

# SPOR BİLİMLERİ ALANINDA ARAŞTIRMA YÖNTEMLERİ VE YENİLİKÇİ UYGULAMALAR



**EDİTÖRLER**  
**PROF. DR. ELİF BİROL**  
**PROF. DR. SEFA ŞAHAN BİROL**



DOI:10.5281/zenodo.18049673

# **Spor Bilimleri Alanında Araştırma Yöntemleri ve Yenilikçi Uygulamalar**

**Editörler**

**Prof. Dr. Elif Birol**

**Prof. Dr. Sefa şahan Birol**

**İmtiyaz Sahibi**  
Platanus Publishing®

**Editör**  
Prof. Dr. Elif Birol & Prof. Dr. Sefa Şahan Birol

**Kapak & Mizanpaj & Sosyal Medya**  
Platanus Yayın Grubu

**Birinci Basım**  
Aralık, 2025

**Yayımcı Sertifika No**  
45813

**ISBN**  
978-625-8513-15-8

**©copyright**  
Bu kitabın yayım hakkı Platanus Publishing'e aittir. Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin alınmadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

**Adres:** Natoyolu Cad. Fahri Korutürk Mah. 157/B, 06480, Mamak,  
Ankara, Türkiye.

**Telefon:** +90 312 390 1 118  
**web:** [www.platanuspublishing.com](http://www.platanuspublishing.com)  
**e-mail:** [platanuskita@gmail.com](mailto:platanuskita@gmail.com)



Platanus Publishing®

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                                       |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>BÖLÜM 1</b> .....                                                                                  | <b>5</b>   |
| <b>LEAM-Q: Tanımı, İçeriği ve Değerlendirmesi</b>                                                     |            |
| Esra Uykur & Özlem Orhan & Ebru Çetin                                                                 |            |
| <b>BÖLÜM 2</b> .....                                                                                  | <b>21</b>  |
| <b>Sporda Biyolojik ve Nörolojik Geribildirim Rolü</b>                                                |            |
| Cem Sofuoğlu & Musab Çağın & Özlem Orhan                                                              |            |
| <b>BÖLÜM 3</b> .....                                                                                  | <b>31</b>  |
| <b>Obezite Yönetiminde Egzersizin Rolü</b>                                                            |            |
| Cem Sofuoğlu & Ebru Çetin & Sezen Çimen Polat                                                         |            |
| <b>BÖLÜM 4</b> .....                                                                                  | <b>45</b>  |
| <b>Çarpıntısı Olan Çocuğa Yaklaşım</b>                                                                |            |
| Melih Timuçin Doğan                                                                                   |            |
| <b>BÖLÜM 5</b> .....                                                                                  | <b>51</b>  |
| <b>Çocukluk Çağında Pulmoner Hipertansiyon</b>                                                        |            |
| Melih Timuçin Doğan                                                                                   |            |
| <b>BÖLÜM 6</b> .....                                                                                  | <b>59</b>  |
| <b>Post Aktivasyon Potansiyeli ve Sportif Performans</b>                                              |            |
| Denizhan Çalışkan & Tuğba Çalışkan                                                                    |            |
| <b>BÖLÜM 7</b> .....                                                                                  | <b>75</b>  |
| <b>Futbolda Kuvvet ve Güç Antrenmanları: Güncel Yaklaşımlar</b>                                       |            |
| Amine Bengisu Pirinççi & Mehmet Fatih Yüksel                                                          |            |
| <b>BÖLÜM 8</b> .....                                                                                  | <b>91</b>  |
| <b>Çocuk Sporcuların Korunması: Sporda İstismar Türleri, Belirleyicileri ve Müdahale Stratejileri</b> |            |
| Mert Erkan                                                                                            |            |
| <b>BÖLÜM 9</b> .....                                                                                  | <b>103</b> |
| <b>Alzheimer Hastalığı ve Fiziksel Egzersiz</b>                                                       |            |
| Gülsün Güven & Elvin Onarıcı Güngör                                                                   |            |

**BÖLÜM 10..... 123**

**Kalp Atım Hızı Bölgeleriyle Egzersiz Yoğunluğu Belirleme**

Elvin Onarıcı Güngör & Gülsün Güven

**BÖLÜM 11..... 139**

**TAFI (Thrombin-Activatable Fibrinolysis Inhibitor) Maddesinin Spor Bilimleri Açısından Önemi**

Cansu Çoban & Cansu Kluge

**BÖLÜM 12..... 157**

**Fiziksel Aktivite ve Sağlıklı Yaşlanma**

Bayram Kaya

**BÖLÜM 13..... 167**

**Yaşlılarda Fiziksel Aktivite ve Egzersiz**

Şeyma Kurşun

**BÖLÜM 14..... 181**

**Spor Bilimleri Fakültesinde Öğrenim Gören Öğretmen Adaylarının Halk Oyunları Dersine Yönelik Tutumlarının İncelenmesi (Yozgat İli Örneği)**

Gülşah Sedef

**BÖLÜM 15..... 191**

**The Effects of Human Resources, Artificial Intelligence, and Inovation in Sports Management**

İlker Günel & Mehmet Emin Yıldız

# **BÖLÜM 1**

## **LEAM-Q: Tanımı, İçeriği ve Değerlendirmesi**

**Esra Uykur<sup>1</sup> & Özlem Orhan<sup>2</sup> & Ebru Çetin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı

<sup>2</sup> Prof. Dr.. Gazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

<sup>3</sup> Prof. Dr.. Gazi Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

## GİRİŞ

Enerji kullanılabilirliği kavramı, modern spor bilimlerinin en önemli fizyolojik belirleyicilerinden biri olarak, sporcuların hem performans hem de genel sağlık durumunu etkileyen temel bir parametre haline gelmiştir. Egzersiz sırasında harcanan enerji ile besin alımı arasındaki dengesizlik sonucu ortaya çıkan düşük enerji kullanılabilirliği (Low Energy Availability; LEA), uzun yıllar boyunca yalnızca kadın sporcuların menstrual disfonksiyonları ve kemik sağlığı sorunlarıyla ilişkilendirilmiş; bu nedenle, araştırmalar büyük ölçüde “Kadın Sporcu Üçlemesi (Female Athlete Triad)” çerçevesinde yürütülmüştür (Mountjoy ve ark., 2014; Logue ve ark., 2020). Ancak 2014 yılında Uluslararası Olimpiyat Komitesi (IOC) tarafından tanımlanan Relatif Enerji Eksikliği Sendromu (Relative Energy Deficiency in Sport; RED-S) kavramı, enerji yetersizliğinin cinsiyetten bağımsız olarak endokrin, metabolik, kardiyovasküler, immün ve psikolojik sistemleri etkileyen çok boyutlu bir sendrom olduğunu ortaya koymuştur (Mountjoy ve ark., 2023). Bu çerçeve, özellikle erkek sporcularda enerji kullanılabilirliği ile performans arasındaki ilişkinin yeniden değerlendirilmesini sağlamıştır. Ancak erkeklerde RED-S’in tanılanması, kadınlarda olduğu kadar belirgin klinik göstergelere sahip değildir; çünkü erkek fizyolojisinde hormonal adaptasyonlar daha yavaş gelişir ve semptomlar genellikle “sessiz” seyir gösterir (Areta, Taylor & Koehler, 2021; Yamada ve ark., 2024). Son dönem çalışmalarda, testosteron, triiodotironin (T3) ve IGF-1 düzeylerinde düşüşlerin, düşük enerji kullanılabilirliğinin biyolojik imzaları arasında yer aldığı bildirilmiş olsa da (Jurov ve ark., 2022; Koehler et al., 2024), bu biyobelirteçlerin rutin klinik uygulamalarda kullanılabilirliği sınırlıdır. Ek olarak, öz-bildirimli diyet kayıtları ve enerji dengeleme yöntemleri saha koşullarında zaman alıcı, maliyetli ve hata payı yüksek yöntemlerdir (Tarnowski ve ark., 2023). Bu sebeplerle hem klinik hem de saha ortamında kolay uygulanabilir, enerji kullanılabilirliği riskini erken dönemde saptayabilecek geçerli ve güvenilir tarama araçlarına ihtiyaç doğmuştur. Kadınlara için geliştirilen LEAF-Q (Low Energy Availability in Females Questionnaire), bu gereksinimi belirli ölçüde karşılamış olsa da erkek fizyolojisine özgü semptomatik farklılıkları kapsamadığından yetersiz kalmıştır (Witkoś ve ark., 2023). Bunun sonucunda Lundy ve arkadaşları (2022) tarafından LEAM-Q (Low Energy Availability in Males Questionnaire) ölçeği geliştirilmiştir. LEAM-Q, erkek sporcularda enerji yetersizliğiyle ilişkili fizyolojik (ör. termoregülasyon, toparlanma, cinsel dürtü), psikolojik (ör. iyi hissetme, motivasyon) ve davranışsal (ör. egzersiz alışkanlığı, hastalık sıklığı) göstergeleri değerlendirerek, düşük enerji kullanılabilirliği riskini çok boyutlu biçimde tanımlamayı hedeflemektedir.

Güncel literatür, erkek sporcularda RED-S’in yalnızca biyokimyasal düzeyde değil, aynı zamanda performans kaybı, bilişsel yavaşlama, ruh hâli değişimi ve yaralanma sıklığı gibi işlevsel sonuçlarla da ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (McGuire ve ark., 2024; Holtzman ve ark., 2024; Fahrenholtz ve ark., 2024).

Ancak bu etkilerin çoğu klasik enerji ölçüm yöntemleriyle erken evrede yakalanamamaktadır. Bu nedenle LEAM-Q, düşük enerji kullanılabilirliğinin doğrudan sonucu olan subklinik semptomları saptamada, özellikle saha uygulamaları için önemli bir yenilik sunmaktadır. Ölçek, IOC'nin RED-S CAT2 protokolüyle de uyumlu olarak, “birinci basamak tarama aracı” olarak işlev görür ve riskli sporcuların daha kapsamlı klinik değerlendirmelere yönlendirilmesini kolaylaştırır (Mountjoy ve ark., 2023; Meyer ve ark., 2025).

Bu kitap bölümü, LEAM-Q'nun geliştirilme süreci, psikometrik özellikleri ve klinik kullanımı üzerinden literatürdeki son bulguları bütüncül bir yaklaşımla tartışmaktadır. Ayrıca, RED-S'in erkeklerdeki tanısal zorluklarını, enerji dengesinin performans üzerindeki çok yönlü etkilerini ve gelecekteki araştırma önceliklerini değerlendirmektedir. Böylece bu bölüm, hem bilimsel hem de klinik uygulamalarda kullanılabilecek kanıta dayalı bir çerçeve sunmayı; sporcu sağlığını, performans sürekliliğini ve erken tanı süreçlerini güçlendirmeyi amaçlamaktadır.

### **Relatif Enerji Eksikliği Sendromu (RED-S) Kavramı ve Etiyolojisi**

Relatif Enerji Eksikliği Sendromu (RED-S), sporcunun enerji alımı ile harcaması arasındaki dengesizlik sonucu ortaya çıkan, çoklu sistemleri etkileyen kompleks bir klinik tablodur. Uluslararası Olimpiyat Komitesi'nin (IOC) 2014 ve 2023 yıllarındaki konsensüs raporlarında tanımlandığı üzere RED-S, yalnızca kadın sporcularda değil, erkeklerde de endokrin, metabolik, hematolojik, kardiyovasküler, immün, gastrointestinal ve psikolojik sistemler üzerinde olumsuz etkilere yol açabilmektedir (Mountjoy ve ark., 2023; Bangsbo ve ark., 2025).

Bu sendromun temelinde “Enerji Kullanılabilirliği (Energy Availability; EA)” kavramı yer alır. EA, alınan enerjiden egzersizle harcanan enerjinin çıkarılması ve kalan değerın yağsız vücut kütesine (FFM) oranlanmasıyla tanımlanır (Loucks & Thuma, 2003). Bir başka deyişle, egzersiz dışı fizyolojik fonksiyonların sürdürülebilmesi için geriye kalan enerjiyi ifade eder (Areta, Taylor & Koehler, 2021).

EA'nın yetersiz olması yani Düşük Enerji Kullanılabilirliği (Low Energy Availability; LEA) — uzun dönemde hormonal disfonksiyonlar, kemik mineral yoğunluğunda azalma, immün baskılanma ve performans düşüklüğü gibi çok yönlü sonuçlar doğurur (Jurov ve ark., 2022; Koehler ve ark., 2024). Özellikle enerji alımının egzersiz harcamasına oranla kronik olarak düşük olması, RED-S'nin altta yatan temel etiyolojik faktörü olarak kabul edilir (Logue ve ark., 2020; Mountjoy ve ark., 2023). Bu patofizyolojik süreçte erkek sporcuların, kadınlara göre daha geç belirti göstermesi ve adaptif hormonal mekanizmalarının daha güçlü olması, sendromun erkekte tespitini zorlaştırmaktadır (Yamada ve ark., 2024). Ancak son yıllarda yapılan kontrollü çalışmalar, uzun süreli düşük EA maruziyetinin erkek sporcularda da testosteron, triiyodotironin (T3) ve IGF-1



düzeylerinde anlamlı düşüşlere neden olduğunu ortaya koymuştur (Jurov ve ark., 2022; McGuire et al., 2024).

### **Kadın ve Erkek Sporcularda LEA/RED-S: Ortaklıklar ve Farklılıklar**

RED-S kavramı, tarihsel olarak “Kadın Sporcu Üçlemesi (Female Athlete Triad)” modelinden evrilmiştir. Bu model enerji yetersizliği, menstrual disfonksiyon ve düşük kemik mineral yoğunluğu ekseninde tanımlanmış olsa da, erkek sporcular için aynı klinik görünüm geçerli değildir (Mountjoy ve ark., 2014; Witkoś ve ark., 2023). Son yıllarda “Erkek Sporcu Üçlemesi (Male Athlete Triad)” kavramı literatürde giderek daha fazla yer bulmuş, özellikle dayanıklılık sporcularında düşük enerji kullanılabilirliğine bağlı hormonal adaptasyonlar, örneğin egzersiz hipogonadal erkek koşulu (EHMC) erkeklerdeki RED-S spektrumunun bir parçası olarak tanımlanmıştır (Areta ve ark., 2021; Koehler ve ark., 2024).

Jurov ve arkadaşlarının (2022) kontrollü enerji kısıtlaması deneylerinde, EA değerinin  $9-25 \text{ kcal} \cdot \text{kg FFM}^{-1} \cdot \text{gün}^{-1}$  aralığına düşürülmesinin, erkeklerde hem performans hem de psikolojik parametreleri olumsuz etkilediği; buna karşın hormonal yanıtların daha geç ortaya çıktığı bildirilmiştir. Bu durum, erkeklerde LEA’nın erken belirteçlerinin çoğunlukla performans ve ruh hâli değişimleriyle ortaya çıktığını, dolayısıyla RED-S taramasında yalnızca biyokimyasal göstergelere odaklanmanın yetersiz kalabileceğini göstermektedir (Fahrenholtz ve ark., 2024; McGuire ve ark., 2024). Ayrıca, erkek sporcularda enerji dengesizliğine bağlı sağlık risklerinin tanınmasında epidemiyolojik veri eksikliği hâlâ önemli bir boşluk olarak öne çıkmaktadır (Logue ve ark., 2020; Vardardottir ve ark., 2024). Kadınlarda LEA için  $30 \text{ kcal} \cdot \text{kg FFM}^{-1} \cdot \text{gün}^{-1}$  sınırı yaygın olarak kabul görürken, erkeklerde benzer bir eşik değerin olmadığı ve bireysel varyasyonun belirleyici olduğu bildirilmektedir (Areta ve ark., 2021; Jurov ve ark., 2022).

### **Saha Uygulamalarında Güvenilir Tarama Araçlarının Önemi**

LEA’nın tanımlanmasında doğrudan enerji ölçümleri (doubly labeled water, metabolik odalar, DLW-TEE hesaplamaları) altın standart kabul edilse de, bu yöntemler hem maliyetli hem de saha uygulamalarında pratik değildir (Tarnowski ve ark., 2023). Ayrıca öz-bildirimli diyet kayıtlarının sistematik olarak enerji alımını %10-20 oranında düşük tahmin ettiği gösterilmiştir (Capling ve ark., 2017; Tarnowski ve ark., 2023).

Bu nedenlerle son on yılda anket tabanlı tarama araçları ön plana çıkmıştır. Kadınlar için geliştirilen LEAF-Q (Low Energy Availability in Females Questionnaire), RED-S riskini belirlemede güvenilir bir araç olarak yaygın şekilde kullanılmakta; ancak erkek fizyolojisine özgü belirtileri kapsamadığı için sınırlı kalmaktadır (Witkoś et al., 2023). Bu boşluk, Lundy ve arkadaşları (2022) tarafından geliştirilen LEAM-Q (Low Energy Availability in Males

Questionnaire) ölçeğiyle giderilmeye çalışılmıştır. LEAM-Q, erkek sporcularda düşük enerji kullanılabilirliğini çok boyutlu bir şekilde değerlendiren ilk geçerlik denemesi olarak literatüre girmiştir (Lundy ve ark., 2022; Vardardottir ve ark., 2024). Dolayısıyla RED-S riskinin erken saptanması için, klasik biyokimyasal ölçümlerin yanı sıra psikolojik, davranışsal ve fizyolojik göstergeleri bir arada değerlendiren saha-uyumlu tarama araçlarının kullanılması giderek daha kritik hâle gelmiştir (Meyer ve ark., 2025; Dvořáková ve ark., 2024).

## **LEA'nın Performans ve Sağlık Üzerindeki Etkileri: Biyolojik Arka Plan Performans Üzerindeki Erken ve Geç Etkiler**

Düşük enerji kullanılabilirliği (LEA), erkek sporcularda fizyolojik adaptasyonların başlamasından önce performans parametrelerini etkileyen bir “erken uyarı sistemi” gibi davranır. Jurov ve arkadaşlarının (2022) kontrollü üç aşamalı enerji kısıtlama çalışması, enerji kullanılabilirliğinin %25 oranında düşürülmesiyle birlikte ilk olarak patlayıcı güç, iyi hissetme durumu ve laktat yanıtlarında bozulma gözlemlendiğini, endokrin yanıtların ise bu değişimlerin ardından ortaya çıktığını göstermiştir. Bu bulgu, RED-S spektrumunun erkeklerde çoğu zaman performans düşüşüyle başladığını ve hormonal bozulmaların ikincil bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer biçimde McGuire ve arkadaşları (2024), dayanıklılık sporcularında düşük enerji kullanılabilirliğine maruziyetin kas gücü, toparlanma kapasitesi ve maksimal oksijen tüketimi ( $VO_{2max}$ ) üzerinde kısa vadede olumsuz etkiler yarattığını bildirmiştir. Bu çalışmaların ortak noktası, erkek sporcularda düşük enerji kullanılabilirliğine bağlı performans kaybının, endokrin belirteçlerdeki değişimlerden önce gözlemlendiğini göstermesidir. Bu durum, LEAM-Q gibi anketlerin yalnızca fizyolojik semptomlara değil, aynı zamanda öznel performans algısı ve iyi oluş düzeyine odaklanmasının önemini doğrulamaktadır (Lundy ve ark., 2022; Fahrenholtz ve ark., 2024).

Performans kaybı ile hormonal adaptasyonlar arasındaki bu zaman farkı, erkek sporcularda erken taramanın neden kritik olduğunu açıklamaktadır. Çünkü endokrin değişiklikler (örneğin testosteron düşüşü veya tiroid hormon yanıtları) ortaya çıktığında genellikle enerji açığı kronikleşmiş olur (Yamada ve ark., 2024; Koehler ve ark., 2024).

## **Metabolik ve Hormonal Değişiklikler: T3, IGF-1 ve Testosteron**

Enerji kullanılabilirliği azaldığında en erken etkilenen sistemlerden biri endokrin sistemdir. Özellikle triiodotironin (T3), insülin benzeri büyüme faktörü 1 (IGF-1) ve testosteron düzeylerinde azalma, erkek sporcularda enerji yetersizliğinin güvenilir göstergeleri arasında yer almaktadır (Koehler ve ark., 2024; Yamada ve ark., 2024; McGuire ve ark., 2024).

Jurov ve ark. (2022), EA değerinin ortalama  $17 \text{ kcal} \cdot \text{kg FFM}^{-1} \cdot \text{gün}^{-1}$ 'e düşürülmesinin testosteron ve T3 düzeylerinde anlamlı düşüşe, IGF-1

düzeylerinde ise eğilimsel azalmaya yol açtığını göstermiştir. Aynı çalışmada bu hormonal değişimlerin iyi hissetme skorlarındaki azalma ile paralel seyretmesi, fizyolojik ve psikolojik süreçlerin birbirine bağlı olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, Loucks ve Thuma'nın (2003) klasik enerji kullanılabilirliği modelinde ortaya koyduğu gibi, belirli bir "kritik eşik" kavramının erkeklerde geçerli olmadığını, bunun yerine bireysel eşiğe dayalı bir aralık yaklaşımının ( $9-25 \text{ kcal} \cdot \text{kg FFM}^{-1} \cdot \text{gün}^{-1}$ ) daha anlamlı olduğunu desteklemektedir. Benzer şekilde Metabolites (2024) derlemesinde, erkeklerde düşük enerji kullanılabilirliğinin leptin, T3 ve testosteron gibi metabolik belirteçlerde düşüşe yol açtığı, ancak bireysel farklılıkların belirgin olduğu belirtilmiştir.

Enerji dengesizliğine bağlı hormonal adaptasyonların, hipotalamik–hipofizer–gonadal aksın geçici baskılanmasıyla sonuçlandığı ve bu durumun "Egzersiz Hipogonadal Erkek Koşulu (Exercise Hypogonadal Male Condition; EHMC)" olarak tanımlandığı bildirilmektedir (Areta ve ark., 2021; Koehler ve ark., 2024). Ancak EHMC'nin yüksek antrenman yüküyle mi yoksa enerji yetersizliğiyle mi ilişkili olduğu konusu hâlâ tartışmalıdır (Bangsbo ve ark., 2025). Bu nedenle hormonal değişimlerin klinik anlamı, yalnızca enerji kullanılabilirliği bağlamında değil, antrenman yoğunluğu, uyku, stres ve beslenme içeriği gibi değişkenlerle birlikte yorumlanmalıdır.

### **Besin Kullanılabilirliğinin Rolü (Karbonhidrat ve Protein)**

LEA yalnızca toplam enerji açığıyla değil, aynı zamanda makro besin dağılımının uygunsuzluğu ile de ilişkilidir. Özellikle düşük karbonhidrat alımı (Low Carbohydrate Availability; LCA) ve düşük protein alımı (Low Protein Availability; LPA), enerji kullanılabilirliği yeterli olsa dahi hormonal ve metabolik disfonksiyonlara yol açabilir (Tarnowski ve ark., 2023; Suzuki & Suzuki, 2024).

Metabolik adaptasyon sürecinde karbonhidrat alımının azalması, tiroid hormon dönüşümünü ( $T4 \rightarrow T3$ ) baskılayarak dinlenik metabolik hızı düşürmekte ve enerji koruma mekanizmasını tetiklemektedir (Koehler ve ark., 2024). Benzer biçimde protein alımındaki yetersizlik, kas onarım süreçlerini yavaşlatarak antrenman sonrası toparlanmayı olumsuz etkiler (McGuire ve ark., 2024).

Bunun yanında, düşük karbonhidrat ve demir alımı kombinasyonu, özellikle dayanıklılık sporcularında hematolojik fonksiyonları bozarak oksijen taşıma kapasitesinde azalmaya neden olabilir (Suzuki & Suzuki, 2024). Yamada ve arkadaşları (2024), LEA'sı yüksek erkek sporcularda düşük ferritin düzeylerinin ve antrenman sonrası yorgunluk skorlarının anlamlı şekilde arttığını bildirmiştir. Bu nedenle LEAM-Q gibi tarama araçlarında yalnızca enerji dengesizliği değil, aynı zamanda besin çeşitliliği ve alım sıklığına ilişkin soruların da bulunması gerektiği önerilmektedir (Lundy ve ark., 2022).

## **Psikolojik ve Davranışsal Boyutlar**

Enerji yetersizliği yalnızca biyolojik değil, aynı zamanda davranışsal ve psikolojik bir durumdur. LEA ile ilişkili bilişsel kısıtlama, kompulsif egzersiz, vücut imajı kaygısı ve bozuk yeme davranışları, erkek sporcularda “kas dismorfisi” (muscle dysmorphia) olarak adlandırılan özgün bir tabloyla kendini gösterebilir (Dvořáková ve ark., 2024; Holtzman ve ark., 2024). Jurov ve ark. (2022), düşük enerji kullanılabilirliği koşullarında TFEQ-R18 ölçeğinde bilişsel kısıtlanma ve iyi hissetme skorlarının anlamlı biçimde bozulduğunu göstermiştir. Bu sonuç, davranışsal değişimlerin fizyolojik göstergelerden önce ortaya çıkabileceğini ve psikolojik taramanın erken uyarı değeri taşıdığını destekler.

Erkek sporcularda düşük enerji kullanılabilirliğine dair farkındalık eksikliği de davranışsal riskleri artırmaktadır (DeJong Lempke ve ark., 2025). Bu nedenle, RED-S yönetiminde eğitim ve psikolojik destek programlarının, yalnızca biyolojik değil bütüncül bir önleme stratejisi olarak ele alınması önerilmektedir (Meyer ve ark., 2025; Fahrenholtz ve ark., 2024).

## **LEAM-Q’nun Geliştirilmesi ve Psikometrik Özellikleri**

### **LEAF-Q’dan LEAM-Q’ya Geçiş**

Sporcularda düşük enerji kullanılabilirliğini (LEA) taramak amacıyla geliştirilen ilk sistematik ölçek LEAF-Q (Low Energy Availability in Females Questionnaire), kadın sporcular için önemli bir adım olmuş ancak erkek fizyolojisinin özgün semptomatik profilini yeterince temsil edememiştir (Witkoś ve ark., 2023). LEAF-Q, menstrual fonksiyon, kemik sağlığı ve gastrointestinal bozukluklara odaklanırken, erkeklerde enerji yetersizliğine bağlı seksüel dürtü azalması, termoregülasyon bozuklukları, toparlanma gecikmesi ve performans düşüklüğü gibi farklı klinik yansımaları kapsamamaktadır (Mountjoy ve ark., 2023; Logue ve ark., 2020). Bu eksiklik, erkek sporculara özgü bir değerlendirme aracı geliştirme ihtiyacını doğurmuştur. Bu bağlamda Lundy ve ark. (2022) tarafından geliştirilen LEAM-Q (Low Energy Availability in Males Questionnaire), erkeklerde RED-S riskini erken dönemde taramayı hedefleyen ilk yapılandırılmış ölçek olarak tanımlanmıştır. LEAM-Q, RED-S’nin erkeklerde daha “sessiz” seyreden hormonal ve davranışsal semptomlarını yakalamaya yönelik olarak tasarlanmıştır; bu yönüyle LEAF-Q’nun doğrudan bir uyarlaması değil, yeniden kavramsallaştırılmış bir modelidir (Lundy ve ark., 2022; Areta ve ark., 2021). Bu geçiş, ayrıca IOC RED-S CAT2 kılavuzunda önerilen “çok boyutlu tarama yaklaşımı” ile uyum göstermektedir. Yani klinik, davranışsal ve biyokimyasal göstergelerin birlikte değerlendirilmesi, tek başına enerji hesabının ötesine geçen bir metodolojik değişimi temsil etmektedir (Mountjoy ve ark., 2023; Dvořáková ve ark., 2024).

## Anketin Yapısı ve Kapsamı

LEAM-Q, toplam 25 soru ve dört ana semptom alanından oluşur:

1. Gastrointestinal fonksiyon ve termoregülasyon: sindirim rahatsızlıkları, ısı intoleransı ve antrenman sonrası aşırı terleme/soğuk hissetme.
2. Fizyolojik iyileşme ve performans: kas ağrısı, gecikmiş toparlanma ve düşük enerji hissi.
3. Davranışsal ve psikolojik belirtiler: iyi hissetme, motivasyon, yorgunluk, bilişsel kısıtlanma.
4. Cinsel dürtü ve üreme fonksiyonu: libido, sabah ereksiyonu sıklığı, cinsel ilgi düzeyi.

Bu alanlar, erkeklerde LEA'nın en sık bildirilen klinik bulgularına dayanmaktadır (Jurov ve ark., 2022; Yamada ve ark., 2024). Ölçek, bu semptomları yalnızca fizyolojik etkiler olarak değil, aynı zamanda enerji dengesizliğine bağlı davranışsal ve duygusal göstergeler olarak ele alır (Holtzman ve ark., 2024; Fahrenholtz ve ark., 2024).

Anketin uygulanması ortalama 10 dakika sürmekte ve hem saha ortamında hem de çevrim içi formlarda kullanılabilir. LEAM-Q, doğrudan enerji hesaplaması yapmaz; bunun yerine **risk tarama aracı** olarak, düşük enerji kullanılabilirliği olasılığını belirlemek için öz-bildirimli semptomlardan yararlanır (Lundy ve ark., 2022).

## Doğrulama (Validasyon) Çalışmaları ve Temel Bulgular

### Güvenilirlik ve İç Tutarlılık

Lundy ve ark. (2022) tarafından 253 erkek sporcuda yürütülen orijinal validasyon çalışmasında, LEAM-Q'nun toplam iç tutarlılığı (Cronbach's  $\alpha = 0.78$ ) ve test-tekrar test güvenilirliği ( $r = 0.83$ ,  $p < 0.001$ ) yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, ölçeğin saha uygulamalarında tekrarlanabilir ölçüm gücüne sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, Vardardottir et al. (2024) farklı branşlardan (dayanıklılık, takım, dövüş sporları) 182 erkek sporcuyla yaptıkları çalışmada, LEAM-Q skorlarının enerji alımı, egzersiz hacmi ve biyobelirteç değişkenleriyle anlamlı korelasyon gösterdiğini bildirmiştir ( $r = -0.46$  ile  $-0.61$  arasında). Bu bulgular, ölçeğin “düşük enerji kullanılabilirliği riskini davranışsal düzeyde yansıtmaya yeteneğini” desteklemektedir.

### Semptom–Klinik Belirteç İlişkisi

LEAM-Q, yalnızca öznel semptomlara değil, aynı zamanda biyokimyasal göstergelere dayalı risk profili oluşturma kapasitesiyle dikkat çeker. Lundy ve ark. (2022) ve McGuire et al. (2024) çalışmalarında, düşük LEAM-Q skorlarının testosteron, IGF-1 ve T3 düzeylerindeki düşüşlerle ilişkili olduğu belirtilmiştir.

Özellikle “iyi hissetme” ve “cinsel dürtü” bölümlerindeki puanlar ile testosteron ve T3 konsantrasyonları arasında anlamlı pozitif korelasyon (sırasıyla  $r = 0.52$  ve  $r = 0.47$ ) rapor edilmiştir.

Ayrıca Jurov ve ark. (2022) çalışması, “baş dönmesi, sık hastalanma, düşük libido ve gecikmiş iyileşme” gibi semptomların LEA durumlarını en iyi ayırt eden göstergeler olduğunu bildirmiştir. Bu semptom alt ölçekleri, LEAM-Q’nun klinik duyarlılığını arttıran temel bileşenler olarak ön plana çıkmaktadır.

Klinik biyobelirteçlerle ilişkilendirilmiş bu yapı, ölçeğin yalnızca tarama amaçlı değil, aynı zamanda risk katmanlaması veya IOC RED-S CAT2 sınıflamasındaki “1. basamak değerlendirme aracı” olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Mountjoy ve ark., 2023; Meyer ve ark., 2025).

### **LEAM-Q’nun Gündemi: Eleştirel Analiz ve Sınırlılıklar**

#### **Tanısal Değerde Kısıtlılıklar: Cinsel Dürtü Skorunun Ayırt Ediciliği**

LEAM-Q’nun en dikkat çekici bulgularından biri, ölçeğin “cinsel dürtü (libido)” maddesinin düşük enerji kullanılabilirliği (LEA) vakalarını kontrol gruplarından ayırt etmede en güçlü gösterge olmasıdır (Lundy ve ark., 2022). Orijinal validasyon çalışmasında, yalnızca “azalmış cinsel dürtü” yanıtı veren sporcuların %78’inde serum testosteron düzeyleri normal alt sınırın ( $<12$  nmol/L) altında bulunmuş, buna karşın diğer semptom alanlarının bu ayrımı yapmada anlamlı olmadığı bildirilmiştir. Benzer şekilde McGuire ve ark. (2024) ve Koehler ve ark. (2024) çalışmalarında da libido skorundaki düşüş, triiodotironin (T3) ve IGF-1 seviyelerindeki azalmayla paralel seyretmiştir. Bu bulgular, “tekil vekil (proxy) belirteç” olarak düşük cinsel dürtünün, erkek sporcularda RED-S taramasında önemli bir klinik sinyal olduğunu göstermektedir. Ancak bu ölçütün özgüllüğü hâlen tartışmalıdır. Areta, Taylor ve Koehler (2021), egzersiz hipogonadal erkek koşulunda (EHMC) da libido azalmasının görülebildiğini, bu durumun enerji yetersizliğinden bağımsız olarak yüksek antrenman yüküne bağlı nöroendokrin adaptasyonların sonucu olabileceğini belirtmiştir. Dolayısıyla, düşük libido bulgusunun etiyolojik yönü karmaşık olup, yalnızca LEA’ya atfedilmesi tanısal hataya yol açabilir (Bangsbo ve ark., 2025). Ayrıca libido değerlendirmesinin öz-bildirimli doğası, yanıtlayıcı önyargı (response bias) ve sosyal istenirlik etkisine açıktır (Holtzman ve ark., 2024). Sporcuların mahremiyet algısı, özellikle çevrim içi veya takım ortamında yapılan uygulamalarda dürüst yanıt verme olasılığını azaltabilir. Bu durum, ölçeğin klinik duyarlılığını düşürebilir ve yanlış negatif sonuçlara yol açabilir (Meyer ve ark., 2025).

#### **Semptom Kümeleri ve Biyobelirteç Uyumsuzluğu**

LEAM-Q, enerji yetersizliğini çok boyutlu bir şekilde değerlendirmeyi amaçlasa da, literatürde semptom skorlarıyla biyokimyasal belirteçler arasındaki uyumun sınırlı olduğu gösterilmiştir.

Vardardottir ve ark. (2024), düşük LEAM-Q puanlarının testosteron ve leptin düzeyleriyle anlamlı korelasyon gösterdiğini, ancak ferritin, T3 veya IGF-1 gibi diğer belirteçlerle ilişkilerin zayıf olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde, Yamada ve ark. (2024) erkek sporcularda semptom profilleri ile hormonal yanıtların birebir örtüşmediğini, bunun olası nedeninin bireysel adaptasyon farklılıkları ve ölçüm zamanlaması olabileceğini vurgulamıştır. Bu durum, LEAM-Q'nun akut ve kronik enerji dengesizliklerini ayırt etme konusundaki sınırlılığını da gündeme getirmektedir. Jurov ve ark. (2022), enerji kullanılabilirliğindeki kısa süreli düşüşlerin testosteron üzerinde minimal etki gösterdiğini, ancak bu dönemde bile iyi hissetme skorlarında belirgin bozulma yaşandığını bildirmiştir. Buna göre LEAM-Q, kısa vadeli (akut) enerji açığını yansıtabilirken, biyokimyasal göstergeler daha çok uzun dönemli (kronik) etkileri temsil etmektedir. Bu zaman ölçeği farklılığı, semptom-biyobelirteç uyumsuzluğunun başlıca nedenlerinden biridir (Kostyak ve ark., 2024). Ek olarak, Suzuki ve Suzuki (2024) enerji dengesizliği sırasında eritrosit döngüsü ve demir metabolizmasındaki değişimlerin klasik hormonal belirteçlerle eş zamanlı ilerlemediğini göstermiştir. Bu bulgu, LEAM-Q'nun bazı fizyolojik parametreleri dışarıda bırakabileceğini ve bu nedenle biyobelirteç destekli tarama ile birleştirilmesinin daha güvenilir olacağını göstermektedir.

### **Eşik Değer Çözümlemesi ve Fizyolojik Uyumsuzluklar**

LEAM-Q skorları için evrensel bir kesme noktası (cut-off) tanımlanmamıştır. Lundy ve ark. (2022), 8 puan ve üzeri skorları “yüksek risk” olarak önermiş ancak sonraki çalışmalarda bu eşik değer branş, antrenman hacmi ve mevsimsel enerji dalgalanmalarına göre değişkenlik göstermiştir (Vardardottir ve ark., 2024; Holtzman ve ark., 2024). Bu, ölçeğin normatif referans aralıklarının henüz yeterli düzeyde standardize edilmediğini ortaya koymaktadır.

Ayrıca, erkek sporcularda bazı semptom kümelerinin fizyolojik olarak uyumsuz sonuçlar verdiği rapor edilmiştir. Örneğin, McGuire ve ark. (2024) çalışmasında enerji açığı bulunan bazı sporcuların iyi hissetme skorları yüksek çıkmış, bu durum “adaptif enerji koruma” fenomeniyle açıklanmıştır. Benzer şekilde Fahrenholtz ve ark. (2024), uzun süreli antrenman deneyiminin enerji açığına rağmen hormonal homeostazın kısmen korunmasına olanak tanıyabileceğini belirtmiştir. Bu bulgular, LEAM-Q sonuçlarının mutlak tanısal değil, bağlamsal olarak yorumlanması gerektiğini vurgulamaktadır.

### **Ölçüm Güvenilirliği ve Uygulama Zorlukları**

LEAM-Q'nun en önemli sınırlılıklarından biri, öz-bildirimli (self-reported) doğası nedeniyle ölçüm hatalarına açık olmasıdır. Sporcuların performans düşüklüğü veya cinsel sağlık sorunlarını gönüllü olarak bildirmede isteksiz davranabileceği, dolayısıyla yanıtların sosyokültürel faktörlerden etkilenebileceği bildirilmektedir (Holtzman ve ark., 2024). Ayrıca, erkeklerde RED-S semptomlarının genellikle “dayanıklılık belirtisi” olarak algılanması,

düşük enerji kullanılabilirliğinin normalleştirilmesine yol açabilir (DeJong Lempke ve ark., 2025).

Buna ek olarak, anketin enerji dengesizliğini yalnızca son birkaç haftalık semptomlara dayanarak ölçmesi, uzun dönemli etkilerin tespit edilmesini zorlaştırmaktadır (Kostyak ve ark., 2024). Fahrenholtz ve ark. (2024) çalışmasında, enerji alımındaki günlük dalgalanmaların (Within-Day Energy Balance; WDEB) haftalık ortalamalarla kıyaslandığında çok farklı sonuçlar verdiği gösterilmiştir. Bu da, LEAM-Q'nun enerji değişkenliğini yakalama konusundaki duyarlılığının sınırlı olduğunu göstermektedir.

Dolayısıyla, LEAM-Q'nun geçerliliği en yüksek düzeye çıkarılabilmesi için biyobelirteç analizleri, diyet kayıtları ve performans ölçümleri ile birlikte kullanılması önerilmektedir (Mountjoy ve ark., 2023; Meyer ve ark., 2025).

### **Klinik Uygulamalar ve Gelecek Yönelimleri**

#### **LEAM-Q'nun Klinik Karar Destek Aracı Olarak Rolü**

LEAM-Q, mevcut literatürde erkek sporcularda düşük enerji kullanılabilirliği (LEA) riskini erken evrede tanımlamak için önerilen en kapsamlı tarama araçlarından biridir (Lundy ve ark., 2022; Vardardottir ve ark., 2024). Ölçek, doğrudan tanı koyma amacı taşımamakta; bunun yerine yüksek riskli bireyleri ikinci basamak (klinik) değerlendirmeye yönlendiren bir ön tarama basamağı olarak tanımlanmaktadır. Bu yönüyle, IOC RED-S CAT2'nin "1. Adımı" olarak işlev görür (Mountjoy ve ark., 2023).

IOC RED-S CAT2 rehberine göre RED-S yönetimi, beş aşamalı bir değerlendirme ve müdahale zinciri içerir: (1) Tarama, (2) Klinik doğrulama, (3) Risk sınıflandırması, (4) Müdahale planı, (5) İzlem (Mountjoy et al., 2023). LEAM-Q bu zincirin ilk aşamasında, davranışsal ve semptomatik göstergeler üzerinden düşük enerji kullanılabilirliği olasılığını belirler ve riskli sporcuların klinik incelemeye yönlendirilmesini sağlar (Meyer ve ark., 2025).

Klinik uygulamada LEAM-Q skorlarının tek başına yeterli olmadığı; biyobelirteç analizleri (testosteron, IGF-1, T3), enerji dengesi hesaplamaları ve performans ölçümleriyle desteklenmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Yamada ve ark., 2024; Koehler ve ark., 2024; McGuire ve ark., 2024). Bu çok boyutlu yaklaşım, hem yanlış negatif taramaları azaltır hem de RED-S risk sınıflandırmasının doğruluğunu artırır. Ayrıca LEAM-Q'nun multidisipliner klinik takımlar (diyetisyen, spor hekimi, fizyolog, psikolog) tarafından kullanılması önerilmektedir (Meyer ve ark., 2025). Bu ekip yaklaşımı, ölçeğin bulgularının yalnızca enerji dengesine değil, psikolojik, hormonal ve davranışsal alanlara da entegre edilmesini sağlar. Bu yönüyle LEAM-Q, hem tarama hem de karar destek aracı niteliği taşır (Holtzman ve ark., 2024).



## **Gelecekteki Araştırma İhtiyaçları**

### **Modifiye Edilmiş LEAM-Q ve Genişletilmiş Biyobelirteç Profilleri**

LEAM-Q'nun mevcut versiyonu, semptom temelli bir yapı sergilemektedir; ancak erkeklerde RED-S'nin kompleks biyolojik yapısı göz önüne alındığında, biyobelirteç temelli genişletilmiş versiyonlara ihtiyaç vardır. Özellikle testosteron, IGF-1 ve T3 gibi klasik endokrin göstergelere ek olarak, leptin, ferritin, eritropoietin, kortizol ve eritrosit dönüşüm göstergelerinin dahil edilmesi önerilmektedir (Suzuki & Suzuki, 2024; Metabolites, 2024). Bu belirteçler, enerji kullanılabilirliğiyle ilişkili metabolik adaptasyonların hem kısa hem uzun vadeli izlenmesine olanak sağlayabilir. Ayrıca bireylerin baseline (başlangıç) düzeylerine göre kişisel değişimleri dikkate alan “kişisel biyobelirteç profilleri”nin oluşturulması, grup ortalamalarına dayalı değerlendirmelere kıyasla daha duyarlı sonuçlar verebilir (Kostyak ve ark., 2024). Bu yaklaşım, RED-S yönetiminde “kişiselleştirilmiş klinik değerlendirme” paradigmasına geçişi temsil etmektedir.

### **Uzun Süreli ve Kontrollü Çalışmalar**

Güncel literatürdeki en büyük eksikliklerden biri, erkek sporcularda düşük enerji kullanılabilirliğinin uzun dönemli (longitudinal) etkilerini inceleyen çalışmaların azlığıdır.

Stenqvist ve ark. (2023) tarafından yapılan üç yıllık izlem çalışması, ergen erkek sporcularda enerji kullanılabilirliği düşük olan grubun kemik mineral yoğunluğunda %3,5 oranında azalma gösterdiğini ve hormonal toparlanmanın 12 ayı bulduğunu bildirmiştir. Bu tür uzunlamasına araştırmalar, LEA'nın geri dönüşümlülüğü (reversibility) ve toparlanma süresi (recovery time) açısından değerli bilgiler sağlar (Yamada ve ark., 2024; McGuire ve ark., 2024). Ayrıca kontrollü beslenme müdahaleleri (ör. enerji artırımı, makro dağılım optimizasyonu) ile performans ve hormonal yanıtların paralel incelendiği randomize çalışmalara ihtiyaç vardır (Jurov ve ark., 2022; Koehler ve ark., 2024). Bu araştırmalar, LEAM-Q skorları ile biyolojik adaptasyonların nedensel ilişkisini ortaya koyabilir.

### **Eğitim ve Önleme Programları**

Erkek sporcularda düşük enerji kullanılabilirliğine ilişkin farkındalık düzeyi hâlâ düşüktür. DeJong Lempke ve ark. (2025) tarafından yapılan sistematik derlemede, eğitim temelli müdahalelerin sporcuların LEA farkındalığını ve beslenme davranışlarını geliştirmede etkili olduğu, ancak kalıcılığın kısa vadeyle sınırlı kaldığı bildirilmiştir.

Bu nedenle RED-S yönetimi yalnızca klinik tanı odaklı değil, aynı zamanda eğitim ve önleme temelli olmalıdır. Meyer ve ark. (2025) de aynı şekilde, multidisipliner müdahale ekiplerinin sporcular ve antrenörler için yapılandırılmış

eğitim oturumları düzenlemesinin, düşük enerji kullanılabilirliği riskini azaltılabileceğini belirtmiştir.

Bangsbo ve ark. (2025) konsensus raporunda, elit sporcularda enerji dengesinin korunması için beslenme planlarının “antrenman periyodizasyonu” ile entegre edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu yaklaşım, hem RED-S’nin önlenmesine hem de performansın sürdürülebilir biçimde desteklenmesine katkı sağlar.

### **Uygulama Perspektifi: Klinik–Saha Köprüsü**

LEAM-Q’nun geleceği, klinik araştırmalarla saha uygulamalarının birleştirilmesine bağlıdır. IOC RED-S CAT2 rehberinde de belirtildiği üzere, saha uygulamalarında kullanılan tarama araçlarının, klinik doğrulama verileriyle desteklenmesi zorunludur (Mountjoy ve ark., 2023).

Bu doğrultuda, LEAM-Q’nun dijital uyarlaması (e-LEAM-Q) ve mobil platformlarda otomatik risk sınıflandırması yapabilen sürümleri geliştirilmektedir (Dvořáková ve ark., 2024). Bu tür dijital araçlar, hem hızlı veri toplama hem de sporcu gizliliğini koruma avantajı sunabilir.

Ayrıca erkek sporcularda RED-S’nin tanınmasını kolaylaştıracak farkındalık kampanyaları, antrenör ve sağlık profesyonellerine yönelik seminerler ile desteklenmelidir (DeJong Lempke ve ark., 2025). Bu sayede, LEAM-Q yalnızca araştırma aracı değil, aynı zamanda performans merkezlerinde önleyici bir sağlık stratejisi olarak konumlandırılabilir.

### **Sonuç**

#### **Temel Çıkarımlar**

Erkek sporcularda düşük enerji kullanılabilirliği (LEA) ve buna bağlı olarak gelişen Relatif Enerji Eksikliği Sendromu (RED-S), son on yılda spor bilimleri literatüründe giderek artan bir ilgiyle ele alınmaktadır. RED-S, yalnızca endokrin ve metabolik sistemleri değil, psikolojik, hematolojik, kardiyovasküler ve immün sistemleri de etkileyen çok boyutlu bir sendromdur (Mountjoy ve ark., 2023; Bangsbo ve ark., 2025).

Kadın sporcu üçlemesi (Female Athlete Triad) kavramının ötesine geçen bu yeni model, erkeklerde de benzer risklerin varlığını göstermiştir; ancak klinik tanı süreçleri erkeklerde hâlâ belirsizdir (Areta ve ark., 2021; Logue ve ark., 2020).

Bu bağlamda LEAM-Q (Low Energy Availability in Males Questionnaire), erkek sporcularda düşük enerji kullanılabilirliği riskini erken dönemde saptamak amacıyla geliştirilen ilk geçerlik denemesi olarak önemli bir boşluğu doldurmuştur (Lundy ve ark., 2022). Ölçek, fizyolojik, davranışsal ve psikolojik semptomları bütüncül olarak değerlendirerek, erkeklerde RED-S taramasında kullanılabilir bir saha aracı ortaya koymaktadır.

LEAM-Q'nun özellikle cinsel dürtü, iyi hissetme ve toparlanma boyutlarındaki maddeleri, enerji kullanılabilirliğiyle ilişkili hormonal değişimleri yakalamada en duyarlı alanlar olarak öne çıkmaktadır (Lundy ve ark., 2022; Jurov ve ark., 2022; McGuire ve ark., 2024). Bununla birlikte, ölçeğin tanınal sınırlılıkları da göz ardı edilmemelidir. Öz-bildirimli doğası, biyobelirteçlerle tam korelasyon göstermemesi ve akut/kronik enerji dengesizliklerini ayırt etmedeki zorluklar, LEAM-Q'nun yalnızca ilk basamak tarama aracı olarak kullanılmasını gerektirmektedir (Vardardottir ve ark., 2024; Yamada ve ark., 2024).

IOC RED-S CAT2 çerçevesi içinde, LEAM-Q sonuçları klinik değerlendirme ve laboratuvar analizleriyle desteklenmeli; böylece tanınal güvenilirlik artırılmalıdır (Mountjoy ve ark., 2023; Meyer ve ark., 2025).

Gelecekte yapılacak araştırmalar, LEAM-Q'nun biyobelirteç temelli versiyonlarının geliştirilmesine, dijital tarama platformlarıyla entegrasyonuna ve uzunlamasına (longitudinal) geçerlilik çalışmalarına odaklanmalıdır. Ayrıca sporcular ve antrenörler arasında enerji kullanılabilirliği farkındalığının artırılması, RED-S'nin önlenmesinde kilit bir strateji olarak öne çıkmaktadır (DeJong Lempke ve ark., 2025; Bangsbo ve ark., 2025).

Sonuç olarak, LEAM-Q erkek sporcu sağlığı alanında bilimsel ve klinik uygulama açısından öncü bir araç olmakla birlikte, tanı koymaktan çok erken uyarı ve yönlendirme amacıyla kullanılmalıdır. Enerji kullanılabilirliği dengesinin korunması, sadece performansın değil, aynı zamanda uzun vadeli sağlık, endokrin denge ve psikolojik iyilik hâlinin sürdürülebilirliği için temel bir gerekliliktir (Koehler ve ark., 2024; Yamada ve ark., 2024). LEAM-Q, yalnızca bir anket değil, erkek sporcu sağlığına yönelik önleyici bir paradigma değişiminin temsilcisi olarak düşünülebilir. Sporcu beslenmesi, fizyoloji, psikoloji ve performans bilimleri arasındaki bu köprü, gelecekte RED-S'nin çok daha erken saptanmasına ve bireyselleştirilmiş müdahalelerin geliştirilmesine zemin hazırlayacağı söylenebilir.

## KAYNAKÇA

- Areta, J. L., Taylor, H. L., & Koehler, K. (2021). Low energy availability: History, definition and evidence of its endocrine, metabolic and physiological effects in prospective studies in females and males. *European Journal of Applied Physiology*, 121(8), 1955–1976.
- Bangsbo, J., et al. (2025). Consensus statements—Optimizing performance of the elite athlete. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 35(e70112).
- DeJong Lempke, A. et al. (2025). Nutrition educational interventions for athletes related to low energy availability: A systematic review. *PLOS ONE*, 20(2), e0314506.
- Dvořáková, M. et al. (2024). Relative energy deficiency in sport: Biomarker-based diagnostic perspectives. *Frontiers in Sports and Active Living*, 12, 2065111.
- Fahrenholtz, I. L. et al. (2024). Within-day energy balance fluctuations and endocrine adaptations in male endurance athletes. *Physiological Reports*, 12, e16112.
- Holtzman, B. et al. (2024). Low energy availability and behavioral responses in male athletes: Diagnostic and practical challenges. *British Journal of Sports Medicine*, 59(1), 1–8.
- Jurov, I. et al. (2022). Reducing energy availability in male endurance athletes: A randomized trial with a three-step energy reduction. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 19, 179–195.
- Koehler, K. et al. (2024). Low energy availability and endocrine adaptations in male athletes: Current evidence and future directions. *Nutrients*, 16, 3507.
- Kostyak, J. C. et al. (2024). Metabolic adaptations to low energy availability in male athletes. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 16, e70082.
- Logue, D. M. et al. (2020). Low energy availability in athletes—2020 update. *Nutrients*, 12, 835.
- Lundy, B. et al. (2022). Screening for low energy availability in male athletes: Attempted validation of LEAM-Q. *Nutrients*, 14(9), 1873.
- McGuire, R. et al. (2024). Measurement of energy availability in highly trained male endurance athletes and its association with bone and endocrine function. *European Journal of Nutrition*, 63(1), 139–155.
- Meyer, N. L. et al. (2025). Relative energy deficiency in sport—Multidisciplinary treatment in clinical practice. *Nutrients*, 17, 228.
- Mountjoy, M. et al. (2023). IOC consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2023 update. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 9(1), e001731.

- Suzuki, S., & Suzuki, Y. (2024). Biomarkers and red blood cell turnover in athletes with low energy availability. *Nutrients*, 16, 2273.
- Tarnowski, M. et al. (2023). Comparative accuracy of energy availability assessment methods in athletes. *Sports Medicine–Open*, 9, 265.
- Vardardottir, T. et al. (2024). A real-life snapshot: Evaluating exposures to low energy availability in male athletes from various sports. *Physiological Reports*, 12, e558.
- Witkoś, J. et al. (2023). The Low Energy Availability in Females Questionnaire (LEAF-Q) as a useful tool to identify female triathletes at risk for menstrual disorders related to low energy availability. *Nutrients*, 15, 650.
- Yamada, Y. et al. (2024). Hormonal and metabolic biomarkers of low energy availability in male athletes. *Nutrients*, 16, 2108.

# **BÖLÜM 2**

## **Sporda Biyolojik ve Nörolojik Geribildirim Rolü**

**Cem Sofuoğlu<sup>1</sup> & Musab Çağın<sup>2</sup> & Özlem Orhan<sup>3</sup>**

---

<sup>1</sup> Yüksek Lisans Öğrencisi, Gazi Üniversitesi, 0009-0004-4327-0796

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Gazi Üniversitesi, 0000-0001-8882-5506

<sup>3</sup> Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, 0000-0002-4047-234X

## GİRİŞ

Zihin ve beden arasındaki etkileşim, çağdaş spor bilimlerinde giderek artan bir biçimde önem kazanan, çok boyutlu bir araştırma alanı olarak öne çıkmaktadır. Günümüzde atletik performansın yalnızca kas kuvveti, dayanıklılık veya teknik becerilerle açıklanamayacağı; nörolojik, psikolojik ve biyolojik sistemlerin karmaşık bir bütünlük içinde etkileştiği kabul edilmektedir (Mirifar ve ark., 2017). Bu bütüncül yaklaşım, sporcunun yalnızca fiziksel değil, bilişsel ve duygusal süreçler bakımından da performansını düzenleyebildiğini ortaya koymaktadır. Özellikle geliştirilen psikofizyolojik ölçüm ve geribildirim teknolojileri sayesinde, sporcularda zihinsel süreçlerin bedensel çıktılar üzerindeki etkisi nesnel olarak izlenebilir hale gelmiştir. Bu doğrultuda, biyolojik geribildirim (biofeedback) ve nörolojik geribildirim (nörofeedback) teknikleri, sporcunun kendi fizyolojik tepkilerini fark ederek düzenlemesini mümkün kılan, zihin-beden bütünlüğünü güçlendiren bilimsel yöntemler olarak öne çıkmaktadır (Rydzik ve ark., 2023; Tosti ve ark., 2024).

Biyolojik ve nörolojik geribildirim uygulamaları, sporcunun içsel durum farkındalığını artırarak otonom sinir sistemi düzenini, stres yönetimini, dikkat sürekliliğini ve duygusal dengeyi geliştirmeye yönelik etkiler göstermektedir (Pagaduan ve ark., 2020; Lanza ve ark., 2023). Kalp atım hızı değişkenliği (HR), kas aktivitesi (EMG) ve beyin dalgaları (EEG) gibi fizyolojik göstergeler üzerinden sağlanan geri bildirimler, zihinsel dayanıklılığı artırmak, performans dalgalanmalarını azaltmak ve toparlanma süreçlerini optimize etmek açısından kullanılmaktadır. Literatürde bu tekniklerin spor performansı üzerindeki etkilerini destekleyen bulgular artmakla birlikte, çalışmalar arasında protokol farklılıkları ve metodolojik çeşitlilik dikkat çekmektedir (Mirifar ve ark., 2017; Cheng ve ark., 2024). Bu nedenle, zihin-beden etkileşimini temel alan geribildirim yaklaşımları, modern spor bilimlerinde hem performansın artırılması hem de psikofizyolojik dengenin korunması açısından giderek daha kritik bir rol üstlenmektedir.

## BIYOLOJİK VE NÖROLOJİK GERİBİLDİRİMİN GELİŞİMİ

Biyolojik geri bildirim kavramı, psikofizyoloji çalışmalarından esinlenerek 1960'ların sonlarına doğru ortaya çıkmıştır. Bu dönemde bilim insanları, insan davranışlarına dair fizyolojik göstergelerin nicel ölçümünü kullanarak içsel süreçleri anlamayı amaçlamışlardır. Biyolojik geribildirim ilk olarak elektromiyografi (EMG), galvanik deri yanıtı (GSR) ve kalp atış hızı (HR) gibi sinyaller aracılığıyla kas gerilim seviyeleri ve gevşeme durumunun kontrolü için kullanılmıştır. (Özmen, 2022). Nörofeedback ise biofeedback'in bir uzantısı olarak beyin aktivitesine odaklanmaktadır. İlk nörolojik geri bildirim araştırmaları da 1960'lı yıllarda başlamış; ancak hızla gelişerek günümüzde modern teknolojilerle desteklenen uygulamalara dönüşmüştür. Marzbani ve ark. (2016) da nörolojik geri bildirimin "yeni bir kavram olmadığını, birkaç on yıldır

araştırıldığını” belirtmektedir. Spor alanında ise nörolojik geri bildirim uygulamaları nispeten daha yenidir. Mirifar ve ark. (2017) tarafından vurgulandığı üzere, sporda nörolojik geri bildirim eğitimi ilk kez 1991 yılında okçuluk performansını iyileştirmek amacıyla kullanılmıştır. Son yıllarda bu alana artan bir ilgi bulunmaktadır; örneğin ünlü golfçü Jason Day, olimpiyat şampiyonu Kanada kısa paten takımı gibi sporcuların zihinsel beceriler geliştirme süreçlerinde nörofeedback uyguladığı bildirilmiştir. Ancak bu teknikleri etkinliğini anlamak için sistematik derlemelere ve sağlam metodolojiye ihtiyaç duyulmaktadır

## **BİYOLOJİK VE NÖROLOJİK GERİBİLDİRİM TÜRLERİ VE MEKANİZMALARI**

Biyolojik geribildirim (biofeedback), bireyin kendi bedensel süreçlerini algılamasını ve kontrol etmeyi öğrenmesini sağlayan bir yöntemdir. Bu teknik, kalp atış hızı, solunum ritmi, deri elektriksel iletkenliği (EDA), kas aktivitesi (EMG) ve kalp hızı değişkenliği (HRV) gibi fizyolojik sinyallerin sensörler aracılığıyla ölçülüp ekrandan görsel veya işitsel biçimde sunulması temeline dayanır. Kişi bu geribildirimleri izleyerek gevşeme, nefes kontrolü ya da kas gerginliği azaltma gibi becerileri bilinçli olarak geliştirebilir (Schwartz & Andrasik, 2017). Spor bilimlerinde biyolojik geribildirim özellikle stres yönetimi, gevşeme eğitimi ve performans öncesi arousal kontrolü (fizyolojik ve psikolojik uyarılma düzeyinin düzenlenmesi) amacıyla kullanılmaktadır.

