017). *Roitt's essential immunology* (13th ed.). Wiley-Blackwell.
- Demirci, N., & Günay, O. (2020). Fitoterapötik ürünlerin bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri. *Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Dergisi*, 3(2), 77-85.
- Dhiman, K. S., & Misra, N. (2018). Immunity and Ayurveda: A Review. *AYU (An International Quarterly Journal of Research in Ayurveda)*, 39(1), 5-11.

- Dinareello, C. A. (2011). Interleukin-1 in the pathogenesis and treatment of inflammatory diseases. *Blood*, 117(14), 3720-3732.
- Fulop, T., Larbi, A., Dupuis, G., Le Page, A., Frost, E. H., Cohen, A. A., & Pawelec, G. (2018). Immunosenescence and inflamm-aging as two sides of the same coin. *Frontiers in Immunology*, 8, 1960.
- Gareau, M. G., Sherman, P. M., & Walker, W. A. (2010). Probiotics and the gut microbiota in intestinal health and disease. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 7(9), 503-514.
- Gautam, R., Jachak, S. M., Saklani, A., & Sinha, S. (2020). Immunomodulatory and anti-inflammatory role of curcumin and gingerol: Evidence from preclinical studies. *Phytotherapy Research*, 34(8), 1838-1853.
- Glaser, R., & Kiecolt-Glaser, J. K. (2005). Stress-induced immune dysfunction: Implications for health. *Nature Reviews Immunology*, 5(3), 243-251.
- Güler, G. (2021). Geleneksel Fermente Gıdaların İnsan Sağlığına Etkileri. *Gıda ve Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(1), 25-35.
- Gündüz, E., & Karaca, G. (2019). Sitokinler ve başışıklık sistemi üzerindeki etkileri. *Türk İmmünoloji Dergisi*, 4(1), 22-30.
- Heinrich, M., Barnes, J., Gibbons, S., & Williamson, E. M. (2020). *Fundamentals of Pharmacognosy and Phytotherapy* (3rd ed.). Elsevier.
- Janeway, C. A., Travers, P., Walport, M., & Shlomchik, M. J. (2020). *Immunobiology: The Immune System in Health and Disease* (9th ed.). Garland Science.
- Kaptanoğlu, A. Y. (2020). Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları: Akupunktur. *Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Dergisi*, 40(3), 212-219.
- Karim M. Yatim, Fadi G. A brief journey through the immune system. *Clin J Am Soc Nephrol* 2015; 10(7): 1274-1281.
- Kav, S., & Ögüt, N. (2020). Akupunkturun başışıklık sistemi üzerindeki etkileri. *Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Dergisi*, 3(1), 25-31.
- Kim, H. W., Lim, H. M., & Lee, M. S. (2013). Acupuncture for immune modulation: A review of recent clinical and experimental studies. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 1-8.
- Kitano, H. (2002). Systems biology: A brief overview. *Science*, 295(5560), 1662-1664.
- Koç, A., & Özdemir, M. (2020). Başışıklık Sistemini Destekleyen Geleneksel Bitkisel Ürünler. *Anadolu Eczacılık Dergisi*, 4(2), 65-78.
- Köksal, C. (2019). Başışıklık sisteminin temel özellikleri. *Türkiye Klinikleri İmmünoloji Alerji-Özel Konular*, 12(2), 1-8.
- Labrecque N, Cermakian N. Circadian clocks in the immune system. *Journal of Biological Rhythms* 2015; 4, 277-290.

- Langhorst, J., Musial, F., Klose, P., Mikolai, J., & Dobos, G. J. (2013). Complementary and Alternative Therapies in Inflammatory Bowel Disease: A Systematic Review. *Journal of Crohn's and Colitis*, 7(11), 889–903.
- Liu, S., Wang, Z., Su, Y., Qi, L., Yang, W., Fu, M., ... & Lao, L. (2015). A neuroanatomical basis for electroacupuncture to drive the vagal–adrenal axis. *Nature Neuroscience*, 18(10), 1572–1583.
- Marco, M. L., Heeney, D., Binda, S., Cifelli, C. J., Cotter, P. D., Foligné, B., ... & Hutkins, R. (2017). Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond. *Current Opinion in Biotechnology*, 44, 94–102.
- Marrack, P., & Kappler, J. (2012). The T cell receptor. *Science*, 296(5573), 1861–1864.
- Medzhitov, R. (2007). Recognition of microorganisms and activation of the immune response. *Nature*, 449(7164), 819–826.
- Mehta, H., & Guidot, D. M. (2017). Cigarette smoke, alcohol, and the immune system. *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology*, 312(4), L503–L514.
- Murphy, K., & Weaver, C. (2017). *Janeway's Immunobiology* (9th ed.). New York: Garland Science.
- Netea MG, Schlitzer A, Placek K, Joosten LAB, Schultze JL. Innate and adaptive immune memory: an evolutionary continuum in the host's response to pathogens. *Cell Host Microbe* 2019; 25(1):13–26
- Netea, M. G., et al. (2016). Trained immunity: a program of innate immune memory in health and disease. *Science*, 352(6284), aaf1098.
- Nieman, D. C., & Wentz, L. M. (2019). The compelling link between physical activity and the body's defense system. *Journal of Sport and Health Science*, 8(3), 201–217.
- Nunes, S., Freitas, V., Almeida, L., & Rocha, J. (2020). Flavonoids as immunomodulators. *Nutrients*, 12(3), 661.
- Özdemir, M., & Dilek, İ. (2021). Sitokinler ve klinik önemi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(2), 65–72.
- Patwardhan, B., Warude, D., Pushpangadan, P., & Bhatt, N. (2005). Ayurveda and Traditional Chinese Medicine: A Comparative Overview. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2(4), 465–473.
- Pérez-Cano, F. J., & Castell, M. (2016). Immune enhancement by dietary polyphenols in animals. *British Journal of Nutrition*, 116(S1), S87–S103.
- Plotkin, S. A. (2014). Correlates of protection induced by vaccination. *Clinical and Vaccine Immunology*, 17(7), 1055–1065.
- Rahman, K. (2007). Effects of garlic on immunity and immune cells. *Nutrition*, 23(7–8), 701–711.