Nörolojik geribildirim (nörofeedback) ise beynin elektriksel aktivitesinin (EEG) anlık olarak izlenip kişiye sunulmasıyla yürütülmektedir. Kafa derisine yerleştirilen elektrotlar yardımıyla EEG sinyalleri kaydedilir, yazılım tarafından analiz edilir ve hedeflenen beyin aktivitesine ulaşılması durumunda katılımcıya olumlu bir geri bildirim (örneğin ses, ışık, video ilerlemesi) verilir. Bu süreçte **operant koşullanma** mekanizması işlemektedir: İstenen beyin dalgası paterni oluştuğunda pozitif pekiştirici sunulur, istenmeyen aktivite durumunda ise uyarı kesilir (Marzbani, Marateb, & Mansourian, 2016). Katılımcı böylece gevşeme ile ilişkili **alfa** dalgalarını artırmayı, dikkat süreçleriyle ilişkili **SMR (sensörimotor ritim)** aktivitesini güçlendirmeyi veya **teta** aktivitesini azaltmayı öğrenmektedir (Hammond, 2007).

Nörofeedback protokolleri genellikle “enhance–inhibit” yaklaşımına dayanır; belirli bir frekans bandının gücü artırılırken diğerleri bastırılır. Elektrot yerleşimi uluslararası **10–20 EEG sistemi** esas alınarak yapılır; frontal bölge dikkat ve yürütücü işlevlerle, parietal bölge ise mekânsal ve duyuşal süreçlerle ilişkilidir (Vernon ve ark., 2003).

Geri bildirim türleri üç ana kategoride sınıflandırılabilir:

- **Görsel geri bildirim:** Ekranda grafik, oyun veya animasyon ile EEG gücü gösterilir.



- **İşitsel geri bildirim:** Beyin aktivitesi hedefe ulaştığında müzik veya hoş bir ses çalınır.
- **Dokunsal geri bildirim:** Titreşim veya sıcaklık değişikliğiyle uyarı verilir; bu yöntem özellikle taşınabilir sistemlerde kullanılmaktadır (Marzbani ve ark., 2016; Prinsloo ve ark., 2019).

Uygulama protokollerinde genellikle 10–20 seans, her biri 20–40 dakika arasında süren eğitimler planlanmaktadır (Enriquez-Geppert ve ark., 2017). Son yıllarda “Function-Specific Instruction (FSI)” yaklaşımı öne çıkmıştır; bu modelde katılımcılara nörofeedback süresince hedeflenen EEG durumuna ulaşmayı kolaylaştıran sözel yönergeler verilmektedir. Örneğin golfçülere “vuruş anında tüm dikkati topa yönlendir” gibi odaklanma talimatları sunulabilir (Onagawa ve ark., 2023).

Benzer şekilde EMG-biofeedback kas gerginliği kontrolünü, HRV-biofeedback ise kalp ritmi senkronizasyonunu öğretmeyi amaçlar. Bu yöntemler zihinsel beceri antrenmanlarıyla bütünleştirilerek, sporcularda stres kontrolü ve dikkat yönetimi üzerinde olumlu etkiler göstermektedir (Lehrer ve Gevirtz, 2014; Birbaumer ve ark., 2013). Gelişen teknolojiyle birlikte taşınabilir EEG cihazları, sanal gerçeklik (VR) ortamları ve çoklu biyolojik sensörlerin entegre edildiği hibrit sistemler hem nörolojik hem biyolojik geribildirim uygulamalarını daha erişilebilir ve dinamik hale getirmiştir (Cottone ve ark., 2023)

## EEG FREKANSLARI, BEYİN DALGALARI VE MENTAL DURUMLARLA İLİŞKİSİ

EEG sinyalleri, farklı frekans bantlarına ayrılarak çeşitli zihinsel durumların işaretçisi olarak değerlendirilir. Marzbani ve ark. (2016) tarafından özetlendiği üzere, temel bantlar şunlardır:

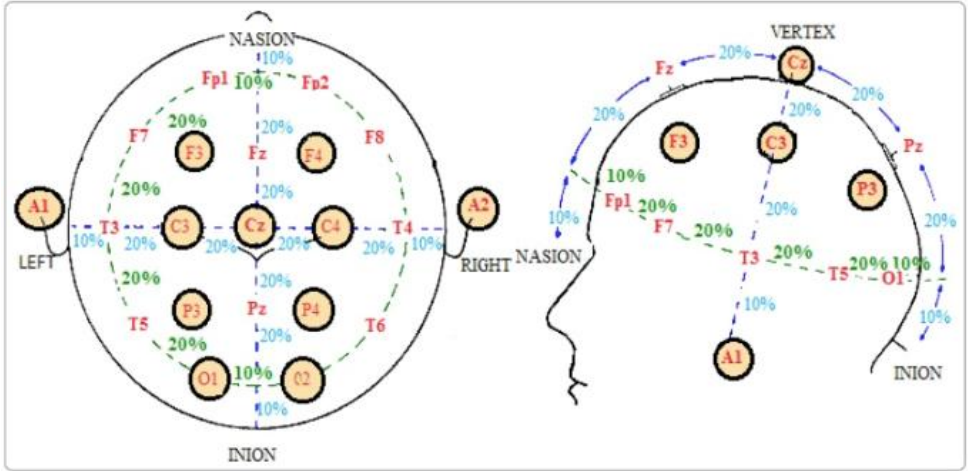
**Tablo 1. Beyin dalgaları ve özellikleri**

| Beyin Dalgası Türü | Frekans Aralığı (Hz) | Genel Özellikler                                                                                  |
|--------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Delta</b>       | 1–4                  | Uyku, onarım, karmaşık problem çözme, farkındalık dışı durumlar, derin bilinçsizlik               |
| <b>Theta</b>       | 4–8                  | Yaratıcılık, içgörü, derin bilinç durumları, meditasyon, depresyon, anksiyete, dikkat dağınıklığı |
| <b>Alpha</b>       | 8–13                 | Uyanık dinginlik, rahatlatma, meditasyon, zihinsel hazırlık, huzurlu odaklanma                    |
| <b>Alt Alpha</b>   | 8–10                 | Hatırlama, geri çağırma süreçleri                                                                 |
| <b>Üst Alpha</b>   | 10–13                | Bilişsel performansı optimize etme                                                                |
| <b>SMR</b>         | 13–15                | Zihinsel uyanıklık, bedensel gevşeme                                                              |

| Beyin Dalgası Türü | Frekans Aralığı (Hz) | Genel Özellikler                                                                |
|--------------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Beta               | 15–20                | Düşünme, odaklanma, dikkat sürekliliği, uyarılmışlık, heyecan                   |
| Yüksek Beta        | 20–32                | Yoğunluk, aşırı uyanıklık, anksiyete                                            |
| Gamma              | 32–100 (veya 40)     | Öğrenme, bilişsel işlem, problem çözme, zihinsel keskinlik, beyin organizasyonu |

SMR: (Sensörimotor Ritim)

Bu bantlar performansla da ilişkilidir: Örneğin sportif hedef atışta (tirolde) konsantrasyonu gösteren frontomedian theta'nın azaltılması ve optimum alfa-delta oranının sağlanması başarıyı artırabilir. Benzer şekilde, duyuşsal motor alanlarda yüksek SMR aktivasyonu genellikle dikkatli ama rahat bir zihinsel durumu yansıtır ve nişan alma gibi görevlerde faydalıdır.



Şekil 1. Uluslararası 10–20 elektrod yerleşim sistemine göre EEG elektrotları ve beyin bölgeleri (Marzbani vd., 2016).

## BİYOLOJİK GERİBİLDİRİM VE SPOR

Biyolojik geribildirim (biofeedback), vücudun içsel fizyolojik sinyallerinin (ör. kalp atım hızı, cilt iletkenliği, kas gerginliği, beyin dalgaları) ölçülerek geri bildirim olarak kişiye sunulması yoluyla, bireyin kendi bedenine dair farkındalık kazanmasını ve fizyolojik süreçlerini kontrol etmesini sağlayan bilimsel bir yaklaşımdır (Mirifar, Beckmann & Ehrlenspiel, 2017). Spor alanında bu teknikler, sporcuların zihinsel ve fiziksel performanslarını optimize etmek için stratejik bir araç olarak kullanılmaktadır.

Spor bilimlerinde biyolojik geribildirim hem bedensel düzenleme hem de zihinsel dayanıklılık gelişimi açısından kullanılmaktadır. Sporculara; kalp atım

hızı değışkenliği (HRV), kas aktivitesi (EMG), solunum düzeni veya cilt iletkenliği (EDA) gibi göstergeler aracılığıyla verilen geri bildirimler, onların stres tepkilerini kontrol etmeyi ve performans sırasında optimal uyarılma düzeyini korumayı öğrenmelerini sağlar (Pagaduan ve ark., 2020).

Biyolojik geribildirim yöntemleri arasında en yaygın olarak kalp atım hızı değışkenliği (HRV), solunum eğitimi, kas gerginliği (EMG) eğitimi ve cilt iletkenliği geri bildirimi kullanılmaktadır. Örneğin HRV eğitimi, sporcunun kalp ritmi ve otonom sinir sistemi işleyişı hakkında bilgi sağlayarak stresle başa çıkmayı öğretir ve anksiyete düzeylerinde azalma, odaklanmada iyileşme gibi faydalar sunar (Pagaduan ve ark., 2020). Benzer şekilde, kas gerilimi geri bildirimiyle sporcular kaslarındaki fazladan gerginliği öğrenerek gevşeme tepkilerini geliştirebilir. Bu teknikler, zihinsel becerileri optimize etmek ve yüksek yoğunluklu antrenmanlarda veya rekabet ortamlarında stres kontrolünü sağlamak için kullanılmaktadır (Lalanza ve ark., 2023). Biyo-geribildirim sporcular üzerindeki temel etkileri şu şekilde özetlenebilir:

1. **Stres ve Anksiyete Kontrolü:** Sporcular anlık stres düzeylerini görerek, stres faktörleriyle mücadele yöntemlerini güçlendirebilir (Pagaduan ve ark., 2020).
2. **Fizyolojik Kontrol Becerisi:** Düzenli geri bildirim alan sporcular, kalp atışı, solunum ve kas gerilimi gibi otomatik süreçlerini bilinçli olarak yönetmeyi öğrenir (Lalanza ve ark., 2023).
3. **Performans İyileşmeleri:** Doğru planlanmış bio-geribildirim ve nörofeedback antrenmanları, davranış verimliliğini artırır ve tepki hızını iyileştirir (Rydzik ve ark., 2023; Tosti ve ark., 2024).

Bu bulgular, biyolojik geribildirim antrenman sürecine entegre edilmesinin, sporcuların fiziksel ve zihinsel açıdan daha uyumlu bir duruma ulaşmasına yardımcı olduğunu göstermektedir. Özellikle yarışma öncesi ve sırasında kaygının azaltılması ve konsantrasyonun sürdürülmesi, bio-geribildirim uygulamalarıyla desteklenebilir. Böylece sporcular, zihin-beden bütünlüğünü güçlendirerek optimal antrenman ve performans koşullarına ulaşabilirler.

## **NÖROLOJİK GERİBİLDİRİM VE SPOR**

Nörolojik geribildirim (nörofeedback), biyolojik geribildirim beyin aktivitelerine odaklanmış özel bir türüdür. Bu yöntemde kafa derisine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla elektroensefalografi (EEG) kaydı alınır ve elde edilen beyin dalgası aktiviteleri, sporcunun duyduğu veya gördüğü anlık geri bildirimlerle ilişkilendirilmektedir. Bu süreç, bireyin kendi beyin fonksiyonları üzerinde farkındalık ve kontrol geliştirmesini sağlamaktadır. Marzbani ve arkadaşları (2016), nörofeedback'i "beyin fonksiyonlarının özdenetimini öğreten bir biyolojik geribildirim türü" olarak tanımlamaktadır.

Nörofeedback uygulamalarında genellikle işitsel veya görsel uyarılar aracılığıyla geri bildirim sağlanır; istenmeyen beyin dalgası kalıpları bastırılırken, istenen frekans pekiştirilir. Bu süreç, gevşeme, odaklanma veya uyanıklık gibi psikolojik durumlarla ilişkili EEG desenlerinin düzenlenmesini amaçlar. Örneğin alfa dalgaları genellikle rahatlama hâlinde artarken; beta dalgaları dikkat ve zihinsel uyanıklık düzeyinin yükseldiği durumlarda baskın hale gelir. Böylece sporcu, EEG dalga örüntülerinin değişimini görsel veya işitsel olarak gözlemleyerek, belirli zihinsel durumları istemli biçimde oluşturmayı öğrenir. Her ne kadar nörofeedback'in bireye özgü eğitim imkânı gibi avantajları bulunsa da yöntemin bilimsel geçerliliği ve uzun vadeli etkileri konusunda tartışmalar devam etmektedir. Özellikle yüksek maliyet, zaman gereksinimi ve kalıcılığa dair sınırlı kanıtlar bu yöntemin eleştirilen yönlerindendir.

Birçok çalışma nörofeedback'in dikkat, öz-düzenleme ve stres yönetimi becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir. Cheng ve arkadaşları (2024), EEG tabanlı nörofeedback antrenmanlarını “spor bilimleri ile beyin bilimini birleştirerek sporcuların zihinsel durumlarını kontrol etmelerine ve performanslarını iyileştirmelerine yardımcı olan bir yöntem” olarak tanımlamaktadır. Uygulama sürecinde sporcu, beynin belirli bölgelerindeki dalga örüntülerini bilinçli biçimde düzenlemeyi öğrenir. Düzenli nörofeedback eğitiminin stres düzeyini azaltma, fizyolojik parametrelerin özdenetimini artırma ve tepki hızını iyileştirme gibi etkiler oluşturduğu rapor edilmiştir (Rydzik ve ark., 2023).

Araştırmalar, nörofeedback'in uygun şekilde uygulandığında sporcularda olumlu duygusal durumlar oluşturduğunu, kalp ritmi ve algılanan stresin kontrolünü kolaylaştırdığını göstermektedir (Tosti ve ark., 2024). Bu tür sonuçlar, nörofeedback antrenmanlarının psikofizyolojik dayanıklılığı ve odaklanmayı artırma potansiyelini desteklemektedir. Xiang ve arkadaşlarının (2018) meta-analizi, nörofeedback'in beyin dalgası örüntülerini değiştirerek motor davranış üzerinde olumlu etkiler yaratabileceğini göstermiştir. Ancak Onagawa ve arkadaşları (2023), nörofeedback çalışmalarında örneklem büyüklüklerinin genellikle yetersiz olduğunu ve performans ölçütlerinde istatistiksel olarak kesin sonuçlara ulaşmanın zor olduğunu vurgulamıştır. Genel olarak, nörofeedback uygulamalarının sporcular üzerinde üç temel fayda sağladığı görülmektedir:

1. **Konsantrasyon ve Dikkat Artışı:** Özellikle nişan alma, okçuluk veya atıcılık gibi yüksek odak gerektiren sporlarda isabet oranlarını artırmaktadır.
2. **Stres ve Anksiyete Azalması:** Düzenli nörofeedback antrenmanları, stres düzeylerini düşürerek performansın istikrarını korumaya yardımcı olmaktadır.
3. **Motor Performans Gelişimi:** Tepki süresi, hareket doğruluğu ve öğrenme hızı üzerinde olumlu etkiler rapor edilmiştir.

Ancak mevcut kanıtların büyük çoğunluğu deneysel nitelikte olup farklı uygulama protokolleri içermektedir; bu durum, sonuçların genellenebilirliğini sınırlamaktadır. Dolayısıyla nörofeedback'in sporda etkinliğini kesin olarak belirlemek için, daha büyük örneklem gruplarıyla yürütülmüş, metodolojik açıdan tutarlı ve uzun dönemli kontrollü çalışmaların yapılması gerekmektedir (Cheng ve ark., 2024; Onagawa ve ark., 2023).

## **SPOR PERFORMANSINDA KULLANIM: ETKİ DÜZEYİ**

Sporda biofeedback ve nörofeedback uygulamalarının performansa etkisi üzerine yapılan çalışmalar genellikle küçük ölçekli deneylere dayanmaktadır, bu nedenle bulgular sınırlı ama önemli örnekler sunmaktadır. Örneğin, hedef atış sporlarında frontal orta bant theta gücü azaltılarak (sürekli dikkat artışı sağlanarak) hedef isabetinin geliştiği gözlenmiştir. Golfçülerde ise sensör SMR artışını içeren bir seansın atış doğruluğunu iyileştirdiği bildirilmiştir. Mirifar'ın özetinde ayrıca ünlü golfçü Jason Day'in "zone" durumuna erişmek için nörofeedback kullandığı, Kanada kısa paten takımının madalya öncesinde nörofeedback seansları düzenlediği gibi örnekler anılmıştır. Bu örnekler, nörofeedback'nin yüksek baskı altında bile odaklanmayı destekleyerek performansı artırma potansiyeline işaret etmektedir.

Bununla birlikte, bu etkilerin her çalışmada tutarlı olarak görüldüğü söylenemez. Cheng ve Hung (2020), EEG temelli nörofeedback için yapılan bazı yüksek nitelikli RCT çalışmalarının olumlu sonuçlar verirken, bazı çalışmaların ise anlamlı bir iyileşme göstermediğini ifade etmiştir (Cheng ve ark., 2020). Örneğin, bazı atletik görevlerde sporcuların reaksiyon zamanı, çeviklik veya denge gibi ölçütlerinde belirgin gelişmeler gözlenirken, kontrol gruplarıyla kıyaslamalarda fark bulunamamıştır. Bu karışık sonuçlar, çalışmalar arasında protokol farklılıkları ve küçük örneklem boyutlarından kaynaklanabilir.

Biyolojik geri bildirim bazen sporcuların yarışma öncesi gerginlik seviyelerini değerlendirmek için de kullanılır. Örneğin bir okçu yarışmadan önce kalp atım hızı veya derinin iletkenliği ölçülerek rahatlama teknikleri uygulanabilir. Nörofeedback oturumlarında ise sporculara genellikle sessiz bir odada, bilgisayar ekranı başında EEG elektrotları takılı olarak birkaç seansta belirli bir beyin dalgasını düzenlemeyi öğretmek amaçlanır. Oturum sonlarında performans testleri (örneğin atış isabet yüzdesi, yürüyüş dengelemesi) yapılarak gelişim izlenebilir.

Bu örnekler, biofeedback ve nörofeedback'in spor motor becerileri, odaklanma ve duygusal kontrol gibi alanlarda fayda sağlayabileceğini göstermektedir. Ancak bulgular heterojendir; farklı protokoller, eğitim dozları ve kontrol grupları sonuçları etkilemektedir. Genel eğilim, düzgün tasarlanmış uygulamalarda performans öğelerinde iyileşme görebileceğimiz yönündedir. Biyolojik geri bildirim tarafında ise örneğin EMG eğitimi ile bir hokey kalecisinin refleks kasılmaları azalırken sakinliği arttığı, kalp atım hızı eğitiminde ise atletlerde yarışma kaygısının azaldığı gösterilmiştir.

## KAYNAKÇA

1. Birbaumer, N., Murguialday, A. R., Weber, C., & Montoya, P. (2009). Neurofeedback and brain-computer interface: clinical applications. *International review of neurobiology*, 86, 107-117.
2. Cheng, M. Y., Yu, C. L., An, X., Wang, L., Tsai, C. L., Qi, F., & Wang, K. P. (2024). Evaluating EEG neurofeedback in sport psychology: a systematic review of RCT studies for insights into mechanisms and performance improvement. *Frontiers in psychology*, 15, 1331997.
3. Cheng, M. Y., & Hung, T. M. (2020). Biofeedback and neurofeedback for mental skills training in sports. In *Advancements in mental skills training* (pp. 149-163). Routledge.
4. Enriquez-Geppert, S., Huster, R. J., & Herrmann, C. S. (2017). EEG-neurofeedback as a tool to modulate cognition and behavior: a review tutorial. *Frontiers in human neuroscience*, 11, 51.
5. Hammond, D. C. (2007). Neurofeedback for the enhancement of athletic performance and physical balance. *The Journal of the American Board of Sport Psychology*, 1(1), 1-9.
6. Lalanza, J. F., Lorente, S., Bullich, R., García, C., Losilla, J. M., & Capdevila, L. (2023). Methods for heart rate variability biofeedback (HRVB): A systematic review and guidelines. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 48(3), 275-297.
7. Lehrer, P. M., & Gevirtz, R. (2014). Heart rate variability biofeedback: how and why does it work?. *Frontiers in psychology*, 5, 756.
8. Marzbani, H., Marateb, H. R., & Mansourian, M. (2016). Neurofeedback: a comprehensive review on system design, methodology and clinical applications. *Basic and clinical neuroscience*, 7(2), 143.
9. Mirifar, A., Beckmann, J., & Ehrlenspiel, F. (2017). Neurofeedback as supplementary training for optimizing athletes' performance: A systematic review with implications for future research. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 75, 419-432.
10. Mirifar, A., Beckmann, J., & Ehrlenspiel, F. (2017). Neurofeedback as supplementary training for optimizing athletes' performance: A systematic review with implications for future research. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 75, 419-432.
11. Onagawa, R., Muraoka, Y., Hagura, N., & Takemi, M. (2023). An investigation of the effectiveness of neurofeedback training on motor performance in healthy adults: A systematic review and meta-analysis. *NeuroImage*, 270, 120000.

12. Özmen, E. (2022). Sosyal Bilim Çalışmalarında Biyolojik Geri Bildirim Yöntemlerinin Kullanımı. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(Özel Sayı 2), 251-272.
13. Pagaduan, J. C., Chen, Y. S., Fell, J. W., & Wu, S. S. X. (2020). Can heart rate variability biofeedback improve athletic performance? A systematic review. *Journal of Human Kinetics*, 73, 103.
14. Rydzik, Ł., Wąsacz, W., Ambroży, T., Javdaneh, N., Brydak, K., & Kopańska, M. (2023). The use of neurofeedback in sports training: systematic review. *Brain Sciences*, 13(4), 660.
15. Schwartz, M. S., & Andrasik, F. (Eds.). (2017). *Biofeedback: A practitioner's guide*. Guilford Publications.
16. Tosti, B., Corrado, S., Mancone, S., Di Libero, T., Rodio, A., Andrade, A., & Diotaiuti, P. (2024). Integrated use of biofeedback and neurofeedback techniques in treating pathological conditions and improving performance: A narrative review. *Frontiers in Neuroscience*, 18, 1358481.
17. Vernon, D., Egner, T., Cooper, N., Compton, T., Neilands, C., Sheri, A., & Gruzelier, J. (2003). The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance. *International journal of psychophysiology*, 47(1), 75-85.
18. Wu, X., Xu, F., Chen, X., Wang, L., Huang, W., Wan, K., ... & Wang, K. (2018). The effect of high-definition transcranial direct current stimulation of the right inferior frontal gyrus on empathy in healthy individuals. *Frontiers in human neuroscience*, 12, 446.

# **BÖLÜM 3**

## **Obezite Yönetiminde Egzersizin Rolü**

**Cem Sofuoğlu<sup>1</sup> & Ebru Çetin<sup>2</sup> &  
Sezen Çimen Polat<sup>3</sup>**

---

<sup>1</sup> Yüksek Lisans Öğrencisi, Gazi Üniversitesi, 0009-0004-4327-0796

<sup>2</sup> Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, 0000-0002-1545-0181

<sup>3</sup> Prof. Dr., Gazi Üniversitesi, 0000-0002-2143-8402

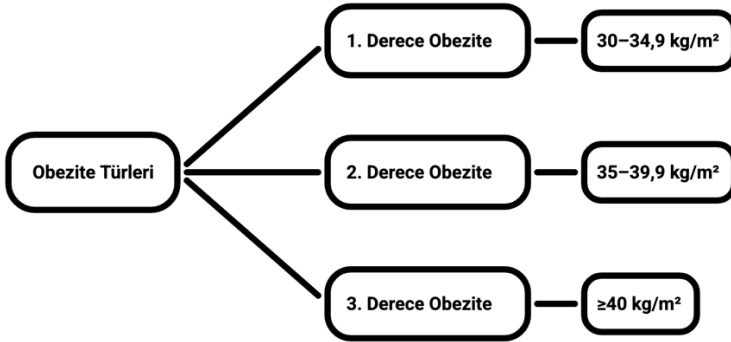


## GİRİŞ

Günümüzde obezite yalnızca bireysel bir sağlık sorunu olmanın ötesine geçmiş; küresel halk sağlığı açısından ciddi bir yük halini almıştır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) obeziteyi “sağlık için risk oluşturan anormal veya aşırı yağ birikimi” olarak tanımlamakta ve dünya genelinde yetişkinlerin yaklaşık %13’ünün obez olduğunu bildirmektedir (WHO, 2022). Yapılan çalışmalar yetişkinlerde sedanter davranışın prevalansının %31, fiziksel aktivite eksikliğinin ise %43 olduğunu ve her iki durumun da obezite ile anlamlı şekilde ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Silveira ve ark., 2022). Bu durum, yalnızca beslenme odaklı yaklaşımların yeterli olmayacağını ve fiziksel aktivitenin aktif bir şekilde müdahaleye dahil edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Fiziksel aktivite, enerji harcamasını artırarak, kas metabolizmasını modüle ederek ve adipoz doku fonksiyonunu etkileyerek obezitenin gelişim sürecine müdahale edebilir. Aerobik ve direnç egzersizlerinin kombinasyonunun insülin duyarlılığını iyileştirdiği, lipid profilini olumlu yönde etkilediği ve kardiyovasküler sağlığı desteklediği gösterilmiştir (Jayedi ve ark., 2024; Swift ve ark., 2018). Çalışmalar obez bireylerin ortalama fiziksel aktivite seviyelerinin düşük olduğunu ve sedanter davranışın yüksek oranda görüldüğünü göstermektedir (Cypess ve ark., 2015). Bu nedenle egzersiz programları bireyin kondisyon düzeyi ve motivasyonu dikkate alınarak planlanmalı ve sürdürülebilirliği desteklenmelidir.

Obezite, genellikle Vücut Kütle İndeksi (VKİ) ile sınıflandırılır ve türleri aşağıda özetlenmiştir:



*Şekil 2 Obezite Türleri*

Böylelikle, egzersizin yalnızca kilo kontrolü açısından değil, obezitenin yönetimi açısından stratejik bir araç olduğu açıktır. Bu bölüm, egzersizin obezite yönetimindeki rolünü hem fizyolojik mekanizmalar hem de müdahale stratejileri bağlamında değerlendirerek konuya bütüncül bir perspektif sunmayı amaçlamaktadır.

## 2. OBEZİTENİN BİYOLOJİK TEMELLERİ

Obezitenin temelinde enerji dengesi yer almaktadır; yani alınan enerji ile harcanan enerji arasındaki dengenin bozulması kilo artışına yol açmaktadır. Pozitif enerji dengesi, alınan enerjinin harcanandan fazla olması durumunda gerçekleşir ve uzun süre devam ettiğinde yağ dokusunda birikim meydana gelmektedir (Hall ve Guo, 2017). Bu süreç sadece basit kalorik giriş çıkış dengesi ile açıklanamaz; hormonal sinyaller, beyin-enerji iletişimi ve genetik faktörler enerji homeostazında kritik rol oynamaktadır (Blundell ve ark., 2015).

Adipoz doku yalnızca enerji depolayan pasif bir yapı değildir; aynı zamanda metabolik olarak aktif bir organdır. İnsan vücudunda başlıca üç tür adipoz doku bulunur: beyaz yağ dokusu (WAT) enerji depolar, kahverengi yağ dokusu (BAT) termojenez yoluyla enerji harcar ve bej (brite) yağ dokusu ise beyaz yağın kahverengi özellikler kazanmış formudur (Cypess ve ark., 2015). Obezite gelişiminde özellikle beyaz yağ dokusunun aşırı büyümesi ve inflamatuvar sitokin salgısının artışı, insülin direnci ve metabolik disfonksiyon ile ilişkilidir.

Metabolik adaptasyonlar, kilo kaybı sırasında vücudun enerji harcamasını azaltması ve iştahı artırması ile kendini göstermektedir ve bu durum kilo direnci olarak adlandırılmaktadır (Rosenbaum & Leibel, 2010; Dulloo & Schutz, 2015). Örneğin, kalori kısıtlaması ile kilo veren bireylerde bazal metabolizma hızı azalır ve enerji harcaması düşer, bu da kilo kaybının sürdürülebilirliğini zorlaştırır (Most & Redman, 2020). Dolayısıyla, obezite sadece fazla enerji alımı ile açıklanamaz; vücut enerji dengesini korumak için metabolik adaptasyonlar geliştirir ve bu durum kilo yönetimini zorlaştırmaktadır.

## 3. ENERJİ ÜRETİMİ VE KAS ADAPTASYONLARI

Egzersiz sırasında kaslar enerji ihtiyacını karşılamak için üç ana enerji sistemini kullanır: fosfajen sistemi, glikoliz ve oksidatif fosforilasyon. Kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersizlerde fosfajen sistemi, orta süreli egzersizlerde glikoliz, uzun süreli düşük-orta yoğunluklu aktivitelerde oksidatif fosforilasyon ana enerji kaynağıdır (McArdle ve ark., 2021). Bu sistemlerin etkinliği, egzersiz tipine ve süresine bağlı olarak değişir ve kas performansını doğrudan etkilemektedir.

Kas kütlesi, bazal metabolizma hızı (BMH) ile güçlü bir ilişki içindedir. Kas kütlesi enerji açısından aktif olduğundan, kas kütlesi arttıkça bazal metabolizma hızı da yükselmektedir (Müller et al., 2018). Düzenli direnç egzersizi, kas liflerinde hipertrofi ve metabolik kapasite artışı sağlayarak hem BMH'yi yükseltir hem de enerji dengesine olumlu katkıda bulunur. Bu mekanizma, obezite yönetiminde egzersizin önemini ortaya koyan kritik bir adaptasyondur.

Egzersiz sonrası artan oksijen tüketimi, yani EPOC (Excess Post-exercise Oxygen Consumption), kalori yakımını egzersiz sonrasında da sürdürür. Yüksek yoğunluklu interval antrenmanlar (HIIT) ve direnç egzersizi, EPOC düzeyini özellikle artırarak, enerji harcamasını egzersiz sonrası saatler boyunca devam

ettirir (Børsheim & Bahr, 2003). Bu durum, kilo kontrolü ve obezite yönetimi açısından egzersizin sadece aktivite sırasında değil, sonrasında da metabolik avantaj sağladığını göstermektedir.

#### **4. EGZERSİZİN OBEZİTE ÜZERİNDEKİ FİZYOLOJİK ETKİLERİ**

Düzenli egzersiz, insülin duyarlılığını artırarak glikoz metabolizmasını iyileştirir. Obez bireylerde kas dokusunun glikoz alımı bozulmuş ve insülin direnci gelişmiş olabilir; egzersiz, kas hücrelerine GLUT-4 taşıyıcılarının taşınmasını artırarak glikoz alımını kolaylaştırır (Colberg ve ark., 2016). Hem aerobik hem de direnç egzersizlerinin, açlık ve tokluk durumlarında insülin duyarlılığını yükselttiği, HbA1c ve postprandiyal glikoz düzeylerini düşürdüğü çalışmalarla ortaya konmuştur (Hawley & Lessard, 2008).

Egzersiz aynı zamanda yağ oksidasyonunu ve mitokondriyal adaptasyonları destekleyerek enerji metabolizmasını geliştirir. Düzenli fiziksel aktivite kaslarda mitokondriyal yoğunluğu artırır, lipid metabolizmasını düzenler ve enerji harcamasını yükseltir (Little ve ark., 2011). Bu adaptasyonlar yalnızca kilo kaybına katkı sağlamakla kalmaz, abdominal yağ dokusunun azalmasına ve metabolik profilin genel olarak iyileşmesine de yardımcı olmaktadır.

Buna ek olarak, egzersiz inflamasyon belirteçlerini modüle ederek sistemik metabolik sağlığı destekler. Obez bireylerde sık görülen kronik düşük dereceli inflamasyon, kardiyometabolik riskleri artırırken; düzenli egzersiz IL-6, TNF- $\alpha$  ve CRP düzeylerini düşürerek anti-inflamatuvar etkiler gösterir (Petersen & Pedersen, 2005). Böylece egzersiz, yalnızca enerji harcaması veya kas adaptasyonlarıyla sınırlı kalmayıp, sistemik düzeyde metabolik iyileşme sağlayan çok yönlü bir müdahale haline gelmektedir.

##### **4.1. Enerji Dengesi ve Kalori Harcaması**

Egzersiz, toplam enerji harcamasını (Total Energy Expenditure) artırarak kilo kaybı için gerekli enerji açığını oluşturur. Egzersiz sonrası artan oksijen tüketimi sayesinde enerji harcaması egzersiz sonrasında da devam eder. Güncel egzersiz rehberleri, egzersizin diyet ile birlikte kilo kaybını destekleyici bir unsur olduğunu belirtmektedir.

- Haftada  $\geq 150$  dakika orta yoğunlukta egzersiz kilo koruma için yeterli görülürken,
- Haftada  $>250$  dakika egzersiz anlamlı kilo kaybı için önerilmektedir.

##### **4.2. Yağ Kütlesinde, Özellikle Visseral Yağda Azalma**

Egzersiz, özellikle visseral (karın içi) yağ dokusunda belirgin azalma sağlar. Bu azalma, insülin direnci ve kardiyovasküler risklerin azaltılmasında büyük önem taşır. Aerobik egzersizler (örneğin yürüyüş, bisiklet, yüzme) visseral yağ

dokusunda etkili olurken, direnç egzersizleri kas kütlesini koruyarak bazal metabolizma hızını (BMH) yüksek tutar.

#### **4.3. Kas Kütlesinin Korunması ve Metabolik Hızın Artışı**

Kilo kaybı sürecinde yalnızca yağ değil, kas kütlesi de azalabilir; bu durum metabolizma hızını düşürür. Direnç egzersizleri kas kaybını önleyerek uzun vadeli kilo kontrolünü destekler. Artan kas kütlesi, istirahat metabolizma hızını (RMH) yükseltir ve günlük enerji harcamasını artırır.

#### **4.4 Kardiyovasküler ve Metabolik Sağlığın Gelişmesi**

Düzenli egzersiz, HDL kolesterolü artırır; LDL kolesterol ve trigliserid düzeylerini düşürür. Ayrıca kan basıncını azaltır, endotelial fonksiyonu iyileştirir ve böylece obeziteye bağlı kardiyometabolik komplikasyonların gelişme riskini azaltır.

#### **4.5. Psikolojik ve Davranışsal Faydalar**

Egzersiz, depresyon ve anksiyete semptomlarını hafifletir, benlik saygısını ve yaşam kalitesini artırır. Bilişsel fonksiyonlarda (dikkat, öz kontrol, motivasyon) sağladığı iyileşmeler, diyet uyumunu güçlendirir ve sağlıklı yaşam tarzı davranışlarının sürdürülebilirliğine katkıda bulunmaktadır.

### **5. EGZERSİZ TÜRLERİ VE OBEZİTE YÖNETİMİ**

Obezite yönetiminde egzersiz türleri, hedeflenen mekanizmalara ve bireyin fiziksel kapasitesine göre seçilmelidir. Farklı egzersiz türleri, enerji harcaması, kas adaptasyonu ve metabolik iyileşme açısından çeşitli avantajlar sunar. Amerikan Spor Hekimliği Koleji (ACSM) ve Amerikan Diyabet Derneği (ADA), obezite yönetiminde aerobik, direnç, kombine ve yüksek yoğunluklu aralıklı egzersizlerin uygulanmasını önermektedir (Colberg ve ark., 2016; Swift ve ark., 2018).

#### **5.1. Aerobik Egzersizler**

**Aerobik egzersizler** (yürüyüş, yüzme, bisiklet, su aerobiği), obez bireylerde enerji harcamasını artırarak yağ kütlesinin azalmasına katkıda bulunur (Swift ve ark., 2018). Düzenli aerobik egzersiz, kardiyovasküler kapasiteyi artırır ve insülin duyarlılığını iyileştirir.

**Batonlu yürüyüş (Nordic Walking)**, özellikle obez bireylerde önerilen bir aerobik egzersiz türüdür. Üst ekstremiteler kaslarını da aktive ederek enerji harcamasını %20–25 artırdığı ve eklem yükünü azaltarak güvenli bir antrenman sağladığı gösterilmiştir (Church ve ark., 2002). Batonlu yürüyüş, aynı zamanda postür ve dengeyi iyileştirerek fonksiyonel kapasiteyi artırır.

## 5.2. Direnç (Ağırlık) Antrenmanı

**Direnç egzersizi** (serbest ağırlık, makineler, elastik bantlar), kas kütlesini koruma ve metabolik hızı artırma açısından önemlidir (Strasser & Schobersberger, 2011). Kas kütlesindeki artış, bazal metabolizma hızını yükselterek egzersiz sonrası dinlenme sırasında enerji harcamasını artırır.

Direnç eğitimi özellikle alt vücut ve merkez bölge kaslarını çalıştırdığında fonksiyonel kapasiteyi artırır (Hunter ve ark., 2004). Böylece yalnızca kilo kaybı değil, metabolik adaptasyonlar da korunmuş olur.

## 5.3. Kombine Antrenman Modelleri

**Kombine antrenmanlar** (aerobik + direnç egzersizi) obez bireylerde hem kardiyometabolik sağlık hem de kilo yönetimi açısından en etkili yaklaşımlardan biridir (Willis ve ark., 2012). Kombine programlar, vücut yağ oranını düşürürken kas kütlesinin korunmasını sağlar ve insülin duyarlılığını artırır.

Bu tür antrenmanlar, metabolik sendrom bileşenleri üzerinde de olumlu etkilere sahiptir; kan basıncı, lipid profili ve glikoz metabolizmasında iyileşmeler gözlemlenmiştir. Bu nedenle obezite yönetiminde aerobik ve direnç egzersizlerinin dengeli bir kombinasyonu önerilmektedir.

## 5.4. Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Egzersiz (HIIT)

**HIIT (High-Intensity Interval Training)**, kısa süreli ama yüksek enerji harcaması sağlayan bir egzersiz modelidir. Obez bireylerde uygulanabilirliği yüksek ve etkili bir yöntem olarak kabul edilmektedir (Batacan ve ark., 2017). HIIT, kardiyovasküler kapasiteyi artırırken yağ kütlesini azaltır ve zaman verimliliği açısından avantajlıdır.

Obez bireylerde HIIT programları uygulanırken eklem sağlığı, kondisyon seviyesi ve kardiyovasküler riskler göz önünde bulundurulmalıdır. Başlangıçta düşük-orta yoğunlukta egzersizle başlanıp kademeli olarak yoğunluk artırılabilir.

**Tablo 1. Obezite Yönetiminde Egzersiz Türleri**

| Egzersiz Türü | Egzersiz Adı / Örnek                  | Önerilen Süre / Frekans         | Ana Faydalar                                  | Dikkat Edilecek Noktalar      |
|---------------|---------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------|
| Aerobik       | Yürüyüş, Bisiklet, Yüzme, Su Aerobiği | 150–300 dk/hafta, orta yoğunluk | Yağ kaybı, kardiyovasküler sağlık             | Eklem yükü, motivasyon        |
| Aerobik       | Batonlu yürüyüş (Nordic Walking)      | 3–5 gün/hafta, 30–60 dk         | Üst ekstremitte aktivasyonu, düşük eklem yükü | Doğru teknik, baston uzunluğu |

| Egzersiz Türü | Egzersiz Adı / Örnek                     | Önerilen Süre / Frekans             | Ana Faydalar                                      | Dikkat Edilecek Noktalar       |
|---------------|------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------|
| Direnç        | Serbest ağırlık, makineler, elastik bant | 2–3 gün/hafta, 8–12 tekrar, 2–3 set | Kas kütlesi, BMH artışı, EPOC                     | Başlangıç ağırlığı, doğru form |
| Kombine       | Aerobik + Direnç                         | 3–5 gün/hafta                       | Kas ve yağ yönetimi, metabolik sendrom iyileşmesi | Program dengesi                |
| HIIT          | Sprintler, interval bisiklet             | 2–3 gün/hafta, 10–30 dk             | Hızlı enerji harcaması, kardiyovasküler iyileşme  | Kondisyon ve eklem durumu      |

BMH: Bazal Metabolizma Hızı; EPOC: Egzersiz Sonrası Oksijen Tüketimi; HIIT: Yüksek Şiddetli Aralıklı Antrenman

## 6. OBEZ BİREYLER İÇİN EGZERSİZ REHBERİ VE ACSM ÖNERİLERİ

Obezite yönetiminde egzersiz programlarının planlanmasında, *American College of Sports Medicine (ACSM)*’in güncel rehberi temel alınmaktadır. Bu rehberde göre hem kardiyovasküler sağlığı geliştirmek hem de enerji harcamasını artırmak amacıyla aerobik egzersizler programın merkezinde yer almalıdır. Bununla birlikte, direnç antrenmanları kas kütlesini korumak ve metabolik hızı sürdürmek; esneklik çalışmaları hareket açıklığını geliştirmek, fonksiyonel egzersizler ise denge, koordinasyon ve günlük yaşam aktivitelerini desteklemek için önerilmektedir (Garber ve ark., 2011).

ACSM, obez bireylerde egzersiz programı başlamadan **önce** kardiyovasküler ve metabolik sağlık durumunun değerlendirilmesini önermektedir. Aerobik egzersizler orta veya yüksek yoğunlukta uygulanabilir; yoğunluk düzeyi genellikle kalp atım hızı rezervi,  $VO_2\text{max}$  veya algılanan efor (RPE) üzerinden belirlenir. Direnç egzersizleri, tüm ana kas gruplarını kapsayacak şekilde planlanmalı; esneklik ve fonksiyonel antrenmanlar eklem sağlığını korumaya ve dengeyi artırmaya yönelik olmalıdır.

**Tablo 2. ACSM (2021) Rehberine Göre Obez Bireylerde Egzersiz Reçetesi**

| <b>Egzersiz Türü</b>              | <b>Sıklık (F)</b>                                        | <b>Yoğunluk (I)</b>                                                       | <b>Süre (T)</b>   | <b>Amaç / Açıklama</b>                                                 |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aerobik</b>                    | Haftada $\geq 5$ gün (orta) veya $\geq 3$ gün (şiddetli) | %40–60 VO <sub>2</sub> max (orta) / %60–85 VO <sub>2</sub> max (şiddetli) | 150–300 dk/hafta  | Enerji harcamasını artırmak, kardiyovasküler dayanıklılığı geliştirmek |
| <b>Direnç (Kuvvet) Antrenmanı</b> | Haftada $\geq 2$ gün                                     | 8–10 egzersiz, 2–4 set, 8–12 tekrar                                       | –                 | Kas kütlesini ve bazal metabolik hızı artırmak                         |
| <b>Esneklik</b>                   | Haftada $\geq 2$ –3 gün                                  | Rahatlama noktasına kadar germe                                           | 10–30 sn/pozisyon | Hareket açıklığını korumak ve eklem sağlığını desteklemek              |
| <b>Fonksiyonel Egzersiz</b>       | Haftada $\geq 2$ –3 gün                                  | Denge ve koordinasyon odaklı                                              | –                 | Günlük işlevselliği artırmak, düşme riskini azaltmak                   |

dk: Dakika; sn: Saniye; VO<sub>2</sub>max: Maksimum Oksijen Tüketimi

ACSM rehberine göre egzersiz **programları** kademeli olarak yoğunlaştırılmalı ve bireyin fiziksel uygunluğu, eklem sağlığı, motivasyonu ve yaşam tarzı göz önünde bulundurularak bireyselleştirilmelidir. Özellikle aerobik ve direnç egzersizlerinin kombinasyonu, kilo kaybı ve metabolik iyileşme açısından en etkili strateji olarak önerilmektedir (Riebe ve ark., 2018).

#### 6.1. FITT-VP Modeline Göre ACSM Önerileri

ACSM, obezite ve kilo kontrolü bağlamında egzersiz reçetesini klasik FITT-VP modeliyle açıklar:

- **F (Frequency / Sıklık):** Haftada en az 3–5 gün.
- **I (Intensity / Yoğunluk):** Orta ila yüksek yoğunluk (%50–75 VO<sub>2</sub>max veya 3–6 MET orta, >6 MET yüksek).
- **T (Time / Süre):** Seans başına 30–60 dakika; gerekirse kısa aralıklara bölünerek.
- **T (Type / Tip):** Aerobik + direnç + esneklik + fonksiyonel (multimodal yaklaşım).
- **V (Volume):** Haftalık toplam enerji harcaması  $\geq 1000$ –2000 kcal olacak şekilde.
- **P (Progression / İlerleme):** Kondisyon ve tolerans düzeyine göre kademeli artış.

ACSM ayrıca, egzersiz dozu ile kilo kaybı ve yağ kaybı arasında bir doz-yanıt (dose–response) ilişkisi bulunduğunu belirtir. Haftalık  $\geq 2000$  kcal aktif enerji harcaması, daha belirgin kilo kaybı ile ilişkilendirilmiştir. Ancak bu hedefe ulaşmanın her birey için mümkün olmayabileceği, bu nedenle **sürdürülebilirlik ve bireysel uyumun** öncelikli olduğu vurgulanmaktadır.

## 7. EGZERSİZİN OBEZİTE YÖNETİMİNDEKİ ETKİLERİNİ İNCELEYEN ÇALIŞMALAR (2017–2025)

Bu bölümde 2017–2025 yılları arasında gerçekleştirilen ve egzersizin obezite yönetimindeki rolünü inceleyen güncel araştırmalardan seçilmiş örnekler özetlenmiştir. Çalışmalar, aerobik egzersiz, direnç antrenmanı, HIIT ve kombine protokollerin farklı yaş ve sağlık gruplarında vücut kompozisyonu, metabolik parametreler ve kardiyometabolik sağlık üzerinde olumlu etkiler sağladığını göstermektedir. Bulgular, özellikle egzersiz süresi ve yoğunluğu arttıkça vücut yağı, bel çevresi, BMI ve insülin direncinde anlamlı azalmalar gözlemlendiğini; direnç ve HIIT protokollerinin kas kütlelerini koruma ve metabolik uyumu artırma açısından öne çıktığını ortaya koymaktadır.

**Tablo 3. Egzersizin Obezite Yönetimindeki Etkilerine İlişkin Güncel Bazı Çalışmalar**

| Yıl  | Yazar(lar)        | Katılımcı Grubu                     | Egzersiz Türü / Protokol                 | Müdahale Süresi | Başlıca Bulgular                                                                                                                                        |
|------|-------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2025 | Yan ve ark.       | Aşırı kilolu/obez çocuk ve ergenler | Aerobik egzersiz (orta–yüksek yoğunluk)  | 8–24 hafta      | BF%, FM ve visseral yağda azalma; BMI düşüşü                                                                                                            |
| 2024 | Lee ve ark.       | Obez yetişkinler                    | Aerobik egzersiz (çeşitli yoğunluklarda) | $\geq 12$ hafta | Egzersiz süresi arttıkça kilo, bel çevresi ve yağ oranında lineer azalma                                                                                |
| 2024 | Jayedi ve ark.    | Fazla kilolu/obez yetişkinler       | Aerobik egzersiz (çeşitli yoğunluk–süre) | 4–52 hafta      | Aerobik egzersiz kilo kaybını anlamlı biçimde artırır; daha yüksek haftalık egzersiz hacmi daha fazla kilo, bel çevresi ve yağ kütlesi azalması sağlar. |
| 2023 | Al-Mhanna ve ark. | Obez ve T2DM bireyler               | Aerobik egzersiz + diyet                 | 12–26 hafta     | Kombine müdahaleler HbA1c, TG ve HDL düzeylerini iyileştirdi                                                                                            |



| Yıl  | Yazar(lar)      | Katılımcı Grubu             | Egzersiz Türü / Protokol          | Müdahale Süresi | Başlıca Bulgular                                                           |
|------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|
| 2022 | Abreu ve ark.   | Obez kadınlar               | Direnç antrenmanı (tüm vücut)     | 10–20 hafta     | Kas kütlesi artışı; vücut yağı ve bel çevresinde azalma                    |
| 2020 | Dupuit ve ark.  | Obez postmenopozal kadınlar | Yüksek yoğunluklu interval (HIIT) | 16 hafta        | Visseral yağda %12 azalma; VO <sub>2</sub> max artışı                      |
| 2018 | Swift ve ark.   | Obez erkek ve kadınlar      | Aerobik egzersiz                  | 12–52 hafta     | Kilo kaybı ve insülin duyarlılığında belirgin artış                        |
| 2017 | Keating ve ark. | Obez yetişkinler            | HIIT vs. sürekli aerobik          | 8–16 hafta      | Her iki yöntem kompozisyonu iyileştirir; HIIT zaman açısından daha verimli |
| 2017 | Batacan ve ark. | Obez yetişkinler            | HIIT protokolleri                 | 4–12 hafta      | VO <sub>2</sub> max ve insülin duyarlılığında artış                        |

BF%: Vücut Yağ Yüzdesi; FM: Yağ Kütlesi; HDL: İyi Kolesterol; TG: Trigliserid

## KAYNAKÇA

1. Abreu, J. C., de Matos, M. A., Lattari, E., et al. (2022). Resistance training effectiveness on body composition and body weight outcomes in individuals with overweight and obesity across the lifespan: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 23(5), e13428.
2. Al-Mhanna, S. B., Rocha-Rodriguesc, S., Mohamed, M., Batrakoulis, A., Aldhahi, M. I., Afolabi, H. A., ... & Badicu, G. (2023). Effects of combined aerobic exercise and diet on cardiometabolic health in patients with obesity and type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 15(1), 165.
3. Batacan, R. B., Duncan, M. J., Dalbo, V. J., Tucker, P. S., & Fenning, A. S. (2017). Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. *British journal of sports medicine*, 51(6), 494-503.
4. Blundell, J. E., Gibbons, C., Caudwell, P., Finlayson, G., & Hopkins, M. (2015). Appetite control and energy balance: impact of exercise. *Obesity reviews*, 16, 67-76.
5. Børsheim, E., & Bahr, R. (2003). Effect of exercise intensity, duration and mode on post-exercise oxygen consumption. *Sports medicine*, 33(14), 1037-1060.
6. Church, T. S., Earnest, C. P., & Morss, G. M. (2002). Field testing of physiological responses associated with Nordic Walking. *Research quarterly for exercise and sport*, 73(3), 296-300.
7. Colberg, S. R., Sigal, R. J., Yardley, J. E., Riddell, M. C., Dunstan, D. W., Dempsey, P. C., ... & Tate, D. F. (2016). Physical activity/exercise and diabetes: a position statement of the American Diabetes Association. *Diabetes care*, 39(11), 2065.
8. Cypess, A. M., Weiner, L. S., Roberts-Toler, C., Elía, E. F., Kessler, S. H., Kahn, P. A., ... & Kolodny, G. M. (2015). Activation of human brown adipose tissue by a  $\beta$ 3-adrenergic receptor agonist. *Cell metabolism*, 21(1), 33-38.
9. Dulloo, A. G., & Schutz, Y. (2015). Adaptive thermogenesis in resistance to obesity therapies: issues in quantifying thrifty energy expenditure phenotypes in humans. *Current obesity reports*, 4(2), 230-240.
10. Dupuit, M., Maillard, F., Pereira, B., Marquezi, M. L., Lancha Jr, A. H., & Boisseau, N. (2020). Effect of high intensity interval training on body composition in women before and after menopause: a meta-analysis. *Experimental physiology*, 105(9), 1470-1490.

11. Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., ... & Swain, D. P. (2011). Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise.
12. Hall, K. D., & Guo, J. (2017). Obesity energetics: body weight regulation and the effects of diet composition. *Gastroenterology*, 152(7), 1718-1727.
13. Hawley, J. A., & Lessard, S. J. (2008). Exercise training-induced improvements in insulin action. *Acta physiologica*, 192(1), 127-135.
14. Hunter, G. R., McCarthy, J. P., & Bamman, M. M. (2004). Effects of resistance training on older adults. *Sports medicine*, 34(5), 329-348.
15. Jayedi, A., Soltani, S., Emadi, A., Zargar, M. S., & Najafi, A. (2024). Aerobic exercise and weight loss in adults: a systematic review and dose-response meta-analysis. *JAMA Network Open*, 7(12), e2452185-e2452185.
16. Keating, S. E., Johnson, N. A., Mielke, G. I., & Coombes, J. S. (2017). A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. *Obesity reviews*, 18(8), 943-964.
17. Lee, D. C., Brellenthin, A. G., Lanningham-Foster, L. M., Kohut, M. L., & Li, Y. (2024). Aerobic, resistance, or combined exercise training and cardiovascular risk profile in overweight or obese adults: the CardioRACE trial. *European heart journal*, 45(13), 1127-1142.
18. Liguori, G., & American College of Sports Medicine. (2020). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*. Lippincott williams & wilkins.
19. Little, J. P., Gillen, J. B., Percival, M. E., Safdar, A., Tarnopolsky, M. A., Punthakee, Z., ... & Gibala, M. J. (2011). Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. *Journal of applied physiology*, 111(6), 1554-1560.
20. McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2010). *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance*. Lippincott Williams & Wilkins.
21. Most, J., & Redman, L. M. (2020). Impact of calorie restriction on energy metabolism in humans. *Experimental gerontology*, 133, 110875.
22. Müller, M. J., Geisler, C., Heymsfield, S. B., & Bosy-Westphal, A. (2018). Recent advances in understanding body weight homeostasis in humans. *F1000Research*, 7, F1000-Faculty.
23. Petersen, A. M. W., & Pedersen, B. K. (2005). The anti-inflammatory effect of exercise. *Journal of applied physiology*, 98(4), 1154-1162.

24. Riebe, D., Ehrman, J. K., Liguori, G., & Magal, M. (2018). ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. American College of Sports Medicine.
25. Rosenbaum, M., & Leibel, R. L. (2010). Adaptive thermogenesis in humans. *International journal of obesity*, 34(1), S47-S55.
26. Silveira, E. A., Mendonça, C. R., Delpino, F. M., Souza, G. V. E., de Souza Rosa, L. P., de Oliveira, C., & Noll, M. (2022). Sedentary behavior, physical inactivity, abdominal obesity and obesity in adults and older adults: A systematic review and meta-analysis. *Clinical nutrition ESPEN*, 50, 63-73.
27. Strasser, B., & Schobersberger, W. (2011). Evidence for resistance training as a treatment therapy in obesity. *Journal of obesity*, 2011(1), 482564.
28. Swift, D. L., Houmard, J. A., Slentz, C. A., & Kraus, W. E. (2018). Effects of aerobic training with and without weight loss on insulin sensitivity and lipids. *PloS one*, 13(5), e0196637.
29. Willis, L. H., Slentz, C. A., Bateman, L. A., Shields, A. T., Piner, L. W., Bales, C. W., ... & Kraus, W. E. (2012). Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. *Journal of applied physiology*.
30. World Health Organization. (2022). Obesity and overweight. Retrieved November 5, 2025, from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
31. Yan, H., Xu, H., Chen, R., Chen, D., & Li, C. (2025). Effects of aerobic exercise on body composition in children and adolescents with overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Public Health*, 25(1), 3321.
32. Yan, H., Zhang, J., Wu, W., Jiang, R., Hu, M., & Yang, M. (2025). Effects of aerobic exercise on body composition in children and adolescents with overweight and obesity: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Public Health*, 25(1), 3321.



# **BÖLÜM 4**

## **Çarpıntısı Olan Çocuğa Yaklaşım**

**Melih Timuçin Doğan<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Doç. Dr., Selçuk Tıp Fakültesi, Çocuk Kardiyoloji Bilim Dalı  
Orcid No: 0000-0003-3565-8606

## Giriş

Çocuklarda çarpıntı (palpitasyon), pediatrik kardiyoloji ve acil tıp başvurularının önemli nedenlerinden biridir. Çarpıntı, kalbin hızlı, düzensiz veya güçlü atmasının çocuk tarafından hissedilmesi durumudur ve altta yatan etiyoloji iyi huylu fizyolojik durumlardan yaşamı tehdit eden aritmilere kadar geniş bir yelpazede değişiklik gösterebilir. Pediatrik dönemde çarpıntının değerlendirilmesi, çocuğun klinik durumu, yaşa özgü fizyolojik farklılıklar ve aritmi tiplerinin heterojenitesi nedeniyle erişkinden farklı bir yaklaşım gerektirir.

Bu bölümde çarpıntısı olan bir çocukta değerlendirme ve yönetim basamakları; anamnez, fizik muayene, ayırıcı tanı, tanısal yaklaşımlar ve tedavi prensipleri doğrultusunda sistematik olarak ele alınacaktır.

## Tanım ve Patofizyoloji

Çarpıntı, çocuğun kalp atımlarını anormal şekilde hissetmesi olarak tanımlanır. Aritmilerin altında kardiyak iletim sistemi bozuklukları, elektrolit dengesizlikleri, yapısal kalp hastalıkları veya sistemik nedenler bulunabilir. Otonom sinir sistemi aktivitesindeki değişiklikler, sempatovagal denge ve miyokardiyal uyarılabilirlik çocuklarda çarpıntı gelişiminde önemli rol oynar.

## Epidemiyoloji

Pediatrik çarpıntıların önemli bir kısmı benign nedenlere bağlı olsa da supraventriküler taşikardi (SVT), ventriküler taşikardi (VT) veya preeksitasyon sendromları gibi ciddi aritmilerin ilk belirtisi olabilir. Okul çağındaki çocuklarda çarpıntı en sık stres, ateş, egzersiz veya kafein tüketimi gibi tetikleyicilerle ilişkilidir. SVT, çocuklarda en sık görülen patolojik ritim bozukluğudur.

## Anamnez

Çarpıntısı olan bir çocukta anamnez değerlendirmesi, tanı koymanın en kritik basamaklarından biridir: - Başlama şekli ve süresi: Ani başlayan ve ani sonlanan çarpıntılar SVT açısından uyarıcıdır. - Çarpıntı hızı: Çok hızlı ve düzenli atımlar SVT lehinedir. - Tetikleyiciler: Efor, emosyonel stres, ateş, ilaçlar, kafein. - Eşlik eden bulgular: Senkop, göğüs ağrısı, dispne, baş dönmesi. - Aile öyküsü: Ani kardiyak ölüm, aritmi öyküsü. - Kullanılan ilaçlar ve toksin maruziyeti.

## Fizik Muayene

- **Vital bulgular:** Taşikardi derecesi, ritim düzeni.
- **Kardiyak oskültasyon:** Üfürümlerin veya ek seslerin tespiti.
- **Periferik perfüzyon:** Kapiller dolum, periferik nabızlar.
- **Tiroid, akciğer ve nörolojik muayene:** Sistemik nedenler açısından değerlendirme.

## **Ayırıcı Tanı**

### ***Benign Nedenler***

- Sinüs taşikardisi
- Anksiyete
- Ateş ve enfeksiyonlar
- Egzersiz sonrası fizyolojik taşikardi

### ***Patolojik Nedenler***

- Supraventriküler taşikardi
- Ventriküler taşikardi
- Wolff-Parkinson-White (WPW) sendromu
- Miyokardit
- Elektrolit bozuklukları
- Kardiyomiyopatiler

## **Tanısal Yaklaşım**

### **Elektrokardiyografi (EKG)**

Çarpıntı değerlendirmesinin temel araçlarından biridir. Ritm, QRS genişliği, PR mesafesi, delta dalgası gibi bulgular aritmi tipini düşündürür.

### **Holter Monitörizasyonu**

Episodik çarpıntıların yakalanmasında etkilidir.

### **Laboratuvar Testleri**

- Elektrolitler
- Tiroid fonksiyon testleri
- Enfeksiyon belirteçleri

### **Ekokardiyografi**

Yapısal kalp hastalıklarının dışlanması amacıyla kullanılır.

## **Tedavi**

Tedavi altta yatan nedene göre belirlenir. ### **Sinüs Taşikardisi** Altta yatan tetikleyici durumun tedavisi yeterlidir.



## **SVT Yönetimi**

- Vagal manevralar: İlk basamak.
- Adenozin: Damar yolu olan stabil hastalarda.
- Elektriksel kardiyoversiyon: Hemodinamik instabilite varlığında.

## **Diğer Aritmiler**

- VT: Anti-aritmik tedavi veya kardiyoversiyon.
- WPW: Akut tedavinin ardından elektrofizyolojik çalışma ve ablasyon.
- Miyokardit: Destek tedavisi ve monitörizasyon.

## **İzlem ve Prognoz**

Benign çarpıntılar genellikle iyi prognoz gösterirken, yapısal kalp hastalığı, kanalopatiler veya ventriküler aritmiler varlığında uzun dönem izlem gerekir. Aile eğitimi ve düzenli kontroller önemlidir.

## **Sonuç**

Çarpıntısı olan çocuğa yaklaşım multidisipliner ve sistematik bir değerlendirme gerektirir. Erken tanı ve uygun yönetim, yaşamı tehdit eden aritmilerin önlenmesinde kritik öneme sahiptir.

## **Gelişmiş Tanısal Yaklaşım**

### **Egzersiz Testi**

Özellikle eforla tetiklenen çarpıntılarda tercih edilir. Çocuklarda maksimal efor kapasitelerinin yaşa göre değişmesi nedeniyle pediatrik protokoller kullanılmalıdır.

### **Olay Kaydedici ve Loop Recorder**

Seyrek ve yakalanması zor aritmilerde uzun süreli kayıt imkânı sağlar.

### **Genetik Testler**

Kanalopatiler, ailesel aritmiler ve ani ölüm öyküsü olan çocuklarda önemlidir.

### **Tedavide Ayrıntılı Yaklaşım**

### **Akut Yönetim**

Hemodinamik instabilite durumunda acil kardiyoversiyon uygulanır.

### **Farmakolojik Yaklaşımlar**

- Beta blokerler
- Kalsiyum kanal blokerleri

- Amiodaron

### **Kateter Ablasyon**

Seçilmiş SVT ve WPW olgularında kalıcı tedavi seçeneğidir.

### **Özel Durumlar**

#### **Senkop ile Birlikte Çarpıntı**

Kardiyak nedenler açısından yüksek risklidir.

#### **Sporcularda Çarpıntı**

Fizyolojik taşikardi ile patolojik aritmi ayrımı yapılmalıdır.

#### **Korunma ve Aile Eğitimi**

Aileye atak yönetimi, vagal manevralar ve risk bulguları öğretilmelidir.

#### **Sonuç ve Klinik Öneriler**

Çocuklarda çarpıntı multidisipliner değerlendirme gerektirir ve uygun tanısal yaklaşım tedavi başarısını artırır.

## Kaynaklar

1. Park, M. K. (2014). *Pediatric Cardiology for Practitioners*. Elsevier.
2. Walsh, E. P. (2019). Supraventricular tachycardia in children. *New England Journal of Medicine*, 380(6), 548-558.
3. Saul, J. P., & Friedman, J. K. (2016). Pediatric arrhythmias. In *Braunwald's Heart Disease* (10th ed.).
4. Friedman, R. A. et al. (2019). Management of pediatric arrhythmias. *Circulation*, 139(23), e948-e1007.
5. Moak, J. P. (2017). Evaluation of palpitations in children. *Pediatric Clinics of North America*, 64(1), 43-58.
6. Garson, A. (2019). *Pediatric Arrhythmias and ECGs*. Wiley.
7. Doniger, S. J., & Sharieff, G. Q. (2017). Pediatric dysrhythmias. *Clinical Pediatric Emergency Medicine*, 18(3), 225–236.
8. Kugler, J. D. (2020). Diagnosis and treatment of arrhythmias in children. *Journal of Pediatrics*, 223, 10–18.

# **BÖLÜM 5**

## **Çocukluk Çağında Pulmoner Hipertansiyon**

**Melih Timuçin Doğan<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Doç. Dr., Selçuk Tıp Fakültesi, Çocuk Kardiyoloji Bilim Dalı  
Orcid No: 0000-0003-3565-8606

## 1. GİRİŞ

Çocukluk çağında pulmoner hipertansiyon (PH), pulmoner arteriyel basınçların yaşa göre normal sınırların üzerinde olmasıyla karakterize, ilerleyici, morbidite ve mortalitesi yüksek bir klinik tablodur (1). Çocuklarda görülen PH; etiyoloji, klinik seyir ve tedavi yanıtı bakımından erişkinden farklı özellikler gösterir. Bu nedenle çocuklara özgü tanısal ve terapötik yaklaşımlar gereklidir.

PH, sağ ventrikül üzerindeki basınç yükünü artırarak zamanla sağ kalp yetmezliğine yol açabilir. Erken tanı konulmadığında mortalite oranları yüksektir (2).

## 2. EPİDEMİYOLOJİ

Çocuklarda PH insidansı 4–10 / 1.000.000 olarak bildirilmektedir (3). En sık nedenler:

- Konjenital kalp hastalıkları (özellikle sol-sağ şant lezyonları)
- Bronkopulmoner displazi
- Yenidoğan persistan pulmoner hipertansiyonu
- Genetik sendromlar (Down sendromu vb.)
- İdiyopatik pulmoner hipertansiyon (4)

PH, kız ve erkek çocuklarda benzer sıklıkta görülür; ancak Down sendromlu çocuklarda belirgin artmış risk vardır.

## 3. FİZYOLOJİ VE PATOLOJİ

Pulmoner hipertansiyonun temel patofizyolojik mekanizması pulmoner arterlerde:

- **Vazokonstriksiyon**
- **Vasküler remodelling**
- **İntimal kalınlaşma**
- **Medial hipertrofi**
- **Trombüs oluşumu**

gibi değişiklikleri içerir (5).

Bu mekanizmalar pulmoner vasküler direnç (PVR) artışına, sağ ventrikül yükünde artışa ve sonuç olarak sağ ventrikül disfonksiyonuna yol açar.

## **4. SINIFLANDIRMA (WHO/PAH SİSTEMİ)**

Güncel sınıflama çocukluk çağına uyarlanarak beş ana grup şeklindedir:

### **4.1. Grup 1 – Pulmoner Arteriyel Hipertansiyon (PAH)**

- İdiyopatik PAH
- Kalıtsal PAH
- İlaç ve toksinlere bağlı PAH
- Konjenital kalp hastalıklarına bağlı PAH (6)

### **4.2. Grup 2 – Sol Kalp Hastalıklarına Bağlı PH**

- Mitral kapak hastalıkları
- Sol ventrikül disfonksiyonu

### **4.3. Grup 3 – Akciğer Hastalıkları ve Hipoksiye Bağlı PH**

- Bronkopulmoner displazi
- İnterstisyel akciğer hastalıkları

### **4.4. Grup 4 – Kronik Tromboembolik PH**

Çocuklarda nadirdir.

### **4.5. Grup 5 – Multidisipliner Sistemik Hastalıklara Bağlı PH**

- Hematolojik hastalıklar
- Metabolik bozukluklar
- Genetik sendromlar (7)

## **5. KLİNİK BULGULAR**

Çocuklarda PH bulguları sinsi başlayabilir.

### **5.1. Erken dönem bulguları**

- Dispne
- Efor intoleransı
- Taşikardi
- Halsizlik
- Beslenme güçlüğü (bebeklerde)

### **5.2. İleri dönem bulguları**

- Göğüs ağrısı

- Çarpıntı
- Senkop (özellikle eforla)
- Siyanoz
- Hepatomegali
- Periferik ödem
- Sağ ventrikül heave (8)

Senkop çocukluk çağında PAH'ın kötü prognostik göstergesidir.

## **6. TANI YAKLAŞIMI**

### **6.1. Elektrokardiyografi**

- Sağ aks deviasyonu
- Sağ ventrikül hipertrofisi
- Sağ dal bloğu (9)

### **6.2. Göğüs Radyografisi**

- Pulmoner arterlerde genişleme
- Sağ kalp büyümesi

### **6.3. Ekokardiyografi**

Tanıda ilk basamak görüntüleme yöntemidir (10). Şunlar değerlendirilir:

- Triküspit yetersizliği jetinden sistolik PAB
- Sağ ventrikül fonksiyonları
- Şant varlığı

### **6.4. Kardiyak Kateterizasyon**

Kesin tanı ve sınıflandırma için altın standarttır (6,10).

### **6.5. Laboratuvar ve Genetik Testler**

- BNP/NT-proBNP
- Genetik panel (BMPR2 vb.)
- Oksijen saturasyonu değerlendirmesi

## **7. TEDAVİ**

Çocuklarda PH tedavisi multidisipliner yaklaşım gerektirir.

### **7.1. Destek tedavileri**

- Oksijen
- Diüretikler
- Antikoagülasyon
- Beslenme desteği (8)

### **7.2. Spesifik PAH Tedavileri**

#### **7.2.1. Endotelin Reseptör Antagonistleri**

- Bosentan
- Ambrisentan (11)

#### **7.2.2. Fosfodiesteraz Tip 5 İnhibitörleri**

- Sildenafil
- Tadalafil

Çocuklarda yaygın ve güvenilir kullanım alanı vardır (11).

#### **7.2.3. Prostanoidler**

- Epoprostenol (IV)
- Treprostinil
- Iloprost

Ağır olgularda etkinliği yüksektir (12).

#### **7.2.4. Kombine Tedaviler**

Orta-ileri PAH olgularında iki veya üçlü tedavi protokolleri kullanılabilir.

### **7.3. Konjenital Kalp Hastalığına Bağlı PH**

Şantın tipi ve şant yönüne göre tedavi planlanır. Eisenmenger sendromunda vazodilatör tedavi tek seçenektir.

### **7.4. İleri Tedaviler**

- Atriyal septostomi
- Kalp-akciğer transplantasyonu

**8. PROGNOZ** Çocukluk çağında PH prognozu etiyolojiye, başlangıç yaşına, tedaviye yanıtına göre değişir. İdiyopatik PAH çocuklarda daha hızlı progresyon gösterir ve mortalite yüksektir (3,7).

Erken tanı ve agresif tedavi sağ kalımı anlamlı şekilde artırır.



## 9. SONUÇ

Çocukluk çağında pulmoner hipertansiyon, doğru yönetilmediğinde hızla ilerleyebilen ciddi bir hastalıktır. Tanıda ekokardiyografi ve kateterizasyon temel araçlardır. Modern tedavi seçenekleriyle yaşam kalitesi ve sağ kalım artmış olsa da erken tanı hâlâ en belirleyici faktördür.

## KAYNAKLAR

1. Barst, R. et al. (2012). Pediatric pulmonary hypertension. *Chest*, 141(2), 534–542.
2. Berger, R. M. (2017). Pulmonary hypertension in children. *Circulation*, 136, 234–246.
3. Ivy, D. D. (2013). Pulmonary hypertension in childhood. *JACC*, 62(25), 117–124.
4. Abman, S. H. (2015). Pediatric pulmonary vascular disease. *Lancet*, 386, 316–327.
5. Rabinovitch, M. (2012). Molecular pathogenesis of PAH. *J Clin Invest*, 122(12), 4306–4313.
6. Simonneau, G. et al. (2013). Updated clinical classification of pulmonary hypertension. *JACC*, 62(25).
7. Rosenzweig, E. B. (2019). Pediatric PAH classification. *Eur Respir J*, 54(1).
8. Lammers, A. et al. (2017). Clinical presentation of pediatric PAH. *Heart*, 103, 1302–1309.
9. Beghetti, M. (2016). Pediatric PH diagnosis. *Int J Cardiol*, 223, 758–764.
10. Moledina, S. et al. (2018). Echocardiography in pediatric PAH. *JASE*, 31, 869–883.
11. Barst, R. J. (2014). Targeted therapies in pediatric PH. *Pulmonary Circulation*, 4, 425–444.
12. Sitbon, O. & Morrell, N. (2012). Prostacyclin pathway in PAH. *Eur Respir Rev*, 21, 321–327.



# **BÖLÜM 6**

## **Post Aktivasyon Potansiyeli ve Sportif Performans**

**Denizhan Çalışkan<sup>1</sup> & Tuğba Çalışkan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dr., Eskişehir Gençlik ve Spor İl Müdürlüğü, Eskişehir, Türkiye,  
ORCID: 0000-0002-0433-8039

<sup>2</sup> Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, İstanbul/TÜRKİYE  
ORCID: 0000-0001-5027-1894

## 1. GİRİŞ

Modern spor bilimlerinde performansın geliştirilmesi, yalnızca uzun dönemli antrenman yüklenmeleriyle değil, aynı zamanda akut nöromüsküler modülasyon teknikleriyle de mümkün hâle gelmiştir. Bu teknikler arasında en dikkat çekici olanlardan biri post aktivasyon potansiyeli (PAP) olup, yüksek yoğunluklu bir kas aktivitesinin ardından kasın geçici olarak güç, kuvvet veya hız üretme kapasitesinin artmasıyla karakterize edilen fizyolojik bir olaydır (Tillin ve Bishop, 2009). PAP, hem periferik hem de merkezi mekanizmaların etkileşimiyle ortaya çıkar ve özellikle tip II hızlı kasılan lifler üzerinde belirgin bir etki gösterir (Hamada ve ark., 2000).

PAP'ın akut performans iyileştirmesi, miyozin düzenleyici hafif zincirlerinin fosforilasyonu ile kas liflerinde  $Ca^{2+}$  duyarlılığının artması, motor ünite rekrutmanının yükselmesi ve sinir-kas iletim hızındaki iyileşmelerle açıklanmaktadır (Rassier ve ark., 2000; Lima ve ark., 2014). Bu mekanizmalar, özellikle sprint, sıçrama, yön değiştirme ve maksimal kuvvet testleri gibi yüksek yoğunluklu performans gerektiren aktivitelerde belirgin biçimde ortaya çıkmaktadır (Batista ve ark., 2010; MacIntosh ve ark., 2012).

Literatürde PAP uygulamaları genellikle ağır direnç egzersizleri, pliometrik yüklenmeler, balistik hareketler ve izometrik kasılmalar gibi farklı kondisyonlama aktiviteleri (KA) ile tetiklenmektedir. Özellikle 80–95% 1RM aralığında yapılan ağır squat uygulamalarının, kısa süreli dinlenme periyotları sonrasında dikey sıçrama ve sprint performansında anlamlı artışlar sağladığı çok sayıda çalışma tarafından gösterilmiştir (Chiu ve ark., 2003; Golas ve ark., 2016). Benzer şekilde drop jump, CMJ ve sprint gibi pliometrik veya balistik KA'ların da daha düşük yorgunlukla etkili bir PAP yanıtı oluşturduğu bilinmektedir (Karampatsos ve ark., 2013; Turner ve ark., 2015).

PAP uygulamalarının etkisi yalnızca uygulanan yüklenmeye değil, aynı zamanda sporcunun antrenman seviyesi, kas lifi kompozisyonu, yorgunluk-potansiyel dengesi ve KA-performans testi arasındaki biomekanik benzerliğe bağlıdır (Seitz ve Haff, 2016). Elit ve güçlü sporcular PAP'a daha hızlı ve daha güçlü bir yanıt verirken, düşük antrenman seviyesi olan bireylerde benzer protokoller yorgunluk baskınlığına neden olabilir (Kilduff ve ark., 2007).

Bu bağlamda PAP, hem araştırmacılar hem de uygulayıcılar için son derece değerli olmakla birlikte, doğru protokol tasarımı gerektirir. Uygulanan yüklenmenin şiddeti, hacmi, dinlenme süresi ve yapılan egzersizin türü PAP'ın etkisinin büyüklüğünü doğrudan belirleyen faktörlerdir. Dolayısıyla PAP, yalnızca fizyolojik bir fenomen değil; aynı zamanda dikkatli analiz, planlama ve bireysel farklılığın gözetilmesini gerektiren bir performans stratejisidir.

Bu giriş bölümü, PAP'ın temel kavramsal çerçevesini, fizyolojik temellerini ve spor performansındaki rolünü ortaya koyarak sonraki bölümlerde sunulacak ayrıntılı literatür incelemesine zemin hazırlamaktadır.

## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. Post Aktivasyon Potansiyeli (PAP)**

Post aktivasyon potansiyeli (PAP), gerçekleşen bir kas kasılmasının ikinci bir kasılma sırasındaki güç çıktısında ve harekete katılan kastaki aktivasyon artışını akut olarak iyileştirmek için kullanılmaktadır (Maloney ve ark., 2014). Bu fizyolojik olay, ana aktivite öncesinde ön kondisyonlama egzersizlerinin etkisinden kaynaklanarak sinir impulsunun kasa iletme hızında bir iyileşmeye ve devreye alınan motor ünitelerin sayısında ve kontraktıl filamentlerin koordinatif mekanizmasında artışa yol açmaktadır. PAP güç, kuvvet ve hız gerektiren aktivitelerde nöromüsküler değişiklikler yoluyla performansın iyileştirilmesine katkıda bulunur (Batista ve ark., 2010 ; Macintosh ve ark., 2012).

PAP ve Post-Aktivasyon Performans İyileşmesi (PAPE) arasındaki ayrım, dinlenme sürelerinin belirlenmesinde kritik öneme sahiptir. PAP, esas olarak miyozin hafif zincir fosforilasyonuna bağlı kısa süreli (1-3 dakika) bir fizyolojik fenomendir. Buna karşılık, pratik uygulamalarda gözlenen performans artışı olan PAPE, ağırlıklı olarak nöral mekanizmalara bağlı olup 3-8 dakika aralığında en belirgin etkiyi gösterir.

Kasın önceki kasılma geçmişi, sonraki kasılma kapasitesini önemli ölçüde etkiler. Artan kas aktivitesi bazı durumlarda geçici kuvvet azalmalarına yol açabilir. Bununla birlikte, uygun bir ön-aktivasyon protokolü bu etkiyi tersine çevirerek kuvvet üretiminin artmasına neden olabilir. Bununla birlikte, önceki kas aktivitesi sonraki kuvvet oluşumunu arttırabilir ve güç performansını iyileştirebilir (Kilduff ve ark., 2007 ; Rixon ve ark., 2007). PAP sürecindeki fizyolojik olaylar belirsizdir. Düzenleyici hafif zincir fosforilasyonu ve motor ünitelerin artımı, 2 potansiyel mekanizma önermiştir. İlk olarak, mekanizmada aktin-miyozin etkileşiminin sarkoplazmik retikulumdan salınan  $Ca^{2+}$  ' olan duyarlılığını arttırarak miyozin başının yapısını değiştirir ve bu da çapraz köprülerin daha yüksek kuvvet açığa çıkarmasına sebep olur (Rassier ve ark., 2000). İkinci olarak, Ön yüklemeli hazırlık çalışmalarının sinaptik kavşakta ve omurilik kord seviyelerinde uyarılma potansiyellerinin geçirgenliğini arttırmada sorumlu olabileceği belirtilmiştir (Lima ve ark., 2014).

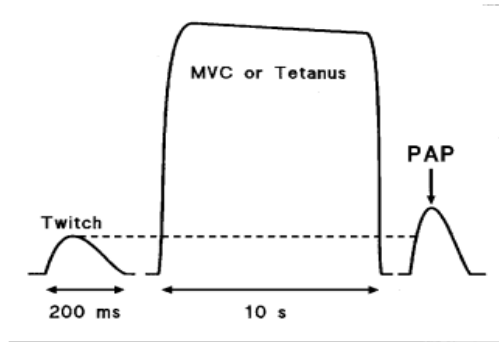
Son yıllarda, PAP'ın fizyolojik performansı akut olarak iyileştirmesi için çeşitli protokoller uygulanmaktadır. En çok kullanılan yöntemler arasında squat sıçrama (Esformes ve Bampouras., 2013; Suchomel ve ark., 2016), pliometrik hareketler (Karampatsos ve ark., 2013; Turner ve ark., 2015) ve sprint çalışmaları

(Lesinski ve ark., 2013; Smith, 2014) ön plana çıkmaktadır. Bu çalışmaların hepsinde PAP protokolü sonrası önemli anlamlı farklar bulunmuştur. PAP etkisi elde edebilmek için uygulanan güç-kuvvet egzersizleri geleneksel ısınma evresinin özelliklerinden ve fizyolojik yapısından farklıdır. Çünkü geleneksel ısınma egzersizleri düşük yoğunluklu aerobik aktiviteleri ve ana kasları germe egzersizlerinden oluşur ve süreleri oldukça değişkenlik gösterir (Bishop, 2003).

PAP, maksimum ve maksimuma yakın kas gücü ve kuvveti üretimi gerektiren ana aksiyonlar sırasında güç-kuvvet iyileştirmesini sağlamak için ağırlıklar ve sıçramalar ile tetiklenebilir (Batista ve ark., 2010). PAP'ın olası akut fizyolojik mekanizmaları, merkezi ve periferik mekanizmalar ile ilgilidir. PAP, motor ünitelerin stimülasyon desenindeki değişikliğin bir neticesi olarak ortaya çıkabilir bu da uyarılmış motor ünitelerin sayısında artışa ve sinir impulslarının ateşlemelerinde daha iyi bir koordinasyona sebebiyet verebilir (Macintosh ve ark., 2012).

## 2.2. Post Aktivasyon Potansiyelin Kas Kasılma Mekanizması

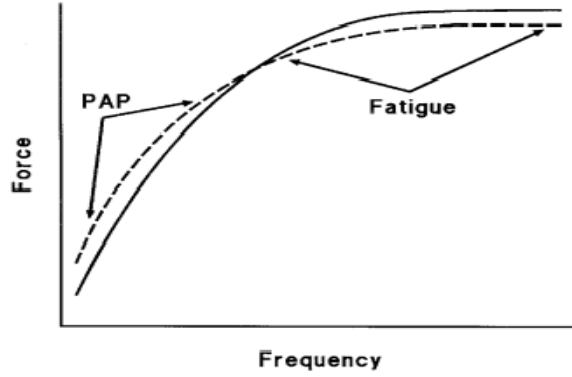
PAP ve kuvvet-frekans ilişkisi üzerine yapılmış olan çalışmaların çoğu izometrik kasılmaları içermektedir. Kas kasılmasının tipinin, hem kuvvet frekans ilişkisini hem de PAP'ın oluştuğu frekans aralığını etkilediğini bilmek önemlidir. Konsantrik kasılmalarda, özellikle daha yüksek hızlarda yapılanlarda, izometrik kasılmalarla karşılaştırıldığından belirli bir maksimum kuvvet yüzdesini uyandırmak için daha yüksek frekanslara ihtiyaç duyulur (Abbate ve ark., 2000). Ayrıca, PAP eşzamanlı izometrik kasılmalarda daha yüksek frekansa sahiptir. Çoğu egzersizler (yüzme, kürek çekme ve bisiklet binme) eşzamanlı kasılmaları (koşma, atlama, halter) içerir. Bu nedenle, PAP, izometrik kasılmalar üzerindeki etkisine bağlı olarak bir performans artırıcı etkiye sahip olabilir.



**Şekil 1.** Bir PAP örneği. İlk olarak, bir bazal seğirme, bir süredir hareketsiz olan kas uyarılır. Daha sonra, elektriksel olarak uyarılmış tetanik kasılma veya maksimum gönüllü kasılma (MVC) ile kasılma yapılır. Kondisyonlama kasılmasından hemen sonra uyarılan bir seğirme kasılması, PAP' a özgü artan kuvvet ve kısaltılmış zamanı gösterir (Hamada ve ark., 2000).

Ana aktiviteden önceki egzersizlerin güç artışına veya yorgunluğa neden olup olmayacağı, egzersizler arasındaki dinlenme süresine bağlıdır. Ön kondisyonlama sonrası hemen ana harekete geçilmesi kasta yorgunluk meydana getirecektir. Eğer ön kondisyonlama sonrası gerekli dinlenme aralığı verilirse bunun tersi olabilir yani kuvvet artışı sağlanacaktır (Kilduff ve ark., 2007).

PAP'ın kas kasılmasında dikkate değer bir özelliği, Tip II (hızlı kasılan) kas liflerinde daha fazla olmasıdır. Çünkü, hızlı lifler bir koşullandırma aktivitesinin sonucu olarak miyozin düzenleyici hafif zincirlerin daha fazla fosforilasyonuna maruz kalır. Buna göre, Tip II lif yüzdesi daha yüksek olan kaslar (örnek; gastrocnemius ve soleus) ve bir kas içinde Tip II lif yüzdesi (örnek; vastuslateralis) daha yüksek olan kişiler daha fazla PAP etkisi sergileyebilir. Bir kişinin lif tipi öncelikle genetik faktörler tarafından belirlenir ancak aynı zamanda yaş ve aktivite seviyesinden de etkilenebilir (Hamada ve ark., 2000).



Şekil 2. PAP'ın kuvvet-frekans ilişkisine etkisi

### 2.3. PAP'ın ve Performans Bileşenlerine Etkisi

PAP en çok sprint, kuvvet, patlayıcı güç ve çeviklik üzerine araştırılmıştır. Aşağıda her bir parametre bilimsel literatür ışığında detaylı olarak işlenmiştir.

#### 2.3.1. PAP ve Sürat

Sürat performansı, yüksek düzeyde nöromüsküler koordinasyon, maksimal kuvvet ve patlayıcı güç gerektiren bir bileşendir. PAP'ın sprint performansı üzerindeki etkisi literatürde oldukça güçlü biçimde desteklenmektedir.

PAP, sprint sırasında gerekli olan başlangıç ivmelenmesi ve maksimum hızlanma fazlarında kasın güç üretimini artırarak koşu ekonomisini iyileştirebilir (Smith, 2014). Özellikle 10–30 metrelik hızlanma fazlarında PAP'ın belirgin etkileri rapor edilmiştir (Lesinski ve ark., 2013).

Yüksek yoğunluklu squat, lunge, trap-bar deadlift veya pliometrik sıçramalarla oluşturulan PAP protokollerinin sprint sürelerini anlamlı şekilde



kısalttığı birçok çalışmada gösterilmiştir (Turner ve ark., 2015; Bevan ve ark., 2010). Bu etkinin hem motor ünite rekrutmanındaki artış hem de kas-tendon kompleksinin daha sert ve reaktif hâle gelmesiyle ilişkili olduğu belirtilmektedir.

Özellikle elit sporcularda, PAP uygulaması sonrası ilk 10 metre hızlanma fazında %1–3 oranında performans artışı rapor edilmiştir. Bu oran küçük görünse de sprint gibi çok kısa süreli performanslarda belirleyici seviyededir (Kilduff ve ark., 2007).

PAP'ın sürat performansı üzerindeki etkisini belirleyen başlıca faktörler:

- **Dinlenme süresi:** Çok kısa dinlenme yorgunluk yaratır, optimal süre genellikle 4–10 dakikadır.
- **Egzersiz tipi:** Squat, pliometrik sıçrama ve ağır çekişler sprint için etkili PAP protokolleridir.
- **Sporcu seviyesi:** Güçlü ve antrenmanlı bireylerde PAP etkisi çok daha belirgindir.

Sonuç olarak PAP, sprint performansını artırmak için etkili bir nöromusküler strateji olarak kabul edilmektedir.

### 2.3.2. PAP ve Kuvvet

PAP'ın maksimal kuvvet performansı üzerindeki etkisi literatürde güçlü biçimde desteklenmektedir. Kondisyonlama kasılmasından sonra kasın kısa süreli olarak daha güç üretme kapasitesine ulaşması, özellikle yüksek eşik motor ünitelerin daha kolay aktive olmasından kaynaklanır.

Ağır dirençli egzersizlerin ardından (ör. 80–95% 1RM squat veya bench press), kısa bir dinlenme süresi sonrasında yapılan maksimal kuvvet uygulamalarında performans artışı rapor edilmiştir (Golas ve ark., 2016; Hanson ve ark., 2017). Bu artışın nedenleri şunlardır:

- Motor ünite ateşleme frekansının yükselmesi (Tillin ve Bishop, 2009)
- Kas liflerinde  $Ca^{2+}$  duyarlılığının artması
- Kas-tendon kompleksinin daha sert hâle gelmesi (Cormie ve ark., 2011)
- Nöral sürüşün (neural drive) geçici olarak yükselmesi

Özellikle güç sporcuları—halter, güç üçlemesi, sprint, atlama—PAP'a daha iyi yanıt verir. Chiu ve arkadaşları (2003), elit haltercilerde PAP sonrası çekiş ve itiş kuvvetlerinde anlamlı artış rapor etmiştir. Benzer şekilde güç antrenmanına alışkın sporcularda 1RM performansında %1.5–4 arası akut artışlar bildirilmektedir.

Dinlenme süresi burada kritik önemdedir. Çok kısa dinlenme yorgunluk oluştururken, çok uzun süre beklemek PAP etkisini söndürebilir. Optimal aralık 3–12 dakika arasında bulunmuştur (Wilson ve ark., 2013).

### **2.3.3. PAP ve Patlayıcı Güç**

Patlayıcı güç (explosive power), PAP'ın en belirgin etkilerinin görüldüğü performans bileşenidir. Özellikle dikey sıçrama yüksekliği, reaktif kuvvet indeksi (RSI), yatay sıçrama performansı ve stretch-shortening cycle (SSC) verimliliği üzerinde güçlü etkiler rapor edilmiştir.

Çeşitli çalışmalar PAP'ın patlayıcı güç çıktısını şu mekanizmalarla geliştirdiğini belirtmiştir:

- Daha hızlı kuvvet gelişimi (rate of force development—RFD) artışı (Tillin ve Bishop, 2009)
- Kas-tendon kompleksinin sertliğinde geçici artış (Komi, 2000)
- Artmış motor ünite ateşleme frekansı ve senkronizasyonu

Ağır squat uygulamalarının 3–10 dakika dinlenme sonrası sıçrama yüksekliğini anlamlı artırdığı birçok çalışmada gösterilmiştir (Esformes ve Bampouras, 2013; Suchomel ve ark., 2016). Elite sporcularda PAP sonrası CMJ performansında %3–7, RSI değerlerinde ise %5–10 artışlar rapor edilmiştir.

Pliometrik kondisyonlama aktiviteleri de etkili bir PAP uyarandır. Turner ve arkadaşları (2015), pliometrik ön yüklenme ile sprinte yönelik patlayıcı güç çıktılarında anlamlı gelişmeler bulmuştur. PAP özellikle 10–30 ms içinde oluşan erken faz RFD'yi önemli düzeyde artırır ve bu durum patlayıcı hareketlerde doğrudan performans kazancı anlamına gelir.

### **2.3.4. PAP ve Çeviklik**

Çeviklik (agility), hız, yön değiştirme kapasitesi, reaktif karar verme ve nöromüsküler koordinasyonun birleşiminden oluşan kompleks bir performans bileşenidir. PAP'ın çeviklik performansı üzerindeki etkisi daha az araştırılmış olsa da mevcut çalışmalar anlamlı gelişmeler göstermektedir.

Karampatsos ve arkadaşları (2013) yaptığı çalışmada PAP sonrası T-test ve 5-10-5 çeviklik testlerinde %1–4 arası performans artışı bildirilmiştir. Bunun nedenleri şu mekanizmalardır:

- Yer reaksiyon kuvvetlerinde artış
- Stretch-shortening cycle verimliliğinde yükselme
- Nöral ileti hızının geçici olarak artması

- Hızlı yön değıştirme sırasında kullanılan eklem aç ı hızlarında artış

Ağır squat, pliometrik sıçrama ve sprint tabanlı PAP protokolleri çevikliğin özellikle ivmelenme-yavaşlama-yeniden hızlanma döngülerinde en yüksek etkiyi göstermektedir.

#### 2.4. PAP Protokol Tasarımları

PAP protokollerinin etkinliğı, kondisyonlama aktivitesinin tipi, yüklenme şiddeti, hacim ve dinlenme süresi arasındaki optimal dengeye bağılıdır. Protokol tasarımı sırasında, hedeflenen performans testi ile kondisyonlama aktivitesi arasında biomekanik benzerlik sağlanması kritik öneme sahiptir. PAP protokol tasarımının temel parametreleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

| Protokol Parametresi                 | Temel Prensip ve Öneriler                                                                                            |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kondisyonlama Aktivitesi Tipi</b> | Hedef performans ile biomekanik benzerlik; ağır direnç (%85-95 1RM), pliometrik, balistik veya izometrik egzersizler |
| <b>Hacim</b>                         | 1-3 tekrar; maksimum 1-2 set. Yüksek hacim yorgunluk baskınlığına neden olur                                         |
| <b>Yüklenme Şiddeti</b>              | %85-95 1RM en etkili aralık; sporcu seviyesine göre %70-95 1RM arasında değışir                                      |
| <b>Dinlenme Süresi</b>               | 3-8 dakika (optimal 3-7 dakika); bireysel farklılıklar dikkate alınarak belirlenmelidir                              |
| <b>Uygulama Sırası</b>               | Kondisyonlama aktivitesinden sonra hedef performans testi yapılmalıdır                                               |
| <b>Protokol Frekansı</b>             | Haftada 1-3 kez; aşırı kullanım potensiyasyon yanıtını azaltabilir                                                   |

Şekil 3. PAP protokol tasarımına ait tablo gösterimi

#### 2.5. Yüklenme Şiddeti

PAP protokollerinde yüklenme şiddeti, motor ünite rekrütmanının ve miyozin hafif zincir fosforilasyonunun etkinliğini belirleyen temel parametrelerden biridir. Yüklenme şiddeti, potensiyasyon yanıtını maksimize ederken yorgunluk etkisini kontrol altında tutacak şekilde seçilmelidir. Optimal yüklenme şiddeti sporcunun antrenman seviyesine ve hedeflenen performansa göre değışmektedir. Yüklenme şiddeti ile ilgili temel bilgiler aşağıdaki tabloda özetlenmiştir (Wilson ve ark., 2013; Seitz ve Haff, 2016):

| <b>Yüklenme Şiddeti</b> | <b>Etki</b>                                                   | <b>Sporcu Seviyesi</b>            | <b>Uygulama Önerisi</b>                          |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------|
| %85-90 1RM              | En etkili PAP aralığı; maksimum motor ünite rekrütmanı sağlar | Elit/Profesyonel sporcular        | Standart PAP protokolleri için tercih edilir     |
| %70-85 1RM              | Orta düzeyde potensiyasyon; daha az yorgunluk üretir          | Orta seviye antrenmanlı sporcular | Yorgunluk riskini azaltmak istenen durumlarda    |
| %60-70 1RM              | Balistik hareketler için uygundur; düşük yorgunluk            | Tüm seviye sporcular, maç öncesi  | Hız odaklı kondisyonlama aktiviteleri için       |
| %95+ 1RM                | Çok yüksek potensiyasyon ancak yüksek yorgunluk riski         | Yalnızca elit güç sporcuları      | Maksimum kuvvet testleri öncesi sınırlı kullanım |
| <%60 1RM                | PAP etkisi minimal; yetersiz motor ünite rekrütmanı           | Antrenmansız bireyler             | PAP protokolü için uygun değildir                |

**Şekil 4.** PAP'ın yüklenme şiddetini gösteren tablo

## 2.6. Kondisyonlama Aktivitesinin Hacmi

PAP protokollerinin etkinliği, kondisyonlama aktivitesinin hacmiyle doğrudan ilişkilidir. Literatürde en etkili PAP yanıtlarının düşük hacimli kondisyonlama aktiviteleri ile elde edildiği gösterilmiştir. Yüksek hacimli protokoller yorgunluk etkisini artırarak potensiyasyon yanıtını maskeleyebilir. Wilson ve arkadaşlarının (2013) gerçekleştirdiği meta-analizde, kondisyonlama aktivitesinin hacminin PAP üzerindeki etkisi incelenmiş ve 1-3 tekrarlık düşük hacimli protokollerin, 4 veya daha fazla tekrardan oluşan yüksek hacimli protokollerle karşılaştırıldığında daha büyük performans artışı sağladığı bulunmuştur. Benzer şekilde, Seitz ve Haff (2016) tarafından gerçekleştirilen sistematik derlemede, düşük hacimli kondisyonlama aktivitelerinin (1-3 tekrar) potensiyasyon etkisini maksimize ederken yorgunluk etkisini minimize ettiği belirtilmiştir. Kondisyonlama aktivitesinin hacmi şu şekilde belirlenmelidir:

- Optimal hacim: 1-3 tekrar (maksimum 1-2 set)
- Neden düşük hacim: Yüksek hacimli protokoller (4 veya daha fazla tekrar) metabolik yorgunluğu artırarak potensiyasyon etkisini azaltır. Bu durum, özellikle fosforilasyon kaynaklı potensiyasyon etkisinin kısa süreli olması (yaklaşık 30 saniye yarı ömür) nedeniyle, yorgunluğun potensiyasyon etkisini bastırmasıyla açıklanmaktadır.
- Uygulama prensibi: Her set maksimum niyetle ve maksimum hızda gerçekleştirilmelidir. Hacim düşük tutulsa da, her tekrarın maksimum motor ünite

rekrütmanını sağlamak amacıyla yüksek kaliteli ve maksimum çaba ile yapılması gerekmektedir. Bu bulgular, Golas ve arkadaşları (2016) tarafından da desteklenmiştir. Araştırmalarında, 3 tekrarlı ağır squat protokolünün, 6 tekrarlı protokole kıyasla daha büyük sıçrama performansı artışı sağladığı gösterilmiştir. Bu nedenle PAP protokollerinde kondisyonlama aktivitesinin hacmi, potensiyasyon etkisini maksimize etmek ve yorgunluk etkisini minimize etmek amacıyla mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır. Optimal hacim genellikle 1-3 tekrar ile sınırlanmalı ve birden fazla set uygulanıyorsa setler arasında yeterli dinlenme sağlanmalıdır.

## 2.7. Dinlenme Süresi

Dinlenme süresi, PAP protokollerinin etkinliğini belirleyen en önemli faktörlerden biridir. PAP ve PAPE arasındaki temel fark, dinlenme sürelerinin belirlenmesinde kritik bir rol oynar. PAP etkisi, kondisyonlama aktivitesinden sonraki ilk 1-3 dakika içinde zirveye ulaşır ve kısa sürede kaybolur. Buna karşılık, pratik uygulamalarda gözlenen performans artışı olan PAPE, genellikle 3-12 dakika arasında etkili olup, en yüksek etki 3-8 dakika aralığında gözlenir. Dinlenme sürelerinin PAP ve PAPE üzerindeki etkileri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

| Dinlenme Süresi | Temel Etki                             | Beklenen Etki                                                     | Uygulama Önerisi                   |
|-----------------|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| 0-3 dakika      | Metabolik Yorgunluk                    | PAP etkisi ve yorgunluk ön planda                                 | Az tercih edilir                   |
| 3-7 dakika      | PAP etkisinin PAPE'ye dönüştüğü aralık | PAPE etkisi belirginleşir, optimal performans artışı              | Genellikle uygulama yapılan aralık |
| 8-12 dakika     | PAPE etkisinin devamı                  | Performans artışı devam eder, ancak maksimum etki geçmiş olabilir | Az tercih edilir                   |
| 12+ dakika      | Fosforilasyon etkisi kaybolmuştur      | PAPE etkisi azalmaya başlar                                       | PAP etkisi beklenmez               |

**Şekil 5.** Dinlenme Sürelerine Göre PAP ve PAPE Etkilerinin Zamanlaması

Dinlenme süresinin belirlenmesinde, yalnızca zaman aralıkları değil, aynı zamanda sporcunun bireysel yanıtları da dikkate alınmalıdır. Aynı dinlenme süresi, farklı sporcularda farklı sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle, PAP protokollerinin etkinliğini maksimize etmek amacıyla, her sporcu için farklı dinlenme sürelerinde performans testleri yapılarak bireye özgü optimal dinlenme süresi belirlenmesi önerilir. Örneğin, bir sporcu için 5 dakikalık dinlenme süresi maksimum performans artışı sağlarken, başka bir sporcu için aynı süre yetersiz

kalabilir ve 7-8 dakikalık dinlenme süresi daha uygun olabilir. PAP protokollerinin uygulanmasında dinlenme süresinin optimizasyonu, protokolün genel etkinliğini doğrudan etkileyen kritik bir faktördür. Bu nedenle, dinlenme süresi seçimi yapılırken sporcunun antrenman durumu, kondisyonlama aktivitesinin şiddeti ve hedeflenen performans testi dikkate alınmalıdır.

### **2.7.1. Sporcu Türüne Göre Dinlenme**

PAP protokollerinde optimal dinlenme süresi, sporcunun antrenman durumu, kuvvet seviyesi ve nöromüsküler kapasitesine göre farklılık gösterir. Bu farklılıklar, sporcuların yorgunluğu temizleme kapasiteleri ve potensiyasyon yanıtlarının ortaya çıkma hızlarındaki bireysel farklılıklardan kaynaklanır. Sporcu türlerine göre dinlenme süreleri aşağıdaki şekilde özetlenebilir: • Elit ve Güçlü Sporcular:

Bu gruptaki sporcular, daha yüksek kuvvet seviyelerine sahip oldukları ve yüksek eşikli motor üniteleri daha etkin bir şekilde aktive edebildikleri için potensiyasyon yanıtını daha hızlı gösterirler. Optimal dinlenme süreleri genellikle 3-7 dakika arasındadır. Bu sporcular, metabolik yorgunluğu daha hızlı temizleyebildikleri için daha kısa dinlenme sürelerinde bile belirgin performans artışı elde edebilirler. • Orta Seviye Antrenmanlı Sporcular:

Orta seviye antrenman geçmişli olan sporcularda potensiyasyon yanıtı daha yavaş ortaya çıkar ve yorgunluk daha uzun süre devam edebilir. Bu sporcular için optimal dinlenme süresi 4-8 dakika arasındadır. Bu süre, hem yeterli potensiyasyonun ortaya çıkması hem de yorgunluğun yeterince temizlenmesi için uygundur. • Düşük Antrenman Seviyesine Sahip veya Antrenmansız Bireyler:

Bu gruptaki bireylerde, yüksek şiddetli kondisyonlama aktiviteleri genellikle potensiyasyondan çok yorgunluk oluşturur. Bu nedenle, potensiyasyon etkisinin gözlenebilmesi için daha uzun dinlenme sürelerine ihtiyaç duyulur. Optimal dinlenme süresi 8-12 dakika veya daha uzun olabilir. Ancak bu grupta bile, çok uzun dinlenme süreleri potensiyasyon etkisini azaltabilir. Bu farklılıklar aşağıdaki tablo ile özetlenebilir (Tillin ve Bishop 2009):

| <b>Sporcu Türü</b>                         | <b>Dinlenme Süresi</b> | <b>Gerekçe</b>                                                                   |
|--------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Elit Sporcular                             | 3-7 dakika             | Hızlı yorgunluk temizleme ve erken potensiyasyon yanıtı                          |
| Orta Seviyeli Sporcular                    | 4-8 dakika             | Yeterli potensiyasyon gelişimi ve yorgunluk temizlenmesi için gereken süre       |
| Düşük Antrenman Seviyesine Sahip Sporcular | 8-12 dakika            | Yorgunluğun daha uzun sürmesi ve potensiyasyon yanıtının daha geç ortaya çıkması |

**Şekil 6.** Sporcu türlerine göre dinlenme aralıkları

Sporcu türlerine göre dinlenme sürelerinin bu şekilde farklılık göstermesinin temel nedeni, bireylerin nöromusküler kapasiteleri ve yorgunluk toleranslarındaki farklılıklardır. Güçlü sporcular, yüksek şiddetli kondisyonlama aktivitelerini daha az metabolik maliyetle tolere edebildikleri için daha kısa dinlenme sürelerinde bile potensiyasyon yanıtını ortaya koyabilirler. Buna karşılık, düşük antrenman seviyesi olan bireylerde aynı kondisyonlama aktivitesi daha fazla yorgunluk yarattığı için potensiyasyon etkisinin ortaya çıkması daha uzun süre alır. Bu nedenle, PAP protokollerinin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için her sporcu için bireysel dinlenme sürelerinin belirlenmesi önerilir. Farklı dinlenme sürelerinde (örneğin 3, 5, 7 ve 10 dakika) aynı performans testinin tekrarlanması yoluyla, her sporcu için en uygun dinlenme süresi belirlenebilir. Bu yaklaşım, protokolün bireysel fizyolojik yanıtlara göre optimize edilmesini sağlar (Tillin ve Bishop 2009).

### 3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Post-aktivasyon potansiyeli (PAP) ve özellikle pratik uygulamalarda gözlenen post-aktivasyon performans iyileşmesi (PAPE), yüksek yoğunluklu kondisyonlama aktivitelerinin ardından belirli bir zaman penceresinde performansın akut olarak artırılmasında etkili nöromusküler stratejilerdir. PAP protokollerinin etkinliği, kondisyonlama aktivitesinin tipi, şiddeti, hacmi, dinlenme süresi ve sporcunun bireysel özellikleri arasındaki optimal dengeye bağlıdır. Bu çalışmada ortaya konan temel bulgular şunlardır: PAP protokollerinin başarısı, potensiyasyon ile yorgunluk arasındaki dengeye ve kondisyonlama aktivitesinden sonraki optimal dinlenme süresine bağlıdır. Dinlenme süresi, PAP etkisinin fizyolojik temeli olan miyozin hafif zincir fosforilasyonunun etkili olduğu kısa sürelerden (1-3 dakika), performans artışı sağlayan PAPE etkisinin zirve yaptığı süreye (3-8 dakika) geçişi temsil eder. Bu nedenle pratik uygulamalarda 3-8 dakika aralığı, hem yeterli potensiyasyon sağlamak hem de yorgunluk etkisini minimize etmek açısından en uygun dinlenme süresi olarak kabul edilmektedir. PAP protokollerinin etkinliğinin sporcu seviyesine göre farklılık göstermesi, protokol tasarımında bireysel farklılıkların dikkate

alınmasını zorunlu kılmaktadır. Güçlü ve elit sporcular daha kısa dinlenme sürelerinde (3-7 dakika) belirgin performans artışı gösterirken, orta seviye sporcularda optimal etki 4-8 dakika arasında gözlenir. Bu bağlamda PAP protokollerinin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

**Dinlenme Süresinin Bireyselleştirilmesi:** Her sporcu için farklı dinlenme sürelerinde (3, 5, 7 ve 10 dakika) performans testleri yapılarak bireye özgü optimal dinlenme süresi belirlenmelidir. Bu yaklaşım, protokolün maksimum etkinliğini sağlar.

**Kondisyonlama Aktivitesinin Uygun Seçimi:** Kondisyonlama aktivitesinin hedef performans testi ile biomekanik benzerlik göstermesi sağlanmalıdır. Sprint performansı için balistik hareketler ve pliometrik sıçramalar, sıçrama performansı için ağır squat veya drop jump protokolleri tercih edilmelidir.

**Potensiyasyon-Yorgunluk Dengesi:** Kondisyonlama aktiviteleri düşük hacimle (1-3 tekrar) ve yüksek şiddetle (%80-95 1RM) uygulanmalıdır. Yüksek hacimli protokoller yorgunluk etkisini artırarak potansiyasyon yanıtını maskeleyebilir.

**Uygulama Bağlamına Göre Protokol Tasarımı:** Antrenman ortamında maksimum potansiyasyon hedeflenirken, maç veya yarış öncesi uygulamalarda yorgunluk riskini minimize etmek amacıyla daha düşük yorgunluk yaratan pliometrik ve balistik kondisyonlama aktiviteleri tercih edilmelidir.

**Sporcu Seviyesine Göre Ayarlamalar:** Güçlü sporcular için daha yüksek şiddetli (%85-95 1RM) ve daha kısa dinlenme süreli protokoller, orta seviye sporcular için ise daha düşük şiddetli (%70-85 1RM) ve biraz daha uzun dinlenme süreli protokoller uygulanmalıdır.

**Protokolün Sürekli Değerlendirilmesi:** PAP protokollerinin etkinliği düzenli olarak test edilmeli ve sporcunun antrenman durumu, yorgunluk seviyesi ve sezon periyoduna göre periyodik olarak gözden geçirilmelidir.

Sonuç olarak, PAP protokolleri, sprint, sıçrama, maksimal kuvvet ve çeviklik gibi performans parametrelerinde akut iyileşmeler sağlamak için etkili bir strateji sunmaktadır. Ancak bu etkinliğin elde edilebilmesi, protokol tasarımında dinlenme süresinin optimizasyonu, kondisyonlama aktivitesinin uygun seçimi ve bireysel farklılıkların dikkate alınması ile mümkündür. PAP protokollerinin standart bir formülle değil, her sporcu için bireysel olarak test edilerek ve optimize edilerek uygulanması, bu stratejinin maksimum faydasının sağlanması açısından kritik öneme sahiptir.



#### 4. KAYNAKLAR

- Abbate, F., Sargeant, A. J., Verdijk, P. W. L., & de Haan, A. (2000). Effects of high-frequency initial pulses and posttetanic potentiation on power output of skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 88(1), 35–40.
- Batista, M. A. B., Roschel, H., Barroso, R., Ugrinowitsch, C., & Tricoli, V. (2010). Potencialização pós-ativação: possíveis mecanismos fisiológicos e sua aplicação no aquecimento de atletas de modalidades de potência. *Journal of Physical Education*, 21(1), 161-174.
- Batista, M. A., Roschel, H., Barroso, R., de Souza Leite, R., Ugrinowitsch, C., Tricoli, V., & Aoki, M. S. (2010). Influence of strength-training background on postactivation potentiation response. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 587–592.
- Bevan, H., Owen, N., Cunningham, D., Kingsley, M. I. C., Kilduff, L. P. (2010). Complex training in professional rugby players: Influence of recovery time on upper-body power output. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(2), 438–443.
- Bishop, D. (2003). Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Medicine*, 33(7), 483–498.
- Chiu, L. Z. F., Fry, A. C., Weiss, L. W., Schilling, B. K., Brown, L. E., & Smith, S. L. (2003). Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 671–677.
- Cormie, P., McGuigan, M. R., & Newton, R. U. (2011). Developing maximal neuromuscular power: Part 2—Training considerations for improving maximal power production. *Sports Medicine*, 41(2), 125–146.
- Esformes, J. I., & Bampouras, T. M. (2013). Effect of back squat depth on lower-body postactivation potentiation. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(11), 2997-3000.
- Fitts, R. H. (2008). The cross-bridge cycle and skeletal muscle fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 104(2), 551–558.
- French, D. N., Kraemer, W. J., & Cooke, C. B. (2003). Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4), 678–685.
- Golas, A., Wilk, M., Stastny, P., Maszczyk, A., Pajerska, K., & Zajac, A. (2016). Optimizing postactivation potentiation for explosive activities in competitive sports. *Journal of Human Kinetics*, 52, 95–106.
- Haff, G. G., & Nimphius, S. (2012). Training principles for power. *Strength and Conditioning Journal*, 34(6), 2–12.

- Hamada, T., Sale, D. G., MacDougall, J. D., & Tarnopolsky, M. A. (2000). Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. *Journal of Applied Physiology*, 88(6), 2131–2137.
- Hanson, E. D., Leigh, S., & Mynark, R. G. (2007). Acute effects of heavy- and light-load squat protocols on the kinetic measures of vertical jumping. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1012–1017.
- Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation—Underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 35(7), 585–595.
- Karampatsos BG, Terzis G, Polychroniou C, Georgiadis G. Acute effects of jumping and sprinting on hammer throwing performance. *J Phys Educ Sport* 2013;13(1):3-5.
- Karampatsos, G. P., Ziaγκas, E., Papanikolaou, Z., & Tsigilis, N. (2013). The acute effect of drop jumps on agility performance. *Journal of Human Sport and Exercise*, 8(3), 894–903.
- Kilduff, L. P., Bevan, H., Kingsley, M. I., Owen, N., Bennett, M., Bunce, P., Hore, A., Maw, J. R. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: Optimal recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1134–1138.
- Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: A powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, 33(10), 1197–1206.
- Lesinski, M., Muehlbauer, T., Busch, D., Granacher, U. (2013). Acute effects of postactivation potentiation on jump performance in elite athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 1104–1111.
- Lesinski, M., Muehlbauer, T., Büsch, D., & Granacher, U. (2013). Acute effects of postactivation potentiation on strength and speed performance in athletes. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*, 27(3), 147-155.
- Lima, L. C. R., Brown, L. E., Silva, J. C. G., Eiras, J. C., Moreira, A., & Bottaro, M. (2014). Acute effects of different intensities of conditioning activities on sprint and agility performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(4), 100–107.
- MacIntosh, B. R., Robillard, M. E., & Tomaras, E. K. (2012). Should postactivation potentiation be the goal of your warm-up?. *Applied physiology, nutrition, and metabolism*, 37(3), 546-550.
- Maloney, S. J., Turner, A. N., & Fletcher, I. M. (2014). Ballistic exercise as a pre-activation stimulus: A review of the literature and practical applications. *Sports Medicine*, 44(10), 1347–1359.

- Rassier, D. E., & Macintosh, B. R. (2000). Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 33, 499-508.
- Rassier, D. E., MacIntosh, B. R., & Herzog, W. (2000). Length dependence of active force production in skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 88(1), 248-255.
- Rixon, K. P., Lamont, H. S., & Bembien, M. G. (2007). Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(2), 500-505.
- Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper-body ballistic performances: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(2), 231-240.
- Smith, C. (2014). Effects of complex training on sprint and agility performance in trained athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(5), 1285-1292.
- Smith, C. E. (2012). *The effects of a postactivation potentiation warm-up on subsequent sprint performance* (Doctoral dissertation, Department of Exercise and Sport Science, University of Utah).
- Suchomel, T. J., Lamont, H. S., & Moir, G. L. (2016). Understanding vertical jump potentiation: A deterministic model. *Sports medicine*, 46(6), 809-828.
- Suchomel, T. J., Robbins, D. W., Wagle, J. P., & Stone, M. H. (2016). The importance of muscular strength in athletic performance. *Sports Medicine*, 46(10), 1419-1449.
- Tillin, N. A., & Bishop, D. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39(2), 147-166.
- Turner, A. N., Bishop, C., Maloney, S., Chavda, S., & Bromley, T. (2015). Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using plyometric exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(2), 343-350.
- Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke, J. P., Wilson, S. M., Jo, E., Lowery, R. P., & Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-analysis of postactivation potentiation and power: Effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 854-859.

# **BÖLÜM 7**

## **Futbolda Kuvvet ve Güç Antrenmanları: Güncel Yaklaşımlar**

**Amine Bengisu Piriñci<sup>1</sup> & Mehmet Fatih Yüksel<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Necmettin Erbakan Üniversitesi, ORCID: 0009-0009-3353-5363

<sup>2</sup> Prof. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, ORCID: 0000-0001-6481-5098

## 1. GİRİŞ

Dünyanın en popüler sporlarından biri olan futbol, sadece bireysel yeteneklerin değil aynı zamanda fiziksel dayanıklılık ve gücün de çok önemli olduğu bir alandır. Bu nedenle futbol hem aerobik hem de anaerobik aktivite türlerini birleştiren ve nöromüsküler kontrol, kardiyorespiratuar kapasite, dayanıklılık, koordinasyon, hız ve denge dahil olmak üzere çok çeşitli faktörlerin atletik performans üzerinde etkili olduğu bir spor olarak kabul edilebilir. Gerçekten de yüksek yoğunluklu aralıklı yüklenmeleri, yüksek hızlı koşuları, topa ve topsuz becerileri içeren ve oyuncuların hızlı kararlar vermesini gerektiren bir spordur (Junge vd., 2004).

Profesyonel futbolcular maç sırasında ortalama 9 ila 12 kilometre arasında bir mesafe kat ederler ve yaklaşık 220 tekrar boyunca yüksek hızda koşarlar. Ayrıca, toplam kat edilen mesafe ve koşu hızı açısından pozisyonlar arasında önemli farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Orta saha oyuncuları maç başına ortalama 10,6 kilometre ile en yüksek koşu mesafesi seviyelerini gösterirken, defans oyuncuları maç başına ortalama 9,2 kilometre ile en düşük koşu mesafe seviyelerini sergilemektedir. Kanat oyuncuları hem yüksek yoğunlukta (932 metre) hem de sprintte (211 metre) en büyük mesafeleri kat etmektedir. Bu gibi durumlarda, en düşük rakamlar defans oyuncuları için ölçülmektedir (Poli, Ravenel, ve Besson, 2021). Bu paradigma içerisinde futbolun fizyolojisi; kas gücü, dayanıklılık, esneklik, hız ve koordinasyon gibi çok sayıda fiziksel özelliğin optimum seviyelerde olmasını gerektirmektedir (Stone ve Oliver, 2009).

Günümüzde, kuvvet ve güç antrenmanları futbolcuların performanslarını artırmaları, sakatlanma riskini azaltmaları ve rakiplerine karşı rekabet avantajı elde etmeleri için zorunlu hale gelmektedir. Futbol antrenmanlarının bilimsel bir temelde planlanması, futbolcuların kuvvet ve güç gelişiminde daha etkili yöntemlerin geliştirilmesine ve ortaya çıkmasına olanak tanımaktadır. Antrenman programlarını bilimsel araştırmalara dayandırmak futbolcuların hem sahada hem de spor salonunda daha iyi bir kondisyona sahip olmalarına yardımcı olmaktadır.

Kuvvet-güç antrenmanları, genellikle iki ana kategoride incelenir: maksimum kuvvet antrenmanı ve güç antrenmanı. Maksimal kuvvet antrenmanı, sporcuların kaslarının en üst düzey performans sergilemelerini sağlamak amacıyla yoğun ağırlıklarla gerçekleştirilmektedir. Bu tür çalışmalar, kas liflerinin büyümesini ve gücünün artmasını desteklerken, futbolcuların güç jenerasyonunu da olumlu yönde etkilemektedir. Diğer yandan, güç antrenmanı, hızlı ve patlayıcı hareketlerin gerçekleştirilmesine odaklanarak, sporcuların hız ve çeviklik gibi temel futbol becerilerini geliştirmeyi amaçlar. Fonksiyonel antrenman yöntemleri ile birleştirilerek uygulandığında, futbolcuların sahadaki dinamik ihtiyaçlarına uygun bir yapabilirlik kazandırmaktadır.

Kuvvet antrenmanı, akut antrenman değişkenleri bir antrenman programının temel unsurlarını oluşturmaktadır. Bu antrenman değişkenlerinin belirlenmesi, antrenmanın amacına uygunluğunun yanı sıra organizmanın maruz kalacağı metabolik stres miktarının ve dolayısıyla ortaya çıkacak adaptasyonun belirlenmesini sağlamaktadır (Clark, Lucett, ve Corn, 2012).

Günümüzde antrenörler, performans artırıcı bu yöntemleri uygularken, bilimsel verileri ve yenilikçi stratejileri de göz önünde bulundurarak, sporcu gelişimini optimize etmektedir. Futbolda kuvvet-güç antrenmanlarının ve güncel metotlarının bütünleşik olarak kullanılması sporcuların hem fiziksel hem de zihinsel yönden performanslarını artırmasına olanak tanımaktadır.