- Ricklin, D., Hajishengallis, G., Yang, K., & Lambris, J. D. (2010). Complement: a key system for immune surveillance and homeostasis. *Nature Immunology*, 11(9), 785-797.
- Roberfroid, M. B. (2007). Prebiotics: the concept revisited. *The Journal of Nutrition*, 137(3 Suppl 2), 830S-837S.
- Rogers, T. S., et al. (2021). Collagen supplementation and its role in skeletal muscle and connective tissue health. *Nutrients*, 13(11), 3965.
- Segerstrom, S. C., & Miller, G. E. (2004). Psychological stress and the human immune system. *Psychological Bulletin*, 130(4), 601-630.
- Sharifi-Rad, J., Sureda, A., Tenore, G. C., Daglia, M., Sharifi-Rad, M., Valussi, M., ... & Iriti, M. (2018). Echinacea plants as antioxidant and immunomodulatory agents: From traditional medicine to biotechnological applications. *Phytotherapy Research*, 32(9), 1653-1663.
- Sönmez, İ. (2022). Geleneksel tıpta başışıklık sistemini destekleyici bitkisel yaklaşımlar. *Fitoterapi ve Tamamlayıcı Tıp Dergisi*, 7(2), 89-96.
- Steinman, R. M. (2007). Dendritic cells: understanding immunogenicity. *European Journal of Immunology*, 37(S1), S53-S60.
- Szabo, G., & Saha, B. (2015). Alcohol's effect on host defense. *Alcohol Research: Current Reviews*, 37(2), 159-170.
- Şimşek, M. (2021). Kazanılmış başışıklığın hücresel ve moleküler mekanizmaları. *Güncel Tıp Dergisi*, 11(3), 185-192.
- Takeuchi, O., & Akira, S. (2010). Pattern recognition receptors and inflammation. *Cell*, 140(6), 805-820.
- Turgay, A. (2020). Probiyotikler ve başışıklık sistemi. *Mikrobiyota ve Sağlık Dergisi*, 4(2), 55-61.
- Ünal, S. (2021). *İmmün Sistem Ve Fizyolojik İşleyişi*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi.
- Williamson, E. M., Driver, S., & Baxter, K. (2013). *Stockley's herbal medicines interactions*. Pharmaceutical Press.
- Yılmaz, A., & Çetinkaya, S. (2021). Probiyotiklerin başışıklık sistemi üzerindeki etkileri. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 10(1), 45-53.
- Yılmaz, E., & Erci, B. (2021). Başışıklık sistemine yönelik tamamlayıcı ve geleneksel yaklaşımlar: Kanıta dayalı bir derleme. *Türkiye Sağlık Bilimleri Dergisi*, 16(4), 303-311.
- Yoo, S. S., Teh, E. K., Blinder, R. A., & Jolesz, F. A. (2014). Modulation of immune parameters with acupuncture. *NeuroImage*, 84, 618-626.
- Zhang, W., Wang, G., Li, P., Wang, Y., & Wei, Y. (2009). Astragalus membranaceus: A review of its protection against inflammation and gastrointestinal cancers. *American Journal of Chinese Medicine*, 37(04), 569-590.

- Zhou, W., & Longhurst, J. C. (2012). Neuroendocrine mechanisms of acupuncture in the treatment of hypertension. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2012, Article ID 878673.
- Zhou, Y., Hou, Y., Shen, J., Mehra, R., Kallianpur, A., & Culver, D. A. (2020). A Review of the Relationship Between Traditional Chinese Medicine and Immune Regulation. *Frontiers in Pharmacology*, 11, 582.
- Zhou, Y., Zhang, Y., Lian, X., et al. (2016). Traditional Chinese medicine in treating influenza: From basic science to clinical applications. *Journal of Ethnopharmacology*, 191, 321–336.



## Pandemi Sonrası Halk Sağlığı Stratejilerinde Fonksiyonel Yaklaşımlar

Veysel Kızıllarslan<sup>1</sup>

### Özet

COVID-19 pandemisi, küresel sağlık sistemlerinin dayanıklılığını ve müdahale kapasitesini ciddi bir biçimde sınamış, halk sağlığı alanında yeni stratejik yaklaşımların gerekliliğini gözler önüne sermiştir. Pandemi süreci; bulaşıcı hastalıkların kontrolü, sağlık hizmetlerine erişim, sağlık iletişimi ve toplum katılımı gibi temel halk sağlığı unsurlarında önemli zafiyetlerin olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışma, pandemi sonrası dönemde halk sağlığı politikalarının işlevselliğini artırmaya yönelik stratejik yaklaşımları disiplinlerarası bir çerçevede ele almayı amaçlamaktadır.

Pandemi süreci, bağışıklık odaklı politikaların eksikliklerini ve potansiyel gelişim alanlarını gözler önüne sermiştir. Örneğin, aşı dağıtımındaki eşitsizlikler, bilgi kirliliği ve aşı tereddütü ya da reddi gibi sorunlar, bu politikaların etkinliğini sınırlamıştır. Ayrıca, kronik hastalıkların bağışıklık sistemi üzerindeki olumsuz etkileri ve sosyal belirleyicilerin rolü, halk sağlığı müdahalelerinde çok yönlü yaklaşımlar gerektirdiğini göstermiştir.

Pandemi sonrası halk sağlığı stratejilerinde, toplum temelli eğitim ve farkındalık programları sadece bir destek unsuru değil, stratejik bir gereklilik olarak ele alınmalıdır. Bireylerin sağlık davranışlarını olumlu yönde değiştiren, dayanıklılık oluşturan ve sistemle etkileşimini güçlendiren bu programlar, kriz dönemlerinde olduğu kadar normal zamanlarda da kamu sağlığının sürdürülebilirliğini sağlar. Bu bağlamda, sağlık profesyonelleri, yerel yönetimler, eğitim kurumları ve medya kuruluşları arasında güçlü bir iş birliği ağı kurulmalı ve eğitim stratejileri dinamik, erişilebilir ve kültürel olarak duyarlı hale getirilmelidir.

1 Öğr. Gör. Dr. Bingöl Üniversitesi, ORCID No: 0000-0001-9362-4776,  
e-mail: vkizillarslan@bingol.edu.tr

## Giriş

COVID-19 pandemisi, küresel sağlık sistemlerinin dayanıklılığını ve müdahale kapasitesini ciddi bir biçimde sınamış, halk sağlığı alanında yeni stratejik yaklaşımların gerekliliğini gözler önüne sermiştir. Pandemi süreci; bulaşıcı hastalıkların kontrolü, sağlık hizmetlerine erişim, sağlık iletişimi ve toplum katılımı gibi temel halk sağlığı unsurlarında önemli zafiyetlerin olduğunu ortaya koymuştur (Morgan & Pebody, 2022). Bu süreçten elde edilen deneyimler, pandemi sonrası dönemde daha işlevsel, esnek ve bütüncül halk sağlığı stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır.

Fonksiyonel yaklaşım, yalnızca hastalıkların tedavisine değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve çevresel bağlamlarda sağlık belirleyicilerinin bütünsel bir şekilde ele alınmasına odaklanır (Frieden et al., 2021). Bu yaklaşım; kriz yönetiminde sistemler arası entegrasyonu, toplum temelli müdahaleleri ve sürdürülebilir sağlık politikalarını ön plana çıkarmaktadır. Pandemi sonrası dönemde halk sağlığı sistemleri, yalnızca acil durumlara yanıt veren yapılar olmaktan çıkıp, toplumsal dayanıklılığı artıran, sağlık eşitsizliklerini azaltan ve sağlığın sosyal belirleyicilerini merkezine alan bir yapıya dönüşmek zorundadır (Jones & Hameiri, 2022).

Uluslararası sahnede halk sağlığının nasıl çerçevelendirildiği ve değerlendirildiği konusunda bir revizyon ihtiyacı olduğu gerçeği, temel noktadır. Böyle bir revizyonun, insan odaklı bir yaklaşım kullanarak mevcut güç dengesizliklerini hesaba katması, çerçeve için önemli bir husustur. Çözümlemesi gereken yaklaşımlar, mevcut sistemik eksiklikleri tanımak ve bunlara yanıt vermektir. Önemli olan, pandeminin uluslararası kurumların başarısızlıklarını ortaya çıkarması ve küresel sağlık eşitsizliklerinin artmasına neden olan güç akışlarından koruyan yeni bir yaklaşım gerektirmesidir (Ferreira et al., 2023). Bu bağlamda, pandemi sonrası halk sağlığı stratejilerinin yeniden yapılandırılması; yönetim, veri temelli karar alma, toplum katılımı, çok sektörlü iş birlikleri ve dijital sağlık teknolojilerinin entegrasyonu gibi fonksiyonel unsurlar üzerinden değerlendirilmelidir (Ragavan & Barooah, 2024). Bu çalışma, pandemi sonrası dönemde halk sağlığı politikalarının işlevselliğini artırmaya yönelik stratejik yaklaşımları disiplinlerarası bir çerçevede ele almayı amaçlamaktadır.

## COVID-19 sonrası bağışıklık odaklı halk sağlığı politikaları

COVID-19 pandemisi, dünya genelinde sağlık sistemlerini ve halk sağlığı uygulamalarını derinden etkileyen benzersiz bir küresel sağlık krizi olarak ortaya çıkmıştır. Bu kriz, sadece hastalıkların kontrolünde değil, aynı zamanda bağışıklık sisteminin desteklenmesi ve güçlendirilmesi

stratejilerinde de temel dönüşümlere yol açmıştır (Morgan & Pebody, 2022). Pandemi sonrası dönemde, halk sağlığı politikalarında bağışıklık odaklı yaklaşımlar, toplumların salgınlara karşı dirençlerini artırmak ve gelecekteki sağlık tehditlerine karşı hazırlıklı olmalarını sağlamak amacıyla öncelikli hale gelmiştir (Morens et al., 2020).

COVID-19 pandemisi, küresel halk sağlığı sistemlerini ve bağışıklık stratejilerini yeniden değerlendirme gerekliliğini açığa çıkarmıştır. Virüsün hızlı yayılımı ve varyantların ortaya çıkması, bağışıklık kazanımının ve sürü bağışıklığının karmaşıklığını gözler önüne sermiştir (Orenstein et al., 2022). Pandemi sonrası dönemde, bağışıklık odaklı halk sağlığı politikaları, yalnızca bireysel aşılama oranlarını artırmaya yönelik değil, aynı zamanda toplum genelinde sürdürülebilir bağışıklık düzeylerini sağlamaya yönelik bütüncül yaklaşımları içermelidir. Bu bağlamda, etkili bağışıklama programları, toplum katılımı, eşitsizliklerin giderilmesi ve biyogüvenlik önlemleri entegre edilmelidir (Oomen & Gašpert, 2025).

Bağışıklık, bulaşıcı hastalıklarla mücadelede temel unsur olarak kabul edilir. Aşılar, toplumsal bağışıklığın sağlanmasında en etkili araçlardan biridir ve halk sağlığı politikalarının merkezinde yer alır (Wilder-Smith et al., 2017). COVID-19 pandemisi, yeni aşı teknolojilerinin hızla geliştirilip uygulanmasını sağlarken, bağışıklık kazanımındaki değişkenlikler, bağışıklığın süresi ve varyant etkileri gibi bilimsel belirsizlikleri de ortaya çıkarmıştır (Cohen & Burbelo, 2021). Bağışıklık odaklı halk sağlığı politikaları, bireylerin ve toplumların bağışıklık sistemlerini desteklemeye yönelik koruyucu ve geliştirici müdahaleleri kapsar. Bu politikalar, aşı programlarının yanı sıra beslenme, hijyen, stres yönetimi, kronik hastalıkların kontrolü ve çevresel faktörlerin düzenlenmesi gibi geniş bir sağlık yelpazesini içerir (Jamal et al., 2021; Oomen & Gašpert, 2025). COVID-19 pandemisi bağlamında, bu tür politikalar bağışıklık yanıtlarının optimize edilmesi, varyantların etkisinin azaltılması ve toplum bağışıklığının sürdürülebilir şekilde sağlanması açısından kritik önem kazanmıştır (Orenstein et al., 2022).

Pandemi sonrası bağışıklık odaklı politikalar, sadece aşı uygulamalarını değil, aynı zamanda bağışıklığın izlenmesi, etkili risk iletişimi ve toplumun bilinçlendirilmesini kapsamalıdır. Ayrıca, bağışıklık stratejilerinin sağlık eşitsizliklerini azaltacak şekilde tasarlanması, dezavantajlı grupların korunması açısından hayati önem taşır (Jeon & Kim, 2025).

Pandemi süreci, bağışıklık odaklı politikaların eksikliklerini ve potansiyel gelişim alanlarını gözler önüne sermiştir. Örneğin, aşı dağıtımındaki eşitsizlikler, bilgi kirliliği ve aşı tereddütü ya da reddi gibi sorunlar, bu politikaların etkinliğini sınırlamıştır (Dror et al., 2020). Ayrıca, kronik

hastalıkların bağışıklık sistemi üzerindeki olumsuz etkileri ve sosyal belirleyicilerin rolü, halk sağlığı müdahalelerinde çok yönlü yaklaşımlar gerektirdiğini göstermiştir (Netea et al., 2020).

## COVID-19 Sonrası Bağışıklık Politikalarının Temel Unsurları

### Dinamik aşı politikaları

COVID-19 varyantlarının ortaya çıkması ve bağışıklık süresinin sınırlı olması, esnek ve güncellenebilir aşı stratejileri gerektirdiğini ortaya koymuştur. Aşı tedarik zincirinin güvence altına alınması, üçüncü doz (hatırlatma dozları) uygulamalarının planlanması ve risk gruplarına öncelik verilmesi hayati bir role sahiptir (Watanabe et al., 2023).

### Toplum katılımı ve bilinçlendirme

Toplumun bağışıklık politikalarına aktif katılımı, aşılama oranlarının artırılması ve bilgi kirliliğinin önlenmesi için gereklidir. Pandemi sürecinde dezenformasyonun etkisi bağışıklık kazanımını olumsuz etkilemiş, bu da halk sağlığı iletişim stratejilerinin önemini artırmıştır (Dror et al., 2020).

### Veri temelli izleme ve erken uyarı sistemleri

Bağışıklık düzeylerinin düzenli izlenmesi ve varyantların takibi, halk sağlığı müdahalelerinin etkinliğini artırır. Bu amaçla, serolojik çalışmalar, enfeksiyon takip sistemleri ve dijital sağlık teknolojileri entegrasyonu gereklidir (Thompson et al., 2021).

### Küresel işbirliği ve eşitsizliklerin giderilmesi

COVID-19 pandemisi, aşıya erişimde yaşanan küresel eşitsizlikleri görünür kılmıştır. Adil ve eşit erişim politikalarının geliştirilmesi, pandeminin sona erdirilmesinde temel unsurdur (Wouters et al., 2021).

### Bağışıklık odaklı politikaların bileşenleri

**Aşı programları:** COVID-19 aşılarının geliştirilmesi ve dağıtımı, pandeminin kontrolünde temel strateji olmuştur. Etkili aşı politikaları, eşit erişim, güvenlik, yan etki takibi ve halkın aşıya olan güveninin artırılması üzerine kuruludur (Krammer, 2020; Wouters et al., 2021).