## 2. FUTBOLDA KUVVET

Kuvvet terimi genel olarak bir bireyin bir nesneyi hareket ettirebilme, belli bir seviyeye ulaşabilme veya kas gücüyle tepki verebilme yeteneğini ifade etmek için kullanılmaktadır (Slacanac, Baic, ve Starcevic, 2017). Ayrıca kuvvet spor bilimleri ve fizyolojik açıdan temel biyomotor yeteneklerden biri olarak kabul edilmektedir. Bir kas ve kas grubunun üretebildiği tork veya alternatif olarak, nöromüsküler sistemin dış bir dirence karşı koyma veya onu aşma kapasitesi olarak da tanımlanmaktadır (Bompa ve Buzzichelli, 2019). Kuvvet antrenmanının birincil avantajlı sonuçları nöromüsküler adaptasyonlar olarak bilinmektedir. Kas sistemindeki sonraki değişiklikler, kas dokusuna uygulanan stresin neden olduğu bir süreç olan hipertrofiyle açıklanmaktadır. Gözlemlenen kas gücündeki artış, kasın fibril yapısı içindeki yüksek protein konsantrasyonuna bağlanmaktadır (Slacanac vd., 2017). Hem genişleme hem de kalınlıktaki artışla karakterize edilen miyofibril çapındaki gözlemlenen değişikliklere sarkoplazmik retikulum içindeki hücrelerin gelişimi eşlik etmektedir. Bu artışların temel belirleyicileri, toplam egzersiz yükü ve antrenman periyodu boyunca toplam set sayısı olarak tanımlanmaktadır (Bompa ve Haff, 2009). Antrenman planlama senaryolarında, her bir kuvvet türünü ayrı ayrı ele almak zorunludur, çünkü bunlar futbolcunun performansına farklı şekillerde katkıda bulunmaktadır.

Kuvvet geliştirme, sakatlıkların önlenmesi, sprint sayısının artırılması ve ikili mücadelenin başarı oranının yükseltilmesi için hayati önem taşımaktadır. Sağlam bir kuvvet temeli, bu kuvvetin güce ustaca aktarılmasıyla birleştiğinde, futbolun temel karakteristik hareketlerinin sahada ustalıkla gerçekleştirilmesini sağlamaktadır (Rodríguez-Rosell vd., 2017).

## 3. FUTBOLDA GÜÇ

Güç, en kısa sürede maksimum kuvvet kullanma yeteneğidir. Matematiksel olarak şu şekilde ifade edilmektedir: **Güç = [(Kuvvet x Mesafe) ÷ Zaman]**

Bu denklem, güç üretiminde hem kuvvetin hem de hızın önemini vurgulamaktadır. Bir sporcunun güç üretme yeteneği yalnızca sporcunun gücüne değil, aynı zamanda çevik bir şekilde hareket edebilme kapasitesine de bağlıdır.

Sonuç olarak bu bileşenlerin gelişimini ön planda tutan antrenman programları atletik performansın en üst düzeye çıkarılması için vazgeçilmezdir (Richter, 2024).

Bu yaklaşım, oyuncuların oyun boyunca patlayıcı hareketler yapmalarını, hızla hızlanmalarını ve yüksek yoğunluklu eforu sürdürmelerini sağlamaktadır. Dahası, güç çıktısının iyileştirilmesi, bir oyuncunun çevikliği, dengesi ve koordinasyonunda bir artışla eş zamanlı olarak bağlantılıdır. Bu da, oyun durumlarına karşı gelişmiş tepki vermeyi kolaylaştırır ve yönlerde hızlı ve çevik değişikliklere olanak tanımaktadır (Sports, 2023).

Güç antrenmanı, sprint ve zıplama gibi patlayıcı hareketlerden sorumlu olan hızlı kasılan kas liflerini hedef almaktadır. Bu lifler aynı zamanda yaşlanma sürecinde atrofinin birincil hedefleridir (Tonal, 2022). Ayrıca güç antrenmanlarının sinir sistemi üzerindeki olumlu etkileri, motor ünite aktivasyonunu artırarak teknik becerilerin daha stabil bir şekilde uygulanmasına katkı sağlamaktadır (Turner ve Stewart, 2014).

Futbol alanında güç kavramı, bir sporcunun özel teknikleri ustalıkla uygulama ve sahadaki rekabet gücünü artırma kapasitesini etkileyen temel bir bileşene dönüşmektedir. Çağdaş futbolda bireysel ve takım performansının geliştirilmesinde bilimsel esaslara dayalı, planlı güç antrenmanlarının zorunlu olduğu söylenebilmektedir.

## **4. KUVVET-GÜÇ GÜNCEL ANTRENMAN METOTLARI**

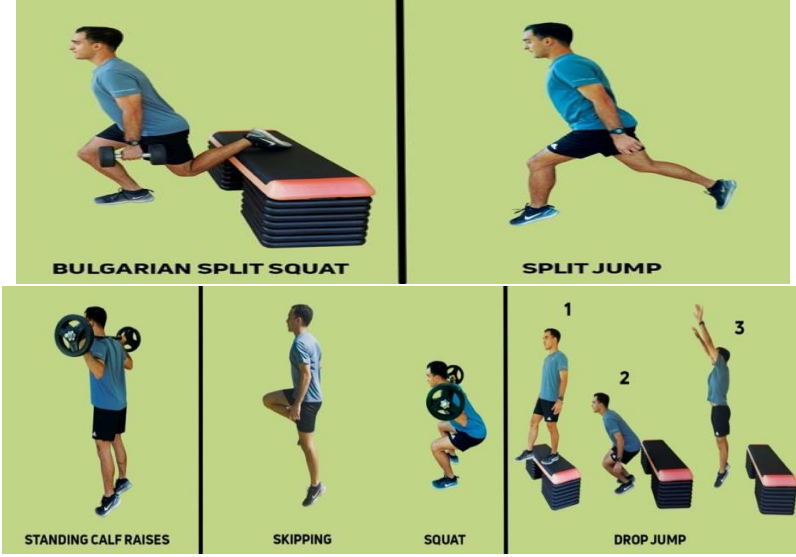
### **4.1. *Salınım (Oscillatory) Metodu***

"Salınım" terimi "ileri geri, yukarı aşağı veya bir pozisyona girip çıkmak" olarak tanımlanmaktadır. Salınlı antrenman, bir kaldırma sırasında belirli zorlu hareket aralıkları arasında kasıtlı olarak dalgalanmayı içermektedir. Salınlı antrenmanın mekanik dezavantajın uygulanmasına başlıca bir örneğidir (Hammond , 2024). Bu özel direnç antrenmanı yöntemi, sınırlı bir hareket aralığıyla, yüksek frekansta kas kasılması ve gevşemesinin tekrarlayan bir şekilde uygulanmasını içermektedir. Tipik olarak, bu yöntem, motor ünitelere önemli düzeyde nöromüsküler uyarım sağlama amacıyla izometrik bir pozisyonda gerçekleştirilmektedir. Salınlı kasılmaların uygulanması, yüksek hız bileşeninin korunması amacıyla, bireyin maksimum tek tekrarının (1RM) %25 ile %55'i arasında değişen hafif yüklerle gerçekleştirilmektedir (Ateş, 2024).

### **4.2. Kompleks Antrenman Metodu**

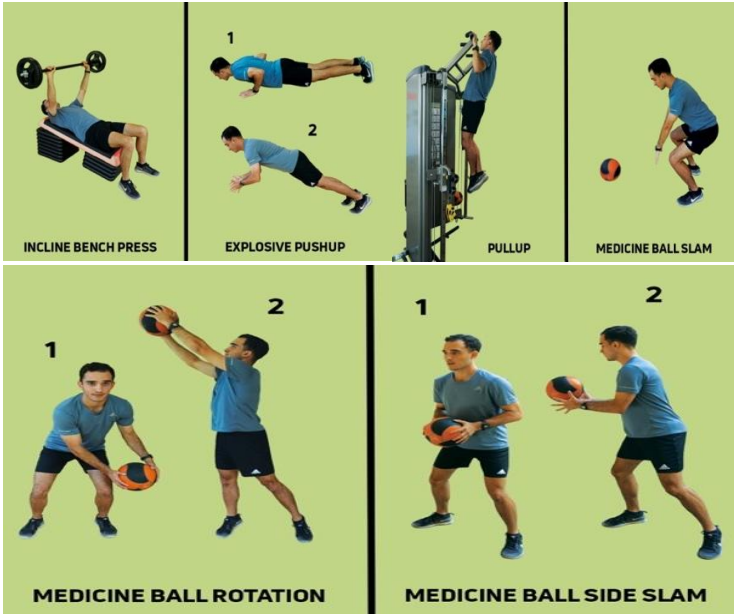
Kompleks antrenman, biyomekanik olarak benzer yüksek yük direnç antrenmanı egzersizlerini daha hafif yük güç egzersizleri ile değiştiren ve bir set için ayarlanmış bir kombinasyon antrenmanı olarak tanımlanmaktadır (Thapa vd., 2021). Bu yaklaşım, aynı kas grubu tarafından gerçekleştirilen düşük dirençli pliometrik egzersizleri, tek bir antrenmanda yüksek dirençli kuvvet

antrenmanı ile birleştirmektedir. Bu olgu, kuvvet antrenmanının kas yorgunluğuna yol açması ve böylece kasın optimum performans gösterme ve pliometrik egzersizlerden faydalanma kapasitesini artırması gerçeğine bağlanmaktadır (Filley, 2023). Kompleks antrenman, postaktivasyon potansiyasyonu (PAP) mekanizmasına bir yapıya sahiptir. PAP, maksimum efor sarf eden istemli kaslarda yapılan egzersizlerin yürütülmesinin ardından, gelişmiş performansa ek olarak artırılmış güç ve kuvvet çıktısı üretmektedir (Tillin ve Bishop, 2009). Kompleks antrenman, kuvvet geliştirme oranını artırarak kas gücünü, kas dayanıklılığını, hızı, patlayıcı gücü, yön değiştirme yeteneğini ve genel performansı artırmak için uygulanmaktadır (Cormier vd., 2020).



Şekil 1: Kompleks Antrenman Çiftleri: Alt Vücut (Filley, 2023)

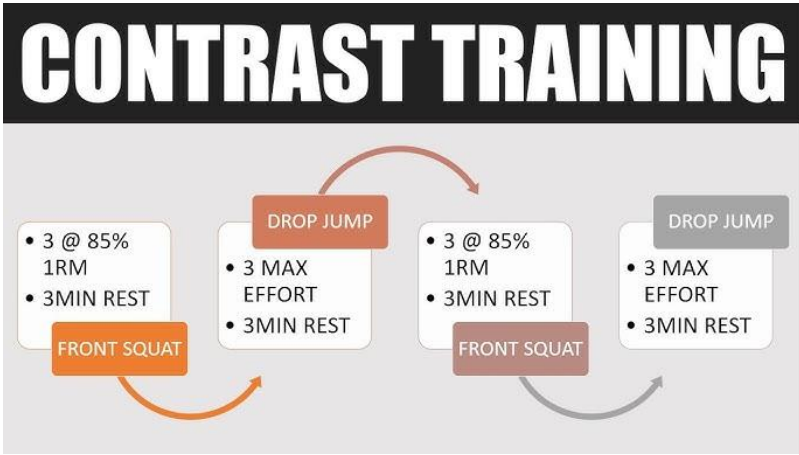




Şekil 2: Kompleks Antrenman Çiftleri: Üst Vücut (Filley, 2023)

#### 4.3. Kontrast Antrenman Metodu

Kontrast antrenmanı, genel fiziksel performansı artırmak için güç antrenmanı ve kuvvet antrenmanı unsurlarını birleştiren bir antrenman yöntemi olarak tanımlanan hibrit bir güç-kuvvet modalitesidir. Altta yatan prensip, yoğun fiziksel eforun nöromusküler aktivasyonu artırması ve böylece sonraki egzersiz performansını geliştirmesidir. Bu durumda, sonraki egzersiz maksimum hızda gerçekleştirilen hafif bir "patlayıcı" egzersizdir ve güç geliştirmek için başka bir varyasyonu temsil etmektedir (Smilios vd., 2005). Kısa mesafeli sprintler bağlamında, bu maddenin uygulanmasının sıçrama yüksekliğinde artışa ve buna bağlı olarak sprint sürelerinde azalmaya neden olduğu gösterilmiştir (Alves vd., 2010). Maksimum veya maksimuma yakın kas kasılmaların ardından kas performansının artmasını ifade eden aktivasyon sonrası güçlendirmeye (PAP) dayanmaktadır. Kontrast antrenman, ağır direnç egzersizi yoluyla PAP'ın indüklenmesinin, PAP yokluğunda mümkün olanın ötesinde sonraki yüksek hızlı hareketlerdeki kas kuvveti kapasitelerini %1-5 oranında artırmaktadır (Banks, 2016).



Şekil 3: (Flow High Performance 2018)

#### 4.4. French Kontrast Antrenman Metodu

French kontrast eğitimi, iki yerine dört egzersizden oluşması nedeniyle geleneksel kontrast antrenmanından farklıdır: ağır bir bileşik hareket, pliometrik bir atlama, bir damla seti veya ağırlıklı atlama ve bir pliometrik veya hızlandırılmış pliometrik hareket (Dietz ve Peterson, 2012). French kontrast yöntemi, kuvvet, güç ve pliometrik egzersizleri bir direnç antrenmanına entegre etmektedir. Metot, kuvvet ve yoğunluğa odaklanan egzersizlerle başlatılır ardından patlayıcı hareketler gelir daha sonra hareketlilik veya dengeyi vurgulayan egzersizlere geçiş yapar. Bu dizi nöromüsküler adaptasyonları geliştirir ve dolayısıyla performansı artırmaktadır (Türkarşan ve Deliceoğlu 2024). Egzersizler, setler arasında kısa dinlenme süreleri (10-20 saniye) ve setler arasında daha uzun dinlenme süreleri (3-5 dakika) olacak şekilde titizlikle bir sıraya göre düzenlenmiştir. Bu kasıtlı tasarım, adenosin trifosfat (ATP) seviyelerinin geri kazanılmasını ve yorgunluğu en aza indirirken optimum fiziksel performansı sürdürmek için gerekli olan yüksek kaliteli hareket stratejilerinin uygulanmasını kolaylaştırmaktadır. Bu egzersizlerin tasarımı, güç, hız, kuvvet ve anaerobik kapasitenin geliştirilmesini kolaylaştırmaktadır (Dietz ve Peterson, 2012).

French kontrast antrenman protokolüne dayalı olarak sporcuların dikey sıçrama yeteneklerini geliştirmeye yönelik örnek bir antrenman programı sunulmaktadır.



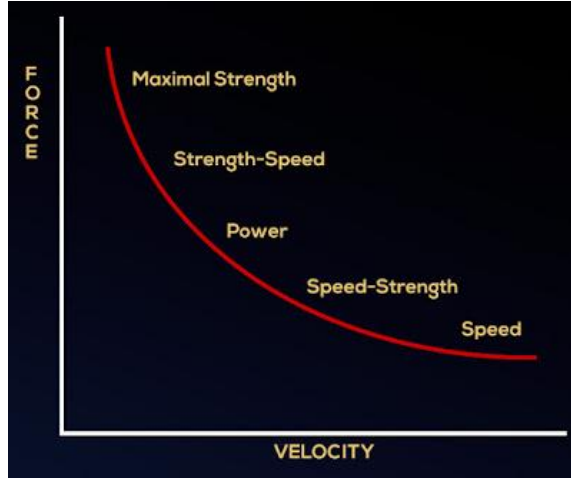
Şekil 4: (Hernández-Preciado vd., 2018)

#### 4.5. Hız Temelli Kuvvet-Güç Antrenman Metodu

Hız temelli kuvvet antrenmanı, direnç antrenmanı değişkenlerinin sporcunun hazır olma düzeyine göre değiştirildiği bir tür otoregülatör antrenmandır. Bu Maksimum güç değerlendirmelerine olan gereksinimi ortadan kaldırmaktadır. Bu yöntem, antrenman yükünü, hacmini, sıklığını ve diğer ilgili faktörleri belirlemek için egzersiz tekrar döngüsünün konsantrik fazı sırasında hız takibini kullanmaktadır. Hız temelli antrenman yaklaşımı, submaksimal yüklerle tek bir tekrarın maksimum güç düzeyini tahmin etme, sporcuya performansı, motivasyonu ve yorgunluk düzeyi hakkında eş zamanlı geri bildirim sağlama ve hareket hızını izleme yeteneği ile karakterize edilir (Çetin vd., 2022). Bu yaklaşım, kuvvet antrenmanları sırasında hız kaybı eşiklerinin belirlenmesini kolaylaştırmaktadır (Padulo vd., 2012). Egzersizin hareket hızı teknolojik cihazlarla takip edilmektedir (Atabaş, 2022). Hız temelli kuvvet antrenmanı uygulamaları sırasında kas enerjisi üretiminde hem anaerobik hem de aerobik sistemlerin verimliliğinde önemli bir artış olur. Hız temelli kuvvet antrenmanları kas liflerinin daha etkili aktivasyonunu kolaylaştırarak enerji üretimini artırmaktadır (González-Badillo ve Sánchez-Medina, 2010).

Hız temelli kuvvet antrenmanı, kas gücünü ve patlayıcılığını artırmak için etkili bir diğer yöntemdir. Yüksek hızlı egzersizlerin entegrasyonunun, kasların güç üretme kapasitesini artırarak genel atletik performansı iyileştirmektedir (Cormie, McGuigan, ve Newton, 2010). Sporcularda güç çıkışını artırmak için, maksimum dirençle antrenman yapmaları esastır. Prensip olarak, maksimum yükler yüksek güç çıkışları elde etmek için kuvvet ve hızın optimum dengesini sunmaktır (Dahlin, 2018). Yüksek kaliteli güç antrenmanı programlarının geliştirilmesi, güç ve hız gibi belirli kinematik çıktıların elde edilmesini garanti altına almak için titiz bir tasarım gerektirir (Pareja-Blanco vd., 2020).

Hız temelli güç antrenmanı sporcuların performans gelişimini destekleyen etkili bir yaklaşımdır. Bu antrenman metodu gelişmiş teknoloji ve cihazların entegre edilmesiyle verimliliği artırır ve sporcuların fiziksel kapasitelerini optimize etmelerini sağlamaktadır. Çağdaş sistemler, antrenman sırasında gerçek zamanlı performans verilerinin izlenmesini ve geri bildirim sağlanmasını kolaylaştırır, böylece sporcu motivasyonunu artırır ve bireysel antrenman programlarının daha etkili bir şekilde düzenlenmesine katkıda bulunmaktadır. Hız kaybı eşikleri, farklı kas dayanıklılığı derecelerine sahip sporcuların yorgunluk tepkilerini belirlemede etkilidir, böylece kısa vadeli yorgunluk durumlarındaki bireysel farklılıkları azaltmaktadır (Baytaş, Tükenmez, ve Ayaz, 2024).



Şekil 5: (Mann vd., 2016)

#### 4.6. Fonksiyonel İzometrik Antrenman Metodu

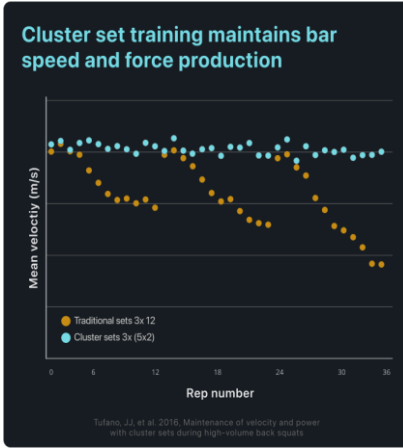
Fonksiyonel izometrik sistem, izometrik antrenman yoluyla kuvvet artışına elverişli olan belirli eklem açısı özelliklerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Antrenman genellikle bir güç kafesi içinde yapılır ve pimler egzersiz sırasında maksimum direnç noktasına yerleştirilir. Ancak, fonksiyonel izometrikler bir partnerin ağırlığı belirli bir açıda tutması veya iki kişinin birbirine itmesiyle de gerçekleştirilebilmektedir. Fonksiyonel izometrik, 4 ila 6 inç (10,2-15,2 santimetre) hareket aralığında dinamik bir kasılmanın yürütülmesini içermektedir. Bu noktada, direnç bir güç rafındaki pimler tarafından karşılanır. Daha sonra, kaldırıcı 5 ila 7 saniyelik bir süre boyunca maksimum eforla direnci yenmeye çalışmaktadır (Brown, 2020).

#### 4.7. Cluster Setleme Metodu

Bu antrenman metodu, sporcuların antrenman setini titizlikle daha küçük, daha yönetilebilir parçalara bölerek aşırı yüklenmenin potansiyel tuzaklarından kaçınmasını sağladığı için son derece önemlidir. Bu yaklaşımdan yararlanarak

sporcular bireysel görevlerinin yürütülmesini hızlandırabilir ve böylece genel performanslarını artırabilirler. Çeşitli antrenman egzersizlerinin dahil edilmesi, daha dinamik ve ilgi çekici bir çalışma ortamı oluşturur ve nihayetinde performansın optimize edilmesine yol açmaktadır (Hodges vd., 2005). Spor uzmanları tarafından sıklıkla kullanılan bu yöntem, setin yapısında değişiklikler yaparak farklı hareketler ve tekrar sayılarıyla birlikte çeşitli parametrelerin kullanılmasını içermektedir. Setin yapılandırılmasına yönelik en son yaklaşım, setin setlere bölünmesini içermektedir (Haff vd., 2008).

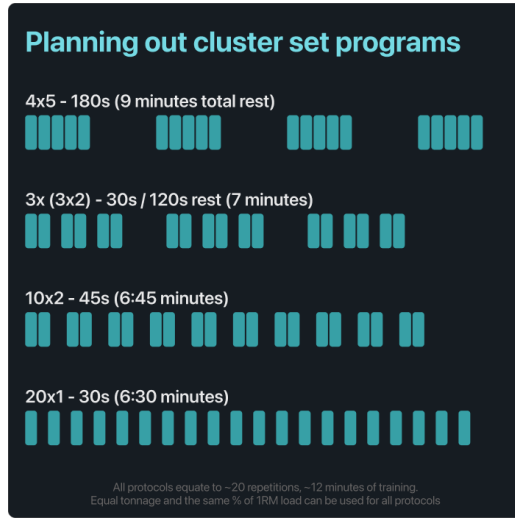
Cluster setleri, bir setin 10 ila 30 saniye arasında değişen dinlenme aralıkları aracılığıyla alt setlere bölünmesi olarak tanımlanmaktadır. Örneğin, protokol üç tekrarın yürütülmesini ve ardından 30 saniyelik bir aralığı gerektirir. Daha sonra, egzersizi üç kez daha tekrarlayarak bir küme seti oluşturmaktadır. Cluster setleme metodunun temel avantajı, aynı toplam hacmi koruyarak daha fazla yük kaldırabilme kabiliyetleridir. Metoda başlamadan önce dört değişkenin belirlenmesi zorunludur: setler arası dinlenme aralıkları, set başına toplam tekrar sayısı, toplam dinlenme ve yoğunluk (Haber, 2021). Bu metotta tekrarların zamana göre ayrılması istenilen başarının elde edilmesini sağlayarak sonraki tekrarlarda daha yüksek verim alınmasını sağlar (Bompa ve Buzzichelli, 2021).



Şekil 6: (Tufano vd., 2016)



Şekil 7: (Morales-Artacho vd., 2017)



Şekil 8: (Tufano, Brown, ve Haff, 2017)

#### 4.8. Drop Setleme Metodu

Sporcular tarafından kas gücünü artırmak ve hipertrofiyi desteklemek için sıklıkla kullanılan metottur. Drop setleme metodu, başlangıçta daha yüksek bir yük ile direnç egzersizi performansını ve ardından zamanla yükte kademeli bir azalmayı içeren egzersiz protokolüdür. Bu setleme metodu, yüksek eşikli motor ünitelerin bir kez harekete geçirildikten sonra daha kolay aktive edilebileceği fizyolojik olguya dayanmaktadır (Goto vd., 2016).

#### Sample Program: Drop-Set Training

|                             | Set 1                    | Set 2    | Set 3                    |
|-----------------------------|--------------------------|----------|--------------------------|
| <b>high load</b>            | 80% 1-RM                 | 80% 1-RM | 80% 1-RM                 |
| <b>low load</b>             | 30% 1-RM                 | 30% 1-RM | 30% 1-RM                 |
| <b>drop set</b>             | 80%-65%-50%-40%-30% 1-RM | N/A      | N/A                      |
| <b>high load + drop set</b> | 80% 1-RM                 | 80% 1-RM | 80%-65%-50%-40%-30% 1-RM |
| <b>low load + drop set</b>  | 30% 1-RM                 | 30% 1-RM | 80%-65%-50%-40%-30% 1-RM |

Şekil 9: (Kravitz, Mang, ve Ducharme, 2022)

#### 4.9. Agonist-Antagonist Kompleks Metodu

Agonist-antagonist kompleks antrenman yöntemi, bench pull gibi geleneksel bir ağırlık antrenmanı egzersizi ve bench press throw gibi balistik bir egzersizin eş zamanlı olarak uygulanmasını içermektedir. Bu egzersizler, koordineli bir şekilde belirli üst vücut kas gruplarını hedeflemek için stratejik olarak tasarlanmıştır. Agonist-antagonist egzersizler genellikle tekrarlanan denemeler

boyunca dönüşümlü bir şekilde her set arasında dinlenme aralıkları (RI) ile gerçekleştirilmektedir (Robbins vd., 2010).

#### 4.10. Concurrent Antrenman Metodu

Eş zamanlı antrenman, aynı antrenman periyodu içerisinde kuvvet ve dayanıklılık antrenmanlarını birleştiren bütünlük bir yaklaşımdır. Bu kapsamlı antrenman metodu yalnızca aerobik kapasiteyi ve kas gücünü artırmakla kalmaz, aynı zamanda metabolik sağlığı ve verimliliği de geliştirmektedir. Kas geliştirmeye odaklanan yüksek yoğunluklu anabolik güç egzersizlerinin, enerji kullanımını içeren katabolik dayanıklılık antrenmanlarıyla birleştirilmesi, vücutta geleneksel tekli antrenman yöntemlerinin sınırlarını aşan adaptasyonları harekete geçirir (D1 Training 2024). Bu antrenman yönteminin amacı kuvvet, güç, hipertrofi ve dayanıklılık gibi çeşitli fiziksel özellikleri geliştirmektir (Stefanov, 2024).

| Good combination | Monday                                      | Tuesday                   | Wednesday                                   | Thursday                  | Friday                                      | Saturday                | Sunday |
|------------------|---------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|-------------------------|--------|
| Morning          | Strength<br>(maximal strength)<br>4x4x4x85% | Running<br>4x3'<br>MAV/3' | Strength<br>(maximal strength)<br>3x3x4x85% | Running<br>4x4'<br>MAV/4' | Strength<br>(maximal strength)<br>3x3x4x85% | Rest                    | Rest   |
| Afternoon        | Running<br>90' <AET                         | Rest                      | Running<br>6x5' ANT/1'                      | Running<br>75' <AET       | Running<br>5x6'<br>ANT/1'                   | Running<br>120'<br><AET | Rest   |

Strength (exercises x sets x repetitions x % 1 RM). MAV = Maximal aerobic velocity. ANT = Anaerobic threshold. AET = Aerobic threshold

Şekil 10: (Sabater Gras, 2015)

## KAYNAKÇA

- Alves, José Manuel Vilaça Maio, António Natal Rebelo, Catarina Abrantes, ve Jaime Sampaio. (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 936-41.
- Atabaş, Engin Güneş. (2022). "Hıza dayalı ve geleneksel kuvvet antrenmanlarının bazı fizyolojik ve motorik özellikler üzerine etkisinin karşılaştırılması". Yayınlanmamış Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.
- Ateş, Osman. (2024). "Kuvvet Güç Antrenmanları".
- Banks, Steven T. (2016). Postactivation Potentiation: Practical Implications in The Postactivation Potentiation: Practical Implications in The Collegiate Setting. Yüksek Lisans, University of Montana, Missoula.
- Baytaş, Eda, Mesut Tükenmez, ve Ezgi Ayaz. (2024). Kuvvet antrenmanlarına hız temelli yaklaşım: Geleneksel Derleme. *Dede Korkut Spor Bilimleri Dergisi*, 2(2), 1-12.
- Bompa, Tudor, O., ve Carlo Buzzichelli. (2019). *Periodization: theory and methodology of training*. Birleşik Krallık: Human Kinetics.
- Bompa, Tudor O., ve Carlo A. Buzzichelli. (2021). *Dönemleme: Antrenman Kuramı Ve Yöntemi*. 6. bs. Spor Kuramı. Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.
- Bompa, Tudor O., ve G. Gregory Haff. (2009). *Periodization: Theory and Methodology of Training*. Amerika Birleşik Devletleri: Human Kinetics.
- Brown, Lee E. (2020). "Functional Isometrics".
- Clark, Micheal A., Scott C. Lucett, ve Rodney J. Corn. (2012). *Nasm essentials of personal fitness training*. 4. bs. Amerika Birleşik Devletleri: National Academy of Sports Medicine.
- Cormie, Prue, Michael R. McGuigan, ve Robert U. Newton. (2010). "Adaptations in athletic performance after ballistic power versus strength training". *Medicine & Science in Sports & Exercise* 42(8),1582-98.
- Cormier, Patrick, Tomás T. Freitas, Jacobo Á. Rubio-Arias, ve Pedro E. Alcaraz. (2020). Complex and contrast training: Does strength and power training sequence affect performance-based adaptations in team sports? A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research* 34(5),1461-79.
- Çetin, Onat, Selman Kaya, Yılmaz Sungur, ve Barbaros Demirtaş. (2022). Direnç antrenmanlarına güncel yaklaşım: hız temelli antrenman: geleneksel derleme. *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri Dergisi* 14(1):124-34.
- D1 Training. (2024). The Complete Guide To Concurrent Training For Athletes: Unleashing Your Full Potential.



- Dahlin, Michell. (2018). The use of velocity-based training in strength and power training. Yüksek Lisans, Linnaeus Üniversitesi, Swedish.
- Dietz, Cal, ve Ben Peterson. (2012). *Triphasic Training: A systematic approach to elite speed and explosive strength performance*. Bye Dietz Sport Enterprise.
- Filley, Alicia. (2023). “Complex Training: Pairing for Power”.
- Flow High Performance. (2018). *Contrast Training for Explosive Power and Maximum Strength | What, Why, & How?*
- González-Badillo, J. J., ve L. Sánchez-Medina. (2010). Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *International Journal of Sports Medicine*, 31(5), 347-52.
- Goto, Masahiro, Shinsuke Nirengi, Yuko Kurosawa, Akinori Nagano, ve Takafumi Hamaoka. (2016). Effects of the drop-set and reverse drop-set methods on the muscle activity and intramuscular oxygenation of the triceps brachii among trained and untrained individuals. *Journal of Sports Science & Medicine*, 15(4), 562-68.
- Haber. (2021). “Direnç Egzersizlerinde ‘Cluster Set’ Nedir?”
- Haff, Guy Gregory, Ryan T. Hobbs, William A. Sands, ve Erin E. Haff. (2008). Cluster training: A novel method for introducing training program variation. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(1), 67-76.
- Hammond, Ewan. (2024). “What Is Oscillatory Training?”
- Hernández-Preciado, Joseba A., Eneko Baz, Carlos Balsalobre-Fernández, David Marchante, ve Jordan Santos-Concejero. (2018). Potentiation effects of the french contrast method on vertical jumping ability. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37(2), 1909-14.
- Hodges, Nicola S., Spencer Hayes, Robert R. Horn, ve A. Mark Williams. (2005). Changes in coordination, control and outcome as a result of extended practice on a novel motor skill. *Ergonomics*, 48(11-14), 1672-85.
- Junge, A., K. Cheung, T. Edwards, ve J. Dvorak. (2004). Injuries in youth amateur soccer and rugby players—comparison of incidence and characteristics. *British Journal of Sports Medicine*, 38(2), 168-72.
- Kravitz, Len, Zachary Mang, ve Jeremy Ducharme. (2022). “The Ultimate Guide to Resistance Training Techniques”.
- Mann, Brayn, K. Kazadi, E. Pirrung, ve J. Jensen. (2016). *Developing Explosive Athletes: Use of Velocity Based Training in Training Athletes*. 2. bs. Ultimate Athlete Concepts.
- Morales-Artacho, Antonio J., Paulino Padial, Amador García Ramos, Alejandro Pérez Castilla, ve Belen Feriche. (2017). Influence of a cluster set configuration on

- the adaptations to short-term power training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 32(4).
- Padulo, J., P. Mignogna, F. Tonni, ve S. D'Ottavio. (2012). Effect of different pushing speeds on bench press. *International Journal of Sports Medicine*, 33(05), 376-80.
- Pareja-Blanco, Fernando, Julian Alcazar, Juan Sánchez-Valdepeñas, Pedro J. Cornejo-Daza, Francisco Piqueras-Sanchiz, R. Mora-Vela, Miguel Sánchez-Moreno, Beatriz Bachero-Meno, Manuel Ortega-Becerra, ve Luis M. Alegre. (2020). Velocity loss as a critical variable determining the adaptations to strength training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 52(8), 1752-62.
- Poli, Drs Raffaele, Loïc Ravenel, ve Roger Besson. (2021). *Analysis of the distances covered in professional football competitions*. 68. Switzerland: CIES Football Observatory.
- Richter, Eric. (2024). "What Is Power In Sport?"
- Robbins, Daniel W., Warren B. Young, David G. Behm, ve Warren R. Payne. (2010). The effect of a complex agonist and antagonist resistance training protocol on volume load, power output, electromyographic responses, and efficiency. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1782-89.
- Rodríguez-Rosell, David, Felipe Franco-Márquez, Ricardo Mora-Custodio, ve Juan José González-Badillo. (2017). Effect of high-speed strength training on physical performance in young soccer players of different ages. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(9), 2498-2508.
- Sabater Gras, Daniel. (2015). "Concurrent training, is it possible?"
- Slacanac, Kristijan, Mario Baic, ve Nikola Starcevic. (2017). Competition efficiency analysis of croatian junior wrestlers in european championship. *Sport Mont*, 15(2),43-47.
- Smilios, Ilias, Theophilos Pilianidis, Konstantinos Sotiropoulos, Manolis Antonakis, ve Savvas P. Tokmakidis. (2005). Short-term effects of selected exercise and load in contrast training on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1),135-39.
- Sports, Grippy. (2023). The Electrifying Impact of Improving Power in Football.
- Stefanov, Philip. (2024). Concurrent Training: Definition, Uses, and How to Apply.
- Stone, Keeron J., ve Jonathan L. Oliver. (2009). The effect of 45 minutes of soccer-specific exercise on the performance of soccer skills. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 4(2),163-75.
- Thapa, Rohit K., Danny Lum, Jason Moran, ve Rodrigo Ramirez-Campillo. (2021). Effects of complex training on sprint, jump, and change of direction ability

of soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 11(4051).

Tillin, Neale Anthony, ve David Bishop. (2009). Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. *Sports Medicine*, 39(2),147-66.

Tonal. (2022). Power Training: What is it and what are the benefits?

Tufano, James J., Lee E. Brown, ve Guy Gregory Haff. (2017). Theoretical and practical aspects of different cluster set structures: A systematic review. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(3), 848-67.

Tufano, James J., Jenny A. Conlon, Sophia Nimphius, Laurent B. Seitz, Bryce Williamson, Guy Gregory Haff, ve Lee E. Brown. (2016). Maintenance of velocity and power with cluster sets during high-volume back squats. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(7), 885-92.

Turner, Anthony N., ve Perry F. Stewart. (2014). Strength and conditioning for Soccer players. *Strength and Conditioning Journal*, 36(4), 1-13.

Türkarslan, Bahaüddin, ve Gökhan Deliceoğlu. (2024). The effects of the french contrast method on soccer player's jumping, sprinting and balance performance. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, 24(2),209-2015.

# **BÖLÜM 8**

## **Çocuk Sporcuların Korunması: Sporda İstismar Türleri, Belirleyicileri ve Müdahale Stratejileri**

**Mert Erkan<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Doç. Dr., Eskişehir Teknik Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Rekreasyon Bölümü,  
ORCID: 0000-0002-2753-0234

Çocukların spor ortamlarına katılımı; oyun, eğlence, sağlıklı gelişim ve sosyal etkileşim gibi olumlu amaçlarla teşvik edilse de özellikle yoğun antrenman programlarına dahil edilen ve erken yaşta yüksek performans beklentisiyle yetiştirilen çocuk sporcular için bu ortamlar riskli bir hâle gelebilmektedir. Çocukların antrenörler, kulüp yöneticileri ve ebeveynler tarafından kontrol edilen hiyerarşik yapılara bağımlı olması fiziksel, duygusal, psikolojik ve cinsel istismar risklerini artırmaktadır. Uluslararası literatür, elit sporun giderek profesyonelleşmesiyle birlikte çocukların aşırı baskı, cezalandırıcı antrenman uygulamaları, duygusal manipülasyon ve ihmal gibi çok yönlü istismar biçimlerine maruz kalabildiğini göstermektedir (Brackenridge, 2001; Stirling & Kerr, 2009; Vertommen et al., 2016). Bu nedenle sporun güvenli bir gelişim alanı olarak görülmesine karşın, birçok araştırma çocuk sporcuların deneyimlediği güç dengesizliklerinin “sporda çocuk istismarı” olgusunu görünürlük kıldığını vurgulamaktadır.

Spor alanında “istismar” denildiğinde çoğu zaman ilk akla gelen cinsel istismar olsa da çocuk sporcuların maruz kaldığı kötüye kullanım biçimleri bunun çok ötesine uzanmaktadır. Nitelikli araştırmalar, sporda istismarın fiziksel cezalandırma, duygusal baskı, psikolojik manipülasyon, sömürü, ekonomik çıkar sağlama ve aşırı yüklenme gibi çeşitli biçimlerde ortaya çıktığını göstermektedir (Kerr & Stirling, 2012; Roberts et al., 2020). Güç ilişkilerinin belirgin olduğu antrenör–sporcu dinamiği, çocuk sporcuların otorite figürlerine bağımlı hâle gelmesine neden olarak istismar riskini artırmaktadır. Ayrıca sporun “özel bir alan” olarak görülmesi, sosyal ve hukuki düzenlemelerden kısmen ayrışması ve performans odaklı kültürün normalleştirilmesi, istismar davranışlarının hem bireysel hem de kurumsal düzeyde görünmemesine ve kimi zaman tolere edilmesine yol açmaktadır (Mountjoy et al., 2016). Bu nedenle sporda çocuk istismarını yalnızca cinsel boyutuyla ele almak, olgunun bütünsel niteliğini ve yaygınlığını anlamayı güçleştirmektedir.

### **Antrenör–Sporcu İlişkisi ve Çocuk İstismarı**

Spor ortamlarında çocuk istismarı riskinin en önemli belirleyicilerinden biri, antrenör ve sporcu ilişkisindeki güç dengesizliğidir. Antrenörler, teknik bilgiye sahip otorite figürleri olmaları, sporcunun başarısı üzerinde doğrudan etkileri bulunması ve çocuk sporcuların günlük yaşam rutinlerini yönlendirmeleri nedeniyle spor alanında merkezi bir konumdadır. Bu durum, antrenöre hem yoğun bir güç ve kontrol sağlar hem de istismar davranışlarının ortaya çıkması hâlinde bu davranışların sporcunun gözünde normalleştirilmesine yol açabilir.

Araştırmalar, çocuk sporcuların antrenörlerine karşı duyduğu güven, bağlılık ve aidiyet duygusunun, ilişkinin kötüye kullanılması hâlinde istismar türlerinin “gizli” veya “rasyonelleştirilmiş” biçimlerde ortaya çıkabileceğini göstermektedir (Stirling & Kerr, 2008). Antrenörlerin otoriteyi aşırı kullanması bağırma, aşağılama, duygusal baskı, cezalandırma, fiziksel yüklenme, psikolojik

manipölasyon gibi duygusal ve fiziksel istismar türlerinin gelişmesi için zemin oluşturur. İlişkinin yapısı, sporcu üzerinde performans odaklı bir bağımlılık yaratır. Bu bağımlılık, birçok çocuk sporcunun antrenörün davranışlarını sorgulamasını zorlaştırır. Nitekim çalışmalar, sporcuların önemli bir kısmının uğradıkları istismar davranışlarını “antrenmanın gereği” ya da “başarı için fedakârlık” olarak gördüklerini ortaya koymaktadır (Jacobs et al., 2017).

Ayrıca, antrenör ve sporcu ilişkisindeki duygusal yakınlık, bazı durumlarda sınırların bulanıklaşmasına ve uygun olmayan davranışların fark edilmeden ilerlemesine yol açabilir. Bu durum özellikle duygusal istismar ve cinsel istismar vakalarında belirginleşmektedir (Parent & Vaillancourt-Morel, 2021). Uluslararası araştırmalar, istismar riskinin sadece bireysel kötüye kullanım davranışlarından değil, aynı zamanda spor kültürünün disiplin, itaat ve başarıya aşırı vurgu yapan yapısından da kaynaklandığını vurgulamaktadır (Roberts et al., 2020). Bu nedenle antrenör ve sporcu ilişkisi, çocuk istismarını anlamada hem bireysel hem de yapısal bir odak noktasıdır.

Antrenör–sporcusu ilişkisi, spor alanındaki en kritik güç dinamiklerinden birini oluşturur ve çocuk sporcular açısından hem gelişimsel fırsatlar hem de riskler barındırır. Çocuk sporcular fiziksel, duygusal ve sosyal olarak gelişim aşamasında oldukları için antrenöre duydukları güven ve bağlılık daha güçlüdür. Bu bağlılık, antrenörü açık bir biçimde otorite figürü, hatta kimi durumlarda bir ebeveyn ikamesi hâline getirir (Jowett & Cockerill, 2003). Böyle bir ilişki yapısı, antrenörün davranışlarının sorgulanmasını zorlaştırır ve istismar türlerinin görünmesine zemin hazırlar.

### **1. Güç Dengesizliği ve İtaat Kültürü**

Spor ortamında antrenörler hem antrenmanın içeriğini belirleyen hem de sporcunun günlük rutininden yarışma stratejisine kadar birçok kritik kararda belirleyici olan otorite figürleridir. Bu yapı, özellikle çocuk sporcularda “koça itaat” ve “sorgulamadan uyma” gibi normların içselleştirilmesine yol açar. Çocuklar, hem yaşları gereği gelişimsel olarak yetişkin otoritesine bağımlıdır hem de sporun kendine özgü hiyerarşik kültürü sebebiyle antrenörü doğal bir güç merkezi olarak görürler Stirling ve Kerr (2009), sporda güç dengesizliğinin yalnızca fiziksel baskıya değil; aynı zamanda duygusal manipölasyon, aşağılama, aşırı eleştiri, görmezden gelme ve psikolojik kontrol gibi görünmeyen istismar türlerine de zemin hazırladığını vurgulamaktadır. Bu güç eşitsizliği, sporcuların yaşadıkları olumsuz deneyimleri “normal”, “sporcunun katlanması gereken süreç” veya “başarının bedeli” olarak algılamasına neden olabilir. Bu algı, istismarın fark edilmesini ve raporlanmasını daha da güçleştirir.

Araştırmalar, performans odaklı spor programlarında disiplin, dayanıklılık ve otoriteye bağlılığın erdem olarak sunulduğunu; bunun sonucunda itaatsizliğin hem antrenör hem sporcu tarafından başarısızlıkla ilişkilendirildiğini göstermektedir (Roberts, 2020; Owusu-Sekyere & Gervis, 2016). Çocuk

sporcular, bu kültürel yapı içerisinde antrenörün kararlarına karşı çıkmanın kendi kariyerlerini riske atacağı, takım arkadaşları tarafından dışlanacakları veya antrenör tarafından cezalandırılacakları korkusunu yaşayabilirler.

Ayrıca, antrenörlerin çocuk sporcular üzerinde aynı zamanda duygusal bir otorite konumu bulunur. Sporcu, antrenörünü yalnızca teknik bilgi sağlayan biri olarak değil; aynı zamanda rehber, rol model ve çoğu zaman ebeveyn figürü olarak görür. Bu duygusal bağımlılık, güç dengesizliğini daha da derinleştirir ve çocuğun istismar davranışlarını tanımasını veya bunlara karşı tepki göstermesini zorlaştırır.

Spor kültüründeki yerleşik hiyerarşi, antrenörün kontrolünü doğal ve sorgulanmaz hâle getirirken; çocuk sporcuların savunmasızlığını artırarak istismar riskini yükseltmektedir. Bu nedenle, güç dengesizliğini azaltmaya yönelik politikaların, eğitimin ve bağımsız denetim mekanizmalarının geliştirilmesi, çocuk koruma açısından kritik bir gerekliliktir.

Aşağıdaki model, çocuk sporcular ile antrenörler arasındaki güç ilişkisini açıklayan çok boyutlu bir yapı sunar. Model hem istismar riskini görünür kılmak hem de önleme odaklı politikaları desteklemek için tasarlanmıştır.

| <b>Tablo 1.</b>        | <b>Güç Türünün</b>                                        | <b>Çocuk Sporcular Üzerindeki Etkisi</b>                                              |
|------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Yapısal Otorite</b> | Antrenörün pozisyonundan gelen güç                        | hiyerarşik Koça itaat normu, karşı koymayı zorlaştırır Stirling & Kerr (2009)         |
| <b>Uzmanlık Gücü</b>   | Teknik bilgi, belirleyen uzmanlık                         | başarıyı Sporcu “koç olmadan başarılı olamam” algısı geliştirir Potrac & Jones (2009) |
| <b>Ödül–Ceza Gücü</b>  | Oynama süresi, kadro seçimi, ceza antrenmanı              | Tehdit ve manipülasyonu artırır motivasyon riskini Owusu-Sekyere & Gervis (2016)      |
| <b>Duygusal Güç</b>    | Rol model, güven figürü olma                              | Bağımlılık yaratır, istismara karşı sessizliği artırır Fraser-Thomas & Côté (2009)    |
| <b>Bağlamsal Güç</b>   | Kulüp performans politikaları, baskısı, elit spor kültürü | “Başarı için her şey mubahtır” algısını pekiştirir Roberts (2020)                     |

## 2. Performans Odaklı Baskı ve İstismarın Normalleşmesi

Pek çok çocuk sporcu, maruz kaldığı olumsuz davranışları “başarıya giden yolun kaçınılmaz bir bedeli” olarak yorumlama eğilimindedir. Jacobs ve arkadaşlarının (2017) bulguları, bağırma, azarlama, aşağılama, tehdit etme, aşırı antrenman yükü veya dinlenme hakkının kısıtlanması gibi davranışların sporcular tarafından “sert ama gerekli” ya da “sporun doğası” şeklinde meşrulaştırıldığını göstermektedir. Bu durum özellikle elit sporda daha belirgindir; çünkü başarı,

federasyonlar, kulüpler, aileler ve bazen de medya tarafından sürekli olarak “her şeyin önüne” konulur.

Aşırı performans odaklılık, antrenörlerin agresif iletişim tarzını normalize ederken çocukların duygusal sınırlarının giderek silikleşmesine yol açmaktadır. Stirling ve Kerr (2013), spor ortamlarında psikolojik istismarın fiziksel ya da cinsel istismardan daha az fark edildiğini, hatta çoğu zaman “disiplin”, “motivasyon artırma” veya “karakter geliştirme” adı altında örtülü biçimde sürdüğünü vurgulamaktadır. Ayrıca Gervis ve Dunn (2004), sporcuların uzun süreli psikolojik baskıya maruz kaldıklarında bunu ayırt etmekte zorlandığını, nihayetinde bu baskının norm hâline geldiğini belirtmektedir.

Bu normalleşme süreci, istismarın yıllarca görünmez şekilde devam etmesine neden olur. Çünkü çocuk sporcular hem otorite figürü olan antrenöre karşı çıkmakta zorlanmakta hem de sportif hedefleri uğruna kendi iyi oluşlarını ikinci plana atmaktadır. Böylece istismar davranışları, bireysel değil “kültürel bir pratik” olarak yeniden üretilir ve sporun yapısal bir parçası hâline gelir.

### **3. Duygusal Yakınlık ve Sınırların Bulanıklaşması**

Antrenör–sporcu ilişkisinin doğası gereği içerdiği yoğun duygusal temas, güven ilişkisi ve hiyerarşik yapı, zamanla profesyonel sınırların belirsizleşmesine neden olabilir. Çocuk sporcular, antrenörün gösterdiği ilgiyi sıklıkla “özel önemsendikleri”, “değerlendikleri” veya “kendilerine yatırım yapıldığı” şeklinde yorumlayabilirler. Bu durum, antrenörü bir otorite figüründen öte, bir rol model, koruyucu veya ikinci ebeveyn konumuna yerleştirir (Jowett & Cockerill, 2003).

Parent ve Vaillancourt-Morel’in (2021) vurguladığı gibi, bu duygusal yakınlık yapısı, özellikle çocuklarda bağımlılık ilişkisini güçlendirir ve istismar açısından psikolojik açıdan kırılgan bir zemin yaratır. Çocuk, antrenörün davranışlarını sorgulamakta zorlanır; sınır ihlallerini “özel ilginin bir parçası” olarak algılayabilir. Bunun sonucunda duygusal istismar, manipülasyon, ayrıcalıklı muamele vaadi ya da koşullu sevgi gibi davranışlar görünmez hâle gelir.

Araştırmalar, spor camiasındaki birçok istismar vakasının “birebir gelişim programı”, “özel antrenman seansları”, “kişisel mentorluk” veya “takım dışında rehberlik” gibi görünürde masum, ancak mahremiyet yaratan ortamlarda gerçekleştiğini göstermektedir (Roberts et al., 2020; Fasting et al., 2003). Bu ortamlarda antrenör hem fiziksel hem de duygusal olarak sporcuya en yakın kişi konumuna gelir ve bu yakınlık sınırları daha da bulanıklaştırır.

Özellikle genç sporcularda gelişimsel açıdan henüz tam oluşmamış olan kişisel sınır algısı, antrenörün talep ve davranışlarını ayırt etmeyi güçleştirir. Bunun sonucunda çocuk, istismar niteliğindeki davranışları “özel eğitim”, “profesyonel gereklilik” veya “kişisel yatırım” gibi gerekçelerle normalleştirebilir. Dolayısıyla duygusal yakınlık, spor içinde hem duygusal hem



de cinsel istismar riskini artıran kritik bir yapısal faktör olarak karşımıza çıkmaktadır.

#### **4. Antrenör Rolünün Çok Boyutluluğu**

Antrenörler spor ortamında yalnızca teknik becerileri öğreten uzmanlar değildir; aynı zamanda disiplin sağlayan, duygusal rehberlik sunan, sporcuların kişisel gelişiminde rol oynayan ve çoğu zaman ebeveyn benzeri bir yakınlık sağlayan figürlerdir. Bu çok boyutlu rol yapısı, antrenörün sporcu üzerinde geniş bir etki alanı oluşturmaya neden olur. Lang ve Hartill'in (2015) belirttiği gibi, bu ilişki yapısı hem fiziksel hem de duygusal bir bağımlılık doğurabilir. Çocuk sporcular, başarıya ulaşmak için antrenörlerinin onayına ihtiyaç duyduklarından, bu bağımlılık zamanla koşulsuz itaate dönüşebilir.

Antrenörün aynı anda hem değerlendirici (performans değerlendiren), hem rehber (yol gösteren), hem de disiplin sağlayıcı (kuralları belirleyen) pozisyonlarda bulunması, sporcu açısından rol karmaşası yaratır. Çocuk sporcular için bu rollerin sınırlarını ayırt etmek çoğu zaman zordur. Antrenörün uyguladığı sert disiplin, aşırı yüklenme, sözlü baskı ya da psikolojik yönlendirme, “başarı için gerekli” ya da “otoritenin doğal bir parçası” olarak algılanabilir (Stirling & Kerr, 2010). Bu durum, istismar davranışlarının normalleşmesine ve görünmez hâle gelmesine yol açar.

Antrenörün takım içindeki merkezi konumu, sporcuların sosyal çevresini de etkiler; sporcu, antrenörle ilişkisini kaybetmemek için istismarı rapor etmekten çekinebilir. Fasting ve Brackenridge'in (2009) çalışmaları, istismar vakalarının büyük bir kısmında sporcuların “kariyerlerinin zarar göreceği”, “takımdan dışlanacakları” veya “antrenörün intikam alacağı” korkularıyla sessiz kaldığını göstermektedir. Özellikle elit düzeydeki sporcularda bu sessizlik daha da derinleşir. Bütün bu faktörler bir araya geldiğinde, antrenörün çok boyutlu rolü istismarın sürmesine, gizlenmesine ve rapor edilmeme oranının artmasına güçlü bir şekilde katkı sağlar. Bu nedenle literatürde, antrenör–sporcu ilişkisinin açık sınırlarla yönetilmesi ve kurumların bu çoklu rolleri net biçimde tanımlaması gerektiği vurgulanmaktadır (Roberts, Soffe & Merrick, 2020).

#### **5. Spor Organizasyonlarının Yapısal Problemleri**

Spor ortamında çocuk istismarının kaynağı, çoğu zaman yalnızca bireysel kötüye kullanım davranışları değildir. Literatür, istismarın sporun kültürel kodlarına, örgütsel yapısına ve kurumsal işleyiş biçimine gömülü olduğunu göstermektedir. Pek çok spor organizasyonu, çocukların gelişimsel ihtiyaçlarından ziyade performansı merkeze alan bir yaklaşımı benimsemekte; başarı, madalya, rekabet ve disiplin gibi kavramlar çocuk refahının önüne geçmektedir (Roberts, Soffe & Merrick, 2020). Bu kültürel vurgu, çocuk sporcuların duygusal ve fiziksel güvenliğini ikincil bir konu hâline getirmekte ve istismarın görünmeyen bir “spor normu” olarak kabul edilmesine yol açmaktadır.

Spor kurumlarında yaygın olan ödül-ceza mekanizmaları, çocukları sürekli rekabet hâline sokarak psikolojik kırılganlığı artırır. Bugün birçok çocuk sporcu, antrenörün kararlarına tam bir itaat göstermek zorunda hissetmekte; oynatılmama, kadrodan çıkarılma veya performansının düşeceği endişesiyle yaşadığı istismarı rapor etmemektedir. Fasting ve Sand (2015), spor kurumlarında yerleşik “örgütsel sessizlik” kültürünün, istismar davranışlarının sürdürülebilmesine ve kurumsal olarak gizlenmesine izin verdiğini vurgular. Bu sessizlik yalnızca çocuk sporcuları değil, aileleri ve diğer çalışanları da kapsar. Aileler, antrenörlerle ve kulüple çatışmaya girmekten kaçındıkları için çoğu zaman kötüye kullanım şikâyeti yapmamayı tercih eder.

Spor organizasyonlarının yapısal özellikleri incelendiğinde yetersiz denetim mekanizmaları, açık şikâyet süreçlerinin olmayışı, kayıt dışı çalışma biçimleri, uzman psikolojik destek ekiplerinin bulunmaması ve etik standartların yeterince uygulanmaması sıkça karşılaşılan problemlerdir. Brackenridge (2001), bu kurumsal özelliklerin spor ortamını “kapalı devre bir sistem” hâline getirdiğini, bunun da istismarı hem görünmez hem de sürdürülebilir kıldığını ifade etmektedir. Kapalı hiyerarşik yapılar, antrenörlerin kararlarını sorgulanamaz kılarak onları mutlak otorite pozisyonuna yerleştirir.

Bu bağlamda, spor kuruluşlarında yaşanan çocuk istismarı çoğu zaman yapısal ihmalin (structural neglect) bir sonucudur. Kurumların çocuk hakları ve güvenliği konusunda açık politika geliştirmemesi, çalışanların düzenli çocuk koruma eğitimlerine tabi tutulmaması, etik kurulların işlevsiz olması ve tesis güvenliğine ilişkin eksiklikler istismar riskini artırmaktadır (Lang & Hartill, 2015). Örneğin, soyunma odalarının gözetimsiz alanlar olması, kamera sistemlerinin sınırlı kullanılması veya yetişkin-çocuk etkileşim protokollerinin olmaması, birçok vakada kötüye kullanımın gerçekleştiği fiziksel ortamları oluşturmuştur.

Parent ve Vaillancourt-Morel (2021), istismar vakalarının önemli bir bölümünün, kurumun sporcularla antrenörler arasındaki yakın teması düzenlememesi, eğitim ve rehberlik süreçlerinde yeterli şeffaflığı sağlayamaması gibi kurumsal eksikliklerle bağlantılı olduğunu göstermektedir. Bu nedenle çocuk koruma yalnızca bireysel antrenörlerin etik eğitimlerine indirgenemez; spor kurumlarının yapısal düzeyde dönüştürülmesini gerektirir.

Tüm bu unsurlar değerlendirildiğinde, sporda çocuk istismarının önlenmesi için çok daha geniş çaplı bir yaklaşım gereklidir. Kurumsal politika geliştirme, profesyonel denetim mekanizmalarının güçlendirilmesi, çocuk koruma protokollerinin uygulanması, spor kültürünün yeniden yapılandırılması ve hesap verebilirliğin artırılması gibi yapısal adımlar atılmadıkça istismar vakalarının ortadan kalkması mümkün görünmemektedir. Dolayısıyla çocukların korunması yalnızca bireysel iyi niyete değil, spor organizasyonlarının bütünsel olarak sorumluluk üstlenmesine bağlıdır.

## 6. Raporlama Sorunları ve Sessizlik Kültürü

Spor ortamında çocuk istismarının en kritik boyutlarından biri, yaşanan olayların çok büyük bir bölümünün rapor edilmemesi ya da uzun süre görünür hâle gelmemesidir. Literatür, spor dünyasında “sessizlik kültürü” olarak adlandırılan bu yapının, çocuk sporcuların korunmasını ciddi biçimde zayıflattığını ortaya koymaktadır (Fasting, Brackenridge & Walseth, 2013). Bu sessizlik yalnızca çocuk sporcuları değil; aileleri, takım arkadaşlarını, kulüp yönetimlerini ve hatta sağlık/psikoloji uzmanlarını da içine alan geniş bir sosyal alanı kapsar.

### Çocuk Sporcuların Bildirim Yapmaktan Çekindiği Temel Nedenler

Birçok çocuk sporcu, yaşadığı fiziksel, duygusal ya da cinsel istismar davranışlarını bildirmekten güçlü biçimde kaçınmaktadır. Bu durumun ardında çok boyutlu psikososyal ve kurumsal faktörler yer almaktadır:

#### 1. Antrenörün Kariyerlerini Etkileyebileceği Korkusu

Antrenörler sporcuların performansını değerlendiren, oynama süresini belirleyen, turnuva kadrosuna karar veren, hatta çoğu durumda burs ve transfer olanaklarına yön veren kişiler oldukları için sporcular üzerinde büyük bir otoriteye sahiptir. Bu güç asimetrisi, sporcuların antrenöre karşı olumsuz bir iddiada bulunması hâlinde kariyerinin zarar göreceğine inanmasına yol açar. Çocuk sporcuların, özellikle rekabetçi spor ortamlarında, “sessiz kalmanın daha güvenli olduğu” düşüncesiyle hareket ettiği birçok çalışmada gösterilmiştir (Roberts et al., 2020). Bu nedenle, istismar davranışı çoğu zaman sporcuların içsel olarak bastırdığı bir deneyime dönüşür.

#### 2. Kulüp İçindeki Misilleme İhtimali

Birçok spor kulübünde, antrenörlerin kararlarının sorgulanmasının hoş karşılanmadığı, hatta norm dışı olarak değerlendirildiği bir kültür vardır. Bu nedenle sporcular ve aileler, şikâyetin ardından:

- Takımdan uzaklaştırılma
- Oynama süresinin azaltılması
- Diğer çalışanların dışlayıcı tutumu
- “Sorun çıkaran sporcu” etiketiyle damgalanma

gibi sonuçlarla karşılaşabileceklerini düşünürler (Lang & Hartill, 2015). Bu misilleme korkusu, raporlama davranışını sistematik biçimde engeller ve istismarın fail tarafından sürdürülmesini kolaylaştırır.