**Beslenme ve yaşam tarzı:** Bağışıklık sistemini destekleyen dengeli beslenme, fiziksel aktivite ve stres yönetimi programları, halk sağlığı politikalarında giderek önem kazanmaktadır (Calder et al., 2020).

**Halk sağlığı iletişimi:** Doğru ve şeffaf bilgi akışı, halkın bilinçlendirilmesi ve güvenin tesis edilmesi için elzemdir. Dezenformasyonla mücadele,

bağışıklık odaklı politikaların başarısında önemli rol oynamaktadır (Van Bavel et al., 2020).

**Çok sektörlü iş birliği:** Sağlık, eğitim, çevre ve sosyal hizmetler alanlarının iş birliği, bağışıklık odaklı stratejilerin etkinliğini artırır (Wenham et al., 2021).

COVID-19 sonrası dönemde, bağışıklık odaklı halk sağlığı politikalarının sürdürülebilirliği ve adaptasyonu, küresel sağlık güvenliği için vazgeçilmezdir (Van Bavel et al., 2020). Yeni varyantlar, biyoteknolojik gelişmeler ve değişen sosyoekonomik koşullar, bu politikaların dinamik bir yapıda sürekli güncellenmesini zorunlu kılmaktadır (Franz, 2024). Ayrıca, sağlık eşitsizliklerinin azaltılması ve küresel iş birliği mekanizmalarının güçlendirilmesi, pandemiye karşı bağışıklığın küresel ölçekte sağlanabilmesi için temel gereklilikler arasında yer almaktadır (Ferreira et al., 2023).

Pandemi sonrası halk sağlığı alanında bağışıklık odaklı politikalar, sadece bulaşıcı hastalıkların önlenmesi için değil, genel toplum sağlığının iyileştirilmesi ve sürdürülebilir sağlık sistemlerinin inşası için de stratejik öneme sahiptir. Bu politikaların başarıya ulaşması, bilimsel veriye dayalı karar alma, halkın aktif katılımı ve çok sektörlü iş birliği ile mümkündür (Van Bavel et al., 2020; Wenham et al., 2021). Gelecekte olası sağlık tehditlerine karşı hazırlıklı olmak için bağışıklık sistemini destekleyen bütüncül halk sağlığı yaklaşımlarının geliştirilmesi elzemdir (Ferreira et al., 2023).

COVID-19 sonrası bağışıklık odaklı halk sağlığı politikaları, multidisipliner ve kapsamlı bir yaklaşım gerektirmektedir. Aşılanmanın artırılması ve sürdürülmesi, toplumun bilinçlendirilmesi, veri tabanlı karar alma mekanizmalarının güçlendirilmesi ve küresel işbirliğinin teşvik edilmesi, gelecekteki pandemilere karşı toplum sağlığının korunmasında temel stratejiler olarak öne çıkmaktadır. Bu politikalar, sadece virüse karşı bağışıklığı değil, aynı zamanda halk sağlığı sistemlerinin dayanıklılığını da artıracaktır (Ferreira et al., 2023; Van Bavel et al., 2020; Wenham et al., 2021).

### Alternatif desteklerin halk sağlığına entegrasyonu

Geçmişte yaşanmış her bir pandemi ve COVID-19 pandemisi, küresel sağlık sistemlerinin yalnızca bulaşıcı hastalıklarla değil, aynı zamanda ruhsal, sosyal ve çevresel etkilerle de başa çıkmakta zorlandığını gözler önüne sermiştir (Van Bavel et al., 2020). Bu süreçte, geleneksel sağlık hizmetlerinin yanında tamamlayıcı ve alternatif sağlık yaklaşımlarının öneminin daha fazla olduğu açığa çıkmıştır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), özellikle toplumsal dayanıklılığın artırılmasında yerel bilgi, kültürel uygulamalar ve psikososyal

desteklerin halk sağlığı sistemlerine entegre edilmesini önermektedir (Hoenders et al., 2024).

Alternatif destekler, klasik tıbbi müdahalelere ek olarak bireyin fiziksel, zihinsel ve sosyal iyilik halini desteklemeyi amaçlayan yaklaşımlardır. Bunlar arasında bitkisel tedaviler, akupunktur, meditasyon, yoga, sanat terapileri, manevi danışmanlık, dijital ruh sağlığı uygulamaları ve toplumsal dayanışma ağları yer alır (Dhawan et al., 2022; Gureje et al., 2015). Pandemi sürecinde bu yaklaşımlara yönelim artmış, insanlar yalnızlık, belirsizlik ve sağlık kaygısıyla baş etmek için çeşitli alternatif yollara başvurmuştur (Zhou et al., 2020).

COVID-19 sürecinde sağlık sistemleri kapasite aşımı yaşarken, birçok ülkede bireyler psikolojik rahatlama ve stres yönetimi için tamamlayıcı tekniklere yönelmiştir. Örneğin, ABD’de yapılan bir araştırma, pandemi sırasında yetişkinlerin %35’inin meditasyon, dua ya da yoga gibi uygulamalara yöneldiğini göstermiştir (McClain et al., 2021). Ayrıca çevrimiçi terapiler, mobil sağlık uygulamaları (örneğin, Headspace, Calm) ve topluluk destek gruplarına olan ilgi artmıştır (Holmes et al., 2020).

Alternatif desteklerin halk sağlığına entegrasyonu, özellikle koruyucu sağlık hizmetlerinde ve ruh sağlığı alanında etkili olabilir. Psikososyal desteklerin toplum temelli sağlık sistemlerinde önemli bir rol oynayabileceğini belirtmektedir (Hoenders et al., 2024). Entegrasyonun faydaları şu şekilde sıralanabilir: Ruh sağlığı desteğinin yaygınlaşması, kültürel olarak duyarlı hizmet sunumu, bireylerin sağlık sistemine güveninin artması, toplum temelli dayanıklılığın desteklenmesi. Özellikle kırsal ve düşük gelirli bölgelerde, yerel şifacılar ve dini liderler aracılığıyla sağlık mesajlarının iletilmesi, toplumun katılımını artırabilmektedir (Holmes et al., 2020; Roman et al., 2020).

Bazı ülkeler pandemi sonrası dönemde alternatif desteklerin entegrasyonuna yönelik stratejiler geliştirmiştir: Almanya, tamamlayıcı tıp uygulamalarını sigorta kapsamına alarak bütüncül sağlık modelini teşvik etmektedir (Jeitler et al., 2024). Güney Kore, geleneksel Kore tıbbını resmi sağlık sistemine entegre etmiştir (Park et al., 2021). Türkiye’de, “Geleneksel ve Tamamlayıcı Tıp Uygulamaları Yönetmeliği” ile akupunktur, ozon terapi gibi uygulamalar sağlık kuruluşlarında sunulabilmektedir (Kavurmacı & Çetindağ, 2025). Bu gelişmeler, alternatif desteklerin yalnızca kriz dönemlerinde değil, uzun vadeli sağlık planlamalarında da yer alması gerektiğini ortaya koymaktadır (Dhawan et al., 2022).

Alternatif desteklerin entegrasyonu bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir: Etkinlik ve güvenilirlik açısından bilimsel kanıtlarla

desteklenmeyen uygulamaların yaygınlaşması risklidir. Eğitim ve denetim bakımından uygulayıcıların yetkinliği, halk sağlığı açısından kritik önem taşımaktadır. Eşit erişim bağlamında alternatif hizmetlerin sadece belirli sosyal gruplara hitap etmesi eşitsizlik yaratabilir. Bu nedenle, entegrasyon süreci bilimsel temele dayandırılmalı, etik ilkeler gözetilmeli ve hizmetlerin standardizasyonu sağlanmalıdır (Nahin et al., 2016; Urits et al., 2021).

Pandemi sonrası halk sağlığı sistemlerinin yeniden yapılandırılmasında, yalnızca biyomedikal yaklaşımlarla sınırlı kalmak yeterli değildir (Jamal et al., 2021). Alternatif desteklerin, özellikle ruh sağlığı, toplumsal dayanıklılık ve önleyici sağlık hizmetleri alanlarında sistematik şekilde entegre edilmesi gerekmektedir (Urits et al., 2021). Bilimsel araştırmalarla desteklenen, kültürel bağlamı gözetken ve etik temellere dayanan çok disiplinli entegrasyon modelleri, gelecekteki sağlık krizlerine karşı daha dirençli toplumların inşasına katkı sağlayacaktır (Frieden et al., 2021).

### **Zayıf bağışıklık sistemine yönelik toplumsal önlemler**

COVID-19 pandemisi, bağışıklık sistemi zayıf bireylerin bulaşıcı hastalıklara karşı ne kadar savunmasız olduğunu net biçimde ortaya koymuştur. Yaşlı bireyler, kronik hastalıkları olanlar, immünsupresif tedavi alan hastalar ve düşük sosyoekonomik düzeyde yaşayan bireyler bu süreçte en yüksek risk grupları arasında yer almıştır. Bu nedenle pandemi sonrası dönemde bağışıklık sistemi zayıf bireylerin korunmasına yönelik toplumsal düzeyde önlemler geliştirilmesi büyük bir gereklilik haline gelmiştir (Clark et al., 2020; Semenzato et al., 2021). Zayıf bağışıklık sistemi, vücudun enfeksiyonlara karşı yeterli yanıt verememesi durumudur. Bu durum doğuştan olabilir veya yaşlanma, kanser, HIV/AIDS, organ nakli sonrası kullanılan ilaçlar gibi nedenlerle gelişebilir. Pandemi süreci, bu bireylerin sadece tıbbi değil, aynı zamanda sosyal olarak da koruma altına alınması gerektiğini göstermiştir (Goldman et al., 2021).

Pandemi sonrası bağışıklık sistemi zayıf bireylerin korunması için toplum temelli stratejiler ön plana çıkmaktadır. Toplum sağlığı merkezleri aracılığıyla riskli bireylerin düzenli takibi sağlanmalı; dijital sağlık uygulamaları ile evden sağlık izleme sistemleri yaygınlaştırılmalıdır (Keesara et al., 2020). Zayıf bağışıklık sistemine sahip bireyler için öncelikli aşı politikaları oluşturulmalı, ayrıca evde aşılama programları desteklenmelidir (Cohen & Burbelo, 2021). Düşük gelirli ve yaşlı bireylere yönelik vitamin, mineral, taze gıda desteği içeren sosyal yardım modelleri uygulanmalıdır. Bu tür desteklerin bağışıklık fonksiyonu üzerinde olumlu etkileri olduğu bilinmektedir (Calder et al., 2020). Toplumun genel sağlık okuryazarlığını artırmaya yönelik kampanyalar

bağışıklık açısından önemli bir role sahiptir. Bu noktada; Fiziksel aktivite teşvik programları, sigara ve alkol kullanımının azaltılması, stres yönetimi ve uyku hijyeni eğitimleri gibi programlar toplumda yaygınlaştırılmalıdır (Mansur & Ertaş, 2022; Nieman & Wentz, 2019). Belediyeler ve halk sağlığı birimleri, bu alanlarda eğitim ve danışmanlık hizmetlerini yaygınlaştırarak zayıf bağışıklık sistemi olan bireylerin yaşam kalitesini artırabilir (Sönmez & Beyhan, 2021).

Toplumsal düzeyde alınacak çevresel önlemler, enfeksiyon riskini azaltmada etkili olabilir. Örneğin: Kapalı alanların havalandırma sistemlerinin iyileştirilmesi, toplu taşıma alanlarında hijyen standartlarının yükseltilmesi, bağışıklık sistemi zayıf bireylere özel zaman dilimlerinde hizmet verilmesi. Bu düzenlemeler, yalnızca bağışıklık sistemi zayıf bireyleri değil, tüm toplum için koruyucu bir çerçeve oluşturacaktır (Mansur & Ertaş, 2022; Morawska & Milton, 2020; Sönmez & Beyhan, 2021). Bağışıklık sistemi zayıf bireyleri korumaya yönelik önlemler yalnızca sağlık sistemi odaklı değil; sosyal, çevresel ve politik düzeyde çok yönlü olarak ele alınmalıdır. Toplum temelli sağlık hizmetleri, beslenme ve yaşam tarzı müdahaleleri, hijyenik çevre koşulları ve sağlık eşitliği perspektifi birlikte değerlendirildiğinde, bu bireylerin yaşam kalitesini artırmak ve yeni pandemilere karşı toplumsal dayanıklılığı güçlendirmek mümkün olacaktır (Mansur & Ertaş, 2022; Sönmez & Beyhan, 2021).

### **Kronik hastalık yönetiminde fonksiyonel sağlık modelleri**

Kronik hastalıklar, dünya genelinde morbidite ve mortalitenin başlıca nedenlerinden biri haline gelmiş, bireylerin yaşam kalitesini azaltan ve sağlık sistemleri üzerinde uzun vadeli yük oluşturan bir halk sağlığı sorunudur (World Health Organization, 2020). Bu nedenle kronik hastalıkların etkili yönetimi, yalnızca tıbbi müdahaleleri değil; bireyin fiziksel, psikolojik, sosyal ve çevresel alanlarda işlevselliğini korumasını hedefleyen fonksiyonel sağlık modellerini de içermelidir. Fonksiyonel sağlık modeli, hastanın yalnızca hastalığına değil, yaşamının bütünsel işleyişine odaklanarak, birey merkezli bir bakım anlayışını benimser (Doenges et al., 2022; Zuhur & Özpancar, 2017).

Fonksiyonel sağlık modelleri, bireyin günlük yaşam aktivitelerini, rol performansını, öz-bakım kapasitesini ve yaşam kalitesini değerlendirmeyi amaçlayan çok boyutlu modellerdir. Bu yaklaşımların merkezinde “sağlık” yalnızca hastalık yokluğu değil, bireyin fiziksel, bilişsel, emosyonel ve sosyal işlevlerini sürdürebilme yetisi olarak ele alınır (İncirkuş & Nahcivan, 2015; Zuhur & Özpancar, 2017).

En yaygın kullanılan modeller arasında Gordon'un Fonksiyonel Sağlık Örüntüleri, Orem'in Öz-Bakım Modeli, Roy Adaptasyon Modeli ve ICF (International Classification of Functioning, Disability and Health) gibi çerçeveler yer almaktadır (Alligood, 2017; Karlsson & Pennbrant, 2020).