#### 3. Ailelerin Başarı Baskısı

Bazı aileler spor ortamına büyük beklentilerle yaklaşmakta, çocuklarının başarısını ekonomik ya da sosyal bir yatırım olarak görmektedir. Bu nedenle çocuk, yaşadığı kötüye kullanım davranışını ailesiyle paylaşmaktan çekinebilir; çünkü ailelerin çoğu, antrenörle çatışma yaşamaktan veya kulüp içindeki konumlarını riske atmaktan kaçınabilir (Mountjoy et al., 2016).

Bazı araştırmalar, ailelerin çocuklarının paylaştığı istismar anlatılarını “yanlış anlamış olabileceği”, “büyüttüğü” veya “karşı tarafı suçlamanın gereksiz olduğu” gibi ifadelerle küçümseyebildiğini göstermektedir. Bu durum çocuk için çifte sessizlik yaratır: Hem kulüpten hem de aileden destek görmeyen sporcu, yaşadığı travmayı tamamen gizlemeye yönelir.

#### **4. Spor Ortamında İstismara Dair Düşük Farkındalık**

Birçok spor kulübünde, özellikle çocuk koruma politikalarının yeterince gelişmediği ortamlarda, fiziksel ceza, bağırma, aşağılama veya uygunsuz temas gibi davranışlar “disiplin” veya “antrenman kültürü” olarak normalleştirilir. Bu normalleşme hem sporcuların hem de çalışanların yaşanan istismarı fark etmesini zorlaştırır (Brackenridge, 2001).

Örneğin:

- Sporcular, antrenmanın doğası gereği sert temasların “normal” olduğunu düşünebilir.
- Hakaret, bağırma ve küçük düşürme “motivasyon aracı” olarak kabul edilebilir.
- Bedensel sınırların ihlali “öğretme yöntemi” gibi sunulabilir.

Bu kültürel yanılgılar nedeniyle sporcular, yaşadıklarının istismar olduğunu bile fark etmeyebilir veya fark etse bile bunun sporun ayrılmaz bir parçası olduğuna inanabilir.

#### **Sessizlik Kültürünün Sonuçları**

Sessizlik kültürü, istismar vakalarının çoğunda iki temel sonuca yol açmaktadır:

İstismar geç fark edilir veya hiç fark edilmez. Çoğu olay yalnızca sporcu yetişkinliğe ulaştığında, spor kariyeri sona erdiğinde veya psikolojik destek aldığı anda dile getirilebilmektedir.

Bildirim yapılmadıkça, antrenörlerin ya da diğer yetişkinlerin istismar davranışı hem görünmez hem de tekrarlanabilir hâle gelir (Fasting et al., 2013).

Bu nedenle sessizlik kültürü, sadece bireysel bir tercih değil; spor ortamının yapısal bir sorunu ve çocuk koruma açısından kritik bir risk faktörüdür.

#### **7. Sonuç**

Antrenör–sporcu ilişkisi, çocuk sporcuların gelişiminde kritik bir rol oynamakla birlikte, doğru yönetilmediğinde istismarın en temel kaynağı hâline gelebilmektedir. Bu ilişkinin istismar riski, bireysel düzeyde antrenör davranışlarıyla, yapısal düzeyde ise sporun hiyerarşik, otoriter ve performans odaklı kültürüyle şekillenmektedir.

## Kaynaklar

- Brackenridge, C. (2001). *Spoilsports: Understanding and preventing sexual exploitation in sport*. Routledge.
- Stirling, A. E., & Kerr, G. A. (2009). Abused athletes' perceptions of the coach-athlete relationship. *Sport in Society*, 12(2), 227–239.
- Vertommen, T., Schipper-van Veldhoven, N., Wouters, K., Kampen, J. K., Brackenridge, C., Rhind, D. J., Neels, K., & Van Den Eede, F. (2016). Interpersonal violence against children in sport in the Netherlands and Belgium. *Child Abuse & Neglect*, 51, 223–236.
- Kerr, G., & Stirling, A. (2012). Child protection in sport: Implications of an athlete-centered philosophy. *Quest*, 64(4), 341–353.
- Mountjoy, M., Brackenridge, C., Arrington, M., Blauwet, C., Carska-Sheppard, A., Fasting, K., ... & Budgett, R. (2016). International Olympic Committee consensus statement: harassment and abuse (non-accidental violence) in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1019–1029.
- Roberts, V., Sojo, V., & Grant, F. (2020). Organisational factors and non-accidental violence in sport: A systematic review. *Sports Medicine*, 50(11), 1883–1907.
- Jacobs, J. M., Smits, F., & Knoppers, A. (2017). “You don’t realize it until you see it”: The influence of coaches’ leadership styles on athlete maltreatment. *International Review for the Sociology of Sport*, 52(7), 801–818.
- Parent, S., & Vaillancourt-Morel, M.-P. (2021). Magnitude and risk factors for interpersonal violence experienced by children in sport: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 10(6), 706–715.
- Roberts, V., Sojo, V., & Grant, F. (2020). Organisational factors and non-accidental violence in sport: A systematic review. *Sports Medicine*, 50(11), 1883–1907.
- Stirling, A. E., & Kerr, G. A. (2008). Defining and categorizing emotional abuse in sport. *European Journal of Sport Science*, 8(4), 173–181.
- Fasting, K., Brackenridge, C., & Walseth, K. (2013). Consequences of sexual harassment in sport. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 11(2), 89–102.
- Jacobs, J. M., Smits, F., & Knoppers, A. (2017). “You don’t realize it until you see it”: How coaches’ behaviors relate to athlete maltreatment. *International Review for the Sociology of Sport*, 52(7), 801–818.\*
- Jowett, S., & Cockerill, I. M. (2003). Olympic medallists’ perspective of the athlete-coach relationship. *Psychology of Sport and Exercise*, 4(4), 313–331.\*
- Owusu-Sekyere, F., & Gervis, M. (2016). In the pursuit of mental toughness: is creating mentally tough players a disguise for emotional abuse?. *International Journal of Coaching Science*, 10(1).

- Potrac, P., & Jones, R. (2009). Power, conflict, and cooperation: Toward a micropolitics of coaching. *Quest*, 61(2), 223-236.
- Fraser-Thomas, J., & Côté, J. (2009). Understanding adolescents' positive and negative developmental experiences in sport. *The sport psychologist*, 23(1), 3-23.
- Stirling, A. E., & Kerr, G. A. (2013). The perceived effects of elite athletes' experiences of emotional abuse in the coach-athlete relationship. *International journal of sport and exercise psychology*, 11(1), 87-100.
- Gervis, M., & Dunn, N. (2004). The emotional abuse of elite child athletes by their coaches. *Child Abuse Review: Journal of the British Association for the Study and Prevention of Child Abuse and Neglect*, 13(3), 215-223.
- Lang, M., & Hartill, M. (2015). *Safeguarding, child protection and abuse in sport: International perspectives in research, policy and practice*. Routledge.
- Parent, S., & Vaillancourt-Morel, M.-P. (2021). Interpersonal violence against children in sport: A systematic review. *Journal of Sport and Health Science*, 10(6), 706-715.\*
- Roberts, V., Sojo, V., & Grant, F. (2020). Organizational factors and non-accidental violence in sport: A systematic review. *Sports Medicine*, 50(11), 1883-1907.\*
- Stirling, A. E., & Kerr, G. A. (2009). Abused athletes' perceptions of the coach-athlete relationship. *Sport in Society*, 12(2), 227-239.\*
- Brackenridge, C., & Fasting, K. (2009). *Sexual harassment and abuse in sport: International research and policy developments*. Routledge.
- Roberts, V., Soffe, K., & Merrick, J. (2020). Abuse in sport: What about the coach? A review of the evidence. *International Journal of Child and Adolescent Health*, 13(1), 23-32.
- Stirling, A. E., & Kerr, G. A. (2010). Defining and categorizing emotional abuse in sport. *European Journal of Sport Science*, 10(4), 243-251. <https://doi.org/10.1080/17461390903426673>
- Brackenridge, C. (2001). *Spoilsports: Understanding and preventing sexual exploitation in sport*. Routledge.
- Fasting, K., & Sand, T. S. (2015). Narratives of sexual harassment experiences in sport. *Qualitative Research in Sport, Exercise and Health*, 7(5), 573-588. <https://doi.org/10.1080/2159676X.2015.1056824>
- Parent, S., & Vaillancourt-Morel, M.-P. (2021). Athlete-coach relationship and sexual violence in sport: A systematic review. *Trauma, Violence, & Abuse*, 22(5), 1250-1263. <https://doi.org/10.1177/1524838019899437>

# **BÖLÜM 9**

## **Alzheimer Hastalığı ve Fiziksel Egzersiz**

**Gülsün Güven<sup>1</sup> & Elvin Onarıcı Güngör<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Prof. Dr., Eskişehir Teknik Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi,  
ORCID: 0000-0002-2903-4197

<sup>2</sup> Doç. Dr., Eskişehir Teknik Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi,  
ORCID: 0000-0003-1523-0127



## GİRİŞ

Küresel nüfusun yaşlanması hızlanırken, nörodejeneratif bozuklukların görülme sıklığı giderek artmaktadır. Bunlar arasında ise Alzheimer hastalığı (AH) dünya çapında kritik bir halk sağlığı sorunu olarak ortaya çıkmaktadır (Sui ve Wang, 2025). Alzheimer hastalığı, günümüzde en yaygın demans türü ve yaşlılar arasında en yaygın nörodejeneratif hastalıklardan birisidir (Ballard vd., 2011; Sönmez ve Hocaoglu, 2025).

Günümüzde hastalık yaklaşık 44-50 milyon insanı etkilemektedir ve nüfus yaşlandıkça bu sayının 2050 yılına kadar üç katına çıkması, 139 milyona ulaşması öngörülmektedir (Lachowska vd., 2025; Baumgart vd., 2015). Hastalığın prevalansı 65 yaşından sonra her beş yılda bir yaklaşık iki katına çıkarak 85 yaş üstünde en yüksek seviyelere ulaşmaktadır (Alıcılar ve Çalışkan, 2021). Dolayısıyla Dünya Sağlık Örgütü Alzheimer hastalığını öncelikli küresel halk sağlığı şeklinde kabul etmektedir (Baumgart vd., 2015; Alıcılar ve Çalışkan, 2021).

Dünya’da ve Türkiye’de artan yaşlı nüfusla birlikte daha fazla oranda karşılaştığımız AH, demansın da en yaygın nedenidir (%60-90) (Bozkurt ve Karadakovan, 2020; Cámara-Calmaestra vd., 2022; Ballard vd., 2011). AH, özellikle bilişsel yetenekleri bozarak hastaların yaşam kalitesini önemli ölçüde düşürmektedir. Bugüne kadar, altta yatan nedenleri ele alan bir tedavi geliştirilememiştir. Sonuç olarak, hastalığın gelişimini engelleyebilecek faktörlerin belirlenmesine giderek daha fazla önem verilmektedir (Bogucka vd., 2025).

Alzheimer hastalığının giderek artan bir önemi sebebiyle hastalığın önlenmesi adına risk faktörlerinin belirlenmesi, risk gruplarının saptanması, erken teşhis konulması ve etkili müdahalelerin geliştirilmesi önem taşımaktadır. Hastalık gelişen kişilerde hastalığın ilerlemesinin önüne geçilmesi, uygun tedavi yöntemlerinin ve gerekli bakım ihtiyaçlarının sağlanması gereklidir (Alıcılar ve Çalışkan, 2021).

## ALZHEİMER HASTALIĞI

AH, Alois Alzheimer tarafından 1906 yılında keşfedilmiş, çoğunlukla yaşa bağlı olarak bilişsel ve işlevsel gerileme ile kendini gösteren ve nihayetinde ölümle sonuçlanan nörodejeneratif bir hastalıktır (Yıldırım ve Can Eke, 2024). Bilişsel ve işlevsel bozukluklar, hafıza kaybı, nöropsikiyatrik semptomlar şeklinde karakterize, yaşa bağlı, ilerleyici bir nörodejeneratif bozukluğa sebep olan Alzheimer (Hu vd., 2025; Sui ve Wang, 2025; Sönmez ve Hocaoglu, 2025), orta ve geç yaşlarda görülen, geriye dönüşümsüz bir hastalıktır ve demansın en yaygın nedenidir (Akın vd., 2023; Hu vd., 2025).

Hastalıkta yaygın olarak sinaptik ve nöronal fonksiyon kaybı ile birlikte nöron kaybı da gerçekleşir. Beyinde medial temporal lob yani hipokampus tutulumu ile

bellek kayıpları şeklinde başlayan hastalığa neokortikal tutulum ve daha sonrasında ise diğer bilişsel kayıplar ile eşlik etmektedir (Alıcılar ve Çalışkan, 2021).

Alzheimer hastalığında görülen davranışsal belirtiler; depresyon, hezeyan, ajitasyon, agresyon, sosyal olarak geri çekilme iken psikososyal belirtiler; hafızada ve bilişsel işlevlerde azalma, yeni bilgileri öğrenememe, yakın geçmiş yaşantıyı hatırlayamama, yeni hafıza oluşturmama (Bozkurt ve Karadakovan, 2020) diğer belirtiler ise; planlama, öğrenme, problem çözme, hesaplama, hafıza, konuşma ve karar vermedeki anormalliklerdir (Yıldırım ve Can Eke, 2024).

Alzheimer hastalığı olan bireylerde beyin dejenerasyonu, iki proteinin birikmesiyle oluşur: amiloid beta peptid ve hiperfosforile tau proteini. Bu proteinler, nöronlarda, glial hücrelerde ve hücreler arası boşluklarda birikerek nöronal atrofiye, nörotransmisyon bozukluklarına ve inflamatuvar yanıtı yol açan nörofibriler yumaklar (NFT'ler) ve nöritik plaklar oluşturur (Scheltens vd., 2021; Sengoku, 2020). Bu patolojik proseslerin sonuçları, sinaptik ve nöronal kayıplı nörodejenerasyonu içerir (Yıldırım ve Can Eke, 2024).

Bu değişiklikler demansın başlangıcından yıllar önce başlar ve araştırmalar, bunların varlığının mutlaka bilişsel bozulma gelişiminin göstergesi olmadığını göstermektedir. Beynin patolojik değişiklikleri tolere etme yeteneği, biriken proteinlerin genellikle 65 yaşından sonra bilişsel bozukluklara neden olmasının ve riskin yaşla birlikte artmasının nedenidir (Scheltens vd., 2021; Sengoku, 2020).

AH'nin şiddeti yıllar geçtikçe giderek kötüleşen sinsi bir başlangıca sahiptir. Semptomların ilerleme hızı ve ortaya çıkışı bireyler arasında farklılık gösterir ancak klasik olarak görülen birçok semptom vardır. Başlangıç semptomları genellikle daha bilişsel temellidir ve çoğunlukla yeni anılar oluşturmaya ilgili hafızanın yönlerini içerir. Bu semptomları tipik olarak görsel, uzaysal işlev, muhakeme, dil ve dikkatteki eksiklikler takip eder. Hastalık ilerledikçe hastalarda psikoz, depresyon, anksiyete, ajitasyon, saldırganlık görülür. Daha sonraki evrelerde hastalar, günlük yaşam aktivitelerini yerine getirmekte daha az becerikli hale gelirler ve hasta bakıcılara giderek daha fazla bağımlı hale gelirler. Teşhis konulduktan sonra AH'nin şiddeti 3-10 yıl boyunca artmaya devam eder ve son aşamasında, tam bir biliş kaybı, oryantasyon bozukluğu ve dil kaybı sonunda ise ölümle sonuçlanan bitkisel hayata yakın bir duruma doğru ilerler (Sönmez ve Hocaoglu, 2025).

Alzheimer hastalığı yedi evreden oluşmaktadır. Bu evreler sırasıyla şu şekildedir (Akın vd., 2023; Bozkurt ve Karadakovan, 2020):

- AH'nin ilk üç evresinde; hastada çok hafif biliş kaybı semptomları görülmektedir. Bu evrede hastalar, yeni tanıştıkları insanların isimlerini

hatırlamakta zorlanır. Anahtar, cüzdan, gözlük gibi nesnelerin yerlerini unutmaya başlar.

- AH'nin dördüncü-beşinci evresinde; hastada orta şiddetli biliş kaybı görülür. Bu evrede hastalar, kısa dönem bellek kayıpları, yer-zaman kavramlarıyla ilgili zihinsel karışıklıklar, telefon numaraları, adres gibi önemli detayları hatırlama güçlükleri yaşamaktadırlar. Ayrıca sonradan öğrenilen, motor beceri gerektiren hareketleri uygulama becerileri de bozulmaktadır.

- AH'nin altıncı ve yedinci son evresinde; şiddetli ve çok şiddetli bilişsel zayıflık görülmektedir. Hasta bu evrede, beslenme ve tuvalet gibi günlük temel ihtiyaçlarını gerçekleştirebilmesi için dışarıdan desteğe hatta son evrede 24 saat bakıma ihtiyaç duymaktadır. Evreler ilerledikçe hastaların hafıza kayıpları artmakta, sosyal işlevleri ve motor becerileri zayıflamaktadır.

Temel anlamda Alzheimer hastalığına neden olan belli başlı üç kategori vardır (Yıldırım ve Can Eke, 2024):

1. Genetik faktörler,
2. Çevresel faktörler (alkol, sigara kullanımı, kafa travması yaşama, ağır metale ve hava kirliliğine maruz kalma...vb),
3. Sağlık ve yaşam biçimidir (yaşlanma, zihinsel ve fiziksel egzersiz, diyet, kardiyovasküler hastalıklar ve metabolik hastalıklar...vb).

Bunlar arasından AH geliştirme riski bazı durumlarda genetiğe bağlanabilir fakat genetik faktörler değiştirilemeyeceği için hastalığa engel olmak mümkün değildir. Bunun yanı sıra AH, hareketsiz yaşam tarzı, sigara, alkol kullanımı, obezite, kardiyovasküler hastalıklar ile tehlikeli bir şekilde ilişkilidir ve çevresel faktörleri değiştirmek ya da daha sağlıklı bir yaşam şekli tercih etmek kişinin elindedir. Fakat maalesef Alzheimer yine de bütünüyle önlenemez bir hastalık değildir (Yıldırım ve Can Eke, 2024; Cámara-Calmaestra vd., 2022).

## **ALZHEİMER HASTALIĞINDA İLAÇ DIŞI TEDAVİ YÖNTEMLERİ**

Alzheimer hastalığının tedavisinde farmakoterapi, psikososyal müdahaleler ve çevresel düzenlemelerin bir kombinasyonu kullanılmaktadır (Sönmez ve Hocaoglu, 2025). Çoklu tedavi yöntemlerini inceleyen çalışmalar, Alzheimer için birden fazla risk faktörünü ele alan entegre bir yaklaşımın, fayda sağlamada tek bileşenli müdahalelerden daha başarılı olabileceğini varsaymaktadır. Çoklu tedavi yöntemleri genellikle beslenme, fiziksel aktivite ve bilişsel eğitimde değişiklikleri içermektedir (De la Rosa vd., 2020).

Tedavide esas noktalar, hastalık sürecinin en uygun yönetimini sağlamak adına erken tanı koymak, fiziksel sağlığı ve aktiviteleri korumak, eşlik eden hastalıkları ve psikolojik belirtileri belirleyerek tedavi etmek, hastaya bakım sağlayan kişileri desteklemek şeklinde özetlenebilir. Hastalığın tedavisinde

sağlık hizmetler, destek hizmetleri ve sosyal hizmetleri kapsayan multidisipliner bir yaklaşım önemlidir (Alıcılar ve Çalışkan, 2021).

Alzheimer hastalığında ilaç dışı yöntemler alzheimer hastalığında psikososyal semptomların azaltılması, yaşam kalitesinin artırılmasına yönelik olarak farmakolojik tedavi ile birlikte kullanılan destekleyici tedavi yöntemleridir. AH'nın tam bir tedavi yönteminin olmaması sebebiyle çoklu ve etkili bir ekip yaklaşımı gerekmektedir. Ekibin amacı, hastanın uzun süreli bağımsız bir yaşamı olması, hastalığın ilerlemesinin geciktirilmesi, komplikasyonların önlenerek hem hastanın hem de ailesinin yaşam kalitesinin artırılmasıdır (Bozkurt ve Karadakovan, 2020).

Alzheimer hastalığında ilaç dışı tedavi yöntemler, güvenli ve etkili olmaları sebebiyle giderek daha fazla tanınmaktadır. Basit bilişsel uyarım, müzik terapisi, sanat terapisi ve fiziksel egzersizin AH'nın semptomlarını azalttığı gösterilmiştir. Aerobik egzersiz, bilişsel uyarım terapisi ve anımsama terapisi, depresif semptomları azaltmada ve bilişsel fonksiyonu iyileştirmede önemli faydalar göstermiştir. Bu yöntemler, farmakoterapiye ek olarak veya hafif vakalarda başlangıç tedavileri olarak önerilmektedir (Sönmez ve Hocaoglu, 2025).

Alzheimer hastalığında kullanılan ilaç dışı tedavi yöntemleri şu şekilde belirtilmektedir (De la Rosa vd. 2020; Lane, Hardy ve Schott, 2018):

1. Çoklu Duyusal Uyarın Yöntemi
2. Aromaterapi
3. Anımsama Terapisi
4. Müzik Terapisi
5. Işık Terapisi
6. Beslenme
7. Rekreatif Faaliyetler
8. Dans
9. Fiziksel Egzersiz

### **Çoklu Duyusal Uyarın Yöntemi**

Çoklu duyusal uyarın yöntemi, demanslı kişilerin ruhsal ve bilişsel semptomlarını azaltmak ve iyilik durumunu devam ettirmek için görsel, işitsel, dokunsal ya da koku uyarınlarından iki ya da daha fazlasını kullanarak gerçekleştirilen ilaç dışı tedavi yöntemidir. Bu yöntemin uygulanmasında kullanılan tekniklerden “loş bir şekilde aydınlatılmış, yumuşak bir müziğin duyulduğu oda” olarak tanımlanan Snoezele odası, ilk 1970'lerde Hollanda'da öğrenme güçlüğü çeken kişilerde uygulanmış ve demanslı kişilerde ise 1990'lı yılların başlarında kullanılmıştır. Fakatbu teknikte demanslı bireyler aşırı duyusal

uyaranlara maruz kalabilmekte veya yaşlı bireyler duyuşal yoksunluk gibi olumsuz deneyimler yaşıyabilmektedirler. Bu sebeple Kovach “sensöristaz” tekniğini geliştirmiştir. Bu teknikte kullanılan çok sensörlü stimölasyon odası içerisinde, duyuları uyaran eğlenceli ve aynı zamanda sakinleştirici stressiz bir ortamın sağlanması gerekmektedir. Çoklu duyuşal uyaran yönteminin sadece hafif evre AH’nda düşük de olsa yarar sağlayabileceğı ve yöntemin hastalığın erken evresinde uygulanmasının hastalığın ilerlemesini geciktirebileceğı belirtilmiştir (Bozkurt ve Karadakovan, 2020).

### **Aromaterapi**

Aromaterapi, bitkilerden meydana gelen esansiyel yağların ruhsal, zihinsel ve fiziksel etkilerinin sağlık için kullanıldığı destekleyici bir tedavi yöntemlerinden birisidir (Aydin Yıldırım ve Kitiş, 2020). Binlerce yıl öncesine kadar uzanan, bitkilerle tedavi yönteminde dünyanın çeşitli bölgelerindeki bitkiler sağlık için kullanılmıştır. Eski zamanlarda bitkiler ayrıca yakılarak kötölüklerden ve hastalıklardan korunmak amacıyla da kullanılmıştır. Modern aromaterapi ise, Fransa’da 1930’lu yıllarda kimyager, hekim ve hemşire işbirliğiyle bitkilerden esansiyel yağların elde edilmesi ile sağlık için kullanılmaya başlanması ile ortaya çıkmıştır (Bozkurt ve Karadakovan, 2020). Aromaterapi, basit uygulaması sayesinde tek başına uygulanabilen tamamlayıcı bir alternatif terapidir (Her ve Cho, 2021). Aromaterapi, aromatik bitkilerden elde edilen esansiyel yağların solunması, banyo yapılması, masaj yapılması yolu ile uygulanır (Bozkurt ve Karadakovan, 2020).

Aromatik moleküller insan vücuduna solunum veya cilt yoluyla girip, hipotalamustan geçen mesajları düzenleyerek ve dönüştürerek limbik sistemi etkiler. Aromaterapinin sempatik aktiviteyi azaltarak, parasempatik sinir aktivitesini artırarak, stresi azaltarak, kas gevşemesi sağlayarak, uyku kalitesini iyileştirerek fiziksel, zihinsel ve psikolojik faktörleri etkilediğı belirtilmektedir (Her ve Cho, 2021).

Aromaterapi, ekonomik ve yan etkisi olmaması sebebiyle farklı hastalıklarda ve demanslı bireylerde de sık kullanılan ilaç dışı bir yöntemdir. Demanslı kişilerde en çok melisa ve lavanta yağları kullanılmakta ve bu esansiyel yağların bilişsel fonksiyonları arttırdığı, ajitasyona karşılık sakinlik verdiği ve sedatize özelliğinin olduğunu saptanmıştır (Bozkurt ve Karadakovan, 2020).

### **Anımsama Terapisi**

Anımsama terapisi kişinin istemli ya da istemsiz şekilde geçmişteki yaşadığı anıları hatırlama sürecini içeren bir yöntemdir. Geçmişteki yaşantıların gözden geçirilmesi ile birlikte geçmiş yaşantıların sorgulanması ve çözümlenmesi gereklidir. Anımsama terapi yöntemi diğer bireyler, gruplar ve ailelerle beraber uygulanabilmekte böylece sosyal etkileşimin de artması açısından yararlı olmaktadır. Fakat geçmişteki yaşantıların yorumlanması, anlamlandırılması ve

geri bildirim verilebilmesi için profesyonel bir rehber ile uygulanması gereklidir. Ayrıca anımsama terapisinde hatırlamayı kolaylaştırmak için objeler, resimler, müzik veya seslerin kullanılması hatıraların tekrar yapılandırılmasında yararlı almaktadır. Anımsama terapisinin Alzheimer hastalığına sahip yaşlı insanların bilişsel işlevlerini ve yaşam kalitelerini arttırdığı, depresyonu azalttığı belirtilmektedir (Bozkurt ve Karadakovan, 2020).

### **Müzik Terapisi**

Müzik terapisi, geçmişte farklı kültürlerde hastaların tedavisi ve rehabilitasyonu için kullanılmıştır. Müziğin duygulara ve düşüncelere etki ettiği, kendine ait bir anlatımı olduğu düşünülmüştür. Günümüzde hala aynı etkilerinin olduğu düşünülen müzik, Alzheimer hastalarının sinir sistemini olumlu bir şekilde etkileyerek hastaların duygu ve düşüncelerinde anlamlı tepkilerin meydana gelmesini kolaylaştırmaktadır (Kıyak, 2019; Akın vd., 2023).

Müzik ile terapi yönteminde melodi ve ritimler tedavi amacıyla kullanılmaktadır. Psikolojik hastalıklarda müziğin dopamin, serotonin, testosteron, adrenalin gibi hormonların olumlu etkilenerek duygusal durumların düzenlendiği belirtilmektedir. Ayrıca solunum ritmi, kan basıncı gibi fizyolojik işlevleri de düzenleyerek beyinde oksijen dengesinin sağladığı ifade edilmektedir. Ayrıca müzik terapisi sonrasında hafif ve orta evredeki olan Alzheimer hastalarında depresyon ve anksiyete düzeylerinde azalma olduğunu kanıtlayan araştırmalar da bulunmaktadır (Akın vd. 2023).

### **Işık Terapisi**

Işık terapisi, sağlıkla ilişkili çeşitli sorunların tedavisinde kullanılmaktadır. Işık terapisi, gün ışığına maruz kalma, duvar, tavan ya da masaya sabitlenen cihazlar, armatürler aracılığı ile yayılan ışığa maruz kalma gibi farklı şekillerde uygulanır. Alzheimer hastaları açısından ışık terapisi, biyolojik saatin sıfırlanması, bilişsel işlevlerin geliştirilmesi ve semptomların azaltılması için kullanılmaktadır (Bozkurt ve Karadakovan, 2020).

### **Beslenme**

Besinlerin Alzheimer hastalığının önlenmesinde nasıl bir rol oynadığı tam olarak net olmamakla birlikte, bu durumun nöroinflamatuvar süreçlerin azaltılması yoluyla gerçekleştiği muhtemeldir. İnflamasyon, Alzheimer hastalığının patogeneğinde önemli bir rol oynar (Bogucka vd. 2025). Birçok çalışma, beslenme düzeninin AH'nın ilerlemesini geciktirmede kilit bir rol oynadığını ileri sürmektedir. AH'nın inflamatuvar bileşeni, yağ asitleri, vitaminler, flavonoidler, polifenoller, probiyotikler ve diyetle alınan ileri glikasyon son ürünleriyle takviye edilerek tedavi edilmiştir. Diğer nörolojik bozukluklarda koruyucu olan ketojenik diyetler, hastalığın önlenmesinde ve tedavisinde de büyük bir potansiyele sahip gibi görünmektedir (De la Rosa vd., 2020).

Literatür üç tür diyetle odaklanmaktadır. Bunlar (Bogucka vd. 2025; De la Rosa vd., 2020):

- Akdeniz diyeti: Akdeniz diyeti yıllar içinde evrim geçirmiş olsa da hâlâ temel olarak mevsim meyve ve sebzeleri, balık, zeytinyağı, peynir, yumurta, kuruyemiş, ekmek, belirli et türleri ve öğünlerde orta miktarda kırmızı şarap tüketimine dayanmaktadır. Akdeniz diyetinin kardiyovasküler hastalıklar, obezite, insülin bozuklukları, felç ve nörodejeneratif hastalık riskini azaltarak ölüm oranını azaltmadaki olumlu etkisi çok sayıda çalışmada gösterilmiştir.

- Hipertansiyonu durdurmaya yönelik diyet yaklaşımları (DASH): Bu diyet, adından da anlaşılacağı gibi hipertansiyonla mücadele etmek için oluşturulmuş ve düşük yağlı süt ürünleri, kuruyemişler, tohumlar, meyve ve sebzeler, yağsız etler ve karbonhidratları içermektedir. Bu ürünlerde bulunan potasyum, kalsiyum ve magnezyum, endotel disfonksiyonunu önlemeye ve kan damarlarının düz kaslarını gevşetmeye yardımcı olur. Ayrıca iltihap önleyici özelliklere sahiptir ve hipertansiyon gelişimini önleyerek, bunama için bir diğer önemli risk faktörüne karşı da koruma sağlamaktadır.

- Nörodejeneratif gecikme için Akdeniz-DASH kombinasyon diyeti (MIND): MIND diyeti, DASH ve Akdeniz diyetlerinin birleşimidir fakat tam bir kombinasyonu değildir ve bazı farklılıklar içerir. MIND diyeti, sık sık yapraklı yeşil sebzelerin tüketilmesini vurgular, meyve alımına o kadar önem vermez, ancak yaban mersini ve çilek gibi meyvelerin bol miktarda tüketilmesini önerir. MIND diyetinin, bilişsel işlevlerde daha yavaş bir gerilemeyle ilişkili olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, Akdeniz diyeti'nin aksine, MIND diyetinde ideal balık miktarı haftada bir porsiyondur. Veriler, MIND diyetinin Alzheimer hastalığını önlemede Akdeniz ve DASH diyetlerinden daha fazla fayda sağladığını ve hatta orta düzeyde bile uygulanmasının önemli koruyucu özellikler sağlayabileceğini göstermektedir.

## **Rekreatif Faaliyetler**

Rekreatif faaliyetler, insanların yaşam kalitelerini artırarak, tatmin düzeylerini olumlu etkilemektedir. Rekreatif faaliyetler, insanların serbest zamanlarını değerlendirmek için gönüllü bir şekilde katıldıkları etkinlikleri içermektedir. Aynı zamanda rekreatif faaliyetler, bazı tedavi ve rehabilitasyon programlarıyla engelli, yaşlı ve hasta bireylerin fiziksel ve ruhsal sağlıklarının iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca önleyici yönü ile ileriki yaşlarda kişilerin sosyal ve fiziki hastalıklara yakalanmasını engellemektedir. Diğer bir açıdan koruyucu yönü ile de kişilerin ruh sağlıklarını korumalarına yardımcı olmaktadır. Yapılan çalışmalar, golf, yüzme, voleybol, satranç, hafıza oyunları gibi rekreatif faaliyetlerin, Alzheimer hastalığı ve bunama benzeri hastalıklara sahip yaşlı bireylerin uzun süreli bakımı açısından etkili olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte heykel, resim, nesne-canlı resim boyama, kolaj gibi sanatsal etkinlikleri içeren rekreatif faaliyetlerin, demanslı yaşlı bireylerin bilişsel ve psikososyal

gelişimlerinde önemli oranda iyileşme sağladığı belirtilmektedir (Akın vd. 2023).

## **Dans**

Dans uygulamaları, Alzheimer hastalığı ve ilgili nörodejeneratif bozuklukların tedavisinde umut verici bir ilaç dışı tedavi yöntemi olarak ortaya çıkmış ve bilişsel işlev, ruh hali düzenlemesi ve fiziksel koordinasyon üzerinde önemli faydalar sağlamıştır. Dans, Alzheimer hastalığı olan bireylerde fiziksel fonksiyon üzerinde de faydalı bir etkiye sahiptir. Düzenli dans katılımı, hastalık ilerledikçe genellikle zayıflayan motor becerileri, dengeyi ve koordinasyonu geliştirir. Sonuç olarak dans, Alzheimer hastaları için büyük bir endişe kaynağı olan düşme riskini azaltabilir ve daha uzun süre işlevsel bağımsızlığın korunmasına yardımcı olabilir. Ayrıca dans, Alzheimer hastalarının hareket kabiliyetini ve genel fiziksel sağlığı korumak için gerekli olan kas gücünü ve eklem esnekliğini korumaya yardımcı olur (Lachowska vd., 2025).

Dans, doğası gereği sosyaldır ve başkalarıyla etkileşimi teşvik eder; bu da Alzheimer hastalarının yaşam kalitesini iyileştirmede önemli bir faktördür. Sosyal etkileşim, Alzheimer hastaları için hayati önem taşır çünkü izolasyon duygularını azaltmaya ve sürekli etkileşimler yoluyla bilişsel işlevi desteklemeye yardımcı olabilir. Özellikle grup ortamında gerçekleştirilen dans etkinlikleri, sosyal bağları güçlendirir ve kendini ifade etme için bir platform sağlayarak öz saygıyı artırabilir ve bir topluluk duygusu yaratabilir. Grup dansı müdahalelerinin, olumlu sosyal bağları teşvik ederek ve Alzheimer hastalarının sıklıkla yaşadığı duygusal sıkıntıyı azaltarak hem sosyal refahı hem de bilişsel sonuçları iyileştirdiği gösterilmiştir (Tao vd., 2022).

Dans hareketleri, motor kontrol, duysal işleme ve bilişsel görevlerle ilgili beyin bölgelerini uyararak beyin plastisitesini ve nörojenezi artırır. Düzenli olarak dansa katılmanın, beyin kaynaklı nörotrofik faktör (BDNF) seviyelerini artırdığı ve nöroinflamasyonu azalttığı gösterilmiştir. Çok sayıda çalışma, dansın Alzheimer hastaları üzerindeki etkilerini incelemiş ve hafıza, yönetici işlevler, motor beceriler ve sosyal etkileşimle ilgili çeşitli beyin bölgelerini harekete geçirdiğini göstermiştir. Dansın Alzheimer hastaları üzerindeki temel etkilerinden biri, bilişsel işlevler üzerindeki olumlu etkisidir. Dans, senkronizasyon, hafıza, dikkat ve uzamsal farkındalık gerektiren karmaşık motor ve bilişsel görevler içerir. Çalışmalar, dansın kontrol, hafıza ve işlem hızı gibi bilişsel yetenekleri geliştirebileceğini göstermiştir (Lachowska vd., 2025).

Bilişsel iyileştirmelere ek olarak, dansın ruh hali düzenlemesi üzerinde de önemli faydaları vardır. Alzheimer hastalığına sıklıkla depresyon, anksiyete ve ajitasyon belirtileri eşlik eder ve bu da bilişsel gerilemeyi şiddetlendirip yaşam kalitesini düşürebilir. Dans müdahalelerinin, neşe ve rahatlama duygularını destekleyen endorfin üretimini artırarak duygusal refahı iyileştirdiği gösterilmiştir. Çalışmalar, dansın AH'li bireylerde ajitasyonu önemli ölçüde



azaltabileceğini ve ruh halini iyileştirebileceğini, böylece genel duygusal sağlığın daha iyi hale gelebileceğini göstermiştir (Tao vd., 2022).

### **Fiziksel Egzersiz**

İlaç dışı tedavi yöntemleri arasında fiziksel egzersiz, düşük maliyeti, uygulama kolaylığı ve minimum yan etkileri nedeniyle sıklıkla Alzheimer hastalığı (AH) için ek bir tedavi olarak kullanılmaktadır (Hu vd., 2025). Fiziksel egzersiz, bir veya birden fazla fiziksel uygunluk bileşenini geliştirmek ve korumak amacıyla planlı yapılan, yapılandırılmış ve tekrarlı hareketler şeklinde tanımlanmaktadır. Tür, doz ve süre gibi bazı bileşenleri olan fiziksel egzersizin farklı türleri vardır. Bunlar (Chodzko-Zajko vd., 1998):

- Aerobik egzersiz; vücudun büyük kaslarının uzun süreler boyunca ritmik bir şekilde hareket ettiği egzersizleri ifade eder.
- Kuvvet egzersizi; kasların uygulanan bir kuvvete veya dirence karşı çalışmasını veya tutunmasını sağlayarak bu yeteneği geliştiren egzersizlerdir.
- Esneklik egzersizi; bir eklem etrafındaki hareket açıklığını korumak veya genişletmek için tasarlanmış aktivitelere dayanmaktadır.
- Denge egzersizi; alt vücut gücünü artırmak ve düşme olasılığını azaltmak için tasarlanmış aktivitelerin bir kombinasyonunu ifade eden egzersizlerdir.

Fiziksel egzersiz, Alzheimer hastalığı olan bireylerde bilişsel sağlığı desteklemek için güvenli ve umut verici bir ilaç dışı tedavi yöntemi olarak ortaya çıkmıştır (Paillard, Blain ve Bernard, 2024). Yaşlıların yardım almaksızın kendi kendilerine uyguladıkları fiziksel egzersiz; günlük işlerini yapabilmeleri, kas-iskelet güçsüzlüğünü ve sarkopeni riskini azaltmak, esnekliği artırmak, düşme riskini azaltmak için dengeyi geliştirmek ve korumak açısından oldukça önemlidir. Dans, tempolu yürüyüş, yüzme, koşu, bisiklet ve yüzme gibi aerobik egzersizleri, lastik toparların sıkılması ve elastik direnç bantlarının kullanılması ve ağırlık kaldırma gibi direnç egzersizlerini, bükme ve germe, tai chi, yoga ve pilates gibi esneklik ve denge egzersizlerini içermektedir (Bozkurt ve Karadakovan, 2020).

Yapılan çalışmalar fiziksel egzersizin Alzheimer hastalığının başlangıcını geciktirebileceğini (Tekin vd., 2025) ve Alzheimer hastalığı geliştirme riskini azalttığını ve hastalığı kontrol etme fonksiyonlarını artırdığını öne sürmektedir (Sui ve Wang, 2025). Ayrıca fiziksel egzersize katılmanın ve vasküler riski azaltarak AH'nin ilerlemesini geciktirmede ek koruyucu etkilere sahip olabileceği de belirtilmektedir (De la Rosa vd., 2020). Son veriler, fiziksel aktivitenin sadece Alzheimer hastalığının sıklığını azaltmakla kalmadığını, aynı zamanda orta düzeyde fiziksel egzersizlerin fonksiyonel ve bilişsel yetenekler üzerinde faydalı roller üstlenerek Alzheimer hastalarının yaşam kalitesini iyileştirdiğini ortaya koymuştur (Şovrea vd., 2025).

Fiziksel egzersiz, önleyici etkilerinin yanı sıra, Alzheimer hastalığından etkilenen bireylerin tedavisinde de hayati bir rol oynar. Düzenli egzersizin, özellikle orta yoğunlukta fiziksel aktivitenin, bilişsel işlevleri ve motor becerileri geliştirerek hastalığın ilerlemesini yavaşlattığı gösterilmiştir. Ayrıca, Alzheimer hastalarının beyinlerinde plak oluşumunda rol oynayan beta-amiloid seviyelerinde azalma ile de ilişkilidir (De la Rosa vd., 2020; Lachowska vd., 2025). Dolayısıyla fiziksel egzersiz genellikle AH ve diğer demansı olan yaşlı bireyler için de önerilmektedir (Bozkurt ve Karadakovan, 2020).

Alzheimer hastalığının erken evrelerinde motor görevlerde performans kayıpları gözlemlenmiş ve bu durum fonksiyonel kapasitelerde düşüş, daha fazla sakatlık ve düşme riski ile ilişkilendirilmiştir. Hastalığın ilerlemesiyle birlikte sertlik arttıkça yürüme hızı da azalır. Yürüme hızındaki bu azalma, sarkopeni ve ilerleyici kilo kaybıyla daha da belirginleşir. Öte yandan, fiziksel egzersizin fiziksel ve fonksiyonel kapasitenin çeşitli alanlarında faydalı etkileri olduğu belirtilmektedir (Cámara-Calmaestra vd., 2022).

Fiziksel egzersizin yalnızca vücutta değil aynı zamanda beyin üzerinde de olumlu etkileri bulunmaktadır (Tekin vd., 2025). Egzersiz, anjiyogenez, nörogenez, sinaptogenez ve öğrenmeyi, hafızayı ve beyin plastisitesini artıran nörotrofik faktörlerin uyarılması dahil olmak üzere farklı fizyolojik olayları destekleyen bir dizi hücresel ve moleküler süreci tetikleyerek beyinde anatomik, hücresel ve moleküler düzeylerde değişikliklere neden olur (De la Rosa vd., 2020).

Fiziksel egzersiz, hipokampal hacim ve serebral perfüzyon düzeyi üzerindeki etkileri nedeniyle AH'ye karşı koruyucudur (Cámara-Calmaestra vd., 2022; Şovrea vd., 2025). ). Beyindeki genetik değişiklikler, öğrenme ve hafıza ile ilişkili olan hipokampus bölgesinde aktive olmaktadır ve bu da beyin plastisitesini artırarak beyin sağlığını desteklemektedir (Tekin vd., 2025).

Fiziksel egzersizi yalnızca genel beyin yaşlanmasını yavaşlatmakla kalmayıp, aynı zamanda Alzheimer gibi hastalıkların önlenmesinde ve ilerlemesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Fiziksel egzersiz, Alzheimer hastalığı olan bireyler üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir ve hem hastalığın önlenmesinde hem de ilişkili semptomların yönetiminde önemli bir rol oynar. Önleme açısından, fiziksel egzersiz Alzheimer hastalığına yakalanma riskini azaltan çeşitli biyolojik ve fizyolojik mekanizmaları etkiler. Düzenli egzersiz, nöroplastisiteyi ve nörogenezisi destekleyerek yeni sinir hücrelerinin oluşumunu kolaylaştırır ve beyin plastisitesini artırır (Lachowska vd., 2025).

Alzheimer hastalarının kan ve beyin BDNF seviyeleri, hastalığın erken evrelerinden itibaren düşüktür ve BDNF seviyeleri bilişsel işlevlerle pozitif korelasyon gösterir. Bu inflamasyon belirteçleri, fiziksel egzersizin etkisiyle düzenlenebilir ve AH'nin bazı patolojik özelliklerini iyileştirebilir (Cámara-Calmaestra vd., 2022). Yapılan araştırmalar, fiziksel aktivitenin beyin sağlığını

destekleyen ve nörodejenerasyona karşı koruma sağlayan BDNF gibi nörotrofik faktörlerin seviyelerini artırdığını göstermektedir. Fiziksel aktivite beyin kan akışını iyileştirerek nöronlara daha fazla oksijenlenme ve besin iletimi sağlar ve bu da beyin Alzheimer hastalığının altında yatan dejeneratif süreçlerle başa çıkma kapasitesini artırır (Lachowska vd., 2025).

Diğer tedaviler ile birleştirilen egzersiz, demansın genel davranışsal ve psikolojik semptomlarını da iyileştirmek için en uygun, ilaçsız yöntem olarak tanımlanmıştır (Sönmez ve Hocaoglu, 2025; Şovrea vd., 2025).). Fiziksel aktivite ruh halinin iyileşmesine katkıda bulunur ve Alzheimer hastalarında yaygın olan ve hastalığın semptomlarını şiddetlendiren depresif semptomları hafifletir. Fiziksel egzersiz, endorfin salınımını artırarak stresi azaltmaya ve genel refahı iyileştirmeye yardımcı olur (De la Rosa vd., 2020; Lachowska vd., 2025). Fiziksel aktivite, demans riskinin azaltılmasında çeşitli şekillerde etkilidir. Kan basıncını veya kan şekeri seviyelerini düşürerek demans için metabolik ve vasküler risk faktörlerini azaltmanın yanı sıra stres seviyelerini de azaltır (Bogucka vd., 2025).

AH hastalarında hem aerobik egzersiz hem de direnç egzersizlerinin bilişsel işlevi iyileştirmede etkili olduğu belirtilirken günlük yaşam aktivitelerini iyileştirmede yardımcı olabileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca AF hastalarının yaşam kalitesindeki iyileşmenin, egzersizin türü ve yoğunluğu gibi belirli özelliklerine bağlı olarak değişebileceği belirtilmiştir (Hu vd., 2025).

Son olarak, fiziksel aktivite hareket kabiliyetinin korunmasına yardımcı olur ve Alzheimer hastalarının yaşam kalitesini artırır. Kas gücünü, dengeyi ve koordinasyonu geliştirerek düşme riskini azaltır ve günlük işlevselliği destekleyerek daha fazla bağımsızlığa ve yaşam kalitesine katkıda bulunur (Lachowska vd., 2025).

### **Aerobik Egzersizler**

Fiziksel hareketsizlik, dünyada her yıl bulaşıcı olmayan hastalıklardan kaynaklanan yaklaşık 5 milyon ölüme neden olmaktadır. Fiziksel olarak aktif bir yaşam ile bilişsel gerileme riski arasındaki ters ilişki yaygın olarak belgelenmiştir. Aerobik egzersizler (AE), yaşlanmanın bilişsel işlevler üzerindeki olumsuz etkisini hafifletmede en sık kullanılan seçenek olmuştur. Uzun süreli aerobik egzersizlerin fizyolojik hafıza kaybının başlangıcını geciktirerek, nörodejenerasyona ve egzersizin yaş ile ilgili hafıza kayıplarına karşı önleyici bir yöntem olarak oldukça etkilidir. Bununla birlikte, egzersiz uygulamalarının beyin yaşlanmasının geciktirilmesinde olumlu sonuçlar gösterdiği belirtilmektedir (De la Rosa vd., 2020). Dolayısıyla aerobik egzersizler, Alzheimer hastalığı (AH) için umut verici bir müdahale olarak ortaya çıkmış olup, hastalığın hem önlenmesinde hem de semptomlarının yönetilmesinde potansiyel faydalar göstermektedir (Lachowska vd., 2025).

Aerobik egzersizin Alzheimer hastalığı olan bireylerde bilişsel işlevler üzerinde önemli olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir. Araştırmalar, yürüyüş, bisiklete binme veya yüzme gibi aktivitelere düzenli katılımın hafızayı, dikkati ve yürütücü işlevleri geliştirebileceğini göstermektedir. Aerobik egzersizin bilişsel işlevlerde, özellikle yürütücü kontrol ve işlem hızı alanlarında orta düzeyde iyileşmelerle ilişkili olduğunu bulmuştur. Bu bilişsel gelişmeler, bilişsel gerilemenin ilerlemesini yavaşlatmaya yardımcı olabildikleri için Alzheimer hastalığının erken ve orta evrelerinde olan bireylerde özellikle önemlidir (Zhang vd., 2022). Yapılan araştırmalar, düzenli aerobik egzersizin kalp damar sağlığını iyileştirerek, beyin fonksiyonlarını artırarak bunama riskini azaltabileceğini de göstermektedir (Lachowska vd., 2025).

Hareketsiz yaşlılarda uzun süreli aerobik egzersizler reaksiyon süresi, motor fonksiyon ve bilişsel işlem hızında iyileşmeler göstermiştir. Bu da egzersizin yaşa bağlı motor performans ve bilişsel işlem hızındaki düşüşleri tersine çevirmede veya en azından yavaşlatmada etkili olduğunu göstermektedir (De la Rosa vd., 2020). Ancak bazı kanıtlar, AE uygulamalarının yaşlı bireylerde (60-80 yaş) bilişsel fonksiyonlarda her zaman iyileşme sağlamadığını da göstermektedir. Bu çelişkili sonuçlar, aerobik egzersiz uygulamalarının süresi, sıklığı ve/veya yoğunluğu ile açıklanabilir (Lachowska vd., 2025; De la Rosa vd., 2020).

AE'nin AH hastalarında semptomları iyileştirdiği kesin mekanizmalar henüz kesin olarak belirlenmemiş olsa da, AE'nin AH hastaları üzerindeki olumlu etkileri belirli altta yatan mekanizmalar aracılığıyla artırılabilir (Hu vd., 2025). AE'nin AH hastalarında genel bilişselliği iyileştirmenin potansiyel mekanizmaları, AE'nin nöroplastisite ve beyin sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini içerebilir (Hu vd., 2025). Genel olarak, AE, AH hastalarındaki semptomları öncelikle nöroplastisiteyi artırarak, BDNF seviyelerini yükselterek ve bilişsel işlevi güçlendirerek iyileştirir (Hu vd., 2025; Abdullahi, Wong ve Ng, 2024). Birçok çalışma, AE'nin BDNF'yi artırabileceğini ve böylece hafıza ve dikkat gibi çeşitli bilişsel alanları iyileştirebileceğini göstermiştir (Hu vd., 2025).

Alzheimer hastalarının beyinlerinde düşük BDNF seviyeleri bulunmuştur ve bu da BDNF üretimini artırmanın hastalığın başlangıcını geciktirmede etkili bir alternatif olabileceği hipotezini desteklemektedir. İnsanlarda yapılan çeşitli çalışmalar, hem akut hem de kronik egzersizin periferik BDNF seviyelerinde artışa katkıda bulunduğunu ve bazı durumlarda bilişsel işlevlerde kazanımlarla ilişkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, aerobik egzersizle tetiklenen hipokampal hacim artışları, bilişsel olarak sağlıklı yaşlı bireylerde daha yüksek serum BDNF seviyeleriyle ilişkilidir ve yüksek serum BDNF seviyeleri düşük AH riskiyle ilişkilendirilmiştir. AH hastalarında BDNF sentezi ve salınımından sorumlu yolların egzersizle uyarılmaya yatkın olduğu görülmektedir. Nitekim, bir seanslık akut aerobik egzersiz, AH hastalarında ve sağlıklı kontrollerde BDNF plazma seviyelerini artırmıştır (De la Rosa vd., 2020).

Yaşlanma, bilişsel işlev ve beyin kan akışında (CBF) ilerleyici kayıplarla ilişkilendirilmiştir. Orta yaşlı ve yaşlı bireylerde CBF'nin yaşla birlikte azalma oranının yılda %0,35 ila %0,45 olduğu gösterilmiştir. Bu durum, bilişsel işlevlerde hızlanan bir düşüşe ve genel popülasyonda demans riskinin artmasına yol açar (De la Rosa vd., 2020). Egzersiz sırasında CBF artması, beyin sağlığını destekleyen önemli fizyolojik mekanizmalardan biri olarak kabul edilmektedir. Egzersize bağlı olarak CBF artarak, beyin dokusunun daha iyi oksijenlenmesi sağlanır (Atalay, 2025). Yaşlı yetişkinlerde düzenli egzersiz yapmanın hem periferik endotel fonksiyonu hem de hipokampus gibi bölgelerdeki CBF artışı üzerinde olumlu bir etkisi vardır. Orta yaşlı ve bilişsel olarak sağlıklı bireylerde, 12 hafta boyunca haftada 3 saat aerobik egzersiz gibi kısa süreli egzersiz programları bile, ön singulat ve hipokampus gibi bölgelerdeki CBF'yi istirahat halinde iyileştirmek için yeterlidir. CBF, insanların yaşam tarzındaki küçük değişikliklere duyarlıdır ve bu nedenle beyin sağlığını korumak için düzenli egzersiz yapmayı gerekli kılar (De la Rosa vd., 2020).

Aerobik egzersiz ve Alzheimer hastalığı ile ilgili en çarpıcı bulgulardan biri, beyinde yapısal değişikliklere neden olma potansiyelidir. Düzenli aerobik aktivite, hafıza ve mekansal navigasyon için önemli bir beyin bölgesi olan hipokampal hacimde artışla ilişkilendirilmiştir. Alzheimer hastalığı olan bireylerde hipokampus, hafıza bozukluklarına yol açan önemli atrofi yaşayan ilk bölgelerden biridir. Aerobik egzersizin bu atrofiyi dengeleyerek hipokampal hacmi korumaya, hatta artırmaya yardımcı olduğu görülmektedir (Lachowska vd., 2025).

Aerobik egzersizin etkileri, özellikle bilişsel işlevlerde kritik rol oynayan hipokampus ve prefrontal korteks gibi beyin bölgelerinde daha belirgin görülmektedir. Yaşlı bireylerde yapılan randomize kontrollü bir çalışmada, haftada en az 150 dakika orta şiddette aerobik egzersiz yapılmasının, gri madde yoğunluğunu artırdığı, beyin atrofisini yavaşlattığı ve bilişsel gerilemeyi önemli ölçüde azalttığı görülmüştür (Atalay, 2025). Literatürde bir yıllık orta yoğunluklu egzersizin (haftada 3 gün, 40 dakika) sağlıklı yaşlı bireylerde hipokampus boyutunu artırdığını ve uzamsal hafızayı geliştirdiği, altı aylık aerobik egzersizin ise (haftada 3 gün, 60 dakika) bilişsel olarak sağlıklı yaşlı bireylerde, manyetik rezonans görüntüleme ile ölçülen ön singulat korteksteki (duygusal ve bilişsel işlev düzenleme merkezi) hem gri hem de beyaz cevheri artırdığı belirtilmektedir (Lachowska vd., 2025; De la Rosa vd., 2020).

Ayrıca AE'nin Alzheimer hastalığındaki nörodejeneratif süreçlere önemli ölçüde katkıda bulunan nöroinflamasyonu azalttığı gösterilmiştir. AE, inflamasyon belirteçlerini düzenleyerek ve anti-inflamatuvar yolları aktive ederek, AH'de gözlemlenen kronik nöroinflamasyonu hafifletmeye yardımcı olabilir ve potansiyel olarak hastalığın ilerlemesini yavaşlatabilir (Abdullahi, Wong ve Ng, 2024).

AH hastalarında günlük yaşam kalitesinin iyileştirilmesi hem fiziksel sağlık hem de psikolojik refahla da ilişkili olabilir. Günlük yaşam kalitesi, günlük işleyişin birçok yönünü kapsar. Egzersiz, kardiyovasküler kondisyon ve kas gücünü artırmada olumlu bir rol oynar. AE sayesinde belirli işlevler iyileşir ve dolaylı olarak çamaşır yıkama ve yemek pişirme gibi aktivitelerin akıcılığı kolaylaşır, böylece temel günlük aktiviteleri gerçekleştirme becerisi artar (Hu vd., 2025). Ayrıca hareket kabiliyetini, dengeyi ve fiziksel işlevi artırarak daha fazla bağımsızlık sağlar ve Alzheimer hastaları için önemli bir endişe kaynağı olan düşme riskini azaltır. Alzheimer hastalığı olan bireylerin yaşam kalitesinin genel olarak iyileşmesine de katkıda bulunur (Lachowska vd., 2025). Günlük yaşam kalitesini iyileştirmede en yüksek en etkili direnç egzersizlerinin olduğu daha sonra ise aerobik egzersizlerin ikinci sırada etkili olduğu ifade edilmiştir (Hu vd., 2025).

AH hastalarında aerobik egzersizler, ruh halini de düzenleyebilir. Uzun süreli ve yapılandırılmış egzersiz müdahaleleriyle AH hastalarının duygusal durumu iyileşir ve böylece genel yaşam deneyimleri iyileşir (Hu vd., 2025). Düzenli fiziksel egzersiz, Alzheimer hastalarında yaygın olan depresyon ve anksiyete belirtilerini azaltabilir (Lachowska vd., 2025). 60 yaş ve üzeri Alzheimer hastası bireylerde yapılan çalışmada diğer egzersiz uygulamalarına göre aerobik egzersizin genel bilişsel işlevi iyileştirmede en etkili müdahale olabileceği, fiziksel aktivite programlarının ise depresyonu iyileştirmede etkili olduğu belirtilmiştir (Hu vd., 2025).

### **Direnç Egzersizleri**

Direnç egzersizi (DE), kuvvet antrenmanı veya ağırlık antrenmanı olarak da bilinir, kas kasılmasına karşı direnç kullanarak kas gücünü, dayanıklılığını ve boyutunu geliştirmek için tasarlanmış bir fiziksel egzersiz biçimidir. Bu direnç, dambıl, halter gibi serbest ağırlıklar, ağırlık makineleri, direnç bantları ve hatta vücut ağırlığı egzersizleri dahil olmak üzere çeşitli yöntemlerle sağlanabilir (Lachowska vd., 2025).

DE, kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu bir etkiye sahip olmasının yanı sıra, miyokin salınımı yoluyla AH riskine ve genel bilişsel performansa karşı önemli ölçüde etkilidir. Aerobik egzersizlerin AH hastalarında bilişsel performans üzerinde olumlu etkisine dair güçlü kanıtlar bulunmasına rağmen direnç egzersizlerinin AH hastalarındaki etkileri henüz net değildir (Cámara-Calmaestra vd., 2022).

Bununla birlikte yürüme ve koşma gibi aerobik egzersizler ile ağırlık kaldırma gibi direnç egzersizlerinin ya da bu egzersiz tiplerinin kombine edilmesinin beyin sağlığının korunmasında farklı katkıları olabilmektedir. Beyin sağlığını korumada, aerobik egzersizlerin yanı sıra direnç egzersizleri de önemli katkılar sağlamaktadır. Direnç egzersizleri, özellikle ileri yaş bireylerin bilişsel

işlevlerinin sürdürülmesine yönelik olumlu etkiler göstermektedir (Atalay, 2025).

DE'in Alzheimer hastalarında bilişsel işlevi iyileştirdiği gösterilmiştir. Çalışmalar, direnç antrenmanının özellikle nörodejenerasyon riski taşıyan yaşlı yetişkinlerde hafızayı, yönetici işlevleri ve dikkati artırabileceğini göstermektedir. Bu gelişmelerin altında yatan moleküler mekanizmalar, bilişsel sağlığın korunması için hayati önem taşıyan artan nöroplastisite, gelişmiş sinaptik işlev ve yüksek BDNF seviyelerini içerebilir. Bu etkiler, nörodejenerasyonun henüz ileri bir aşamaya ulaşmadığı AH'nin erken evrelerinde özellikle faydalıdır (Lachowska vd., 2025).