Kronik hastalıklar, uzun süreli takip gerektiren, bireyin yaşam alışkanlıklarında değişiklik yapmasını zorunlu kılan sağlık durumlarıdır. Bu nedenle yönetim stratejileri, yalnızca ilaç tedavisine değil; bireyin yaşam biçimini düzenlemesine, kendi bakımını yönetebilmesine ve çevresel destekleri kullanabilmesine odaklanmalıdır (Anekwe & Rahkovsky, 2018).

Fonksiyonel sağlık modeli, **fiziksel işlevlerin izlenmesi** (hareketlilik, enerji düzeyi, ağrı), **psikososyal denge** (depresyon, stres yönetimi, aile ilişkileri), **beslenme ve eliminasyon örüntüleri**, **uyku ve dinlenme alışkanlıkları**, **öz-bakım gücü ve karar verme yeterliliği** gibi işlevsel ihtiyaçları bütüncül bir şekilde karşılamaktadır (İncirkuş & Nahcivan, 2015). Bu değerlendirme alanları sayesinde hasta, sadece “tedavi edilen” değil, aynı zamanda aktif “öz bakım uygulayıcısı” konumuna gelir (Cranley et al., 2020).

### Örnek fonksiyonel modeller ve kullanım alanları

#### *a. Gordon'un fonksiyonel sağlık örüntüleri*

Gordon modeli, bireyin 11 işlevsel alanda değerlendirilmesini önerir. Bu model hemşirelik sürecinde sık kullanılır ve özellikle kronik hasta değerlendirmelerinde bireyin genel durumunu sistematik olarak anlamada etkilidir (Gordon, 2014).

#### *b. Orem'in öz-bakım modeli*

Orem, bireyin öz-bakım ihtiyacına odaklanarak bireysel sağlık sorumluluğunu destekleyen bir yaklaşım sunar. Bu model, diyabet gibi hastalıklarda glikoz takibi, beslenme düzeni ve insülin uygulaması gibi bireysel uygulamaların sürdürülmesini teşvik eder (Berbiglia & Thy, 2021).

#### *c. Roy'un adaptasyon modeli*

Bu model, bireyin fizyolojik, benlik kavramı, rol işlevi ve bağımlılık-bağımsızlık sistemleri açısından çevresine nasıl uyum sağladığını analiz eder. Kronik hastalıklar karşısında bireyin baş etme kapasitesini geliştirmeyi amaçlar (Roy, 1980).

#### **d. ICF (Uluslararası fonksiyon, engellilik ve sağlık sınıflandırması)**

ICF, bireyin engellilik düzeyini, çevresel faktörlerle birlikte tanımlar. Hem klinik hem politika geliştirme düzeyinde kullanılabilir (Rosenbaum & Stewart, 2004; World Health Organization, 2001).

Fonksiyonel sağlık modelleri, kronik hastalıkların birey üzerindeki çok yönlü etkilerini anlamada ve yönetmede güçlü bir araçtır. Bu modeller sayesinde birey merkezli, öz bakım destekli ve yaşam kalitesini artırıcı müdahaleler geliştirmek mümkündür. Hemşirelik, fizyoterapi, psikoloji ve sosyal hizmet gibi disiplinlerin entegrasyonu ile bu modellerin etkisi daha da artırılabilir. Sağlık hizmetlerinde fonksiyonel yaklaşımların yaygınlaştırılması, sürdürülebilir kronik hastalık yönetiminin temelini oluşturur (Cranley et al., 2020; İncirkuş & Nahcivan, 2015; Zuhur & Özpancar, 2017).

#### **Toplum temelli eğitim ve farkındalık programları**

Pandeminin yönetimi sırasında edinilen deneyimler, toplum temelli eğitim ve farkındalık programlarının halk sağlığı krizlerinde ne denli kritik olduğunu göstermiştir. Pandemi sonrası halk sağlığı stratejileri artık yalnızca tıbbi hizmetlerin güçlendirilmesine değil, aynı zamanda toplumun bilgi düzeyinin artırılması ve bireylerin sağlıklı davranış geliştirme kapasitesinin yükseltilmesine odaklanmalıdır (Betsch et al., 2020).

Pandemi sürecinde özellikle maske kullanımı, sosyal mesafe, aşı kararsızlığı gibi konularda gözlenen uyumsuzlukların temelinde sağlık okuryazarlığı eksikliği yatmaktadır. Toplumun büyük kesiminin bilimsel bilgiyi yorumlama, yanlış bilgiden ayırt etme ve kendi sağlığıyla ilgili kararlar alma kapasitesi sınırlıdır. Bu nedenle sağlık okuryazarlığını geliştirmeyi hedefleyen eğitim programları halk sağlığı stratejilerinin merkezine alınmalıdır (Paakkari & Okan, 2020).

Toplum temelli eğitim, bireyleri yalnızca bilgiyle donatmayı değil, aynı zamanda onların davranış değişikliği gerçekleştirmesini hedefleyen katılımcı bir modeldir (Smithies & Webster, 2018). Bu yaklaşım yerel ihtiyaçlara dayalı planlama, toplumun katılımı ve güçlendirilmesi, kültürel uygunluk ve dil erişilebilirliği ve gönüllü liderlerin ve sağlık çalışanlarının eğitimi gibi temel ilkeleri içermektedir (Koelen & Van den Ban, 2023). Pandemi sonrası dönemde, toplum temelli eğitim programları yalnızca bireysel davranış değişimini değil; aynı zamanda toplumsal dayanıklılığın inşasını da amaçlamalıdır (Mansur & Ertaş, 2022).

Farkındalık programları; medya kampanyaları, sosyal medya içerikleri, topluluk toplantıları, okul programları gibi çeşitli yöntemlerle toplumun

geniş kesimlerine ulaşmayı hedefler. COVID-19 sürecinde özellikle aşı karşıtlığı, komplo teorileri ve yanlış bilgilendirme gibi tehditlerle mücadelede farkındalık kampanyaları önleyici rol oynamıştır (Czerniak et al., 2023). Başarılı farkındalık programları: Bireyin risk algısını yükseltir. Davranış değişikliğini teşvik eder. Toplumsal normların dönüşmesini sağlar. Sağlık sistemine güveni artırır (Krech et al., 2023).

Pandemi sonrası halk sağlığı planlamaları, toplum temelli eğitim ve farkındalık çalışmalarını sürdürülebilir biçimde yapılandırmalıdır. Etkili ve uzun vadeli programlar için çok sektörlü iş birliği (sağlık, eğitim, yerel yönetimler), dijital platformların etkin kullanımı, sağlık okuryazarlığına özel eğitim içerikleri, toplum liderlerinin ve kanaat önderlerinin katılımı, programların değerlendirilmesi ve geri bildirim döngüsü gibi öneriler gerekmektedir (Fernandez et al., 2021; Sharma, 2021).

### Sonuç

Pandemi sonrası halk sağlığı stratejilerinde, toplum temelli eğitim ve farkındalık programları sadece bir destek unsuru değil, stratejik bir gereklilik olarak ele alınmalıdır. Bireylerin sağlık davranışlarını olumlu yönde değiştiren, dayanıklılık oluşturan ve sistemle etkileşimini güçlendiren bu programlar, kriz dönemlerinde olduğu kadar normal zamanlarda da kamu sağlığının sürdürülebilirliğini sağlar. Bu bağlamda, sağlık profesyonelleri, yerel yönetimler, eğitim kurumları ve medya kuruluşları arasında güçlü bir iş birliği ağı kurulmalı ve eğitim stratejileri dinamik, erişilebilir ve kültürel olarak duyarlı hale getirilmelidir.

## Kaynakça

- Alligood, M. R. (2017). Introduction to nursing theory: Its history and significance. *Nursing Theorists and Their Work-E-Book: Nursing Theorists and Their Work-E-Book*, 1.
- Anekwe, T. D., & Rahkovsky, I. (2018). Self-management: a comprehensive approach to management of chronic conditions. *American Journal of Public Health*, 108(S6), S430–S436.
- Berbiglia, V. A., & Thy, L. T. (2021). Dorothea E. Orem: Self-care deficit theory of nursing. *Alligood MR (Ed.), Nursing Theorists and Their Work*, 198–213.
- Betsch, C., Wieler, L. H., & Habersaat, K. (2020). Monitoring behavioural insights related to COVID-19. *The Lancet*, 395(10232), 1255–1256.
- Calder, P. C., Carr, A. C., Gombart, A. F., & Eggersdorfer, M. (2020). Optimal nutritional status for a well-functioning immune system is an important factor to protect against viral infections. *Nutrients*, 12(4), 1181.
- Clark, A., Jit, M., Warren-Gash, C., Guthrie, B., Wang, H. H. X., Mercer, S. W., Sanderson, C., McKee, M., Troeger, C., & Ong, K. L. (2020). Global, regional, and national estimates of the population at increased risk of severe COVID-19 due to underlying health conditions in 2020: a modelling study. *The Lancet Global Health*, 8(8), e1003–e1017.
- Cohen, J. I., & Burbelo, P. D. (2021). Reinfection with SARS-CoV-2: implications for vaccines. *Clinical Infectious Diseases*, 73(11), e4223–e4228.
- Cranley, L. A., Slaughter, S. E., Caspar, S., Heisey, M., Huang, M., Killackey, T., & McGilton, K. S. (2020). Strategies to facilitate shared decision-making in long-term care. *International Journal of Older People Nursing*, 15(3), e12314.
- Czerniak, K., Pillai, R., Parmar, A., Ramnath, K., Krockner, J., & Myneni, S. (2023). A scoping review of digital health interventions for combating COVID-19 misinformation and disinformation. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 30(4), 752–760.
- Dhawan, T., Dogadova, E., Taghi-Zada, Z., Vacca, A., Wieland, L. S., & Moher, D. (2022). Operational definition of complementary, alternative, and integrative medicine derived from a systematic search. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 22(1), 104.
- Doenges, M. E., Moorhouse, M. F., & Murr, A. C. (2022). *Nurse's pocket guide: Diagnoses, prioritized interventions, and rationales*. FA Davis.
- Dror, A. A., Eisenbach, N., Taiber, S., Morozov, N. G., Mizrachi, M., Zigron, A., Srouji, S., & Sela, E. (2020). Vaccine hesitancy: the next challenge in the fight against COVID-19. *European Journal of Epidemiology*, 35(8), 775–779.

- Fernandez, M. E., Ruiter, R. A. C., Markham, C. M., & Kok, G. (2021). *Theory-and evidence-based health promotion program planning; intervention mapping*. Frontiers Media SA.
- Ferreira, C., Doursout, M.-F. J., & Balingit, J. S. (2023). The Next Pandemic: Challenges and Hopes. In *2000 Years of Pandemics: Past, Present, and Future* (pp. 373–391). Springer.
- Franz, D. R. (2024). Introduction to Pandemics and Biodefense. In *The COVID-19 Pandemic: Science, Technology, and the Future of Healthcare Delivery* (pp. 1–21). Springer.
- Frieden, T. R., Buissonnière, M., & McClelland, A. (2021). The world must prepare now for the next pandemic. *BMJ Global Health*, 6(3), e005184.
- Goldman, J. D., Robinson, P. C., Uldrick, T. S., & Ljungman, P. (2021). COVID-19 in immunocompromised populations: implications for prognosis and repurposing of immunotherapies. *Journal for Immunotherapy of Cancer*, 9(6), e002630.
- Gordon, M. (2014). *Manual of nursing diagnosis*. Jones & Bartlett Publishers.
- Gureje, O., Nortje, G., Makanjuola, V., Oladeji, B. D., Seedat, S., & Jenkins, R. (2015). The role of global traditional and complementary systems of medicine in the treatment of mental health disorders. *The Lancet Psychiatry*, 2(2), 168–177.
- Hoenders, R., Ghelman, R., Portella, C., Simmons, S., Locke, A., Cramer, H., Gallego-Perez, D., & Jong, M. (2024). A review of the WHO strategy on traditional, complementary, and integrative medicine from the perspective of academic consortia for integrative medicine and health. *Frontiers in Medicine*, 11, 1395698.
- Holmes, E. A., O'Connor, R. C., Perry, V. H., Tracey, I., Wessely, S., Arseneault, L., Ballard, C., Christensen, H., Silver, R. C., & Everall, I. (2020). Multidisciplinary research priorities for the COVID-19 pandemic: a call for action for mental health science. *The Lancet Psychiatry*, 7(6), 547–560.
- İncirkuş, K., & Nahcivan, N. Ö. (2015). Kronik hastalık yönetimi için bir rehber: Kronik bakım modeli. *Florence Nightingale Hemşirelik Dergisi*, 23(1), 66–75.
- Jamal, M., Bangash, H. I., Habiba, M., Lei, Y., Xie, T., Sun, J., Wei, Z., Hong, Z., Shao, L., & Zhang, Q. (2021). Immune dysregulation and system pathology in COVID-19. *Virulence*, 12(1), 918–936.
- Jeitler, M., Ortiz, M., Brinkhaus, B., Sigl, M., Hoffmann, R., Trübner, M., Michalsen, A., Wischnewsky, M., & Kessler, C. S. (2024). Use and acceptance of traditional, complementary and integrative medicine in Germany—an online representative cross-sectional study. *Frontiers in Medicine*, 11, 1372924.