Direnç egzersizlerinin yaşlı bireylerde bilişsel bozukluk ve günlük hayatın kontrolü işlevleri üzerinde olumlu etkileri bulunurken çalışma belleği üzerinde bir etkisi yoktur. Direnç egzersizlerinin hafıza, dikkat ve günlük hayatın kontrolü işlevlerinde iyileşme sağlamanın yanı sıra bu faydaların egzersiz bitiminden 12 ay sonra da devam ettiğini göstermektedir (De la Rosa vd., 2020).

Alzheimer hastalığının ayırt edici özelliklerinden biri, hastalığın ilerlemesine önemli ölçüde katkıda bulunan nöroinflamasyondur. Direnç egzersizinin, öncelikle inflamatuvar sitokinleri ve mikroglia ve astrositler gibi glial hücrelerin aktivasyonunu düzenleyerek nöroinflamasyonu azalttığı gösterilmiştir. Alzheimer hastalığının hayvan modellerinde, kısa süreli direnç egzersizinin nöroinflamasyonu engellediği ve bunun Alzheimer hastalığıyla ilişkili nörodejeneratif süreçleri hafifletebileceği bulunmuştur (Lachowska vd., 2025).

DE, nöronal sağlığın desteklenmesine ve sinaptik plastisitenin artırılmasına yardımcı olur, potansiyel olarak Alzheimer hastalığında görülen nörodejeneratif süreçleri tersine çevirir veya yavaşlatır. Direnç egzersizi, Alzheimer hastalığını önlemenin yanı sıra ilerlemesini yavaşlatma konusunda da umut vaat etmektedir. Özellikle Alzheimer'ın klinik öncesi veya erken evrelerinde düzenli DE egzersizlerine katılım, bilişsel gerilemenin başlangıcını geciktirmeye yardımcı olabilir. Dahası, DE, Alzheimer teşhisi konmuş bireyler için faydalı olabilir ve yaşam kalitesini iyileştirmek, bilişsel bozukluğu azaltmak ve demansın diğer davranışsal ve psikolojik semptomlarını hafifletmek için farmakolojik olmayan bir yaklaşım sunabilir (Sepúlveda-Lara Sepúlveda ve Marzuca-Nassr, 2024).

Çeşitli çalışmalar, direnç antrenmanının beyinde neden olduğu yapısal değişiklikleri de incelemiştir. Yaşlı yetişkinlerde DE, özellikle Alzheimer'dan etkilenen hipokampus ve prefrontal korteks gibi beyin bölgelerinde gri madde hacminde artışlarla ilişkilendirilmiştir. Bu yapısal değişiklikler, beyin fonksiyonunun korunmasına ve demans gelişme riskinin azaltılmasına yardımcı olan nöroprotektif etkileri yansıtır olabilir. DE ayrıca nöronal hayatta kalmayı ve fonksiyonu destekleyen nörotrofik faktörlerin salınımını da destekler (Lachowska vd., 2025).

## **Kombine Egzersizler**

Kombine egzersizler, antrenmanı genellikle aerobik egzersiz, güçlendirme, esneklik ve denge antrenmanını birleştirir (Deng, Yu ve Lü, 2025). Çeşitli literatür taramaları, fiziksel aktivite, aerobik egzersizler ve denge egzersizleri de dahil olmak üzere çeşitli egzersiz türlerinin Alzheimer tedavisinde olumlu bir rol oynadığını göstermektedir (Hu vd., 2025).

Aerobik ve direnç egzersizlerinin birlikte uygulanmasının, tek başına uygulanan egzersiz tiplerine kıyasla daha belirgin bir bilişsel iyileşme sağladığı gösterilmiştir. Kombine aerobik ve direnç egzersizleri, yaşlı yetişkinlerde bilişsel performansın artmasına, bölgesel beyin hacimlerinin korunmasına ve fiziksel işlevlerin iyileşmesine katkı sağlamaktadır. Birlikte uygulanan aerobik ve direnç egzersizler, özellikle yaşlı bireylerde beyin hasarına karşı bir tampon görevi görerek, nörodejeneratif süreçleri yavaşlatan bilişsel rezervin korunmasına yardımcı olmaktadır (Atalay, 2025).

Çok bileşenli egzersiz, özellikle bilişsel alan olmak üzere, AH hastaları için etkinliği açısından oldukça tartışmalıdır. Bazı bilim insanları, kombine müdahalede, aşırı doz nedeniyle deneklerde fiziksel ve zihinsel yorgunluğa yol açabileceğine ve dolayısıyla müdahalenin etkisini azaltabileceğine inanmaktadır. Ayrıca, eş zamanlı aerobik egzersiz ve direnç egzersizinin, izole direnç egzersizinin anabolizma adaptasyonu üzerinde olumsuz etkileri olduğu, örneğin moleküler düzeyde güç gelişiminde potansiyel bir engel oluşturduğu gösterilmiştir (Deng, Yu ve Lü, 2025).

Ayrıca egzersizin, özellikle bilişsel eğitimle birleştirildiğinde hafıza, konsantrasyon ve problem çözme becerileri de dahil olmak üzere bilişsel yetenekleri geliştirdiği gösterilmiştir (Azevedo vd., 2023). Araştırmacılar, fiziksel egzersizin demans ve Alzheimer hastalığının gelişimini etkileyip etkilemediği konusunda fikir birliğine varamamışlardır ancak etkisini açıklayabilecek birçok mekanizma tespit edilmiştir. Çalışma sonuçlarından bağımsız olarak, fiziksel aktivite diyabet, koroner arter hastalığı ve felçle mücadelede ve dolaylı olarak demansı önlemede bilinen, basit ve uygun maliyetli bir yöntem olarak yine de teşvik edilmelidir (Bogucka vd. 2025).



## KAYNAKLAR

- Abdullahi, A., Wong, T. W. ve Ng S. S. (2024). Understanding the mechanisms of disease modifying effects of aerobic exercise in people with Alzheimer's disease. *Ageing Res Rev.*, 94, 102202. doi: 10.1016/j.arr.2024.102202.
- Akın, A., Baş, M. ve Akın, A. (2023). Rekreatif faaliyetlerin alzheimer hastaları üzerindeki etkisi. *Journal of Abant Social Sciences*, 23(1), 678-689. doi.org/10.11616/asbi.1222657.
- Alıcılar, H. E. ve Çalışkan, D. (2021). Alzheimer hastalığı ve korunma stratejileri. *Sted*, 30(2), 107-115. doi.org/10.17942/sted.888837.
- Atalay, E. (2025). Beyin sağlığını korumada egzersizin önemi. *Beyin Farkındalığı, Özel Sayı*, 18-23. doi:10.20515/otd. 1749293.
- Aydın Yıldırım, T. ve Kitiş, Y. (2020). The effect of aromatherapy application on cognitive functions and daytime sleepiness in older adults living in a nursing home. *Holistic Nursing Practice*, 34(2), 83-90. DOI: 10.1097/HNP.0000000000000371.
- Azevedo, C. V. , Hashiguchi, D., Campos, H. C., Figueiredo, E.V., Otaviano, S. F. S. D., Penitente, A. R., Arida, R. M. ve Longo, B. M. (2023). The effects of resistance exercise on cognitive function, amyloidogenesis, and neuroinflammation in Alzheimer's disease. *Front Neurosci.*, 17, 1131214. doi: 10.3389/fnins.2023.1131214.
- Ballard, C., Gauthier, S., Corbett, A., Brayne, C., Aarsland, D. ve Jones, E. (2011). Alzheimer's disease. *The Lancet*, 377(9770), 1019-1031. DOI: 10.1016/S0140-6736(10)61349-9.
- Bogucka, A., Kotkowiak, A., Knyszalska, K., Łabuda, M., Sowińska, T., Szema, A., Mentel, O., Słojewska, A., Sikora, J. ve Królikowska, K. (2025). The role of diet, physical activity, and lifestyle in alzheimer's disease prevention: a literature review. *Journal of Education, Health and Sport*, 80, 60011. eISSN 2391-8306.
- Baumgart, M., Snyder , H. M., Carrillo, M. C., Fazio, S., Kim, H. ve Johns, H. (2015). Summary of the evidence on modifiable risk factors for cognitive decline and dementia: A population-based perspective. *Alzheimers Dement*, 11(6), 718-26. doi: 10.1016/j.jalz.2015.05.016.
- Bozkurt, C. ve Karadakovan, A. (2020). Alzheimer hastalarında kullanılan ilaç dışı tedavi yöntemleri. *Ordu Üniversitesi Hemşirelik Çalışmaları Dergisi*, 3(3), 329-337. doi.org/10.38108/ouhcd.775116.
- Cámara-Calmaestra, R., Martínez-Amat, A., Aibar-Almazán, A., Hita-Contreras, F., Miguel Hernando, N. ve Achalandabaso-Ochoa, A. (2022). Effectiveness of physical exercise on alzheimer's disease. A systematic review. *J. Prev Alz Dis.*, 4(9), 601-616. doi: 10.14283/jpad.2022.57.

- Chodzko-Zajko, W. J., Proctor, D. N., Fiatarone Singh, M. A., Minson, C. T., Nigg, C. R., vd. (1998). American college of sports medicine position stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exer.*, 30(6), 992-1008. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181a0c95c.
- De la Rosa, A., Olaso-Gonzalez, G., Arc-Chagnaud, C., Millan, F., Salvador-Pascual, A., Garcia-Lucerga, C., vd. (2020). Physical exercise in the prevention and treatment of Alzheimer's disease. *Journal of Sport and Health Science*, 9(2020), 394-404. doi: 10.1016/j.jshs.2020.01.004.
- Deng, T., Yu, W. ve Lü, Y. (2025). Different physical exercise in the treatment of Alzheimer's disease. *PSYCHOGERIATRICS*, 25(e13207), 1-12. DOI: 10.1111/psyg.13207.
- Her, J. ve Cho, M. K. (2021). Effect of aromatherapy on sleep quality of adults and elderly people: A systematic literature review and meta-analysis. *Complementary Therapies in Medicine*, 60, 102739. DOI: 10.1016/j.ctim.2021.102739.
- Hu, F., Peng, J., Wang, W., Shen, L. ve Jia, M. (2025). Comparing the impact of various exercise modalities on old adults with Alzheimer's disease: A Bayesian network meta-analysis. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 59(2025), 101968. DOI: 10.1016/j.ctcp.2025.101968.
- Lachowska, J., Senior, K., Smandek, J., Mielczarek, M., Sroczyńska, P. ve Sroczyński, J. (2025). The effect of physical activity on alzheimer's disease. *Quality in Sport*, 37, 57782. eISSN 2450-3118.
- Lane,, C. A., Hardy, J. ve Schott, J. M. (2018). Alzheimer's disease. *Eur J Neurol.*, 25(1), 59-70. doi.org/10.1111/ene.13439.
- Paillard, T., Blain, H. ve Bernard, P. L. (2024). The impact of exercise on Alzheimer's disease progression. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 24(4), 333-342. doi.org/10.1080/14737175.2024.2319766.
- Scheltens, P., De Strooper, B., Kivipelto, M., Holstege, H. vd. (2021). Alzheimer's disease. *Lancet*, 397(10284), 1577-1590. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)32205-4.
- Sengoku, R. (2020). Aging and Alzheimer's disease pathology. *Neuropathology*, 40(1), 22-29. DOI: 10.1111/neup.12626.
- Sepúlveda-Lara, A., Sepúlveda, P. ve Marzuca-Nassr, G. N. (2024). Resistance exercise training as a new trend in alzheimer's disease research: from molecular mechanisms to prevention. *Int J Mol Sci.*, 25(13), 7084. doi: 10.3390/ijms25137084.
- Sönmez, D. ve Hocaoglu, Ç. (2025). Alzheimer hastalığındaki nöropsikiyatrik semptomların yönetiminde güncel gelişmeler: Sistematik derleme. *Anadolu*

- Tekin, M., Küçükerdem, T. ve Küçükkoraş, M. (2025). Egzersizin beyin üzerindeki nörobiyolojik etkileri: BDNF ve nöroplastisite. Uluslararası Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi/ KMÜ UBESBD, 2(1), 13-28.
- Sui, S., Wang, M. (2025). Optimizing exercise dosage for executive function in alzheimer's disease: A Bayesian dose-response meta-analysis of randomized trials. Archives of Gerontology and Geriatrics, 139(2025), 106001. doi.org/10.1016/j.archger.2025.106001.
- Şovrea, A. S., Boşca, A. B., Dronca, E., Constantin, A. M., Crintea, A. vd. (2025). Non-drug and non-invasive therapeutic options in Alzheimer's disease. Biomedicines, 13(84), 2-34. DOI: 10.3390/biomedicines13010084.
- Tao, D., Supriya, R., Gao, Y., Li, F., Liang, W., Jiao, J., Huang, W. Y., Dutheil, F. ve Baker, J. S. (2021). Dementia and dance: medication or movement. Phys. Act. Health, 5(1), 250-254. DOI: https://doi.org/10.5334/paah.138.
- Tao, D., Gao, Y., Cole, A., Baker, J. S., Gu, Y., Supriya, R., Tong, T. K., Hu, Q. ve Awan-Scully, R. (2022). The physiological and psychological benefits of dance and its effects on children and adolescents: a systematic review. Front. Physiol., 13, 1-13. doi: 10.3389/fphys.2022.925958.
- Yıldırım, N. ve Can Eke, B. (2024). Alzheimer hastalığı, risk faktörleri ve tedavi. Ankara Ecz. Fak. Derg., 48(2), 766-790. doi.org/10.33483/jfpau.1441827.
- Zhang, S., Zhen, K., Su, Q., Chen, Y., Lv, Y., Yu, L. (2022). The effect of aerobic exercise on cognitive function in people with alzheimer's disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Int J Environ Res Public Health, 19(23), 15700. DOI: 10.3390/ijerph192315700.

# **BÖLÜM 10**

## **Kalp Atım Hızı Bölgeleriyle Egzersiz Yoğunluğu Belirleme**

**Elvin Onarıcı Güngör<sup>1</sup> & Gülsün Güven<sup>2</sup>**

---

<sup>1</sup> Doç. Dr., Eskişehir Teknik Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi,  
ORCID: 0000-0003-1523-0127

<sup>2</sup> Prof. Dr., Eskişehir Teknik Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi,  
ORCID: 0000-0002-2903-4197

## Giriş

Fiziksel aktiviteyle ilişkili çeşitli sağlık yararları, egzersizin sıklığına, yoğunluğuna, süresine ve türüne bağlıdır. Egzersiz yoğunluğu, bu unsurların en anlaşılması zor olanıdır ve yine de düzenli fiziksel aktivitenin sağladığı sağlık yararları ve özellikle kardiyovasküler sonuçlar üzerinde önemli etkileri vardır. Yetkililer, her hafta 1,5 saat orta ve şiddetli yoğunlukta egzersiz yapmamızı önermektedir. Kademeli testlerde belirlenen iki temel eşik vardır: egzersiz reçetelemek için uygun olan, homeostazın bireyselleştirilmiş bozulmasıyla ilgili sınırları yansıtan ventilasyon ve laktat eşikleri 1 ve 2, kritik güç/hız ve solunum kompanzasyon noktasına karşılık gelmektedir. Orta yoğunluklu fiziksel aktivite VT1 ve LT1'e yaklaşırken, yüksek yoğunluklu fiziksel aktivite iki eşik (1 ve 2) arasındadır. Egzersizi sabit bir metabolik hızda (MET sayısı) veya maksimum kalp atış hızı ya da maksimum oksijen alımının yüzdesinde ( $VO_{2maks}$ ) reçete etme yaygın uygulaması, bu metabolik sınırların bireysel değişkenliğini dikkate almamaktadır. Antrenman adaptasyonları gerçekleştikçe, bu sınırlar mutlak ve göreceli olarak değişecektir. Orta ila yüksek yoğunluk alanlarında düzenli egzersizi sürdürmek için yeniden değerlendirme gerekli olmaktadır (MacIntosh vd., 2021).

## Egzersiz Yoğunluğu

Egzersiz yoğunluğu dağılımı, egzersizin bireyselleştirilmesi, reçetelenmesi ve takibi için önem taşımaktadır. Kalp atış hızı değişkenliği (KAHD), ventilasyon ve laktat eşikleriyle ilişkilendirilerek egzersiz yoğunluğu dağılımı için bir biyobelirteç olarak önerilmektedir (Sempere-Ruiz vd., 2024). Egzersiz reçetesi oluştururken yoğunluk maksimum oksijen alımı ( $VO_{2maks}$ ), maksimum kalp atış hızı ( $KAH_{maks}$ ) veya maksimum iş hızı (yani maksimum güç çıkışı veya hız), kalp atım hızı rezervi (KAHR) gibi sabit maksimum referans yüzdelerine dayandırılmaktadır (Jamnick vd., 2020; Meixner vd., 2025).

Egzersiz sırasında  $VO_2$ , karbondioksit üretimi ( $VCO_2$ ) ve ventilasyon (VE) nefes nefes analiz edilmektedir. Solunum eşiği 1 (SE1), artımlı egzersiz testi verilerinden SE1'i belirlemek için üç geçerli yöntemle göre belirlenmektedir: 1) modifiye edilmiş V-eğim (V-slope) yöntemi; 2) ventilasyon eşdeğeri yöntemi ( $VE/VO_2$  yöntemi); ve 3) soluk sonu  $O_2$  basıncı yöntemi ( $PetO_2$ ). VE ile iş yükü arasındaki ilişki de dikkate alınmaktadır. V-eğim, SE1 tespiti için referans yöntem olarak kullanıldığı bir araştırmada bu nokta, diğer grafiklerde elde edilen nokta ile kontrol edilmiştir. Solunum eşiği 1 (SE2),  $VE/VCO_2$  grafiği kullanılarak, VE'nin  $VCO_2$ 'ye orantısız olarak arttığı noktada belirlenmektedir ve bu eşik VE ile iş yükü arasındaki ilişkinin en düşük noktası ve son tidal  $CO_2$  basıncının ( $PetCO_2$ ) W'a göre sapma noktası belirlenerek kontrol edilmektedir. SE1, hafif ve orta yoğunluktaki egzersiz arasındaki sınırı belirlemekte ve bu eşik civarında egzersiz yapmak aerobik metabolizmaların uyarılmasına olanak tanırken, SE1'in üzerinde kan laktat ve pH'ı sırasıyla artmaya ve azalmaya

başlamaktadır. SE2, yani solunum kompanzasyon noktasının, uzun süreli aerobik egzersiz için üst yoğunluk sınırı olan kritik güçle ilişkili olduğu öne sürülmüştür. SE2, orta ve yüksek yoğunluklu egzersiz arasındaki sınırı belirlemektedir. Bu nedenle, SE1 ve SE2'de elde edilen ilgili KAH değerleri, sırasıyla orta ve yüksek egzersiz yoğunluğu alanlarının sınırı olarak kabul edilmektedir ve egzersiz reçete etmek için kullanılmaktadır (Anselmi vd., 2021).

Maksimal oksijen tüketimi ölçümleri maliyetli ve cihaz gerektiren yöntemler olduğu için egzersiz yoğunluğu eşiklerini belirlemeye alternatif bir yol gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Kalp atış hızı değişkenliği (KAHD) kullanılarak eşik tespiti, KAH izlemenin genel popülasyon için nispeten basit, invaziv olmayan ve uygun maliyetli bir seçenek sunması nedeniyle son yıllarda kapsamlı bir şekilde araştırılmaktadır (Kaufmann vd., 2023). KAHD, kalp atış hızındaki dalgalanmalara dair veri sunmaktadır ve egzersiz de dahil olmak üzere çeşitli koşullardaki fizyolojik adaptasyonları ortaya çıkarabilmektedir (Manresa-Rocamora vd., 2021). Bir antrenman programı boyunca literatürde önerildiği gibi sporcunun durumuna göre antrenman yoğunluklarının günlük olarak ayarlanmasına olanak tanımaktadır (Van Hooren vd., 2023). En basit haliyle, egzersiz yoğunluğu egzersiz sırasındaki metabolik enerji talebi oranını ifade etmektedir. Egzersiz yoğunluğu mutlak terimlerle (örneğin, oksijen alımı dakikada litre, güç çıkışı watt, kalp atış hızı dakikada atım ve hareket hızı saniyede metre veya saatte km olarak) veya göreceli terimlerle (vücut ağırlığı, maksimum oksijen alımı, maksimum kalp atış hızı veya kalp atış hızı rezervine oranlanarak) ifade edilebilmektedir. Ancak, genetik, kondisyon durumu, eşlik eden hastalıklar ve diğer faktörlerin, akut egzersiz dönemlerinde homeostazı koruma yeteneğini etkilediği ve düzenli egzersize adaptasyonların yalnızca homeostazda yeterli bozulma meydana geldiğinde sağlanacağı kabul edilmelidir (Daussin ve ark., 2008).

### **Maksimal Kalp Atım Hızı**

Maksimal kalp atım hızını bildiren çalışmaların çoğu, yaygın bir artımlı  $VO_{2max}$  testinden elde edilen KAH değerlerine dayanmaktadır.  $KAH_{maks}$ 'ın ACSM tarafından önerilen popülasyona özgü standart egzersiz testi prosedürleriyle uyumlu, derecelendirilmiş bir maksimal egzersiz testiyle değerlendirilmesi gerektiği önerilmektedir. Daha uzun artışların erken yorgunluğa yol açabileceği ve  $KAH_{maks}$ 'a ulaşılmasını engelleyebileceği de göz önünde bulundurularak daha kısa aşama süreleri ( $\leq 2$  dk) veya rampa protokolleri (artış başına 30-60 sn) tercih edilmektedir.  $VO_{2max}$  testine benzer şekilde, erken yorgunluk olmadan maksimum kardiyovasküler eforu sağlamak için 8-12 dakikalık toplam süre en uygun görünmektedir (Jamnick vd., 2020). Kullanılan protokolden bağımsız olarak, maksimum gönüllü yorgunluğu belirlemek için ikincil kriterler uygulanabilmektedir. Bunlar arasında genellikle solunum değişim oranı (RER), algılanan eforun öznel derecelendirmeleri veya kan laktat

konsantrasyonları bulunmaktadır (Jamnick vd., 2020). Protokol özelliklerine ek olarak, egzersiz modunun seçimi de önemli görünmektedir. KAH kas kütlesi katılımına bağlı olduğundan, koşu bandı testleri altın standart olarak kabul edilmektedir. Koşu bandı protokolleri kullanılarak elde edilen  $VO_{2maks}$  değerleri, bisiklet protokollerine kıyasla %20'ye kadar daha yüksek olma eğilimindedir. Daha da önemlisi, koşu bandı protokolünden elde edilen bir  $KAH_{maks}$ , muhtemelen koşu sırasındaki KAH'nı en iyi şekilde yansıtmaktadır (Schumann vd., 2025).

Egzersiz yoğunluğunun belirlenmesinde sıkça kullanılan maksimal kalp atım hızı için yaşa, sporcu olma ya da hasta olma durumuna göre değişiklik gösteren çeşitli formüller kullanılmaktadır. Kullanılan formülasyonlardan bazı örnekler aşağıda verilmiştir.

Sağlıklı 25-39 yaş arası erkeklerde kullanılan bir formül örneği (Park vd., 2022):

$$KAH_{maks} = 212 - 0,8 * \text{yaş} \quad (1)$$

Pediyatrik ve adolesan popülasyonda (7-17 yaş) bir formül örneği (Park vd., 2022):

$$KAH_{maks} = 215.19 - 1.07 * \text{yaş} \quad (2)$$

Yetişkin popülasyonda (18-55 yaş) bir formül örneği (Park vd., 2022):

$$KAH_{maks} = 209.95 - 0.64 * \text{yaş} \quad (3)$$

Örneklerden de anlaşılacağı üzere hedef grubun yaş, cinsiyet, sporcu olma, hasta olma gibi özelliklerine göre en uygun formülü seçmek ve kullanmak egzersiz yoğunluğunu belirlemede birinci adımın doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi açısından önem taşımaktadır. Verilmiş formülasyonlarla beraber birçok yaş grubuna, cinsiyete, hastalık durumuna göre literatürde formüller bulunmaktadır.

### **Kalp Atım Hızı Verilerinin Değerlendirilmesi**

Dinlenme ve egzersiz sırasındaki KAH değişkenliği, her kalp atışı arasındaki zaman değişiminin bir ölçüsüdür ve parasempatik ve sempatik sinir sistemi arasındaki dengeyi temsil etmektedir. Teknolojideki gelişmeler ve artan ticari ilgiyle birlikte, uzaktan izleme sağlık sistemlerinin kapsamı genişlemiştir. Yapay zeka ve bulut tabanlı uzaktan izlemenin entegrasyonu, zamanında veri işlemeyi kolaylaştırmak ve veri güvenliğini sağlamak için gelişmektedir (Alugubelli vd., 2022). Kalp atış hızı (KAH) ve kalp atım hızı değişkenliği (KAHD), egzersiz için kullanılan saatler ve programlar ile kaydedilmektedir. Sonraki 5 dakika boyunca, katılımcılar dinlenme halindeyken KAH ve KAHD verileri kaydedilmektedir. KAH monitörleri, hedef KAH bölgelerini doğrulayarak değerlendirilen bireylerin egzersize uyumları takip edilmektedir (Casanova-Lizón vd., 2025).

## Kalp Atım Hızı Aralıkları

Kalp atış hızı, insanların günlük fiziksel aktivitelerindeki egzersiz yoğunluğunun bir göstergesi olarak düşünülebilmektedir. Beş kalp atış hızı bölgesi teorisi, bireyler ve profesyonel sporcular tarafından egzersiz ve antrenmanları sırasında yaygın olarak benimsenmektedir. Bu kalp atış hızı bölgeleri, insanların maksimum kalp atış hızının yüzdelere dayanmakta ve farklı egzersiz yoğunluklarını göstermektedir. İnsanların üç farklı egzersiz türü altında kalp atış hızını tahmin edebilen dinamik kalp atış hızı tahminine dayalı bir optimizasyon antrenman sistemi önermek amaçlı gerçekleştirilen bir çalışmada yürüme, koşma ve ip atlama kullanılmıştır (Zhu vd., 2022). Pratik uygulama için ve belirli adaptasyonların hedeflenmesini optimize etmek için, egzersiz yoğunluğu sistematik olarak Bölge 1, 2, 3, anaerobik eşik [4] veya sprint interval antrenmanı SIA [5] gibi farklı eğitim bölgelerine ayrılmaktadır. Bu bölgeler genellikle rampa veya artımlı adım test protokolleri dahil olmak üzere çeşitli test prosedürlerinden türetilmektedir. Maksimal kalp atım hızını farklı yüzdelere dayanarak, antrenman sırasındaki kalp atış hızı aralığı beş bölgeye ayrılmaktadır. Her yoğunluk bölgesi, **Tablo 1**'de açıklandığı gibi egzersiz sırasında kişilere farklı faydalar ve işlevler sağlamaktadır (Zhu vd., 2022; Jamnick vd., 2020; Schumann vd., 2025; Argent vd., 2022).

Tablo 1. Kalp atım hızı aralıklarının 5 bölgesinin tanımı ve fonksiyonları (Zhu vd., 2022; Schumann vd., 2025; Argent vd., 2022).

| Yoğunluk Bölgesi |                                        |          | Faydası ve Fonksiyonu                                                                                                                                |
|------------------|----------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 Orta düzey     | Çok düşük-toparlanma                   | aktivite | Düşük yoğunluklu antrenman, öncelikle metabolik ve psikolojik sağlık yararları sağlamaktadır                                                         |
| 2 Kilo yönetimi  | Düşük- yaygın                          |          | Yağdan daha fazla kalori yakımı sağlanmaktadır. Herhangi bir zorluk çekmeden konuşmalar hala kolayca yapılabilir.                                    |
| 3 Aerobik        | Orta-şiddetli                          |          | İnsanların dayanıklılık kapasitesini, uzun süre yorulmadan egzersizi sürdürme yeteneğini geliştirmelerine yardımcı olmaktadır.                       |
| 4 Anaerobik eşik | Yoğun-antrenman                        |          | İnsanların fitness antrenmanı performansı ve aerobik kapasite için hızlarını geliştirmelerine yardımcı olmaktadır.                                   |
| 5 Kırmızı çizgi  | Maksimale yakın-<br>interval antrenman |          | Bir bireyin neredeyse tüm enerjisini tüketmektedir ve yalnızca kısa bir süre sürdürülebilmektedir; Çok formda kişiler ve sporcular için ayrılmıştır. |



Kalp atım hızı değerlendirmesine olanak tanıyan ticari olarak mevcut giyilebilir cihazların hızla artmasıyla, bireysel fiziksel aktivite profilleri belirlenebilmektedir. Metabolizma endeksleri kullanılarak kalp atım hızı bölgeleri belirlenmektedir. Farklı yazarlarca belirlenmiş maksimal kalp atım hızı veya maksimal kalp atım hızından dinlenme kalp atım hızının çıkarılmasıyla hesaplanan ( $KAH_{maks}-KAH_{din}$ ) kalp atım hızı rezervi yüzdelere dayanan ve bilimsel amaçlarla kullanılan çeşitli sabit KAH bölgeleri **Tablo 2**'de verilmiştir (Gao vd., 2021; Zhu vd., 2022; Argent vd., 2022).

Tablo 2. Farklı yazarlarca belirlenmiş kalp atım hızı aralıklarının beş bölgesi (Gao vd., 2021; Zhu vd., 2022; Argent vd., 2022).

| Bölge | Gao vd., 2021<br>%KAHR | Gao vd., 2021<br>%KAH <sub>maks</sub> | Zhu vd., 2022<br>%KAH <sub>maks</sub> | Argent<br>vd., 2022<br>%KAH <sub>maks</sub> |
|-------|------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1     | <30                    | <57                                   | 50-60                                 | 65-75                                       |
| 2     | 30-39                  | 57-63                                 | 60-70                                 | 75-80                                       |
| 3     | 40-59                  | 64-76                                 | 70-80                                 | 80-85                                       |
| 4     | 60-89                  | 77-95                                 | 80-90                                 | 85-92                                       |
| 5     | >90                    | >96                                   | 90-100                                | >92                                         |

Spor ve disipline bağlı olarak, birden fazla yoğunluk modeli mevcuttur; en yaygın kullanılan çerçeveler üç bölgesi, beş bölgesi ve yedi bölgesi modeller olarak karşımıza çıkmaktadır (Sperlich vd., 2023, Jamnick vd., 2020). Bu modeller, yoğunluk reçetesi dahilinde eğitim için yapılandırılmış bir çerçeve sunarak, egzersiz yoğunluğunun çeşitli enerji sistemlerini (yani, ağırlıklı olarak fosfajenik, glikolitik veya oksidatif), kas lifi tiplerini ve kardiyovasküler mekanizmaları seçici olarak devreye sokmasına olanak tanımaktadır (Meixner vd., 2025).

Beş bölgesi bir yoğunluk modeline dayanan Yoğunluk Bölgesi 2'deki (Y2) antrenman, aerobik kapasiteyi, verimliliği ve metabolik esnekliği artırmadaki rolü nedeniyle özellikle dayanıklılık sporlarında, özellikle de mekanik stresin azaldığı (bisiklet veya kros kayağı gibi) sporlarda tercih edilmektedir (San-Millian., 2023). Düşük yoğunluk aralığında yer alan Y2 antrenmanı hem elit hem de amatör sporcular için antrenmanın temel bir bileşeni olarak değerlendirilmektedir. (Sperlich vd., 2023). Yoğun Y2 egzersizinin arkasındaki temel mantık, çeşitli adaptasyonlar (örneğin insülin duyarlılığı, oksidatif kapasite, glikoz kontrolü ve artan glikoz depoları) arasında mitokondriyal verimliliği uyarma ve yağ metabolizmasını artırma yeteneğinde yatmaktadır (Tyfault ve Bergouignan., 2020; San-Millian., 2023). Y2 antrenmanı glikojen depolarını koruyarak, yorgunluğu geciktirerek uzun süreli çabalar sırasında

sürdürülebilir enerji üretimini destekleyerek sporcuların uzun süreler boyunca yüksek performanslarını sürdürmelerini sağlamaktadır. Bu da hem profesyonel hem de amatör sporcular için önemli bir faktör olarak değerlendirilmektedir (Seiler., 2024). Dayanıklılık sporcuları, aerobik adaptasyonları ve metabolik verimliliği artırma potansiyeli nedeniyle, beş bölge bir yoğunluk modeli içinde genellikle Bölge 2 (Y2) olarak tanımlanan düşük yoğunluklu antrenmanı sıklıkla kullanmaktadırlar. Elli bisikletçi (30 erkek ve 20 kadın) ile gerçekleştirilen bir araştırmada hem artımlı rampa hem de adım testi gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen test sırasında güç çıkışı, kalp atış hızı, kan laktatı, ventilasyon ve substrat kullanımı ölçülmüştür. Analizler, Y2 belirteçlerinde önemli değişkenlik olduğunu ve farklı parametrelerde varyasyon katsayılarının (CV) %6 ile %29 arasında değiştiğini ortaya koymuştur. Solunum eşiği 1 (SE1) ve maksimal yağ oksidasyonu (Yağ<sub>maks</sub>) güçlü bir uyum gösterirken, KAH<sub>maks</sub>'ın sabit yüzdeleri ve kan laktat eşikleri büyük bireysel farklılıklar göstermiştir. Sonuç olarak KAH<sub>maks</sub>'ın sabit yüzdeleri gibi Y2 için standardize edilmiş belirteçler pratik basitlik sunmakla beraber metabolik tepkileri yanlış yansıtabilmektedir ve potansiyel olarak antrenman sonuçlarını etkileyebilmektedir. Özellikle bireysel değişkenlik göz önüne alındığında, SE1 ve Yağ<sub>maks</sub> gibi fizyolojik ölçümlere dayalı kişiselleştirilmiş Y2 reçeteleri, antrenman yoğunluklarını metabolik taleplerle uyumlu hale getirmek için daha doğru bir yaklaşım sağlayabilmektedir. Bu değişkenlik, dayanıklılık adaptasyonlarını optimize etmek, fizyolojik profillerdeki farklılıkları karşılamak ve antrenman özgüllüğünü artırmak için kişiselleştirilmiş düşük yoğunluklu antrenman reçetelerine olan ihtiyacı vurgulamaktadır (Meixner vd., 2025).

Birçok kuruluş, fiziksel aktivite yönergelerini karşılamak amacıyla orta ve şiddetli egzersiz tanımları sunmaktadır. **Tablo 3**'teki bilgiler, bunlardan üçünün yoğunluk tanımını yansıtmaktadır: DSÖ, Amerika Birleşik Devletleri Hükümeti ve Kanada Hükümeti. Orta ve şiddetli fiziksel aktivite, istirahat metabolik eşdeğerlerinin (MET) katları olarak tanımlanmaktadır. VO<sub>2maks</sub>'ın yaşa, cinsiyete, genetik yatkınlığa ve bireysel zindelik düzeyine bağlı olarak <5 MET'ten >20 MET'e kadar çıkabileceği göz önüne alındığında, MET tabanlı bir öneri, homeostazda geniş bir bozulma yelpazesini temsil etmektedir (Iannetta vd., 2021). Bu sorun, bireylerin egzersizlerinin MET değerini ölçmelerinin bir yolunun olmaması nedeniyle daha da karmaşılaşmaktadır. Orta şiddette (örneğin, tempolu yürüyüş, dans ve bahçe işleri) ve yüksek yoğunlukta egzersiz (örneğin, koşu, hızlı bisiklet sürme, hızlı yüzme ve yokuş yukarı hızlı yürüme) örnekleri, reçeteli egzersiz yoğunluğunu tanımlamada faydalı olmaktadır. Ancak, egzersiz yoğunluğunu homeostazdaki bireysel bozuklukla ilişkilendirmek için nesnel bir araç sağlamamaktadır (Jamnick vd., 2020).

Tablo 3. Orta ve yoğun düzey egzersiz sınıflaması

| YB                                                                                                                                                                                             | %KAH <sub>maks</sub> | MET  | Hız<br>(km<br>.s <sup>-1</sup> ) | AZD | %KAH<br>R | Tanımı ve örnekler                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------|----------------------------------|-----|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OD                                                                                                                                                                                             | %64-76               | 3-<6 | 4-6                              | 5-6 | %40-59    | Hızlı yürümek, dans etmek ve çiftler tenisi oynamak veya bahçeyi yavaşça tırmıklamak ve yüzmek                                     |
| Y                                                                                                                                                                                              | %77-93               | >6   | >6                               | 7-8 | %60-84    | Koşu, ağır market alışverişi veya diğer yükleri yukarı taşımak, kar küremek veya yoğun bir fitness dersine katılmak ve hızlı yüzme |
| YB:Yoğunluk Bölgesi; OD: Orta düzey, Y: Yoğun; %KAH <sub>maks</sub> : Maksimal kalp atımı yüzdesi; MET: Metabolik eşdeğer; AZD: Algılanan zorluk derecesi; %KAHR: Kalp atım rezervinin yüzdesi |                      |      |                                  |     |           |                                                                                                                                    |

Sürekli KAH verilerinin analiziyle ilgili olarak, Amazfit, Apple, Fitbit, Samsung ve Xiaomi, ilgili uygulama aracılığıyla sürekli verilerin kullanıcı dostu bir şekilde indirilmesine olanak tanımaktadır. Huawei, bu verilerin ek bir geliştirici aracı aracılığıyla dışa aktarılmasına izin verirken, Polar ve Suunto şu anda yalnızca bireysel antrenman seanslarından KAH verilerini indirme seçeneği sunmaktadır. Dokuz üreticiden yalnızca beşi (Amazfit, Fitbit, Garmin, Polar ve Xiaomi), şu anda sürekli KAH temelinde serbest yaşam aktivite bölgelerini göstermektedir ve kullanılan sınıflandırmalar arasında **Tablo 4**'te görüleceği üzere önemli tutarsızlıklar bulunmaktadır. Akıllı saat firmaları tarafından şu anda kullanılan egzersiz KAH bölgelerine örnekler **Tablo 4**'te verilmiştir (Schumann vd., 2025).

Tablo 4. Akıllı saat firmaları tarafından şu anda kullanılan egzersiz KAH bölgelerine örnekler

| Fitbit             | Zepp (Xiaomi ve Amazfit) | Garmin            | Polar  |
|--------------------|--------------------------|-------------------|--------|
| %KAHR              | %KAHR                    | %KAHR             | %KAHR  |
| 40-59 (yağ yakımı) | >50 (düşük tempo)        | 50-60 (çok düşük) | 50-60  |
| 60-84 (kardiyo)    | 50-60 (hafif yüklü)      | 60-70 (düşük)     | 60-70  |
| >85 (maksimal)     | 60-70 (yoğun)            | 70-80 (orta)      | 70-80  |
|                    | 80-90 (aerobik)          | 80-90 (yoğun)     | 80-90  |
|                    | 90-99 (anaerobik)        | 90-100 (maksimum) | 90-100 |
|                    | 100 (maksimum)           |                   |        |

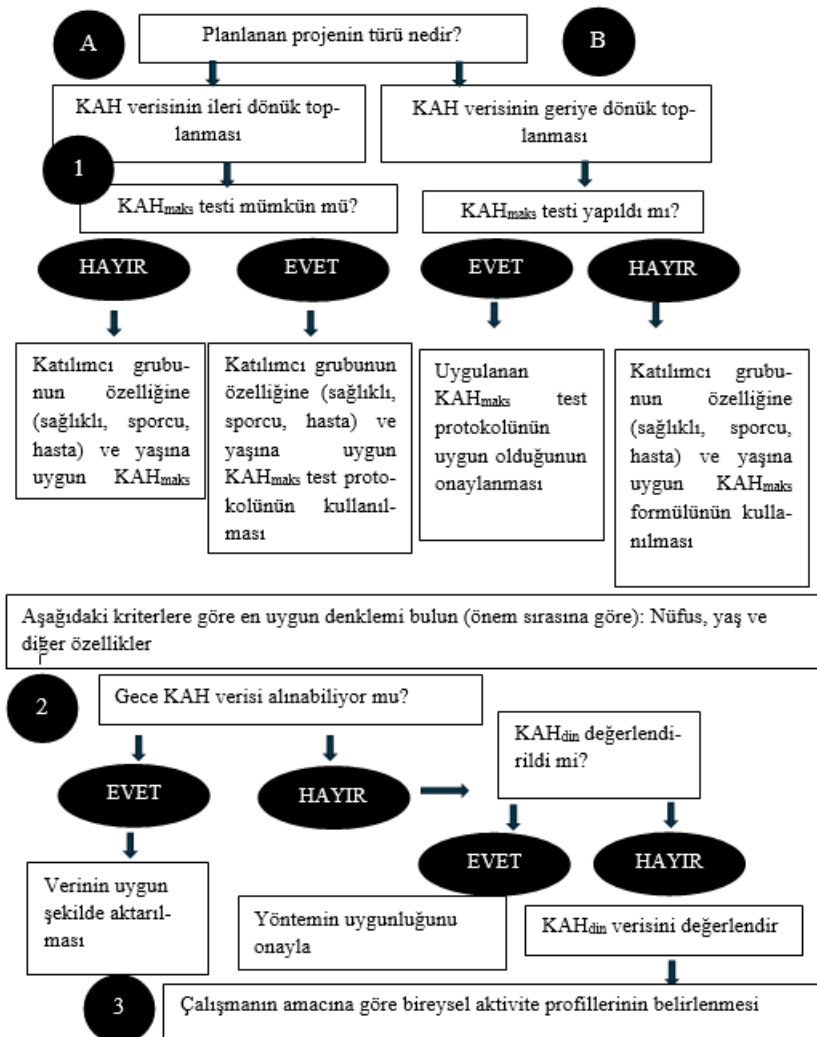
### Pratik Uygulama

Kalp atım hızı aralıklarına göre antrenman yapmak için ilk adım antrenman öncesi kalp atım hızı verisinin kaydedileceği saate kullanıcının bilgilerinin girilmesi şeklinde olmaktadır. Antrenmanı uygulayacak kişinin yaşı kaydedilmelidir. Maksimum kalp atım hızı yaşa göre verilen formülle hesaplanarak saate kaydedilmektedir (Zhu vd., 2022).

Kalp atım hızı aralığı **Tablo 1**'de verili egzersiz yoğunluklarına göre belirlenmektedir.

Kalp atış hızı rezervinin (KAHR) hesaplanmasına dayalı olarak sürekli kalp atış hızı (KAH) ölçümleriyle serbest yaşam fiziksel aktivitesinin profillemesi için karar ağacı şeklinde verilmiştir. A dalı, ileriye dönük veri toplamalarında planlanması gereken gerekli adımları göstermektedir. B dalı, halihazırda mevcut veri kümelerinin analizi (yani, geriye dönük analiz) için rehberlik sağlamaktadır.  $KAH_{maks}$ 'ı tahmin etmek için uygun denklemleri seçmek amacıyla üç adımlı bir süreç önerilmektedir: (1) nüfus (yani, "sağlıklı", "sporcular" veya "hastalıklı"), (2) yaş, (3) atletik geçmişin (yani, spor türü) veya hastalığın (yani, hastalık türü) diğer özellikleri gibi diğer özellikler. **Şekil 1**'de, ileriye dönük veri koleksiyonlarında veya mevcut veri kümelerinde serbest yaşam KAH verisinden fiziksel aktivite profilleri türetmek için gerekli adımları gösteren bir karar ağacı verilmiştir. Bireysel fiziksel aktivitenin nitelendirilmesi için KAHR'in kullanılması önerilmektedir. Dolayısıyla, gece veya istirahat KAH'nı değerlendirmek gereklidir. Amaç, belirli bir birey için en düşük fizyolojik KAH'ı tanımlamaktır. Bu nedenle, gece KAH'nı sürekli KAH kayıtları aracılığıyla

değerlendirmek önerilmektedir. Yalnızca gece verilerinin mevcut olmadığı durumlarda örneğin, giyilebilir teknoloji kullanan kişilerin uyurken sıklıkla yaşadığı rahatsızlık nedeniyle, istirahat KAH değerlendirilmelidir. Gece/istirahat KAH, bildirilen uyku penceresi sırasında en düşük ortalama kalp atış hızını (KAH) tespit etmek için 2 saatlik hareketli ortalamalar kullanılarak değerlendirilmektedir (Schumann vd., 2025).



## **Sedanter Yetişkinlerde Fiziksel Uygunluğu Geliştiren Kalp Atım Hızı Temelli Fiziksel Egzersiz Programı Reçetesi Örneği**

Sedanter veya son 3 ay boyunca fiziksel aktivite gerçekleştirmemiş kadın ve erkeklere (n=70) uygulanmış ve etkisi ölçüm verileriyle ortaya sunulmuş olan bir çalışmada uygulanan egzersiz programı örneği haftada üç seanstan oluşmaktadır (toplam 11 hafta). Her antrenman süresi 45-60 dakika ve seanslar arasında 48-72 saat dinlenme süresi bulunmaktadır. Hem mobil uygulama hem de gözetimli program, her biri dört farklı seans seçeneği sunan dört yoğunluk seviyesi içermektedir. İlk seviye düşük yoğunluklu seanslar, kalan seviyeler (2. seviye, 3. seviye ve 4. seviye) ise yüksek yoğunluklu seanslar içermektedir. (Casanova-Lizón vd., 2023). Eğitim programı, motivasyonu ve katılımı artırmak için uygulama aracılığıyla oyunlaştırılmıştır. Katılımcılar, bir seviye içindeki seansları tamamladıklarında yıldız kazanmaktadırlar. Önceden belirlenmiş sayıda yıldız toplandıktan sonra, bir sonraki yoğunluk seviyesine geçmektedirler. Üç ay sürecek şekilde tasarlanan uygulama, egzersiz rutinine başlayan kişiler için kapsamlı, uyarlanabilir ve kullanıcı dostu bir çerçeve sunarak, sürekli katılım ve aşamalı gelişim sağlamaktadır. Bu tasarım, katılımcıların yeteneklerine uygun olarak zorluk ve uyum arasında bir denge sağlarken, yoğunluk ve iş yükünde kademeli bir artış sağlamaktadır. Seanslar ısınma, kuvvet ve dayanıklılık egzersizlerinin yanı sıra bir soğuma aşaması içermektedir. 1. seviyede temel amaç, katılımcıları fiziksel egzersiz programına alıştırmak ve doğru tekniği sağlamaktır. Kuvvet egzersizleri arasında squat, omuz presi, lunge, şınav ve kürek çekme yer almaktadır. Ayrıca, ön plank, yan plank, dinamik ve statik arka köprü, ölü böcek ve kuş köpeği gibi merkez odaklı egzersizler de tanıtılmaktadır. Her egzersiz 15 tekrar ve ardından bir dakikalık dinlenmeden oluşmaktadır. Dinlenme sırasında, katılımcılar 20 saniyelik merkez egzersizleri (örneğin, aktif plank) ve 40 saniyelik pasif dinlenme arasında dönüşümlü olarak çalışmaktadır. Katılımcılar, bir sonrakine geçmeden önce her egzersizden dört set tamamlayarak ve seans başına 4-5 egzersiz yapmaktadırlar. Egzersizler arasında iki dakikalık dinlenme sağlanmaktadır. Seviye 2'de, yoğunluk, seviye 1'deki güç egzersizlerine ek aerobik egzersizler eklenerek artırılmaktadır. Aerobik aktiviteler arasında dağcılık, ip atlama, jumping jack, burpee, yan adımlama ve boks yer almaktadır. Her egzersiz 30 saniye boyunca yapılmakta ve ardından 30 saniye dinlenme yapılmaktadır. Seanslar, set başına 10-12 egzersizden oluşmakta ve katılımcılar toplamda iki set tamamlamaktadırlar. Seviye 3'te, aerobik ve güç egzersizlerinin entegrasyonu korunurken, antrenman hacmi artırılmaktadır. Katılımcılara iki set yerine üç set yaptırılmaktadır. Seans başına egzersiz sayısı ilk haftalarda 8 ile başlayarak ve sonraki haftalarda 10'a çıkartılmaktadır. Her egzersizin süresi (30 saniye) ve dinlenme süresi (30 saniye) değişmemektedir. Setler arasında iki dakikalık dinlenme aralığı eklenmektedir. 4. seviyede, 3. seviyenin yapısı korunarak, ancak çalışma-dinlenme oranı yoğunluğu artırmak için değiştirilmektedir. Her egzersiz 40 saniye boyunca yapılırken, dinlenme süresi

20 saniyeye düşürölmektedir. Setler arasındaki iki dakikalık dinlenme aralığı değişmeden kalmakta ve egzersiz ve set sayısı 3. seviyeyle tutarlı kalmaktadır. Program, 1. ve 2. haftalarda düşük yoğunluklu seanslarla başlayıp ve haftada iki yüksek yoğunluklu ve bir düşük yoğunluklu seansa ilerlemektedir. Tüm seanslar, erişilebilirliği sağlamak için minimum veya düşük maliyetli ekipman kullanılarak evde veya dışarıda gerçekleştirilebilecek şekilde tasarlanmaktadır. Aralık sayısı, doğrusal bir periyodizasyon yaklaşımı izlenerek program boyunca kademeli olarak artırılmaktadır. Bu strateji, güvenli fizyolojik adaptasyonu desteklemek için düşük hacimle başlayarak yüksek yoğunluklu egzersizde kademeli bir artışı kolaylaştırmaktadır. Egzersiz programı, aşırı yüklenme, ilerleme, bireyselleştirme, periyodizasyon ve özgüllük gibi temel antrenman prensiplerine dayanarak geliştirilmiştir (Casanova-Lizón vd., 2025; Kasper., 2019).

Kalp atım hızı temelli antrenman reçetesinde ise akıllı telefon uygulamaları ile KAHD günlük olarak kaydedilmektedir. Antrenman programı boyunca farklı yoğunluk seviyelerindeki ilerleme kaydedilmekte ve yoğunluğun ilerlemesi, daha yüksek seviyelere geçmeden önce yeterli fizyolojik adaptasyon sağlayarak kademeli ve kontrollü bir şekilde uygulanmaktadır. Altı seansın tamamlanmasını gerektiren üç yüksek yoğunluk seviyesini önerilmektedir (Casanova-Lizón vd., 2025).

## Kaynaklar

- Alugubelli, N., Abuissa, H., & Roka, A. (2022). Wearable devices for remote monitoring of heart rate and heart rate variability—what we know and what is coming. *Sensors*, 22(22), 8903. doi:10.3390/s22228903
- Anselmi, F., Cavigli, L., Pagliaro, A., Valente, S., Valentini, F., Cameli, M., & D'Ascenzi, F. (2021). The importance of ventilatory thresholds to define aerobic exercise intensity in cardiac patients and healthy subjects. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(9), 1796–1808. doi:10.1111/sms.14007
- Argent, R., Hetherington-Rauth, M., Stang, J., Tarp, J., Ortega, F. B., & Molina-Garcia, P. (2022). Recommendations for determining the validity of consumer wearables and smartphones for the estimation of energy expenditure: Expert statement and checklist of the INTERLIVE network. *Sports Medicine*, 52, 1817–1832. doi:10.1007/s40279-022-01665-4
- Casanova-Lizón, A., Manresa-Rocamora, A., Sarabia, J. M., Pastor, D., Javaloyes, A., Peña-González, I., & Moya-Ramón, M. (2025). Impact of heart rate variability-based exercise prescription: Self-guided by technology and trainer-guided exercise in sedentary adults. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, 1578478. doi:10.3389/fspor.2025.1578478
- Casanova-Lizón, A., Sarabia, J. M., Pastor, D., Javaloyes, A., Peña-González, I., & Moya-Ramón, M. (2023). Designing an app to promote physical exercise in sedentary people using a day-to-day algorithm to ensure a healthy self-programmed exercise training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1528. doi:10.3390/ijerph20021528
- Daussin, F. N., Zoll, J., Dufour, S. P., Ponsot, E., Lonsdorfer-Wolf, E., & Doutreleau, S. (2008). Effect of interval versus continuous training on cardiorespiratory and mitochondrial functions: Relationship to aerobic performance improvements in sedentary subjects. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 295(1), R264–R272. doi:10.1152/ajpregu.00875.2007
- Gao, Z., Liu, W., McDonough, D. J., Zeng, N., & Lee, J. E. (2021). The dilemma of analyzing physical activity and sedentary behavior with wrist accelerometer data: Challenges and opportunities. *Journal of Clinical Medicine*, 10, 5951. doi:10.3390/jcm10245951
- Iannetta, D., Keir, D. A., Fontana, F. Y., Inglis, E. C., Mattu, A. T., Paterson, D. H., et al. (2021). Evaluating the accuracy of using fixed ranges of METs to categorize exertional intensity in a heterogeneous group of healthy individuals: Implications for cardiorespiratory fitness and health outcomes. *Sports Medicine*. doi:10.1007/s40279-021-01476-z



- Jamnick, N. A., Pettitt, R. W., Granata, C., Pyne, D. B., & Bishop, D. J. (2020). An examination and critique of current methods to determine exercise intensity. *Sports Medicine*, 50, 1729–1756. doi:10.1007/s40279-020-01322-8
- Kasper, K. (2019). Sports training principles. *Current Sports Medicine Reports*, 18(4), 95–96. doi:10.1249/JSR.0000000000000576
- Kaufmann, S., Gronwald, T., Herold, F., & Hoos, O. (2023). Heart rate variability-derived thresholds for exercise intensity prescription in endurance sports: A systematic review. *Sports Medicine – Open*, 9, 59. doi:10.1186/s40798-023-00607-2
- MacIntosh, B. R., Murias, J. M., Keir, D. A., & Weir, J. M. (2021). What is moderate to vigorous exercise intensity? *Frontiers in Physiology*, 12, 682233. doi:10.3389/fphys.2021.682233
- Manresa-Rocamora, A., Flatt, A. A., Casanova-Lizón, A., Ballester-Ferrer, J. A., Sarabia, J. M., & Vera-Garcia, F. J. (2021). Heart rate-based indices to detect parasympathetic hyperactivity in functionally overreached athletes: A meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. doi:10.1111/sms.13932
- Meixner, B., Filipas, L., Holmberg, H. C., & Sperlich, B. (2025). Zone 2 intensity: A critical comparison of individual variability in different submaximal exercise intensity boundaries. *Translational Sports Medicine*, 1, 2008291. doi:10.1155/tsm2/2008291
- Park, J. H., Jung, H. C., Jung, Y. S., Song, J. K., & Lee, J. M. (2022). Re-visiting maximal heart rate prediction using cross-validation in population aged 7–55 years. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 8509. doi:10.3390/ijerph19148509
- San-Millan, I. (2023). The key role of mitochondrial function in health and disease. *Antioxidants*, 12(4), 782. doi:10.3390/antiox12040782
- Schumann, M., Feuerbacher, J. F., Heinrich, L., Olvera-Rojas, M., Sclafani, A., Brønd, J. C., & Ortega, F. B. (2025). Using free-living heart rate data as an objective method to assess physical activity: A scoping review and recommendations by the INTERLIVE-Network targeting consumer wearables. *Sports Medicine*, 55(2), 275–300. doi:10.1007/s40279-024-02159-1
- Seiler, S. (2024). It's about the long game, not epic workouts: Unpacking HIIT for endurance athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 49(11), 1585–1599. doi:10.1139/apnm-2024-0012
- Sempere-Ruiz, N., Sarabia, J. M., Baladzhaeva, S., & Moya-Ramón, M. (2024). Reliability and validity of a non-linear index of heart rate variability to determine intensity thresholds. *Frontiers in Physiology*, 15, 1329360. doi:10.3389/fphys.2024.1329360

- Sperlich, B., Matzka, M., & Holmberg, H. C. (2023). The proportional distribution of training by elite endurance athletes at different intensities during different phases of the season. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1258585. doi:10.3389/fspor.2023.1258585
- Tyfault, J. P., & Bergouignan, A. (2020). Exercise and metabolic health: Beyond skeletal muscle. *Diabetologia*, 63(8), 1464–1474. doi:10.1007/s00125-020-05177-6
- Van Hooren, B., Bongers, B. C., Rogers, B., & Gronwald, T. (2023). The between-day reliability of correlation properties of heart rate variability during running. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 48, 453–460. doi:10.1007/s10484-023-09599-x
- Zhu, Z., Li, H., Xiao, J., Xu, W., & Huang, M. C. (2022). A fitness training optimization system based on heart rate prediction under different activities. *Methods*, 205, 89–96. doi:10.1016/j.ymeth.2022.06.006



# **BÖLÜM 11**

## **TAFI (Thrombin-Activatable Fibrinolysis Inhibitor) Maddesinin Spor Bilimleri Açısından Önemi**

**Cansu Çoban<sup>1</sup> & Cansu Kluge<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Harran Üniversitesi, Mehmet Arabacı Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5621-0873>

<sup>2</sup> Dr., Bağımsız Araştırmacı, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3051-2827>

## 1. Spor Bilimlerinde Hemostaz ve Fibrinoliz Dengesi

Hemostaz, kanın damar bütünlüğünü korurken aynı zamanda fizyolojik akışkanlığını sürdürebilmesini sağlayan, koagülasyon ve fibrinoliz sistemlerinin dengeli etkileşimine dayanan dinamik bir biyolojik süreçtir. Bu sistem, damar hasarı durumunda pıhtı oluşumunu sağlarken, gereksiz veya aşırı pıhtılaşmayı önlemek amacıyla fibrinoliz mekanizmalarını eş zamanlı olarak devreye sokar. Spor ve egzersiz, hemostatik sistem üzerinde geçici ancak belirgin değişikliklere yol açarak bu hassas dengeyi etkileyen önemli bir fizyolojik stres faktörüdür (Skouras ve ark., 2023).

Egzersiz sırasında artan kalp debisi, kan akımı ve damar içi shear stress, trombositler, koagülasyon faktörleri ve fibrinolitik sistem üzerinde uyarıcı etki oluşturur. Bu süreçte hem pıhtılaşma hem de fibrinoliz sistemleri aktive olur ve literatürde bu durum sıklıkla egzersize bağlı geçici prokoagülan ve profibrinolitik yanıt olarak tanımlanır (Hilberg, 2019). Bu yanıtın fizyolojik önemi, pıhtı oluşumundaki artışın fibrinoliz tarafından dengelenmesi ve böylece hemostatik dengenin korunmasıdır.

Egzersiz hemostatik sistem üzerindeki etkileri, egzersizin tipi, şiddeti ve süresine bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Güncel bir derlemede, orta şiddette aerobik egzersizlerin fibrinoliz lehine bir yanıt oluşturduğu ve hemostatik dengeyi olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Skouras ve ark., 2023). Buna karşılık, yüksek şiddetli veya maksimal egzersizlerde trombosit aktivasyonu, trombin üretimi ve koagülasyon faktörlerinde belirgin artışlar gözlemlenmekte; ancak bu artışlar çoğu sağlıklı bireyde eş zamanlı fibrinolitik aktivasyon ile dengelenmektedir (Hilberg, 2019).

Orta şiddette egzersizin hemostatik denge üzerindeki etkileri, kontrollü deneysel çalışmalarla da desteklenmektedir. Menzel ve Hilberg (2009), bireysel anaerobik eşik temel alınarak uygulanan 60 dakikalık orta şiddette egzersizin hem genç hem de orta yaşlı sağlıklı bireylerde koagülasyon ve fibrinoliz parametrelerini birlikte artırdığını, ancak bu artışların dengeli olduğunu göstermiştir. Çalışmada egzersiz sonrası trombin üretiminde artış saptanmasına rağmen, yeterli fibrinolitik yanıt sayesinde hemostatik sistemin genel dengesinin korunduğu bildirilmiştir (Menzel ve Hilberg, 2009).