- Jeon, J., & Kim, E. (2025). Exploring Future Pandemic Preparedness Through the Development of Preventive Vaccine Platforms and the Key Roles of International Organizations in a Global Health Crisis. *Vaccines*, 13(1), 56.
- Jones, L., & Hameiri, S. (2022). Explaining the failure of global health governance during COVID-19. *International Affairs*, 98(6), 2057–2076.
- Karlsson, M., & Pennbrant, S. (2020). Ideas of caring in nursing practice. *Nursing Philosophy*, 21(4), e12325.
- Kavurmacı, M., & Çetindağ, E. (2025). COVID-19 Pandemisi, Kronik Hastalıklar ve Geleneksel, Tamamlayıcı ve Fonksiyonel Tıp Uygulamaları. *Current Research in Health Sciences*, 2(1), 33–37.
- Keesara, S., Jonas, A., & Schulman, K. (2020). Covid-19 and health care's digital revolution. *New England Journal of Medicine*, 382(23), e82.
- Koelen, M. A., & Van den Ban, A. W. (2023). *Health education and health promotion*. Brill.
- Krammer, F. (2020). SARS-CoV-2 vaccines in development. *Nature*, 586(7830), 516–527.
- Krech, R., Cascini, F., Nagyova, I., & Sweet, M. (2023). Dealing with infodemic and health mis/dis-information: new public health organizations' proposals. *Population Medicine*, 5(Supplement).
- Mansur, F., & Ertaş, Ş. (2022). Covid-19 sürecinde bireylerin sağlıklı yaşam farkındalıklarının incelenmesi. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(1), 43–64.
- McClain, C., Vogels, E. A., Perrin, A., Sechopoulos, S., & Rainie, L. (2021). The internet and the pandemic. *Pew Research Center*, 1.
- Morawska, L., & Milton, D. K. (2020). It is time to address airborne transmission of COVID-19. *Clinical Infectious Diseases: An Official Publication of the Infectious Diseases Society of America*, ciaa939.
- Morens, D. M., Daszak, P., & Taubenberger, J. K. (2020). Escaping Pandora's box—another novel coronavirus. *New England Journal of Medicine*, 382(14), 1293–1295.
- Morgan, O., & Pebody, R. (2022). The WHO Hub for Pandemic and Epidemic Intelligence; supporting better preparedness for future health emergencies. *Eurosurveillance*, 27(20), 2200385.
- Nahin, R. L., Boineau, R., Khalsa, P. S., Stussman, B. J., & Weber, W. J. (2016). Evidence-based evaluation of complementary health approaches for pain management in the United States. *Mayo Clinic Proceedings*, 91(9), 1292–1306.
- Netea, M. G., Domínguez-Andrés, J., Barreiro, L. B., Chavakis, T., Divangahi, M., Fuchs, E., Joosten, L. A. B., van der Meer, J. W. M., Mhlanga, M.

- M., & Mulder, W. J. M. (2020). Defining trained immunity and its role in health and disease. *Nature Reviews Immunology*, 20(6), 375–388.
- Nieman, D. C., & Wentz, L. M. (2019). The compelling link between physical activity and the body’s defense system. *Journal of Sport and Health Science*, 8(3), 201–217.
- Oomen, B., & Gašpert, T. (2025). Immunization and Vaccination Programs and Nurses Roles. In *Principles of Nursing Infection Prevention Control* (pp. 201–210). Springer.
- Orenstein, W. A., Offit, P. A., Edwards, K. M., & Plotkin, S. A. (2022). *Plotkin’s Vaccines, E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Paakkari, L., & Okan, O. (2020). COVID-19: health literacy is an underestimated problem. *The Lancet Public Health*, 5(5), e249–e250.
- Park, J., Yi, E., & Yi, J. (2021). The provision and utilization of traditional Korean medicine in South Korea: implications on integration of traditional medicine in a developed country. *Healthcare*, 9(10), 1379.
- Ragavan, S., & Barooah, S. P. (2024). *Public Health in a Post-Pandemic World: Need for an Accountable Approach?*
- Roman, N. V, Mthembu, T. G., & Hoosen, M. (2020). Spiritual care–‘A deeper immunity’–A response to Covid-19 pandemic. *African Journal of Primary Health Care and Family Medicine*, 12(1), 1–3.
- Rosenbaum, P., & Stewart, D. (2004). The World Health Organization International Classification of Functioning, Disability, and Health: a model to guide clinical thinking, practice and research in the field of cerebral palsy. *Seminars in Pediatric Neurology*, 11(1), 5–10.
- Roy, C. (1980). *The Roy adaptation model*.
- Semenzato, L., Botton, J., Drouin, J., Cuenot, F., Dray-Spira, R., Weill, A., & Zureik, M. (2021). Chronic diseases, health conditions and risk of COVID-19-related hospitalization and in-hospital mortality during the first wave of the epidemic in France: a cohort study of 66 million people. *The Lancet Regional Health–Europe*, 8.
- Sharma, M. (2021). *Theoretical foundations of health education and health promotion*. Jones & Bartlett Learning.
- Smithies, J., & Webster, G. (2018). *Community involvement in health: from passive recipients to active participants*. Routledge.
- Sönmez, N. N., & Beyhan, Y. (2021). COVID-19: Beslenme stratejileri, kılavuzlar ve öneriler. *Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 4(3), 159–171.
- Thompson, M. G., Stenchjem, E., Grannis, S., Ball, S. W., Naleway, A. L., Ong, T. C., DeSilva, M. B., Natarajan, K., Bozio, C. H., & Lewis, N. (2021). Effectiveness of Covid-19 vaccines in ambulatory and inpatient care settings. *New England Journal of Medicine*, 385(15), 1355–1371.

- Urits, I., Schwartz, R. H., Orhurhu, V., Maganty, N. V., Reilly, B. T., Patel, P. M., Wie, C., Kaye, A. D., Mancuso, K. F., & Kaye, A. J. (2021). A comprehensive review of alternative therapies for the management of chronic pain patients: acupuncture, tai chi, osteopathic manipulative medicine, and chiropractic care. *Advances in Therapy*, 38, 76–89.
- Van Bavel, J. J., Baicker, K., Boggio, P. S., Capraro, V., Cichocka, A., Cikara, M., Crockett, M. J., Crum, A. J., Douglas, K. M., & Druckman, J. N. (2020). Using social and behavioural science to support COVID-19 pandemic response. *Nature Human Behaviour*, 4(5), 460–471.
- Watanabe, A., Iwagami, M., Yasuhara, J., Takagi, H., & Kuno, T. (2023). Protective effect of COVID-19 vaccination against long COVID syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Vaccine*, 41(11), 1783–1790.
- Wenham, C., Kavanagh, M., Torres, I., & Yamey, G. (2021). Preparing for the next pandemic. In *bmj* (Vol. 373). British Medical Journal Publishing Group.
- Wilder-Smith, A., Longini, I., Zuber, P. L., Bärnighausen, T., Edmunds, W. J., Dean, N., Spicher, V. M., Benissa, M. R., & Gessner, B. D. (2017). The public health value of vaccines beyond efficacy: methods, measures and outcomes. *BMC Medicine*, 15, 1–9.
- World Health Organization. (2001). *ICF: international classification of functioning, disability and health*.
- World Health Organization. (2020). *Noncommunicable diseases progress monitor 2020*. World Health Organization.
- Wouters, O. J., Shadlen, K. C., Salcher-Konrad, M., Pollard, A. J., Larson, H. J., Teerawattananon, Y., & Jit, M. (2021). Challenges in ensuring global access to COVID-19 vaccines: production, affordability, allocation, and deployment. *The Lancet*, 397(10278), 1023–1034.
- Zhou, X., Snoswell, C. L., Harding, L. E., Bambling, M., Edirippulige, S., Bai, X., & Smith, A. C. (2020). The role of telehealth in reducing the mental health burden from COVID-19. *Telemedicine and E-Health*, 26(4), 377–379.
- Zuhur, Ş., & Özpancar, N. (2017). Türkiye’de kronik hastalık yönetiminde hemşirelik modellerinin kullanımı: sistematik derleme. *Hemşirelikte Araştırma Geliştirme Dergisi*, 19(2), 57–74.

# Sağlık Bilimlerinde Fonksiyonel ve Alternatif Yaklaşımlar

**Editörler:**

**Dr. Öğr. Üyesi Fatih Çakar**

**Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Kaplan**