Yüksek şiddetli ve zorlayıcı egzersizlerde ise hemostatik yanıt daha karmaşık bir yapı sergilemektedir. Bu tür egzersizlerde trombosit aktivasyonu ve koagülasyon potansiyelinin belirgin biçimde arttığı; buna karşın fibrinolizin egzersiz sırasında hızla aktive olduğu ancak egzersiz sonlandıktan sonra daha kısa sürede bazal seviyelere döndüğü rapor edilmiştir (Hilberg, 2019; Skouras ve ark., 2023). Koagülasyon aktivitesinin fibrinolize kıyasla daha uzun süre yüksek

kalabilmesi, özellikle antrenmansız bireylerde veya ek risk faktörleri bulunan sporcularda geçici trombotik risk artışına yol açabilmektedir.

Antrenman düzeyi, egzersize bağlı hemostatik yanıtın belirleyici unsurlarından biridir. Düzenli olarak fiziksel aktivite yapan bireylerde, akut egzersize yanıt olarak ortaya çıkan trombosit aktivasyonu ve koagülasyon artışının daha sınırlı olduğu; buna karşılık fibrinolitik kapasitenin daha güçlü olduğu gösterilmiştir (Skouras ve ark., 2023). Bu adaptif yanıt, düzenli egzersizin hemostatik sistemi uzun vadede daha dengeli ve koruyucu bir profile taşıdığını düşündürmektedir.

Sonuç olarak spor bilimleri açısından hemostaz ve fibrinoliz dengesi, yalnızca kardiyovasküler riskle ilişkili bir mekanizma değil, aynı zamanda performans, toparlanma ve sporcu sağlığının sürdürülebilirliği açısından da kritik öneme sahiptir. Egzersizin şiddeti ve süresi, hemostatik yanıtın yönünü belirlerken; düzenli ve kontrollü antrenman, koagülasyon ve fibrinoliz sistemleri arasındaki dengenin korunmasına katkı sağlamaktadır (Menzel ve Hilberg, 2009; Skouras ve ark., 2023). Bu nedenle hemostatik dengenin moleküler düzeyde düzenlenmesi, spor bilimlerinde ileri araştırmalar için önemli bir temel oluşturmaktadır.

## 2. TAFI: Tanımı, Yapısı ve Aktivasyon Mekanizmaları

Hemostaz ve fibrinoliz arasındaki dengenin düzenlenmesinde rol oynayan temel moleküler yapılardan biri **Thrombin Activatable Fibrinolysis Inhibitor (TAFI)**'dir. TAFI, literatürde procarboxypeptidase U (proCPU), carboxypeptidase B2 (CPB2) veya carboxypeptidase U (CPU) olarak da adlandırılan, plazmada zimojen formda dolaşan bir metallo-karboksipeptidazdır. Aktive edildiğinde fibrinolizi baskılayan güçlü bir düzenleyici olarak görev yapar ve bu özelliğiyle koagülasyon ile fibrinoliz sistemleri arasında kritik bir moleküler köprü oluşturur (Sillen ve Declerck, 2021; Claesen ve ark., 2021).

### 2.1. TAFI'nin Tanımı ve Sentezi

TAFI, CPB2 geni tarafından kodlanan ve esas olarak karaciğerde sentezlenen bir plazma proteinidir. İnsanlarda CPB2 geni kromozom 13 (13q14.11) üzerinde yer almakta olup 11 eksondan oluşmaktadır. TAFI, 423 amino asitlik bir preproenzim olarak sentezlenir; sinyal peptidinin uzaklaştırılmasının ardından yaklaşık 56 kDa ağırlığında bir zimojen formda dolaşıma salınır (Sillen ve Declerck, 2021).

Plazmada TAFI konsantrasyonları bireyler arasında geniş bir dağılım göstermekte olup bu varyasyonun önemli bir kısmı genetik polimorfizmlerle ilişkilidir. Özellikle Thr325Ile polimorfizmi, aktif TAFI formunun stabilitesini

belirgin şekilde etkilemekte ve TAFIa'nın yarı ömrünü uzatmaktadır. Bu durum, fibrinoliz üzerindeki baskılayıcı etkinin süresini doğrudan etkileyen önemli bir faktör olarak kabul edilmektedir (Claesen ve ark., 2021).

## 2.2. TAFI'nin Yapısal Özellikleri

TAFI, yapısal olarak iki ana bölümden oluşan bir proenzimdir: N-terminalde yer alan ve yaklaşık 92 amino asitten oluşan aktivasyon peptidi ile C-terminalde bulunan katalitik domain. Aktivasyon peptidi yoğun biçimde glikozile olup, katalitik domain ise çinko bağımlı bir metallo-karboksipeptidaz yapısı sergiler (Sillen ve Declerck, 2021).

Aktive edilmiş TAFI (TAFIa), C-terminal lizine veya arjinine sahip substratları hidrolize edebilme kapasitesine sahiptir. Fibrinoliz bağlamında en kritik etkisi, parsiyel olarak yıkılmış fibrin üzerindeki C-terminal lizil rezidülerini uzaklaştırmasıdır. Bu rezidüler, plazminojen ve doku tipi plazminojen aktivatörünün (tPA) fibrine bağlanması için gereklidir. Dolayısıyla TAFIa, bu bağlanmayı azaltarak plazmin oluşumunu sınırlar ve fibrinolizi geciktirir (Plug ve Meijers, 2016; Sillen ve Declerck, 2021) .

TAFIa'nın en ayırt edici özelliklerinden biri, **doğal olarak kararsız** bir enzim olmasıdır. Aktive olduktan sonra kısa sürede konformasyonel değişiklik geçirerek inaktif forma (CPUi) dönüşür. Bu özellik, TAFI'nin fibrinoliz üzerindeki etkisinin kendiliğinden sınırlanmasını sağlayan önemli bir fizyolojik mekanizma olarak kabul edilmektedir (Claesen ve ark., 2021).

## 2.3. TAFI'nin Aktivasyon Mekanizmaları

TAFI'nin aktive edilmesi, hemostatik sistemin anahtar enzimleri tarafından gerçekleştirilir. Zimogen formdaki TAFI, başlıca üç yol üzerinden aktive edilebilir: trombin, trombin–trombomodulin kompleksi ve plazmin. Bu yollar arasında trombin–trombomodulin kompleksi, TAFI aktivasyonunda en etkili mekanizma olarak kabul edilmektedir (Sillen ve Declerck, 2021).

Trombomodulin, endotel yüzeyinde bulunan bir membran glikoproteinidir ve trombinin substrat özgüllüğünü değiştirerek antikoagülan ve antifibrinolitik süreçleri düzenler. Trombinin trombomoduline bağlanması, TAFI'nin aktivasyon hızını dramatik biçimde artırır. Bu etkileşim sonucunda oluşan TAFIa, fibrinolizi baskılayarak pıhtının stabilitesini artırır (Mochizuki ve ark., 2023) .

Plazmin aracılığıyla gerçekleşen TAFI aktivasyonu ise daha sınırlı olmakla birlikte, fibrinolizin ilerleyen evrelerinde geri bildirim mekanizması olarak rol oynar. Bu durum, TAFI'nin koagülasyon ve fibrinoliz arasında dinamik bir denge unsuru olarak çalıştığını göstermektedir (Claesen ve ark., 2021).

## 2.4. Koagülasyon–Fibrinoliz Arasında Moleküler Köprü Olarak TAFI

TAFI'nin aktivasyon mekanizmaları incelendiğinde, bu molekülün yalnızca fibrinolizin pasif bir inhibitörü olmadığı; aksine koagülasyon ve fibrinoliz sistemlerini birbirine bağlayan aktif bir düzenleyici olduğu görülmektedir. Trombin üretiminin arttığı koşullarda TAFI aktivasyonu fibrinolizi baskılamak, TAFIa'nın kararsız yapısı sayesinde bu baskı fizyolojik sınırlar içinde tutulur. Bu özellik, hemostatik sistemin aşırı pıhtılaşma veya kontrolsüz fibrinolizden korunmasında kritik rol oynar (Plug ve Meijers, 2016; Sillen ve Declerck, 2021).

## 3. TAFIa'nın Fibrinoliz ve Pıhtı Stabilitesi Üzerindeki Rolü

Fibrinoliz, fibrin pıhtısının kontrollü bir şekilde çözülmesini sağlayarak damar açıklığının yeniden kazanılmasında kritik rol oynayan temel bir hemostatik süreçtir. Bu süreçte plazmin, fibrin ağını parçalayarak pıhtının çözülmesini sağlar. Plazmin oluşumu ise büyük ölçüde, fibrin yüzeyinde ortaya çıkan C-terminal lizin rezidülerine plazminojen ve doku tipi plazminojen aktivatörünün (tPA) bağlanmasına bağlıdır. Bu bağlanma, plazminojenin plazmine dönüşümünü hızlandırarak fibrinolizin amplifikasyonunu mümkün kılar (Sillen ve Declerck, 2021).

Aktive edilmiş thrombin-activatable fibrinolysis inhibitor (TAFIa), fibrinoliz sürecini doğrudan düzenleyen güçlü bir antifibrinolitik enzimdir. TAFIa'nın temel biyolojik etkisi, parsiyel olarak yıkılmış fibrin üzerindeki C-terminal lizin ve arjinin rezidülerini hidrolize etmesidir. Bu rezidülerin uzaklaştırılması, plazminojen ve tPA'nın fibrin yüzeyine bağlanmasını azaltarak plazmin oluşumunu sınırlar ve fibrinolizi belirgin biçimde yavaşlatır. Bu mekanizma sayesinde TAFIa, fibrin pıhtısının çözülmeye karşı direncini artırarak pıhtı stabilitesini güçlendirir (Sillen ve Declerck, 2021; Mosnier ve Bouma, 2006).

Deneyisel çalışmalar, TAFIa'nın fibrinoliz üzerindeki etkisinin oldukça düşük konsantrasyonlarda bile belirgin olduğunu göstermiştir. Safılaştırılmış sistemlerde fibrinolizin yarı maksimal baskılanmasının, toplam plazma TAFI konsantrasyonunun yalnızca yaklaşık %1–2'sine karşılık gelen TAFIa düzeylerinde gerçekleştiği bildirilmiştir. Bu durum, TAFIa'nın fibrinoliz üzerinde eşik (threshold) temelli bir düzenleyici olarak işlev gördüğünü ortaya koymaktadır (Sillen ve Declerck, 2021). TAFIa aktivitesi belirli bir eşiğin üzerine çıktığında, fibrinoliz belirgin şekilde baskılanmakta; bu eşik değerin altında ise fibrinoliz büyük ölçüde korunmaktadır.

Pıhtı stabilitesi üzerindeki TAFIa etkisi, platelet–fibrin etkileşimleri bağlamında daha da belirgin hale gelmektedir. Suzuki ve arkadaşları (2020), aktive trombositlerin, trombin ve trombomodulin aracılığıyla plazma kaynaklı TAFI aktivasyonunu kolaylaştırdığını ve bunun sonucunda pıhtı lizis süresinin



uzadığını göstermiştir. Bu çalışmada TAFIa inhibitörlerinin kullanılması, plazminojen birikimini artırmış ve fibrinolizin hızlanmasına yol açmıştır. Bu bulgular, TAFIa'nın özellikle trombositlerden zengin trombüslerde fibrinolizi baskılayarak pıhtı stabilitesini artırdığını ortaya koymaktadır (Suzuki ve ark., 2020).

Benzer şekilde Ni ve arkadaşları (2020), TAFIa'nın trombinle aktive edilmiş trombositler üzerinde plazminojen ve tPA bağlanmasını konsantrasyona bağımlı olarak azalttığını göstermiştir. Bu çalışmada, TAFIa'nın fibrinogenin  $\alpha$ -zinciri üzerindeki C-terminal lizin rezidülerini hedef alarak plazmin oluşumunu baskıladığı ve böylece fibrin bağımlı fibrinolizi zayıflattığı ortaya konmuştur. Bu mekanizma, TAFIa'nın pıhtı yüzeyinde lokal olarak etki gösterdiğini ve pıhtı çözülmesini geciktirdiğini desteklemektedir (Ni ve ark., 2020).

TAFIa'nın pıhtı stabilitesi üzerindeki rolü, in vivo modellerde de doğrulanmıştır. Chessum ve arkadaşlarının (2023) murin venöz tromboz modelinde yaptığı çalışmada, TAFI eksikliği olan farelerde trombüslerin daha az stabil olduğu, embolizasyonun arttığı ve pulmoner emboli yükünün belirgin şekilde yükseldiği gösterilmiştir. Buna karşılık, TAFI varlığında trombüslerin daha dirençli olduğu ve fibrinolizin sınırlı kaldığı saptanmıştır. Bu bulgular, TAFIa'nın venöz trombüs stabilitesinin korunmasında kritik bir rol oynadığını açıkça ortaya koymaktadır (Chessum ve ark., 2023).

TAFIa'nın fibrinoliz üzerindeki baskılayıcı etkisinin klinik önemi, TAFIa inhibitörleri ile yapılan çalışmalarla da desteklenmektedir. DS-1040 gibi seçici TAFIa inhibitörlerinin kullanıldığı klinik çalışmalarda, endojen fibrinolizin hızlandığı ve pıhtı lizisinin kolaylaştığı gösterilmiştir (Vanassche ve ark., 2023; Sakai ve ark., 2022). Bu çalışmalar, TAFIa'nın pıhtı stabilitesini artıran fizyolojik rolünü dolaylı olarak doğrulamakta ve TAFIa'nın hedeflenmesinin pıhtı çözülmesini hızlandırabileceğini göstermektedir.

Sonuç olarak TAFIa, fibrinoliz ve pıhtı stabilitesi arasında hassas bir denge sağlayan temel bir düzenleyici olarak görev yapmaktadır. Fibrin üzerindeki C-terminal lizin rezidülerini ortadan kaldırarak plazmin oluşumunu sınırlar, fibrinolizi geciktirir ve pıhtının mekanik bütünlüğünü korur. Bu özellikleri sayesinde TAFIa, hemostatik sistemde pıhtı stabilitesinin sürdürülmesinde merkezi bir role sahiptir. Ancak bu etkinin aşırı olması durumunda tromboz riskinin artabileceği, yetersiz olması durumunda ise pıhtı stabilitesinin bozulabileceği dikkate alındığında, TAFIa aktivitesinin fizyolojik sınırlar içinde tutulması büyük önem taşımaktadır (Sillen ve Declerck, 2021; Singh ve ark., 2024).

#### **4. Egzersizin Hemostatik Sistem Üzerine Etkileri ve TAFİ Yanıtı**

Egzersiz, hemostatik sistem üzerinde hem akut hem de kronik düzeyde etkiler oluşturarak koagülasyon, fibrinoliz ve trombosit fonksiyonları arasındaki hassas dengeyi modüle eder. Bu etkiler; egzersizin şiddeti, süresi, tipi ve bireyin antrenman durumu gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Literatürde egzersiz, kardiyovasküler sağlığı destekleyen fibrinolitik adaptasyonları artırabilen bir uyaran olmakla birlikte, özellikle akut ve yüksek şiddetli uygulamalarda geçici bir pro-trombotik ortam da oluşturabilen “çift yönlü” bir fizyolojik stres faktörü olarak tanımlanmaktadır (Olsen ve ark., 2021; Skouras ve ark., 2023).

##### **4.1. Akut Egzersizin Hemostatik Sistem Üzerine Etkileri**

Akut egzersiz sonrası hemostatik yanıt genellikle trombosit aktivasyonu, trombin oluşumu ve fibrinoliz parametrelerindeki değişimlerle karakterizedir. Kristiansen ve ark. (2024), stabil koroner arter hastalığı bulunan bireylerde maksimal bisiklet egzersizi sonrası trombosit agregasyonunun ve protrombin fragman 1+2 düzeylerinin anlamlı şekilde arttığını bildirmiştir. Bu bulgular, akut egzersiz sonrası dönemde geçici bir hiperkoagülabilité geliştiğini göstermektedir. Bununla birlikte, egzersizden yaklaşık iki saat sonra fibrin pıhtı lizis süresinde belirgin bir kısalma gözlenmesi, fibrinolitik sistemin gecikmeli fakat güçlü bir şekilde aktive olduğunu ortaya koymaktadır.

Akut egzersiz sırasında artan sempatik aktiviteye bağlı katekolamin salınımı ve vasküler shear stresin yükselmesi, von Willebrand faktör salınımını ve trombosit reaktivitesini artıran temel mekanizmalar arasında yer almaktadır. Bu mekanizmaların özellikle sedanter bireylerde ve kardiyovasküler hastalığı olan popülasyonlarda daha belirgin hemostatik dalgalanmalara yol açtığı bildirilmektedir (Olsen ve ark., 2021).

##### **4.2. Egzersiz Şiddeti, Süresi ve Antrenman Durumunun Hemostatik Yanıt Üzerine Etkisi**

Egzersizin hemostatik sistem üzerindeki etkileri yalnızca tek bir egzersiz seansına bağlı değildir; aksine, tekrarlayan egzersiz yüklenmeleriyle birlikte sistemde adaptif yanıtlar gelişmektedir. Van der Vorm ve ark. (2018), tekrarlayan egzersiz seanslarının akut egzersize bağlı hiperkoagülabilitéyi zamanla azalttığını ve trombosit aktivasyon yanıtının baskılandığını göstermiştir. Bu adaptasyon sürecinde fibrinolitik kapasitenin korunduğu ya da arttığı, dolayısıyla düzenli egzersizin uzun vadede hemostatik dengeyi olumlu yönde etkilediği vurgulanmaktadır.

Benzer şekilde, yüksek yoğunluklu interval antrenman (HIIT) uygulamalarının kronik dönemde trombosit agregasyonu, trombin oluşumu ve fibrinoliz parametreleri üzerinde sınırlı ancak stabilizan etkiler oluşturduğu bildirilmiştir (Kristiansen ve ark., 2022). Bu bulgular, düzenli egzersizin akut pro-trombotik yanıtları törpüleyerek hemostatik sistemin egzersize karşı toleransını artırabileceğini düşündürmektedir.

#### **4.3. Fibrinoliz Regülasyonu ve TAFI Sisteminin Egzersize Yanıtı**

Fibrinoliz, pıhtı oluşumunu takiben damar açıklığının korunmasında temel rol oynayan bir sistemdir ve bu süreç çok sayıda düzenleyici mekanizma tarafından kontrol edilmektedir. Bu düzenleyicilerden biri olan trombinle aktive edilebilir fibrinoliz inhibitörü (TAFI), fibrin yüzeyindeki C-terminal lizin kalıntılarını uzaklaştırarak plazminojen bağlanmasını azaltmakta ve fibrinolizi baskılamaktadır (Sillen ve Declerck, 2021).

Akut egzersizin fibrinolitik yanıtı artırdığı genel olarak kabul edilmekle birlikte, bu süreçte TAFI sisteminin rolü sınırlı sayıda çalışmada değerlendirilmiştir. Kahraman ve ark. (2011), sedanter genç erkeklerde submaksimal aerobik egzersiz sonrası TAFI düzeylerinin istirahat döneminde anlamlı şekilde azaldığını bildirmiştir. Bu bulgu, akut egzersiz sonrası dönemde TAFI aracılı fibrinoliz inhibisyonunun azalabileceğini ve fibrinolitik aktivitenin desteklendiğini düşündürmektedir.

Buna karşılık, klinik popülasyonlarda yapılan çalışmalarda egzersize bağlı fibrinoliz baskılanmasının TAFI aktivitesi ile ilişkili olabileceği rapor edilmiştir. Özellikle egzersiz stres testleri sonrası pıhtı lizis süresinin uzaması ile TAFI aktivitesi arasında pozitif ilişki saptanması, TAFI'nin egzersize verilen hemostatik yanıtın bireysel ve klinik duruma özgü bir belirleyicisi olabileceğini göstermektedir (Kolasa-Trela ve ark., 2015).

Güncel metodolojik yaklaşımlar, TAFI fonksiyonunun yalnızca plazma düzeyleriyle değil, pıhtı lizis süresi gibi fonksiyonel testlerle değerlendirilmesinin daha anlamlı olduğunu ortaya koymaktadır. Urano ve ark. (2024), trombomodulin-TAFI ekseninin fibrinolizi düzenlemedeki rolünü doku tipi plazminojen aktivatörü ile indüklenen pıhtı lizis süresi yöntemiyle göstermiş ve düşük düzeydeki TAFI aktivitesinin bile fibrinoliz üzerinde belirgin etkiler oluşturabildiğini bildirmiştir. Bu bulgular, egzersize bağlı fibrinolitik yanıtların değerlendirilmesinde TAFI sisteminin dolaylı fakat kritik bir düzenleyici olarak ele alınması gerektiğini desteklemektedir.

## 5. Spor Yaralanmaları, İnflamasyon ve TAFI

Spor yaralanmaları, yalnızca lokal doku hasarı ile sınırlı kalmayıp sistemik inflamatuvar yanıt, endotel disfonksiyonu ve hemostatik sistemde belirgin değişiklikler ile karakterizedir. Akut travma sonrası gelişen bu yanıt, koagülasyon ve fibrinoliz sistemlerinin eş zamanlı aktivasyonunu tetikleyerek pıhtı oluşumu ve çözünürlüğü arasındaki dengeyi hassas bir biçimde etkiler. Son yıllarda bu karşılıklı etkileşim, **immünotromboz** ve **tromboinflamasyon** kavramları çerçevesinde ele alınmakta olup, spor yaralanmalarının patofizyolojisinin anlaşılmasında önemli bir kuramsal zemin oluşturmaktadır (Schrottmaier ve Assinger, 2024).

### 5.1. Spor Yaralanmaları ve İnflamatuvar Yanıt

Kas-iskelet sistemi yaralanmalarında doku bütünlüğünün bozulmasıyla birlikte hasar ilişkili moleküler paternler (DAMP'ler) salınmakta, bu durum doğuştan bağışıklık sistemini aktive ederek inflamatuvar sitokinlerin salınımına yol açmaktadır. Bu inflamatuvar ortam, trombosit aktivasyonu, doku faktörü ekspresyonu ve endotel hücre fonksiyonlarında değişiklikler ile birlikte koagülasyon kaskadını hızlandırmaktadır. Aynı zamanda inflamasyonun şiddeti ve süresi, fibrinoliz sisteminin baskılanması veya aşırı aktivasyonu gibi farklı fenotiplere neden olabilmektedir (Capponi ve Rostagno, 2025).

Spor yaralanmaları, klasik travmatik beyin hasarı kadar ağır olmasa da, benzer biyolojik mekanizmaları daha düşük şiddette tetikleyebilmektedir. Travma sonrası erken dönemde gözlenen hiperfibrinoliz, ilerleyen süreçte fibrinoliz baskılanması (fibrinolysis shutdown) ile yer değiştirebilmektedir. Bu geçişin, inflamatuvar mediyatörler ve endotel kaynaklı inhibitörler aracılığıyla düzenlendiği bildirilmektedir (Nakae ve ark., 2022).

### 5.2. Tromboinflamasyon ve Fibrinoliz Regülasyonu

İnflamasyon ve hemostaz arasındaki çift yönlü ilişki, tromboinflamasyon kavramı ile açıklanmaktadır. Bu süreçte aktive olmuş trombositler, lökositlerle ve endotel hücreleriyle etkileşime girerek hem trombus oluşumunu hem de inflamatuvar yanıtın sürekliliğini destekler. Nötrofil ekstraselüler tuzakları (NET'ler), kompleman aktivasyonu ve proinflamatuvar sitokinler, fibrin birikimini artırarak pıhtı stabilitesini güçlendirebilir (Schrottmaier ve Assinger, 2024).

Fibrinoliz sistemi, bu süreçte yalnızca fibrinin yıkımından sorumlu bir mekanizma değil, aynı zamanda bağışıklık yanıtının düzenlenmesinde aktif rol oynayan bir sistem olarak kabul edilmektedir. Plazmin ve plazminojen

aktivasyonunun, doku onarımı, anjiyogenez ve hücrel göç gibi süreçlere katkı sağladığı gösterilmiştir (Whyte, 2023; Mutch ve Medcalf, 2023).

### **5.3. TAFI'nin İnflamasyon ve Yaralanma Sürecindeki Rolü**

Trombinle aktive edilebilir fibrinoliz inhibitörü (TAFI), koagülasyon ve fibrinoliz sistemleri arasında moleküler bir köprü oluşturarak pıhtı çözünürlüğünü düzenleyen temel faktörlerden biridir. TAFI'nin aktif formu olan TAFIa, fibrin yüzeyindeki C-terminal lizin kalıntılarını uzaklaştırarak plazminojen ve doku tipi plazminojen aktivatörünün fibrine bağlanmasını azaltır ve böylece fibrinolizi baskılar (Sillen ve Declerck, 2021).

İnflamatuvar durumlarda TAFI sisteminin aktivasyonu, fibrinoliz baskılanmasına ve pıhtı stabilitesinin artmasına katkıda bulunabilir. Claesen ve ark. (2022), sistemik inflamasyonun hâkim olduğu SARS-CoV-2 enfeksiyonunda TAFI/CPU sisteminin belirgin şekilde aktive olduğunu ve bunun hipofibrinolitik bir duruma yol açtığını göstermiştir. Bu bulgular, inflamasyonun TAFI aktivasyonu üzerinden fibrinolizi dolaylı olarak baskılayabileceğini ortaya koymaktadır.

Spor yaralanmaları bağlamında doğrudan TAFI ölçümlerinin sınırlı olması nedeniyle, TAFI'nin rolü çoğunlukla travma ve inflamasyon literatüründen türetilen mekanistik çıkarımlar üzerinden değerlendirilmektedir. Travma sonrası fibrinoliz baskılanmasının, yalnızca plazminojen aktivatör inhibitörleri ile değil, aynı zamanda TAFI aracılı mekanizmalarla da ilişkili olduğu düşünülmektedir (Capponi ve Rostagno, 2025).

### **5.4. Kas-İskelet Onarımı ve TAFI ile İlişkili Fibrin Dinamikleri**

Kas-iskelet sistemi yaralanmalarında fibrin oluşumu, erken dönemde doku bütünlüğünün sağlanması açısından gereklidir. Ancak fibrinin zamanında uzaklaştırılamaması, fibrozis ve fonksiyonel iyileşmenin gecikmesi ile sonuçlanabilir. Plazminojen aktivasyon sistemi, bu süreçte fibrin yıkımı ve doku yeniden yapılanmasının koordinasyonunda merkezi bir rol oynar (Gibson ve ark., 2020).

TAFI'nin aşırı veya uzamış aktivasyonu, fibrin yıkımını geciktirerek kas-iskelet onarım sürecini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle, spor yaralanmalarında inflamasyonun şiddeti ve süresine bağlı olarak TAFI aktivitesinin düzenlenmesi, optimal iyileşme süreci açısından potansiyel bir hedef olarak değerlendirilmektedir.

## 6. Sporcularda Klinik ve Pratik Yansımalar

Egzersiz hemostatik sistem üzerindeki etkileri, sporcular açısından yalnızca fizyolojik bir adaptasyon alanı değil, aynı zamanda klinik risk yönetimi ve performans sürdürülebilirliği açısından da önem taşımaktadır. Düzenli fiziksel aktivitenin kardiyovasküler hastalık riskini azalttığı iyi bilinmekle birlikte, özellikle yüksek şiddetli ve uzun süreli egzersizlerin akut dönemde geçici hiperkoagülabileiteye yol açabildiği gösterilmiştir. Bu nedenle sporcularda hemostatik yanıtın doğru yorumlanması, egzersizin “koruyucu” ve “risk oluşturu” yönleri arasındaki dengenin kurulması açısından kritik öneme sahiptir (Adams ve Fell, 2018; Skouras ve ark., 2023).

### 6.1. Performans ve Sağlık Arasındaki Hemostatik Denge

Düzenli antrenman yapan sporcularda, akut egzersize bağlı trombosit aktivasyonu ve koagülasyon yanıtının sedanter bireylere kıyasla daha sınırlı olduğu, buna karşılık fibrinolitik kapasitenin daha etkin çalıştığı bildirilmektedir. Bu durum, “egzersizle indüklenen hemostatik adaptasyon” olarak tanımlanmakta ve sporcuların akut trombotik risklere karşı belirli ölçüde korunmasını sağlamaktadır (van der Vorm ve Huskens, 2018).

Skouras ve ark. (2023), düzenli aerobik ve direnç egzersizi yapan bireylerde doku tipi plazminojen aktivatörü (tPA) yanıtının arttığını, plazminojen aktivatör inhibitörü-1 (PAI-1) düzeylerinin ise baskılandığını bildirmiştir. Bu adaptasyonlar, sporcularda fibrinolizin koagülasyon artışını dengeleyerek hemostatik dengeyi koruduğunu düşündürmektedir. Klinik açıdan bu durum, düzenli ve planlı antrenman yapan sporcuların istirahat ve egzersiz sonrası dönemde daha stabil bir hemostatik profile sahip olmasını açıklamaktadır.

### 6.2. Akut ve Aşırı Yüklenmenin Klinik Riskleri

Her ne kadar düzenli egzersiz uzun vadede koruyucu olsa da, özellikle yeterli adaptasyon süreci olmayan sporcularda veya antrenmansız bireylerde uygulanan yüksek şiddetli egzersizler, akut trombotik riskleri geçici olarak artırabilmektedir. Adams ve Fell (2018), yoğun egzersizin trombosit aktivasyonu, faktör VIII artışı ve trombin oluşumu ile ilişkili olduğunu; bu durumun özellikle eşlik eden risk faktörleri (dehidratasyon, uzun süreli immobilizasyon, seyahat, hormonal kontraseptif kullanımı) varlığında klinik açıdan anlam kazanabileceğini vurgulamıştır.

Ultra-dayanıklılık sporcuları üzerinde yapılan çalışmalarda, uzun süreli ve çevresel stres faktörleriyle (ısı, sıvı kaybı) birlikte uygulanan egzersizin hem koagülasyon hem de fibrinoliz belirteçlerini artırdığı gösterilmiştir. Kupchak ve ark. (2017), 164 km’lik bir bisiklet yarışını takiben trombosit aktivasyonu ve

trombin oluşumunda artış saptanmasına rağmen, eş zamanlı fibrinolitik aktivasyonun bu yanıtı dengelediğini bildirmiştir. Bu bulgu, sağlıklı ve deneyimli sporcularda hemostatik sistemin aşırı yüklenmeye karşı koruyucu mekanizmalar geliştirebildiğini düşündürmektedir.

### **6.3. Sporcularda Klinik İzlem ve Risk Yönetimi**

Sporcularda hemostatik yanıtların klinik açıdan değerlendirilmesi, yalnızca performans dönemleriyle sınırlı olmamalıdır. Uzun süreli seyahatler, yoğun müsabaka takvimleri, sakatlık sonrası immobilizasyon ve çevresel stres faktörleri, Virchow üçgeninin farklı bileşenlerini tetikleyerek tromboembolik risk oluşturabilir. Adams ve Fell (2018), özellikle elit sporcularda venöz tromboembolizm (VTE) riskinin düşük ancak göz ardı edilmemesi gereken bir olasılık olduğunu belirtmiştir.

Bu bağlamda, sporcuların bireysel risk profillerinin değerlendirilmesi ve antrenman planlarının buna göre düzenlenmesi önem taşımaktadır. Aşırı yüklenmenin önlenmesi, yeterli hidrasyonun sağlanması, toparlanma sürelerinin optimize edilmesi ve sakatlık sonrası erken dönemde kontrollü mobilizasyon, hemostatik dengenin korunmasına katkı sağlayan temel pratik yaklaşımlar arasında yer almaktadır (van der Vorm ve Huskens, 2018; Skouras ve ark., 2023).

### **6.4. Klinik Perspektiften TAFI ve Fibrinolizle İlişkili Yansımalar**

Her ne kadar sporcularda TAFI düzeylerini doğrudan değerlendiren çalışmalar sınırlı olsa da, fibrinoliz regülasyonu üzerinden dolayı klinik çıkarımlar yapılabilmektedir. Düzenli egzersizin fibrinolitik kapasiteyi artırması ve pıhtı lizis süresini kısaltması, TAFI aracılı fibrinoliz baskılanmasının uzun vadede sınırlandığını düşündürmektedir. Bu durum, sporcularda pıhtı stabilitesi ile pıhtı çözülmesi arasındaki dengenin daha etkin sağlanmasına katkıda bulunabilir (Skouras ve ark., 2023).

Pratik açıdan bakıldığında, sporcularda hemostatik yanıtların bireyselleştirilmiş antrenman programlarıyla yönetilmesi, yalnızca performans artışı değil, aynı zamanda olası klinik komplikasyonların önlenmesi açısından da önemlidir. Özellikle yüksek yoğunluklu egzersiz dönemlerinde, antrenman sıklığı ve şiddetinin kademeli artırılması, hemostatik sistemin adaptasyonunu destekleyerek akut risklerin azaltılmasına yardımcı olabilir.

## **7. SONUÇ VE GELECEK PERSPEKTİFLER**

Bu kitap bölümünde, thrombinle aktive edilebilir fibrinoliz inhibitörü (TAFI) ekseninde hemostaz ve fibrinoliz dengesinin spor bilimleri açısından önemi güncel literatür ışığında ele alınmıştır. Egzersizin akut ve kronik etkilerinin hemostatik sistem üzerinde çift yönlü bir yanıt oluşturduğu; bir yandan

koagülasyon ve trombosit aktivasyonunu artırırken, diğer yandan fibrinolitik kapasiteyi güçlendiren adaptasyonları tetiklediği ortaya konmuştur. Bu bağlamda TAFI, pıhtı stabilitesi ile pıhtı çözülmesi arasındaki hassas dengenin moleküler düzeyde düzenlenmesinde merkezi bir rol üstlenmektedir.

Mevcut bulgular, TAFI'nin yalnızca fibrinolizi baskılayan pasif bir faktör olmadığını; aksine koagülasyon, inflamasyon ve fibrinoliz sistemleri arasında işlevsel bir köprü görevi gördüğünü göstermektedir. Egzersiz, yaralanma ve inflamasyon gibi fizyolojik ve patofizyolojik uyarılar sırasında TAFI/TAFIa aktivitesindeki değişimlerin, pıhtı stabilitesini ve fibrin çözünürlüğünü belirgin biçimde etkileyebileceği anlaşılmaktadır. Spor bilimleri perspektifinden bakıldığında bu durum, hem performansın sürdürülebilirliği hem de sporcu sağlığının korunması açısından önemli çıkarımlar sunmaktadır.

Ancak literatürde dikkat çeken önemli bir sınırlılık, sporcularda TAFI sistemini doğrudan değerlendiren çalışmaların sayıca az olmasıdır. Egzersiz ve hemostaz ilişkisi büyük ölçüde trombosit fonksiyonları, trombin oluşumu ve klasik fibrinoliz belirteçleri üzerinden incelenmiş; TAFI çoğu çalışmada dolaylı ya da ikincil bir düzenleyici olarak ele alınmıştır. Bu durum, TAFI'nin egzersize özgü yanıtlarının ve antrenman adaptasyonlarıyla ilişkilerinin henüz yeterince aydınlatılamadığını göstermektedir.

Gelecek araştırmalar açısından, sporcularda TAFI düzeyleri ve fonksiyonunun farklı egzersiz türleri (dayanıklılık, direnç, yüksek yoğunluklu interval antrenman), yüklenme şiddetleri ve toparlanma dönemleri boyunca sistematik olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle trombomodulin–TAFI eksenini, pıhtı lizis süresi gibi fonksiyonel testlerle birlikte ele alındığında, hemostatik yanıtın daha bütüncül biçimde yorumlanmasına olanak sağlayabilir. Ayrıca spor yaralanmaları sonrası inflamatuvar yanıt ve doku onarım süreçlerinde TAFI'nin rolünü inceleyen translasyonel çalışmalar, rehabilitasyon ve geri dönüş protokollerine bilimsel dayanak kazandırabilir.

Klinik ve pratik açıdan değerlendirildiğinde, TAFI ve ilişkili fibrinoliz düzenleyicilerinin, sporcularda bireyselleştirilmiş risk değerlendirmesi ve yüklenme planlamasında potansiyel biyobelirteçler olarak kullanımı ilerleyen yıllarda gündeme gelebilir. Bununla birlikte, mevcut kanıtlar doğrultusunda TAFI'nin rutin klinik veya performans izleminde tek başına kullanılmasından ziyade, çoklu hemostatik ve inflamatuvar belirteçleri içeren bütüncül bir değerlendirme yaklaşımı içinde ele alınmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

Sonuç olarak, TAFI'nin hemostaz, fibrinoliz ve inflamasyon arasındaki düzenleyici rolü, spor bilimleri alanında henüz tam olarak keşfedilmemiş ancak



önemli bir araştırma potansiyeli barındırmaktadır. Egzersizin moleküler düzeydeki etkilerinin daha iyi anlaşılması, yalnızca performans optimizasyonu değil, aynı zamanda sporcu sağlığının korunması ve uzun vadeli risklerin azaltılması açısından da yeni ufuklar açacaktır. Bu çerçevede TAFI, spor bilimlerinde gelecekte daha fazla ilgi görecektir. Moleküler hedeflerden biri olmaya adaydır.

## KAYNAKLAR

- Adams MJ, Fell JW. (2018). Hemostasis in exercise and the athlete. *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*, 44(7), 707–709. doi:10.1055/s-0038-1675169
- Capponi A, Rostagno C. (2025). Trauma-induced coagulopathy: A review of specific molecular mechanisms. *Diagnostics*, 15(11), 1435. doi:10.3390/diagnostics15111435
- Chessum JE, Shaya SA, Rajab D, et al. (2023). Thrombin-activatable fibrinolysis inhibitor and sex modulate thrombus stability and pulmonary embolism burden in a murine model. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 22, 263–270. doi:10.1111/jth.16167
- Claesen K, Mertens JC, Leenaerts D, Hendriks D. (2021). Carboxypeptidase U (CPU, TAFIa, CPB2) in thromboembolic disease: What do we know three decades after its discovery? *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 883. doi:10.3390/ijms22020883
- Claesen K, Sim Y, Bracke A, et al. (2022). Activation of the carboxypeptidase U (CPU/TAFIa/CPB2) system in patients with SARS-CoV-2 infection could contribute to COVID-19 hypofibrinolytic state and disease severity prognosis. *Journal of Clinical Medicine*, 11, 1494. doi:10.3390/jcm11061494
- Gibson BHY, Duvernay MT, Moore-Lotridge SN, et al. (2020). Plasminogen activation in the musculoskeletal acute phase response: Injury, repair, and disease. *Research and Practice in Thrombosis and Haemostasis*, 4, 469–480. doi:10.1002/rth2.12355
- Hilberg T. (2019). Coagulation and fibrinolysis during strenuous exercise. *Sports Medicine*, 49(12), 1833–1847. doi:10.1007/s40279-019-01165-9
- Kahraman S, Bediz CS, Pişkin Ö, Aksu İ, Topçu A, Yüksel F, Demirkan F. (2011). The effect of acute submaximal exercise on thrombin activatable fibrinolysis inhibitor levels in young sedentary males. *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*, 17(4), 414–420. doi:10.1177/1076029610385672
- Kolasa-Trela R, Fil K, Wypasek E, Undas A. (2015). Exercise stress testing enhances blood coagulation and impairs fibrinolysis in asymptomatic aortic valve stenosis. *Journal of Cardiology*, 65, 501–507. doi:10.1016/j.jcc.2014.07.010
- Kristiansen J, Grove EL, Sjúrdarson T, et al. (2022). Haemostasis and fibrinolysis after regular high-intensity interval training in patients with coronary artery disease: A randomised controlled trial. *Open Heart*, 9, e002127. doi:10.1136/openhrt-2022-002127
- Kristiansen J, Grove EL, Sjúrdarson T, et al. (2024). Acute and subacute effects of strenuous exercise on platelet aggregation, coagulation and fibrinolysis in

- patients with stable coronary artery disease. *Thrombosis Research*, 236, 220–227. doi:10.1016/j.thromres.2024.03.007
- Kupchak BR, Kazman JB, Vingren JL, et al. (2017). Blood hemostatic changes during an ultraendurance road cycling event in a hot environment. *Wilderness & Environmental Medicine*, 28, 197–206. doi:10.1016/j.wem.2017.05.002
- Menzel K, Hilberg T. (2009). Coagulation and fibrinolysis are in balance after moderate exercise in middle-aged participants. *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*, 15(3), 348–355. doi:10.1177/1076029608327657
- Mochizuki L, Sano H, Honkura N, Masumoto K, Urano T, Suzuki Y. (2023). Visualization of domain- and concentration-dependent impact of thrombomodulin on differential regulation of coagulation and fibrinolysis. *Thrombosis and Haemostasis*, 123, 16–26. doi:10.1055/a-1910-9031
- Mutch NJ, Medcalf RL. (2023). The fibrinolysis renaissance. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 21, 3304–3316. doi:10.1016/j.jtha.2023.09.012
- Ni R, Neves MAD, Wu C, et al. (2020). Activated thrombin-activatable fibrinolysis inhibitor attenuates fibrin-dependent plasmin generation on thrombin-activated platelets. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 18(9), 2364–2376. doi:10.1111/jth.14968
- Olsen LN, Fischer M, Evans PA, Gliemann L, Hellsten Y. (2021). Does exercise influence the susceptibility to arterial thrombosis? An integrative perspective. *Frontiers in Physiology*, 12, 636027. doi:10.3389/fphys.2021.636027
- Sakai N, Takeuchi M, Imamura H, et al. (2022). Safety, pharmacokinetics and pharmacodynamics of DS-1040 in patients with acute ischemic stroke. *Clinical Drug Investigation*, 42, 137–149. doi:10.1007/s40261-021-01109-6
- Schrottmaier WC, Assinger A. (2024). The concept of thromboinflammation. *Hamostaseologie*, 44, 21–30. doi:10.1055/a-2178-6491
- Sillen M, Declercq PJ. (2021). Thrombin activatable fibrinolysis inhibitor (TAFI): An updated narrative review. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, 3670. doi:10.3390/ijms22073670
- Singh S, Kumar P, Padwad YS, et al. (2024). Targeting fibrinolytic inhibition for venous thromboembolism treatment. *Circulation*, 150, 884–898. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.124.069876
- Skouras AZ, Antonakis-Karamintzas D, Tsantes AG, Triantafyllou A, Papagiannis G, Tsolakis C, Koulouvaris P. (2023). The acute and chronic effects of resistance and aerobic exercise in hemostatic balance: A brief review. *Sports*, 11(4), 74. doi:10.3390/sports11040074
- Suzuki Y, Sano H, Mochizuki L, et al. (2020). Activated platelet-based inhibition of fibrinolysis via thrombin-activatable fibrinolysis inhibitor activation system.

- Urano T, Sano Y, Suzuki Y, et al. (2024). Evaluation of thrombomodulin/TAFI function in plasma using tPA-induced plasma clot lysis time. *Research and Practice in Thrombosis and Haemostasis*, 8, e102463. doi:10.1016/j.rpth.2024.102463
- van der Vorm LN, Huskens D. (2018). Effects of repeated bouts of exercise on the hemostatic system. *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*, 44, 710–722. doi:10.1055/s-0038-1673619
- Whyte CS. (2023). All tangled up: Interactions of the fibrinolytic and innate immune systems. *Frontiers in Medicine*, 10, 1212201. doi:10.3389/fmed.2023.1212201



# **BÖLÜM 12**

## **Fiziksel Aktivite ve Sağlıklı Yaşlanma**

**Bayram Kaya<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Doç. Dr. Ardahan Üniversitesi Spor Bilimleri Fak., ORCID 0000-0003-0249-5572

## Yaşlanma

İnsan hayatının olağan dönemlerinden olan yaşlılık dönemi kelime anlamı olarak, yaşamsal fonksiyonlarla beraber, organizmanın verimliliğinde meydana gelen azalma ve çevresel faktörlere de uyum sağlayamama şeklinde tanımlanabilir (DSÖ, 2019).

Beğer ve Yavuzer (2012) yaşlanmayı, beden yapısında ve işlevlerinde değişimlerle başlayan zamansal, psikolojik, biyolojik ve sosyal bir süreç olarak tanımlamışlardır. Fizyolojik olarak yaşlanma; hücre yenilenmesinin azalması, hücresel ve fizyolojik gerileme ile şekil alan bir durum olabilir.

Genel anlamda yaşlanmayı; yaşamın ilerleyen aşamalarında zihinsel ve fiziksel işlevlerde düşüşe bağlı olarak hastalıklara karşı düşen direnç ve sosyal rollerde meydana gelen değişimler şeklinde karakterize edilen bireyin ölmeden hemen önceki dönemidir (López-Otín ve ark., 2013).

Normal yaşlanma sırasında transkripsiyonu engelleyen DNA hasarı, özellikle besin algılaması ve enerji metabolizması gibi yaşlanmayı etkilediği bilinmektedir (Gyenis vd., 2023). Fiziksel kapasitenin azalmasına neden olan hasarlar, ileriki dönemlerde kalıcı hastalık riskini yükseltebilir (DSÖ; 2019; World Bank., 2011).

Dünya devletlerinde olduğu gibi Türkiye’de de yaşlılık oranı yükselmektedir. Ülkemizde 2013 yılında %7,7, 2014 yılında %8, 2017 yılında %8,5, 2019 yılında %9,1’e ulaşarak her yıl yaşlılık oranının yükseldiği görülmektedir. Yaşlanan nüfus bakımından ülkemiz, Dünyada 18. sıraya yerleşmiştir TÜİK, 2018).

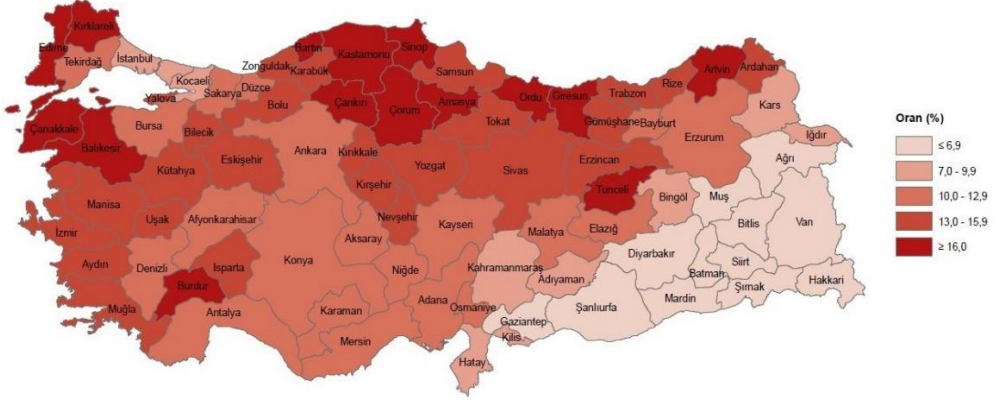
Artan yaşlı nüfus oranına bağlı olarak birçok ülkenin ilgili kurumları nüfusun demokratik yapısını takip edebilmek amacıyla, “topluluk içinde yaşlanma”, “yaşlı dostu toplum” gibi benzeri sorunlara çözüm bulmak ve yaşlanma mekanizmalarını araştırmak için çalışmalar yapmışlardır (Meron vd., 2022; Sander vd., 2015).

**Tablo 1:** Yaşlılık Sınıflandırması

| Yaş Aralığı | Tanımlama     |
|-------------|---------------|
| 0-18 Yaş    | Ergen         |
| 18-65 Yaş   | Genç          |
| 65-74 Yaş   | Orta Yaşlı    |
| 74-84 Yaş   | Yaşlı         |
| 85<         | Çok Yaşlı     |
| 100<        | Asırlık       |
| 110<        | Süper Asırlık |

*Kaynak: DSÖ; 2019*

## İllere göre yaşlı nüfus oranı, 2024



**Kaynak:** TÜİK, Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi, 2024

### Sağlıklı Yaşlanma

Sağlıklı yaşlanma günümüzde karşılaşılan başlıca sosyal zorluklardandır (Suchecka ve Urbaniak, 2016, s. 158). Nüfusun yaşlanmasının sonucu olarak korener kalp hastalığı, hipertansiyon, diyabet akciğer hastalıkları gibi kronik ve kompleks hastalıklara bağlı olarak morbidite ve mortalite oluşmaktadır (Fuller vd., 2010, s. 294). Nüfusun hızla yaşlanması sağlıklı yaşlanma anlayışını daha önemli hale getirmektedir.

20. yüzyılda pek çok ülkede doğurganlık oranının hızlı bir şekilde düşmesinin yanı sıra, ortalama insan ömrünün de çok yükseklerle çıktığı görülmüştür. Nüfus demografik yapısındaki bu değişiklik sosyal düzeyde tam etkileri henüz anlaşılmaya başlayan, ekonomik, kültürel, sosyal, tıbbi, halk sağlığı ve kamu politikası gibi zorlukları beraberinde getirmektedir (Sander vd., 2015).

Bireylerin yaşlanma sürecinde, zihinsel, fiziksel ve sosyal sağlıklarını muhafaza ederek yüksek yaşam kalitelerine ulaşabilmeyi ifade eder. Bu süreç sadece hastalıklardan korunmak için değil, aynı zamanda aktif ve kimseye bağlı olmadan yaşam sürdürmeleri için gerekli koşulların sağlanmasını kapsar (World Health Organization, 2020).

Sağlıklı yaşlanmanın farklı tanımlarını analiz eden McLaughlin ve arkadaşları fonksiyonel bir sağlık tanımının hastalıklardan ve engellilikten arınma süreci olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Dünya nüfusu yaşlandıkça ortaya çıkması muhtemel olan bu sorunlar zamanla artacağı için sağlıklı yaşlanma kavramının günümüzde incelenmesi gereken bir konu olarak düşünülebilir (Meron vd., 2022).

Sağlıklı yaşlanma denilince en az bunun kadar önemli ve sağlıklı yaşlanmanın şartlarından olduğu düşünülen yaşlı bakımı kavramıdır. Yaşlı bakımı, yaşlı



bireylerin günlük aktivitelerini devam ettirebilmeleri, sağlık problemlerinin üstesinden gelebilmeleri ve yaşam kalitelerini arttırabilmeleri amacıyla sunulan hizmetlerin bütünüdür. Bu hizmetler; huzur evleri, evde bakım ve rehabilitasyon merkezlerinde sunulan bakım hizmetlerini kapsamaktadır. Profesyonel bakım hizmetleri, sosyal, fiziksel ve duygusal ihtiyaçları yaşlı bireylere sunmalıdır (Yardım, 2019).

Türkiyede yaşlı nüfusunun artışı yaşlı bakımı hizmetinin kalitesinin arttırılması zorunlu hale gelmiştir. Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre 2021 yılında 65 yaş ve üzeri nüfusun oranı %9,5'e gelmiştir. Bu durum yaşlı bireylerin yaşam kalitesini arttıracak bakım ve sağlık hizmetlerinin geliştirilerek yaygınlaştırılmasını zorunlu kılmıştır. Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı yaşlı bakım hizmetlerinin kalitesini yükseltmek için çeşitli uygulamalar ve projeler geliştirmiştir (TÜİK, 2021).



**Resim 1:** [www.google.com/search?q=Fiziksel+aktivite+sa%C4%9Fl%C4%B1kl%C4%B1+ya%C5%9Flanma](https://www.google.com/search?q=Fiziksel+aktivite+sa%C4%9Fl%C4%B1kl%C4%B1+ya%C5%9Flanma)

Sağlıklı yaşlanmanın belirleyicilerini araştırmak, Dünya'yı kasıp kavuran COVID-19 salgının ölçsüz bir şekilde yaşlı insanları negatif yönde etkilemesiyle her zamankinden çok daha gündeme gelmiştir. Salgının yaşlılar üzerinde daha yaygın etki göstermesiyle yaşlıların yaşam kalitesini artırma ve bağımsız kılma gibi önlemlerin hayata geçirilmesi zorunluluğu daha çok önem arz etmiştir (Jowell vd., 2020).

Sağlıklı yaşlanma ve yaşlı bakımı konularında başarılı uygulamalar, multidisipliner yaklaşımlar gerektirmektedir. Yaşlı bireylerin ihtiyaçları; aile bireyleri, sağlık profesyonelleri, sosyal hizmet uzmanları ile beraber karşılanmalıdır. Yaşlı bireyler sosyal hayata katılım konusunda teşvik edilmelidir. Onları fiziksel ve zihinsel olarak destekleyen programlar sağlıklı yaşlanma sürecinde önemli rol oynamaktadır. Böylece yaşlı bireyler daha sağlıklı ve mutlu hayat sürmeleri sağlanabilir (Gök, 2018).

Sağlıklı yaşlanmada, psikolojik ve sosyal yönden bireylerin iyi olma durumlarına vurgu yaparken sağlık bakımından da iyi olduğuna işaret etmektedir.

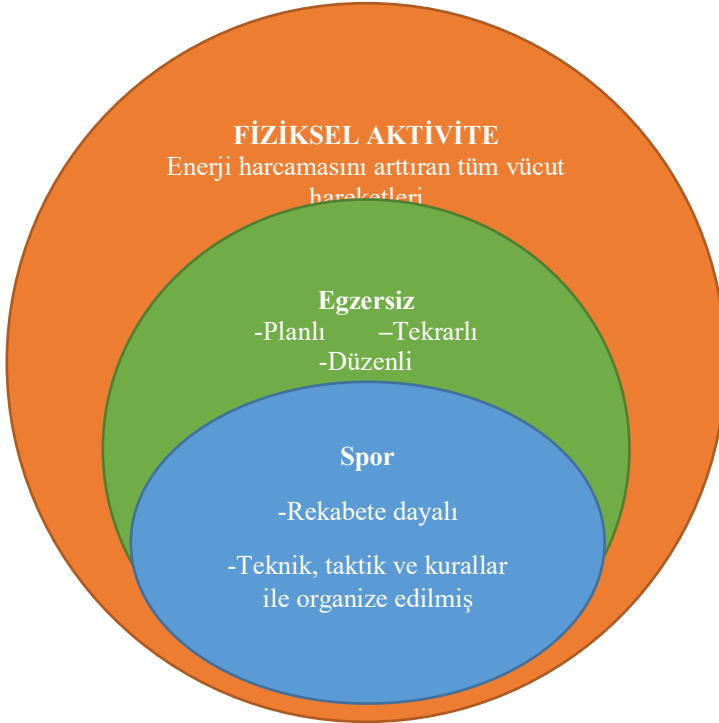
Sağlıklı yaşlanmada bireyin keyifli bir yaşama sahip olma durumunun yanında bireyin sosyal, kültürel, zihinsel yönden yeterli olabilme durumu olarak ifade edilir (Türkiye Halk Sağlığı Kurumu, 2015).

### **Fiziksel Aktivite**

İskelet kasları tarafından üretilen ve enerji harcamasıyla neticelenen herhangi bir vücut hareketine fiziksel aktivite denilir (WHO, 2020). Fiziksel aktivite, günlük yaşamın bir parçası olarak yapılan egzersiz, spor ve fiziki aktiviteleri kapsar. Egzersiz, belirli bir amaca yönelik, planlı yapılandırılmış ve tekrarlayan bir fiziksel aktivitenin alt koludur (Cartee vd., 2016; Sander vd., 2015).

Başka bir tanıma göre fiziksel aktivite; günlük hayat içinde enerji tüketimini kas ve iskelet sistemi vasıtası yaparak solunum hızını arttıran, kalp atım sayısını yükselten, yorgunluk açığa çıkaran etkinliklerdir (Piercy vd., 2018).

Fiziksel aktivite, egzersiz ve spor terimleri yakın anlam içermelerinden dolayı toplum tarafından çoğunlukla birbirleri yerine kullanılmaktadır. Her üç terim de hareket kavramıyla ilişkilidir; ancak uygulamaları birbirlerinden farklıdır. Fiziksel aktivite, hareketin farklı normları ile ilişkili olan kapsamlı bir terimdir. Egzersiz, fiziksel uygunluk durumlarını geliştirmek amacıyla planlı, programlı, düzenli etkinliklerdir. Spor ise fiziksel aktivite veya egzersizin belirli kurallarla, tekniklerle ve taktikle organize edilmiş, bunun yanında rekabetin de içinde olduğu aktivitedir (Sancassiani vd., 2018).



**Şekil 1:** Fiziksel aktivite, egzersiz ve spor kavram şeması (Sancassiani vd., 2018).

Fiziksel aktivite olarak kabul edilen hareketlerden bazıları şunlardır:

- İp atlamak
- Ağır eşya taşımak
- Yüzmek
- Duş almak
- tırış olmak
- Ev işleri
- Yürüyüş
- Bisiklet sürme
- Koşma
- Bahçe işleri
- Dans etmek (TCSB, 2013).

Fiziksel aktiviteler yoğunluklarına göre üç kategoride incelemek mümkündür.

### **1-Düşük Yoğunluklu Fiziksel Aktivite**

- Yavaş yürüyüş
- Toz almak, yerleri silmek gibi hafif ev işleri
- Hafif esneme ve ısınma hareketleri (TCSB, 2014).

### **2-Orta Yoğunluklu Fiziksel Aktivite**

- Tempolu yürümek
- Düşük tempolu koşmak
- Düşük tempoda bisiklet sürmek
- Masa tenisi oynamak (TCSB; 2014).

### **3-Yüksek Yoğunluklu Fiziksel Aktivite**

- Yüksek tempoda koşmak
- Futbol, voleybol, basketbol, tenis oynamak
- Yüksek tempoda dans etmek
- Step, aerobik yapmak (TCSB, 2014).

### **Fiziksel Aktivite Sağlıklı Yaşlanma İlişkisi**

Sedanter yaşam istirahat seviyesi üzerinde enerji tüketilen ancak enerji tüketiminde artış oluşturmeyan aktiviteleri yapma biçimidir. Sedanter

davranışlara örnek olarak televizyon seyretme, bilgisayar kullanma, oturma, uzanma gibi örnekleri verebiliriz. Sedanter yaşam 21. Yüzyılın en büyük halk sağlığı sorunudur (Can, 2019). Buna karşı düzenli yapılan fiziksel aktiviteler pekçok hastalığa karşı korunma ve iyileştirici etkisi vardır (Çiçek, 2020). Fiziksel olarak aktif olan bireylerin hastalıklardan korunma oranının yüksek olduğu görülmektedir (Lee ve ark., 2012). Düzenli yapılan fiziksel aktiviteler sağlıklı olmanın yanında kronik hastalıklara yakalanma riskini de azaltabilir.

Fiziksel aktivitelerin sağlıklı olma durumuyla beraber sağlıklı olma durumunun devamı için de önemli bir aktivite olduğu bilinmektedir. Kişilerin yapmış oldukları düzenli fiziksel aktiviteler ilerleyen yaşlarda fiziksel ve zihinsel işlevlerinin gelişmesine önemli rol oynar (Soygüden ve Cerit, 2015).



**Resim 2:**

[www.google.com/search?q=Fiziksel+aktivite+sa%C4%9Fl%C4%B1kl%C4%B1+ya%C5%9Flanma](http://www.google.com/search?q=Fiziksel+aktivite+sa%C4%9Fl%C4%B1kl%C4%B1+ya%C5%9Flanma)

Yaşlılarda düzenli yapılan fiziksel aktiviteler, diğer grup kişilerinde de olduğu gibi yaşam kalitelerini yükseltip, sağlıklı yaşamalarına katkı sağlayabilmektedir. Özellikle yaşlıların bağımsız olarak öz bakım gereksinimlerini karşılamaları ve günlük yaşam aktivitelerini sürdürmelerinde fiziksel aktivite önemli role sahiptir (Lu vd., 2022).

Uzun yıllar boyunca aynı kişilere tekrar eden ölçümlerde, egzersiz yapan yetişkinlerin ileriki dönemlerde daha düşük ölüm ve sakatlık oranına sahip oldukları görülmüştür (Chakravarty vd., 2008).

Yaşlı bireyleri yapmış oldukları düzenli fiziksel aktiviteler vücut kompozisyonlarının iyileşmesine bağlı olarak yaşa bağlı hastalıklara yakalanma riskini azaltarak fiziksel ve bilişsel işlev kaybını yavaşlatmaktadır ( Bilge Sertdemir, 2023).

Sağlıklı yaşlanmanın gerçekleşmesinde dengeli beslenme, sosyal aktiviteler ve zihinsel uyarıcılarının yanında yapılan düzenli fiziksel aktivitelerin de önemli olduğu söylenebilir (World Health Organization, 2020).

Sonuç olarak ortalama insan ömrünün uzadığı günümüzde yaşlı insan nüfusu her geçen gün daha da artmaktadır. Bu sebeple yaşlı bireylerin daha kaliteli yaşam sürdürebilmelerinde her ne kadar düzenli beslenme, düzenli uyku gibi unsurlar etkili olsa da diğer bireylerde olduğu gibi yaşlı bireylerin de yapacakları düzenli fiziksel aktiviteler onların zinde kalmasına, çeşitli hastalıklara yakalanma riskinin azaltılmasına sebep olacağı, yapılan araştırmalardan da anlaşılmaktadır. Dolayısıyla yaşlı bireylerin yaptıkları düzenli fiziksel aktiviteler onların sağlıklı yaşlanma olgusuna katkı sağlayacağı söylenebilir.

## Kaynakça

- Beğler, T., & Yavuzer, H. (2012). Yaşlılık ve yaşlılık epidemiyolojisi. Klinik Gelişim, 25(3), 1-3. Erişim adresi: [https://klinikgelisim.org.tr/kg\\_25\\_3/1.pdf](https://klinikgelisim.org.tr/kg_25_3/1.pdf)
- Bilge Sertdemir, H. (2023). Huzurevi yaşlılarında fiziksel aktivite ve aralıklı beslenme uygulamalarının sağlıklı yaşlanma süreçlerine etkisi. Doktora Tezi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Can, S. (2019). Sedanter Davranış, Adım Sayısı Ve Sağlık. Spor Hekimliği Dergisi/Turkish Journal of Sports Medicine, 54(1).
- Cartee, G. D., Hepple, R. T., Bamman, M. M., & Zierath, J. R. (2016). Exercise Promotes Healthy Aging of Skeletal Muscle. Cell Metabolism, 23(6), 1034-1047. Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2016.05.007>
- Chakravarty, E. F., Hubert, H. B., Lingala, V. B., & Fries, J. F. (2008). Reduced Disability And Mortality Among Aging Runners: A 21-Year Longitudinal Study. Archives of Internal Medicine, 168(15). <https://doi.org/10.1001/archinte.168.15.1638>
- Çiçek, G. (2020). Fiziksel Aktivite Ve Sağlık. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Jowell, A., Carstensen, L. L., & Barry, M. (2020). A Life-Course Model For Healthier Ageing: Lessons Learned During The COVID-19 Pandemic. The Lancet Healthy Longevity, 1(1), e9-e10. [https://doi.org/10.1016/S2666-7568\(20\)30008-8](https://doi.org/10.1016/S2666-7568(20)30008-8)
- Gök, M. (2018). Multidisipliner Yaklaşımın Yaşlı Bakımındaki Önemi. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 3(1), 34-42.
- Gyenis, A., Chang, J., Demmers, J. J. P. G., Bruens, S. T., Barnhoom, S., Brandt, R. M. C., Baar, M. P., Raseta, M., Derks, K. W. J., Hoeijmakers, J. H. J., & Pothof, J. (2023). Genome-Wide RNA Polymerase Stalling Shapes The Transcriptome During Aging. Nature Genetics. 55, 268-279 <https://doi.org/10.1038/s41588-022-01279-6>
- Fuller, B.G., Stewart Williams, J.A. ve Byles, J.E. (2010). Active Living-The Perception Of Older People With Chronic Conditions. Journals Sage Pub, 6, 294-305.
- Lee, M., Shiroma, E.J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S., & Katzmarzyk, P.T.. For The Lancet Physical Activity Series Working Group. Effect of physical inactivity on major noncommunicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. The Lancet, pp. 219-229, 2012
- López-Otín, C., Blasco, M. A., Partridge, L., Serrano, M., & Kroemer, G. (2013). The hallmarks of aging. Cell, 153(6), 1194-1217.
- Lu, Y., Wiltshire, H. D., Baker, J. S., & Wang, Q. (2022). Effects of Low-Volume High-Intensity Interval Exercise on 24 h Movement Behaviors in Inactive

- Female University Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(12). <https://doi.org/10.3390/ijerph19127177>
- Meron, E., Thaysen, M., Angeli, S., Antebi, A., Barzilai, N., Baur, J. A., Bekker-Jensen, S., Birkisdottir, M., Bischof, E., Bruening, J., Brunet, A., Buchwalter, A., Cabreiro, F., Cai, S., Chen, B. H., Ermolaeva, M., Ewald, C. Y., Ferrucci, L., Florian, M. C., & Scheibye-Knudsen, M. (2022). Meeting Report: Aging Research and Drug Discovery. *Mayo Clinic*, 14(2), 530-543 <https://doi.org/10.18632/aging.203859>
- Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., & Olson, R. D. (2018). The Physical Activity Guidelines For Americans. *Jama*, 320(19), 2020-2028.
- Sancassiani, F., Machado, S., & Preti, A. (2018). Physical activity, exercise and sport programs as effective therapeutic tools in psychosocial rehabilitation. *Clinical practice and epidemiology in mental health : CP & EMH*, 14, 6–10.
- Sander, M., Oxlund, B., Jespersen, A., Krasnik, A., Mortensen, E. L., Westendorp, R. G. J., & Rasmussen, L. J. (2015). The Challenges Of Human Population Ageing. *Age and Ageing*, 44(2), 185-187. <https://doi.org/10.1093/ageing/afu189>
- Soygüden, A. ve Cerit, E. (2015). Yaşlılar İçin Egzersiz Uygulamalarının Önemi. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8 (1), 197-224.
- Suchecka, J. & Urbaniak, B. (2016). Determinants Of Healthy Ageing For Older People In European Countries—A Spatio-Temporal Approach. *Comparative Economic Research*, 19 (5), 157.
- T.C. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu. (2013). Türkiye kronik hastalıklar ve risk faktörleri sıklığı çalışması. Anıl Matbaa, Ankara 8.
- Türkiye Halk Sağlığı Kurumu. (2017). T.C. Sağlık Bakanlığı. Erişim: <http://fizikselaktivite.gov.tr/>
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2021). İstatistiklerle Yaşlılar, 2021. Retrieved from
- World Health Organization., & World Bank. (2011, December). World report on disability. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241564182>
- World Health Organization. (2020). WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour: at a glance. Geneva. 1-93.
- World Health Organization. (2020). Ageing: Healthy ageing and functional ability. Retrieved from
- Yardım, M. (2019). Türkiye'de Yaşlı Bakımı Hizmetleri ve Gelecek Beklentileri. *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 5(2), 101-110.

# **BÖLÜM 13**

## **Yaşlılarda Fiziksel Aktivite ve Egzersiz**

**Şeyma Kurşun<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Öğr. Gör., SDÜ Isparta Sağlık Hizmetleri MYO, ORCID ID: 0000-0001-8463-7866



## **GİRİŞ, KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE YAŞLANMA SÜRECİ**

Yaşlanan nüfus, 21. yüzyılın en belirgin demografik dönüşümlerinden biri olarak kabul edilmekte olup, dünya genelinde 65 yaş ve üzeri bireylerin oranı her yıl artış göstermektedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO, 2020) verilerine göre 2050 yılına kadar yaşlı nüfusun iki katına çıkarak 2 milyara yaklaşması beklenmektedir. Benzer şekilde Türkiye'de de yaşlı nüfusun oranı son on yılda sürekli yükselmiş ve TÜİK (2023) projeksiyonları, 2030 yılı sonrasında Türkiye'nin "çok yaşlı nüfuslu toplum" kategorisine gireceğini göstermiştir. Bu demografik değişim, toplum sağlığı, sağlık harcamaları, sosyal güvenlik sistemi ve yaşam kalitesi gibi çok yönlü alanlarda yeni yaklaşımlar gerektirmektedir. Bu bağlamda düzenli fiziksel aktivite ve bilimsel egzersiz programları, yaşlı bireylerin yaşam kalitesini yükseltmek, bağımsız yaşam süresini uzatmak ve kronik hastalıkların etkilerini azaltmak açısından kritik bir rol oynamaktadır (Pereira vd., 2016).

Fiziksel aktivite yalnızca kas-iskelet sisteminin korunmasına yönelik bir davranış değil; aynı zamanda yaşlı bireylerin kardiyovasküler fonksiyonlarını güçlendiren, bilişsel gerilemeyi yavaşlatan, depresyon riskini azaltan ve sosyal etkileşim fırsatlarını artıran çok boyutlu bir halk sağlığı unsurudur (Öğmen vd., 2019). Araştırmalar, düzenli egzersizin yaşlı bireylerde mortalite oranlarını düşürdüğünü (Abdelbasset, 2020), düşme riskini azalttığını (Papalia vd., 2020) ve fonksiyonel bağımsızlığı artırdığını ortaya koymuştur. Dolayısıyla, yaşlı nüfusun artmasıyla birlikte fiziksel aktivitenin hem bireysel hem de toplumsal düzeyde önemi daha görünür hale gelmiştir. Bu çalışma, yaşlılarda fiziksel aktiviteyi fizyolojik, psikososyal ve politik düzeylerde ele alarak kapsamlı bir değerlendirme sunmayı amaçlamaktadır.

### **Yaşlanma Kavramı ve Fiziksel Aktivitenin Teorik Temelleri**

Yaşlanma, biyolojik, psikolojik ve sosyolojik boyutları içeren çok yönlü bir süreçtir. Biyolojik olarak yaşlanma, hücresel düzeyde fonksiyon kaybı, oksidatif stres artışı ve nöromusküler yapılarda dejenerasyon gibi değişimlerle açıklanır (Dobrowolny vd., 2021). Psikolojik yaşlanma ise bilişsel işlevlerde yavaşlama, dikkat kapasitesinde azalma ve bazı duygusal süreçlerin yeniden düzenlenmesi gibi unsurları kapsar. Sosyal yaşlanma ise bireyin toplumdaki rol ve ilişkilerinin dönüşmesi ile ilişkilidir.

Fiziksel aktivitenin teorik temelleri bu üç boyutla doğrudan ilişkilidir. Bandura'nın Sosyal Bilişsel Kuramı'na göre fiziksel aktivite davranışı, öz-yeterlik, motivasyon, çevresel faktörler ve sosyal destek sistemleri tarafından şekillenir (Tatlıoğlu, 2021). Yaşlılarda aktif yaşamın sürdürülebilmesi için öz-yeterliğin yüksek olması, egzersiz engellerinin azaltılması ve bireyin sosyal çevresinin destekleyici olması gerekmektedir (Akıncı, 2023). Aynı zamanda Halk Sağlığı Modeli fiziksel aktivite davranışını bireysel, toplumsal ve çevresel

düzeyde açıklayarak, yaşlı nüfusta aktif yaşamın bir politika meselesi olduğunu vurgular (Çöl, 2025).

### **Yaşlılarda Fiziksel ve Fonksiyonel Değişimler**

Yaşlanma süreci, bireylerde kas kütlesi kaybı (sarkopeni), kemik mineral yoğunluğunda azalma (osteoporoz), eklem hareket açıklığında daralma ve koordinasyon kaybı gibi önemli fizyolojik değişimlere yol açar. Sarkopeninin 50 yaş sonrası her on yılda %8–10 oranında arttığı belirtilmektedir (Yazar ve Yazar, 2019). Bu durum, günlük yaşam aktivitelerinde bağımlılığın artmasına ve yaşam kalitesinin düşmesine neden olur. Düzenli direnç egzersizlerinin sarkopeni sürecini belirgin şekilde yavaşlattığı ve kas gücünde anlamlı artış sağladığı birçok çalışma tarafından gösterilmiştir (Hurst vd., 2022).

Ayrıca yaşlı bireylerde kardiyovasküler kapasitede azalma, oksijen tüketiminde düşüş ve glikoz metabolizmasında bozulma gibi değişiklikler görülür. Aerobik egzersizler VO2 max düzeylerinde belirgin iyileşme sağlayarak kardiyovasküler dayanıklılığı artırır (Mohajan ve Mohajan, 2023). Fonksiyonel kapasitenin sürdürülmesi, bireyin bağımsız yaşama devam edebilmesi için kritik bir faktördür ve egzersiz bu kapasitenin korunmasında en etkili araçlardan biridir.

### **Fiziksel Aktivite ve Yaşam Kalitesi**

Yaşam kalitesi, Dünya Sağlık Örgütü tarafından bireyin fiziksel, psikolojik, sosyal ve çevresel iyi oluşunun bütüncül bir göstergesi olarak tanımlanmaktadır. Yaşlılarda düzenli fiziksel aktivitenin yaşam kalitesi üzerindeki etkileri çok yönlüdür:

- Fiziksel boyutta: daha az kronik hastalık, daha az ağrı, daha yüksek mobilite
- Psikolojik boyutta: daha az depresyon ve kaygı, daha yüksek öz-yeterlik
- Sosyal boyutta: daha fazla etkileşim, daha yüksek aidiyet duygusu

Araştırmalar, haftada 150 dakika orta şiddetli aktivite yapan yaşlı bireylerin yaşam kalitesi skorlarının sedanter bireylere kıyasla (Yıldırım ve Akıncı, 2021) anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermektedir (Felipe vd., 2020).

### **Türkiye’de Yaşlılık ve Fiziksel Aktivite Bağlamı**

Türkiye’de yaşlı nüfus oranı 2023 itibarıyla %10,2 yükselerek 8 milyon 722 bin 806 kişiye ulaşmıştır (TÜİK, 2023). Ancak yaşlı bireyler arasında fiziksel aktiviteye katılım oranları hâlâ düşüktür. Sağlık Bakanlığı’nın (2019) verilerine göre düzenli egzersiz yapan 65+ bireylerin oranı %25’in altındadır. Türkiye’de yaşlılara yönelik fiziksel aktivite politikaları son yıllarda gelişmekte olup, Yaşlı Sağlığı Ulusal Eylem Planları, yaşlı dostu şehirler yaklaşımı ve yerel yönetimlerin spor merkezleri gibi girişimler bu kapsamdadır. Ancak uygulama düzeyinde sürdürülebilirlik ve erişilebilirlik sorunları devam etmektedir.

# YAŞLILARDA FİZİKSEL AKTİVİTENİN FİZYOLOJİK, BİLİŞSEL VE PSİKOSOSYAL ETKİLERİ

## Fiziksel Aktivitenin Fizyolojik Etkileri

Yaşlanma ile kardiyovasküler sistemde belirgin değişiklikler ortaya çıkar: arteriyel sertliğin artması, sol ventrikülün kasılma kapasitesinin azalması, damar elastikiyetinin zayıflaması ve dinlenik kalp atım hacminin düşmesi bu değişikliklerin başında gelir (Boutouyrie vd., 2021). Düzenli fiziksel aktivite, özellikle aerobik egzersiz programları, yaşlanmaya bağlı bu dejeneratif süreçlerin yavaşlamasında önemli rol oynar. Örneğin haftada en az 150 dakika orta şiddetli aerobik aktivite yapan yaşlı bireylerde kardiyovasküler hastalık riskinin %20–30 oranında azaldığı kanıtlanmıştır (Magutah vd., 2020).

Araştırmalar, aerobik antrenmanların arteriyel esnekliği artırarak kan akımı dinamiklerini iyileştirdiğini ve periferik damar direncini azalttığını göstermektedir. Ayrıca, düzenli egzersiz VO2 max seviyesini artırarak yaşlı bireylerde submaksimal iş yüklerinde daha düşük kardiyovasküler stres oluşmasını sağlar (Lake vd., 2022). Bu durum günlük yaşam aktivitelerinde daha iyi dayanıklılık, daha az yorgunluk ve daha yüksek fonksiyonel bağımsızlık anlamına gelir.

Yaşlanmanın en önemli fizyolojik sonuçlarından biri sarkopeni, yani kas kütlesi ve kas gücünde ilerleyici kayıptır. 65 yaş sonrası her yıl kas gücünde %1–3 arasında azalma gözlemlendiği bildirilmektedir (Cruz-Jentoft vd., 2019). Direnç egzersizleri, sarkopeniyle mücadelede en etkili müdahalelerden biridir. Hafta 2–3 gün yapılan progresif direnç eğitimi kas hipertrofisini artırmakta, kas liflerinin nöromusküler aktivasyonunu güçlendirmekte ve yaşlanma sürecinde oluşan hareket kayıplarını büyük ölçüde azaltmaktadır (Gustafsson ve Ulfhake, 2024).

Yaşlılarda düşme riski, kas gücü kaybı, denge bozuklukları ve proprioseptif azalmanın bir kombinasyonu sonucunda ortaya çıkar. Tai Chi, denge egzersizleri, proprioseptif çalışmalar ve düşük şiddetli kuvvet antrenmanlarının düşme riskini %30–40 oranında azalttığı belirtilmektedir (Sherrington vd., 2020). Bu egzersizler aynı zamanda postüral stabiliteyi artırarak kalça kırığı gibi ciddi morbidite risklerini düşürmektedir.

Fiziksel aktivitenin yaşlılarda tip 2 diyabet, hipertansiyon, obezite, metabolik sendrom ve dyslipidemi üzerinde güçlü koruyucu etkileri bulunmaktadır. Aerobik ve direnç egzersizleri glikoz toleransını artırmakta, insülin duyarlılığını iyileştirmekte ve HbA1c seviyelerini düşürmektedir (Kumar vd., 2019). Bu etkiler metabolik hastalıkların ilerlemesini önlemenin yanı sıra mevcut klinik tabloların da kontrol altına alınmasına yardımcı olur.

Düzenli fiziksel aktivite ayrıca sistemik inflamasyonu azaltmakta, C-reaktif protein (CRP) gibi inflamatuvar belirteçlerde düşüş sağlamaktadır. İnflamasyonun azalması, yaşlı bireylerde birçok kronik hastalığın ilerleyişini

yavaşlatır (Ricordi vd., 2015). Yaşlanmayla birlikte akciğer elastikiyeti azalır, alveoler yüzeyde daralma görülür ve solunum kaslarında zayıflama oluşur. Aerobik egzersizler solunum kaslarının dayanıklılığını artırır, vital kapasiteyi iyileştirir, oksijen ekstraksiyonunu artırır. Bu gelişmeler egzersiz sırasında daha yüksek tolerans sağlarken, günlük yaşam aktiviteleri sırasında da daha az nefes darlığı hissi oluşturur.

### Fiziksel Aktivitenin Bilişsel ve Nöropsikolojik Etkileri

Bilişsel fonksiyonlar yaşlanma sürecinde hafıza, yürütücü işlevler, dikkat, işleme hızı ve görsel-uzaysal beceriler açısından gerileme yaşayabilir. Düzenli fiziksel aktivitenin, özellikle yürüyüş, aerobik egzersiz ve koordinatif çalışmaların Alzheimer ve demans riskini %30–40 oranında azalttığı bildirilmektedir (Zhou vd., 2022).

#### Egzersiz bilişsel süreçleri nasıl iyileştirir?

- Beyne giden kan akımını artırır.
- BDNF (beyin kaynaklı nörotrofik faktör) seviyesini yükseltir.
- Sinaptik plastisiteyi güçlendirir.
- Hippokampal hacmin korunmasını destekler (Wilckens vd., 2021).

Bu mekanizmalar, yaşlı bireylerde bellek performansının korunması, dikkat becerilerinin sürdürülmesi ve yürütücü işlevlerin güçlenmesi ile ilişkilidir. Yaşlı bireylerde depresyon oranları genç yetişkinlere kıyasla daha düşük olmasına rağmen sosyal izolasyon, kronik hastalıklar ve işlev kayıpları nedeniyle risk artmaktadır. Düzenli fiziksel aktivitenin depresyon belirtilerini azalttığı pek çok çalışma tarafından doğrulanmıştır (Pearce vd., 2022).

#### Egzersiz ruh sağlığı üzerindeki faydaları:

- Serotonin ve dopamin düzeylerini artırır.
- Otonom sinir sistemi dengelemesine yardımcı olur.
- Uyku kalitesini iyileştirir.
- Stres düzeyini düşürür.
- Öz-yeterlik algısını artırır.

Ayrıca sosyal grup egzersizlerinin, özellikle dans ve yürüyüş gruplarının, sosyal etkileşimi artırarak depresyon riskini azalttığı bulunmuştur (Dingle vd., 2021). Egzersiz, motor koordinasyon, reaksiyon zamanı, çeviklik ve postüral kontrol gibi beceriler üzerinde güçlü bir iyileştirici etkiye sahiptir. Motor becerilerdeki gelişim, bilişsel işlevlerle doğrudan bağlantılıdır; bu ilişki “kognitif-motor etkileşim modeli” ile açıklanır (Sherrington vd., 2020). Özellikle dans, Tai Chi ve koordinatif aktiviteler denge ve ritim duygusunu geliştirir,

zihinsel takip ve planlama becerilerini artırır ve beyin plastisitesine olumlu katkı sağlar.

Kılıç ve Hınçal (2021) yaptıkları araştırmada orta yaş sedanter kadınlarda uygulanan fiziksel aktivitenin, katılımcıların Fiziksel aktivite puanları ile fiziksel fonksiyon, fiziksel rol, ağrı ve sosyal fonksiyon yaşam kalitesi puanları arasında pozitif bir korelasyon bulduklarını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar, fiziksel aktivitenin, orta yaşlı bireylerde fiziksel fonksiyonu, fiziksel rolü, ağrıyı, sosyal fonksiyonu ve yaşam kalitesini artırdığını göstermektedir. Bu değişim, yaşam kalitesinin artırılmasını kolaylaştırabilir.

### **Fiziksel Aktivitenin Psikososyal Etkileri**

Yaşlılık döneminde yalnızlık en kritik sorunlardan biridir. Fiziksel aktivite sosyal etkileşim için güçlü bir platform sunar. Özellikle toplu egzersiz programlarına katılım grup aidiyetini artırır, sosyal izolasyonu azaltır, toplumsal bağları güçlendirir (Abdelbasset, 2020). Bu nedenle fiziksel aktivite, sadece fizyolojik değil; sosyal sağlığı da iyileştiren bir araçtır.

Bandura'nın (1997) belirttiği gibi öz-yeterlik, bireyin kendi davranışlarını düzenleme ve istenen hedeflere ulaşma becerisine ilişkin inancını ifade eder. Düzenli egzersiz yapan yaşlı bireyler, fiziksel kapasitelerindeki ilerlemeler sayesinde “başarma hissi” yaşar ve bu durum öz-yeterlik düzeylerini artırır. Öz-yeterliği yüksek olan yaşlı bireylerin, egzersize uzun vadede devam etme ihtimali çok daha yüksektir.

Fiziksel aktivitenin yaşam kalitesi üzerindeki etkileri yalnızca fiziksel iyilik hâli ile sınırlı değildir; aynı zamanda psikolojik dayanıklılığı artırır, bireyin yaşam üzerinde kontrol hissini güçlendirir ve bağımsız işlevselliği yükseltir (Toth vd., 2023). Araştırmalara göre düzenli fiziksel aktivite, yaşlı bireylerde günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlığı artırır, fonksiyonel mobilitayı geliştirir, bakım ihtiyacını azaltır (Magutah vd., 2020). Bu nedenle fiziksel aktivite, yaşlı bireylerin hem sağlık hem de sosyal refah düzeyi açısından kritik bir belirleyicidir.

### **YAŞLILARDA EGZERSİZ TÜRLERİ VE UYGULAMA İLKELERİ**

Yaşlı bireylerde egzersiz reçetesi hazırlanırken temel amaç; fonksiyonelliğin korunması, bağımsız yaşamın desteklenmesi, kronik hastalık risklerinin azaltılması ve yaşam kalitesinin artırılmasıdır. Yaşlanma ile kas kütlesi kaybı (sarkopeni), kemik mineral yoğunluğunda azalma, eklem hareket açıklığında düşüş, denge problemleri ve kardiyovasküler kapasitede gerileme ortaya çıktığından, egzersiz programları bu fizyolojik değişimleri hedef almalıdır.

Yaşlılarda egzersiz, genellikle dört temel başlık altında toplanır: kardiyovasküler (aerobik) egzersizler, kuvvet (direnç) antrenmanı, denge-koordinasyon çalışmaları ve esneklik egzersizleri. Bu bölümde her bir egzersiz

türü bilimsel literatür ışığında açıklanmakta ve uygulanmasına ilişkin ilkeler ayrıntılı şekilde sunulmaktadır.

Aerobik egzersiz; büyük kas gruplarının ritmik ve sürekli kullanımını içeren, kalp ve solunum hızını artıran fiziksel aktivite türüdür. Yaşlı yetişkinlerde aerobik egzersizin kardiyovasküler fonksiyonlar üzerinde çok önemli etkileri olduğu, hipertansiyon ve ateroskleroz riskini azalttığı, insülin duyarlılığını artırdığı ve mortalite oranlarını düşürdüğü belirtilmektedir (Ahn ve Kim, 2020). Düşme riski yüksek yaşlı bireylerde yürüyüş gibi düşük etkili aktiviteler tercih edilmeli, özellikle dengesiz veya nörolojik problemi olan bireylerde sabit bisiklet ve aqua terapi öne çıkarılmalıdır.

Kuvvet antrenmanı; yaşlanmayla ilişkili kas kaybı (sarkopeni) ve fonksiyonel kapasite düşüşünü yavaşlatmada en etkili egzersiz türlerinden biridir. Direnç antrenmanı, kasa uygulanan yüklenmenin kas kuvveti ve kas hipertrofisini uyarmasıyla fiziksel kapasiteyi artırır. Araştırmalar, düzenli direnç antrenmanı yapan yaşlıların günlük yaşam aktivitelerini (yürüme, merdiven çıkma, oturup kalkma) daha kolay yerine getirdiğini ve düşme oranlarının ciddi ölçüde azaldığını göstermektedir (Rodrigues vd, 2022).

Denge kaybı; yaşlılarda düşmelerin en önemli nedenlerinden biridir. Düşmeler ise kırıklar, hastaneye yatışlar ve bağımlılık riskinde artışa yol açmaktadır. Bu nedenle denge çalışmaları egzersiz reçetelerinde mutlaka yer almalıdır. Tai Chi, yaşlılarda denge geliştirmede ve düşmeleri azaltmada en çok kanıtlanan yöntemlerden biridir (Sherrington vd., 2020).

Esneklik; eklem hareket açıklığını korumak açısından önemlidir. Yaşlanma ile birlikte kas-tendon yapılarında sertleşme artar, bu durum hareket kabiliyetini sınırlar ve yaralanma riskini yükseltir. Esneklik egzersizleri ısınma sonrası veya aerobik çalışmanın sonunda yapılmalıdır. Ağırli noktalar zorlanmamalıdır.

### **Egzersiz Programı İçin Güvenlik İlkeleri**

Yaşlılar için güvenlik ilkeleri egzersiz reçetesinin en kritik bölümünü oluşturur.

1. Tıbbi değerlendirme: Hipertansiyon, osteoporoz, diyabet, kardiyak risk faktörleri değerlendirilmelidir.

2. Aşamalı artış (progression): Egzersiz şiddeti yavaş yavaş artırılmalı, ani yüklenmelerden kaçınılmalıdır.

3. Ağrı kontrolü: Göğüs ağrısı, baş dönmesi, nefes darlığı gibi belirtilerde egzersiz derhal sonlandırılmalıdır.

4. Hidrasyon: Yaşlılarda susuzluk hissi azaldığından sıvı alımı desteklenmelidir.

5. Düşme riskine karşı önlem: Destek barları, tutunma alanları, uygun spor ayakkabısı kullanılmalıdır.

6. İlaç-etkileşim kontrolü: Hipoglisemi riski olan diyabet hastalarında egzersiz saatleri öğünlerle uyumlu olmalıdır.

## **EGZERSİZİN YAŞLILARIN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ**

Yaşlı bireylerde düzenli egzersiz, yalnızca fiziksel kapasiteyi artıran bir etkinlik değil; aynı zamanda kronik hastalıkların önlenmesinde, psikososyal iyilik hâlinin korunmasında ve sağlıklı, aktif yaşlanmanın desteklenmesinde kritik bir halk sağlığı stratejisidir. Egzersizin yaşlı sağlığı üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular, Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Amerikan Spor Hekimliği Koleji (ACSM) ve uluslararası yaşlanma araştırmaları tarafından geniş biçimde ortaya konmuştur (Abdelbasset, 2020). Bu bölümde egzersizin yaşlı bireylerdeki çok boyutlu etkileri, bilimsel kanıtlar ışığında sistematik olarak incelenmektedir.

### **Fiziksel Sağlık Üzerine Etkiler**

Yaşlanma, kalp debisinde azalma, damar sertliği, arteriyel uyumda düşüş ve baroreseptör hassasiyetinde bozulma gibi değişikliklere yol açmaktadır (Mohajan ve Mohajan, 2023). Düzenli aerobik egzersiz, bu yaşa bağlı değişimi önemli ölçüde yavaşlatmaktadır.

Araştırmalar aerobik egzersizin kan basıncını 5–10 mmHg azaltabileceğini,  $VO_{2max}$  değerini %10–30 oranında artırabileceğini, endotel fonksiyonlarını geliştirdiğini bildirmektedir (Mohajan ve Mohajan, 2023). Bu etkiler, hipertansiyon, kalp yetmezliği, ateroskleroz ve kardiyovasküler mortalite oranlarında azalma ile ilişkilendirilmiştir.

Sarkopeni, özellikle 60 yaş üzeri yetişkinlerde yaşam kalitesini olumsuz etkileyen temel sağlık sorunlarından biridir. Kas kütlesi her 10 yılda %3–8 oranında azalmakta, 70’li yaşlarda bu oran daha da hızlanmaktadır (Hurst vd., 2022).

Direnç antrenmanı kas kuvvetini %25–100 oranında artırabilmekte (Gustafsson ve Ulfhake, 2024), kas hipertrofisi sağlayarak sarkopeniyi yavaşlatmakta, alt ekstremité kuvveti güçlendiği için bağımsız yaşam becerilerini geliştirmektedir. Özellikle otur-kalk, merdiven çıkma, yürüme gibi günlük yaşam aktivitelerindeki performans, düzenli kuvvet antrenmanı ile belirgin biçimde gelişmektedir.

Düşmeler, yaşlılarda yaralanma kaynaklı ölümlerin başlıca sebebidir. Dünya genelinde 65 yaş üstü bireylerin üçte biri yılda en az bir kez düşmektedir. Denge ve koordinasyon antrenmanları düşme riskini %30–50 azaltmakta (Papalia vd., 2020), proprioseptif duyuyu geliştirmekte, refleks hızını artırmakta, yürüme stabilitesini iyileştirmektedir. Tai Chi, yoga ve denge tahtası çalışmalarının en

etkili yöntemler arasında olduğu bilimsel olarak kanıtlanmıştır (Sherrington vd., 2020).

Yaşlanma ile birlikte kemik mineral yoğunluğunda azalma meydana gelmekte, bu durum osteoporoza bağlı kırık riskini artırmaktadır. Yük bindiren egzersizler ve direnç antrenmanı kemik yoğunluğunu artırır, osteoklast aktivitesini sınırlar, kalça ve omurga kırık riskini azaltır (Bouvard vd., 2021). Özellikle menopoz sonrası kadınlarda düzenli yürüyüş ve kuvvet antrenmanı kırık riskini anlamlı düzeyde düşürmektedir.

### **Metabolik ve Kronik Hastalıklar Üzerine Etkiler**

Egzersiz, insülin duyarlılığını artıran en etkili ilaç dışı yöntemlerden biridir. Aerobik veya direnç egzersizleri HbA1c değerini %0.5–1.0 oranında azaltır, kas içi glikoz taşıyıcılarını (GLUT-4) artırır, glikoz toleransını geliştirir (Mohajan ve Mohajan, 2023). Bu etkiler yaşlı bireylerde diyabet komplikasyonlarının önlenmesinde kilit rol oynar.

İleri yaşlarda metabolik hız düşer, yağ kütlesi artar. Aerobik egzersiz ve direnç antrenmanı birlikte uygulandığında vücut yağ oranı azalır, yağsız kas kütlesi artar, bazal metabolizma hızı yükselir (Mohajan ve Mohajan, 2023). Bu değişimler hareketliliği artırır, metabolik sendrom riskini azaltır.

Egzersiz, özellikle meme ve kolon kanseri riskini azaltabileceğine dair güçlü kanıtlar bulunmaktadır (Abdelbasset, 2020). Yaşlı bireylerde düzenli fiziksel aktivite bağışıklık fonksiyonlarını güçlendirir, inflamasyon düzeylerini azaltır, kanser sonrası yaşam kalitesini artırır.

### **Bilişsel Fonksiyonlar ve Nörolojik Sağlık Üzerine Etkiler**

Yaşlanma, bilişsel gerileme, hafıza sorunları ve nörodejeneratif hastalık riskinde artışla ilişkilidir. Aerobik egzersizlerin beyin plastisitesi üzerindeki etkileri son yıllarda yoğun araştırmalara konu olmuştur. Egzersiz bilişsel açıdan ileri yaş yetişkinlerde bilişsel performansı artırır (Abdelbasset, 2020), beyin türevli nörotrofik faktör (BDNF) düzeyini yükseltir, hipokampus hacmini artırabilir (Marinus vd. 2019), alzheimer ve demans riskini düşürür. Düzenli yürüyüş gibi basit aktiviteler bile bilişsel gerilemenin hızını azaltmaktadır.

### **Psikolojik Sağlık Üzerine Etkiler**

Egzersiz, yaşlı bireylerde ruh sağlığını destekleyen önemli bir koruyucu faktördür. Depresyon semptomlarında azalma (Abdelbasset, 2020), anksiyete düzeylerinde düşüş, kendine güvenin artması, sosyal etkileşim yoluyla yalnızlık hissinin azalmasına katkıda bulunur. Ayrıca egzersizle birlikte salgılanan endorfinler ve serotonin ruh hâlini olumlu yönde etkiler. Grup egzersizleri ise sosyal bağları güçlendirdiğinden ek bir psikososyal yarar sağlar.



## **Sosyal Sağlık ve Yaşam Kalitesi**

Yaşlılık döneminde sosyal izolasyon önemli bir problemdir. Düzenli fiziksel aktivite sosyal katılımı artırır, toplumsal bağları güçlendirir, kendi kendine yeterlilik algısını geliştirir, yaşam kalitesi üzerinde güçlü bir etki yaratır (Magutah vd., 2020). Özellikle toplum merkezlerinde, park yürüyüş gruplarında veya kurumsal yaşlı bakım merkezlerinde yapılan grup egzersizleri bu açıdan oldukça değerlidir.

## **Fonksiyonel Bağımsızlık ve Uzun Ömür**

Egzersiz, yaşlı bireylerin bağımsız yaşam becerilerini sürdürmelerinde belirleyici bir role sahiptir. Literatür, düzenli fiziksel aktivitenin bağımlılık oranlarını düşürdüğünü, yatak bağımlılığını geciktirdiğini, hastane yatışlarını azalttığını, ortalama yaşam süresini uzattığını göstermektedir (Magutah vd., 2020). Özellikle yürüyüş, kuvvet antrenmanı ve denge çalışmaları, yaşlı bireylerin günlük yaşam aktivitelerini sürdürmesini destekleyen en etkili bileşenlerdir.

## **SONUÇ**

Yaşlılarda fiziksel aktivite ve egzersiz, yalnızca bireysel sağlık davranışı olarak değil, toplum sağlığı, aktif yaşlanma, kronik hastalık yönetimi ve sosyal katılım politikaları açısından ele alınması gereken çok boyutlu bir kavramdır. Dünya genelinde yaşlı nüfusun hızla artması, fiziksel aktivite temelli müdahalelerin önemini daha da artırmaktadır. Bu çalışma, egzersizin yaşlı bireyler üzerindeki etkilerini biyolojik, psikolojik, sosyal ve fonksiyonel boyutlarıyla ele almış; yaşlılarda egzersiz davranışını destekleyen programların neden kritik olduğunu ortaya koymuştur.

Fiziksel aktivite; kardiyovasküler sağlık, kas-iskelet sistemi fonksiyonları, denge, metabolik düzenlemeler, kemik yoğunluğu, bilişsel kapasite ve psikolojik iyilik hâli üzerinde belirgin olumlu etkiler yaratmaktadır. Yaşlı bireylerde görülen sarkopeni, osteoporoz, düşme riski, diyabet, hipertansiyon ve depresyon gibi problemler düzenli egzersiz ile önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Ayrıca fiziksel aktivite sosyal izolasyonu azaltmakta, toplumsal bağları güçlendirmekte ve yaşlı bireylerin yaşam kalitesini yükseltmektedir.

Bu sonuçlar ışığında fiziksel aktivitenin yalnızca bireye bırakılmış bir tercih değil, toplum düzeyinde politika, planlama ve kurumsal destek gerektiren bir halk sağlığı bileşeni olduğu açıkça görülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Abdelbasset, W. K. (2020). Stay Home: Role of Physical Exercise Training in Elderly Individuals' Ability to Face the COVID-19 Infection. *Journal of immunology research*, 2020(1), 8375096.
- Ahn, N., & Kim, K. (2020). Can active aerobic exercise reduce the risk of cardiovascular disease in prehypertensive elderly women by improving HDL cholesterol and inflammatory markers? *International journal of environmental research and public health*, 17(16), 5910.
- Akıncı, A.Y. (2023). Yaşlılarda Fiziksel Aktivite, içinde Bütün Yönleriyle Başarılı Yaşlanma, Editör:Özkul, Metin - Kalaycı, Işıl., Nobel Akademik Yayıncılık, Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 510, ISBN:978-625-397-890-7.
- Boutouyrie, P., Chowienczyk, P., Humphrey, J. D., & Mitchell, G. F. (2021). Arterial stiffness and cardiovascular risk in hypertension. *Circulation research*, 128(7), 864-886.
- Bouvard, B., Annweiler, C., & Legrand, E. (2021). Osteoporosis in older adults. *Joint Bone Spine*, 88(3), 105135.
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., ... & Zamboni, M. (2019). Writing Group for the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2 (EWGSOP2), and the Extended Group for EWGSOP2. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*, 48(1), 16-31.
- Çöl, M., & Çebi Kalaycı, E. (2025). Sağlıklı Yaşlanma. *Community & Physician/Toplum ve Hekim*, 40(1), 46-52.
- Dingle, G. A., Sharman, L. S., Haslam, C., Donald, M., Turner, C., Partanen, R., ... & van Driel, M. L. (2021). The effects of social group interventions for depression: Systematic review. *Journal of Affective Disorders*, 281, 67-81.
- Dobrowolny, G., Barbiera, A., Sica, G., & Scicchitano, B. M. (2021). Age-related alterations at neuromuscular junction: role of oxidative stress and epigenetic modifications. *Cells*, 10(6), 1307.
- Felipe, J., Viesel, J., Reis, A. D., da Costa Barros, E. A., De Paulo, T. R. S., Neves, L. M., & Júnior, I. F. F. (2020). Relationship of different intensities of physical activity and quality of life in postmenopausal women. *Health and quality of life outcomes*, 18(1), 123. <https://doi.org/10.1186/s12955-020-01377-1>
- Gustafsson, T., & Ulfhake, B. (2024). Aging skeletal muscles: what are the mechanisms of age-related loss of strength and muscle mass, and can we impede its development and progression?. *International journal of molecular sciences*, 25(20), 10932.

- <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?P=Istatistiklerle-Yasli-lar-2023-53710#:~:text=T%C3%9C%C4%B0K%20Kurumsal&text=Ya%C5%9F%C4%B1%20n%C3%BCfus%20olarak%20kabul%20edilen,722%20bin%20806%20ki%C5%9Fi%20oldu.>
- Hurst, C., Robinson, S. M., Witham, M. D., Dodds, R. M., Granic, A., Buckland, C., ... & Sayer, A. A. (2022). Resistance exercise as a treatment for sarcopenia: prescription and delivery. *Age and ageing*, 51(2), afac003.
- Kılıç, T., & Hınçal, S. (2021). The Effects of Pilates Mat Exercises on Self-Rated Health Levels, Body Mass Index and Flexibility in Middle Age Sedentary Women. *Education Quarterly Reviews*, 4(2), 166-179.
- Kumar, A. S., Maiya, A. G., Shastry, B. A., Vaishali, K., Ravishankar, N., Hazari, A., ... & Jadhav, R. (2019). Exercise and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 62(2), 98-103.
- Lake, S. L., Guadagni, V., Kendall, K. D., Chadder, M., Anderson, T. J., Leigh, R., ... & Poulin, M. J. (2022). Aerobic exercise training in older men and women—Cerebrovascular responses to submaximal exercise: Results from the Brain in Motion study. *Physiological Reports*, 10(4), e15158.
- Magutah K, Thairu K, Patel N. (2020). Effect of short moderate intensity exercise bouts on cardiovascular function and maximal oxygen consumption in sedentary older adults. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*;6:e000672. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2019-000672>
- Marinus, N., Hansen, D., Feys, P., Meesen, R., Timmermans, A., & Spildooren, J. (2019). The impact of different types of exercise training on peripheral blood brain-derived neurotrophic factor concentrations in older adults: a meta-analysis. *Sports medicine*, 49(10), 1529-1546.
- Mohajan, D., & Mohajan, H. (2023). Long-Term Regular Exercise Increases  $\dot{V}O_{2max}$  for Cardiorespiratory Fitness. Published in: *Innovation in Science and Technology* , Vol. 2, No. 2 (7 April 2023): pp. 38-43.
- Öğmen, M., Akıncı, A.Y., Atay, E. (2019). Lise Öğrencilerinde Fiziksel Aktivitelere ve Sosyal Etkinliklere Katılımın Akademik Motivasyon Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi. *Journal Of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 5(20), 1003-1008., Doi: 10.31589/JOSHAS.188
- Papalia, G. F., Papalia, R., Diaz Balzani, L. A., Torre, G., Zampogna, B., Vasta, S., ... & Denaro, V. (2020). The effects of physical exercise on balance and prevention of falls in older people: A systematic review and meta-analysis. *Journal of clinical medicine*, 9(8), 2595.
- Pearce, M., Garcia, L., Abbas, A., Strain, T., Schuch, F. B., Golubic, R., ... & Woodcock, J. (2022). Association between physical activity and risk of

- depression: a systematic review and meta-analysis. *JAMA psychiatry*, 79(6), 550-559.
- Pereira, C., Baptista, F., & Cruz-Ferreira, A. (2016). Role of physical activity, physical fitness, and chronic health conditions on the physical independence of community-dwelling older adults over a 5-year period. *Archives of gerontology and geriatrics*, 65, 45-53.
- Ricordi, C., Garcia-Contreras, M., & Farnetti, S. (2015). Diet and inflammation: possible effects on immunity, chronic diseases, and life span. *Journal of the American College of Nutrition*, 34(sup1), 10-13.
- Rodrigues, F., Domingos, C., Monteiro, D., & Morouço, P. (2022). A review on aging, sarcopenia, falls, and resistance training in community-dwelling older adults. *International journal of environmental research and public health*, 19(2), 874.
- Sherrington, C., Fairhall, N., Kwok, W., Wallbank, G., Tiedemann, A., Michaleff, Z. A., ... & Bauman, A. (2020). Evidence on physical activity and falls prevention for people aged 65+ years: systematic review to inform the WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *International journal of behavioral nutrition and physical activity*, 17(1), 144.
- Tathioğlu, S. S. (2021). Öğrenmeye sosyal-bilişsel bir bakış: Albert Bandura. *Sosyoloji Notları*, 5(1), 15-30.
- Toth, E. E., Ihász, F., Ruíz-Barquín, R., & Szabo, A. (2023). Physical activity and psychological resilience in older adults: a systematic review of the literature. *Journal of Aging and Physical Activity*, 32(2), 276-286.
- WHO. (2020). Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour.
- Wilckens, K. A., Stillman, C. M., Waiwood, A. M., Kang, C., Leckie, R. L., Peven, J. C., ... & Erickson, K. I. (2021). Exercise interventions preserve hippocampal volume: A meta-analysis. *Hippocampus*, 31(3), 335-347.
- Yazar, T., & Yazar, H. O. (2019). Prevalance of sarcopenia according to decade. *Clinical nutrition ESPEN*, 29, 137-141
- Yıldırım, S. ve Akıncı, A.Y. (2021). Covid-19 Sürecinde Karantina, Fiziksel Aktivite ve Sedanter Yaşamın Bireyler Üzerine Etkisi. 4th International Health Sciences and Life Congress 08-10 April 2021 Burdur/TURKEY, 1(1), 178-188.
- Zhou, S., Chen, S., Liu, X., Zhang, Y., Zhao, M., & Li, W. (2022). Physical activity improves cognition and activities of daily living in adults with Alzheimer's disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1216.



# **BÖLÜM 14**

## **Spor Bilimleri Fakültesinde Öğrenim Gören Öğretmen Adaylarının Halk Oyunları Dersine Yönelik Tutumlarının İncelenmesi (Yozgat İli Örneği)**

**Gülşah Sedef<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup> Öğr. Gör. Yozgat Bozok Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, ORCID:

## GİRİŞ

Türk Dil Kurumuna göre; halk bilimi olarak tanımlanan folklorun en önemli alt başlıklarından birisidir halk oyunları. Toplumların birleşmesi kültürel faaliyetlerin aktarımı, milli ve manevi bilincin aktarılması, toplumsal birlikteliğin oluşturulması ve geçmişten gelen bütün kültürel duyguların gelecek nesillere aktarılması açısından en etkili ve renkli bir aktarım aracı olarak kabul edilmektedir (H.B. Öngel ve Hacıbekiroğlu, 1996). Kültür ile kültürel miras, kalkınma süreciyle birlikte ele alındığında, insanların geçim kaynaklarının ve refah düzeylerinin kalıcı ve sürdürülebilir biçimlerde iyileştirilmesine ölçülemez bir katkı sağlamaktadır (Bandarin vd., 2011: 23). Nesiller boyunca toplanan, geliştirilen ve aktarılan bir bilgi ile uygulama birikimi olan kültürel miras; bir bölgenin, ekosistemin veya toplumun sürdürülebilir kalkınmasının yanı sıra varlığını devam ettirebilmesi için de önemli ipuçları sunmaktadır (Bandarin vd., 2011: 19). Duyguları açığa çıkaran unsur, yaşanan olgu ve olaylardır. Bu olayların toplumlar üzerinde yarattığı sevinç, keder, hüzn, coşku gibi duygular ve bu duyguların ifadesi, sanatların doğuşuna zemin hazırlamıştır. İnsanın insanla, toplumla ve doğayla kurduğu ilişkilerdeki dengenin bozulması sonucu ortaya çıkan olayların yarattığı ortak duygu ise, bir yandan anonim ve kolektif hareketleri ortaya çıkarırken, diğer yandan ortak ezgiler aracılığıyla evrensel seslerden milli ve toplumsal müziği oluşturur. Bu müzik ve hareketlerin birleşmesiyle de halk oyunları doğar (Öngel, 1992: 7). Halk oyunları, oynandıkları yöre ve bölge hakkında önemli ipuçları sunar. Bu oyunlar kimi zaman adlarını o bölgenin coğrafi özelliklerinden alırken, kimi zaman da yaylaya göçün insanlar üzerinde bıraktığı derin izleri yansıtır. Bazen tabiat olaylarından esinlenerek yapılan adlandırmalara da rastlanır. Gökkuşağının yedi renginden biri olan ana renklerin halk oyunlarına isim kaynağı olduğu örnekler mevcuttur. Bunun yanı sıra, çiçek, sebze ve meyve adlarından yola çıkılarak yapılan benzetmeler aracılığıyla da halk oyunları adlandırılmıştır (Şenol, 1993: 312). Halk oyunları, tüm karar mekanizmalarını etkileyen ve toplumun yapısal dönüşümlerinde rol oynayan bireylerin sosyal isteklerini şekillendirmedeki etkin konumuyla, halk biliminin alt disiplinlerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Konu ve amaç bakımından karmaşık bir yapıya sahip olan halk oyunları, her aşamasında ifade bütünlüğü taşıyan; vurgulamak istediği kültürel biçimi sanatsal bir anlatımla sunan ve pek çok kültürel unsur gibi iletişimi sağlayan önemli bir kültürel araçtır (Ertural, 2006: 12).

Toplum ve insan yaşamında sosyal bir etkinlik alanı olarak halk oyunları, bireyin ruhsal ve zihinsel gelişimine katkıda bulunmakta; katılım isteğini artırmakta, cesaret ve özgüveni desteklemektedir. Ayrıca, öğrenme ve başarı arzusunu güçlendirerek bencillikten uzaklaşmayı sağlamakta ve iş birliği bilincinin pekişmesine yardımcı olmaktadır. Bu süreçlerin sonucunda, halk oyunlarını bir sosyal faaliyet olarak icra eden bireylerde sorumluluk duygusunun geliştiği ve toplumsal davranış biçimlerinin kazanıldığı gözlemlenmektedir

(Şenol, 2001: 243). Halk oyunları, en eski çağlardan itibaren insanların yaşamında önemli bir yer edinmiş ve günümüze kadar varlığını sürdürmüştür. İlkel dönemlerde yaşayan insanlar, yaban hayvanlarından korunmak, onları avlamak ve birbirleriyle savaşmak zorunda kaldıkları zorlu bir yaşam mücadelesi içindeydiler. Güç, tehlike ve yorgunlukla dolu bu uğraşların ardından zaferle dönen insanlar, sevinçlerini tepinerek, sıçrayarak ve coşkulu hareketlerle kutlamaktan büyük bir haz duymuşlardır. İşte oyunun ilk ve en ilkel biçimi bu şekilde ortaya çıkmıştır. Zamanla oyunu doğuran duygular ve olaylar gelişmiş, müzikle bütünleşerek belirli bir düzene kavuşmuş ve çeşitli toplumsal olayların etkisiyle farklı biçimlere bürünmüştür. Türk toplumunda ise oyun, yüzyıllar boyunca gelenekselleşerek çok zengin bir kültür hazinesine dönüşmüştür (Baykurt, 1976: 124).

Bu doğrultuda aşağıdaki sorulara yanıt bulunmaya çalışılmıştır.

- Cinsiyet

- Yaş

- Sınıf

- Daha önce lisanslı olarak spor yapma

- Daha önce halk oyunları oynama değişkenlerine göre spor bilimleri fakültesinde öğrenim gören öğretmen adaylarının halk oyunları dersine yönelik tutumlarının arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar var mıdır?

## **YÖNTEM**

Bu bölümde araştırmanın evreni ve örnekleme, veri toplama araçları ve verilerin analizi hakkında bilgilere yer verilmiştir.

### **Araştırmanın Evreni ve Örnekleme**

Araştırmanın evrenini, 2024-2025 Eğitim-Öğretim yılında Yozgat Bozok Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise 2024-2025 Eğitim-Öğretim yılında Yozgat Bozok Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören öğrenciler içerisinde gelişigüzel örnekleme yöntemi ile belirlenen 252 öğrenci oluşturmaktadır.

### **Veri Toplama Araçları**

Araştırmada veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından oluşturulan “kişisel bilgi formu” ve “Beden Eğitimi Öğretmen Adayları İçin Halk Oyunları Dersi Tutum Ölçeği” kullanılmıştır.

### **Kişisel Bilgi Formu**

Kişisel bilgi formunda, cinsiyet, yaş, sınıf, daha önce lisanslı olarak spor yapma, daha önce halk oyunları oynama değişkenleri yer almaktadır.



## ***Beden Eğitimi Öğretmen Adayları İçin Halk Oyunları Dersi Tutum Ölçeği***

Turan (2015) tarafından geliştirilen ölçek 13 soru tek boyuttan oluşmaktadır. 13 maddelik tutum ölçeğine ait Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı değeri .94 olarak bulunmuştur. Ölçekten elde edilen puanın yüksek olması halk oyunları dersine yönelik tutumun yüksek olduğunun göstergesidir.

Gerçekleştirilen mevcut bu araştırmada ise ölçek toplamı için .96 güvenirlik katsayıları elde edilmiştir.

### **Verilerin Analizi**

İstatistiksel analizler için veriler SPSS 25.0 programına aktarılmıştır. Verilerin analizine başlamadan önce normal dağılımları çarpıklık ve basıklık değerleri ile incelenmiştir. Verilerin çarpıklık ve basıklık değerlerinin -.275 ile -.494 arasında olduğu belirlenmiş ve normal dağılım sergilediği görülmüştür. (Kline, 2011). Verilerin analizinde frekans ve yüzde analizi, standart sapma, iki grup karşılaştırmalarında bağımsız örneklem t testi ve pearson korelasyon testi kullanılmıştır. Anlamlılık düzeyi  $p<.05$  olarak belirlenmiştir.

### **BULGULAR**

**Tablo 1.** Katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin bulgular

|                                             |       | N   | %    |
|---------------------------------------------|-------|-----|------|
| <b>Cinsiyet</b>                             | Kadın | 130 | 51.6 |
|                                             | Erkek | 122 | 48.4 |
| <b>Yaş</b>                                  | 18    | 8   | 3.2  |
|                                             | 19    | 32  | 12.7 |
|                                             | 20    | 65  | 25.8 |
|                                             | 21    | 62  | 24.6 |
|                                             | 22    | 37  | 14.7 |
|                                             | 23    | 23  | 9.1  |
|                                             | 24    | 9   | 3.6  |
|                                             | 25    | 4   | 1.6  |
|                                             | 26    | 5   | 2.0  |
|                                             | 27    | 4   | 1.6  |
|                                             | 30    | 1   | .4   |
|                                             | 32    | 1   | .4   |
|                                             | 35    | 1   | .4   |
| <b>Sınıf</b>                                | 2     | 65  | 25.8 |
|                                             | 3     | 123 | 48.8 |
|                                             | 4     | 64  | 25.4 |
| <b>Daha önce lisanslı olarak spor yapma</b> | Evet  | 184 | 73.0 |
|                                             | Hayır | 68  | 27.0 |
| <b>Daha önce halk oyunları oynama</b>       | Evet  | 85  | 33.7 |
|                                             | Hayır | 167 | 66.3 |

Tablo 1 incelendiğinde; öğrencilerin %51.6'sı kadın, %48.4'ü erkektir. Yaş dağılımları incelendiğinde en yüksek oranla (%25.8) 20 yaş öğrenciler olduğu görülmüştür. %25.8'i 2. sınıf, %48.8'i 3. Sınıf ve %25.4'ü 4. Sınıfta öğrenim görmektedir. %73.0'ı daha önce lisanslı olarak spor yaptığını belirtirken, %27.0'ı yapmadığını belirtmiştir. %33.7'si daha önce halk oyunları oynarken, %66.3'ü oynamadığını belirtmiştir.

**Tablo 2.** Ölçeğe ilişkin bulgular

|                     | N   | Min. | Maks. | Ort. | ss. |
|---------------------|-----|------|-------|------|-----|
| <b>Ölçek Toplam</b> | 252 | 1.00 | 5.00  | 3.61 | .93 |

Tablo 2 incelendiğinde öğrencilerin halk oyunları dersine yönelik tutumlarının ( $x=3.61$ ) yüksek seviyede olduğu söylenebilir.

**Tablo 3.** Cinsiyet değişkeni t testi bulguları

|                     | Cinsiyet | N   | Ort. | ss. | t     | p    |
|---------------------|----------|-----|------|-----|-------|------|
| <b>Ölçek Toplam</b> | Kadın    | 130 | 3.75 | .95 | 2.585 | .010 |
|                     | Erkek    | 122 | 3.45 | .88 |       |      |

Tablo 3 incelendiğinde; cinsiyet değişkenine göre ölçek toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir ( $p<.05$ ). Kadın öğrencilerin erkek öğrencilere göre tutum düzeyleri daha yüksek olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.** Yaş değişkeni korelasyon testi bulguları

|                     | Yaş  |
|---------------------|------|
| <b>Ölçek Toplam</b> | r    |
|                     | .115 |
|                     | p    |
|                     | .069 |
|                     | N    |
|                     | 252  |

Tablo 4 incelendiğinde yaş değişkeni ile halk oyunları tutum ölçeği puan ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır ( $p>.05$ ).

**Tablo 5.** Sınıf değişkeni korelasyon testi bulguları

|                     | Sınıf |
|---------------------|-------|
| <b>Ölçek Toplam</b> | r     |
|                     | .135  |
|                     | p     |
|                     | .032  |
|                     | N     |
|                     | 252   |

Tablo 5 incelendiğinde sınıf değişkeni ile halk oyunları tutum ölçeği puan ortalaması arasında istatistiksel olarak pozitif yönlü, düşük düzeyde ve anlamlı ilişki bulunmuştur ( $p<.05$ ). Yaş arttıkça tutum düzeyi de artmaktadır.

Tablo 6. Daha önce lisanslı olarak spor yapma değişkeni t testi bulguları

|                     | <b>Lisanslı Spor</b> | <b>N</b> | <b>Ort.</b> | <b>ss.</b> | <b>t</b> | <b>p</b> |
|---------------------|----------------------|----------|-------------|------------|----------|----------|
| <b>Ölçek Toplam</b> | Evet                 | 184      | 3.59        | .963       | -.441    | .659     |
|                     | Hayır                | 68       | 3.65        | .860       |          |          |

Tablo 6 incelendiğinde; daha önce lisanslı olarak spor yapma değişkenine göre ölçek toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmemiştir ( $p>.05$ ).

Tablo 7. Daha önce lisanslı olarak spor yapma değişkeni t testi bulguları

|                     | <b>Halk Oy. Oyn</b> | <b>N</b> | <b>Ort.</b> | <b>ss.</b> | <b>t</b> | <b>p</b> |
|---------------------|---------------------|----------|-------------|------------|----------|----------|
| <b>Ölçek Toplam</b> | Evet                | 85       | 4.11        | .81        | 6.493    | .000     |
|                     | Hayır               | 167      | 3.36        | .89        |          |          |

Tablo 7 incelendiğinde; daha önce halk oyunları oynama değişkenine göre ölçek toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmiştir ( $p<.05$ ). Daha önce halk oyunu oynayan öğrencilerin tutum düzeylerinin oynamayanlara göre daha yüksek düzeyde olduğu görülmüştür.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmanın amacı; spor bilimleri fakültesinde öğrenim gören öğretmen adaylarının halk oyunları dersine yönelik tutumlarının incelenmesidir.

Araştırma sonucunda; öğrencilerin halk oyunları dersine yönelik tutumlarının yüksek seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, öğrencilerin halk oyunları gibi geleneksel ve kültürel etkinliklere olan ilgilerinin ve bu etkinliklerin eğitim sürecindeki öneminin arttığını göstermektedir. Yüksek tutum düzeyi, öğrencilerin bu dersin içeriğine ve öğretim yöntemlerine olumlu yaklaşıtlarını göstermektedir.

Araştırma sonucunda, kadın öğrencilerin erkek öğrencilere göre tutum düzeyleri daha yüksek olarak bulunmuştur. Kadınların geleneksel olarak toplumsal ve kültürel etkinliklere daha fazla katılım gösterdiği ve bu tür etkinliklere olan ilgi ve bağlılıklarının daha güçlü olabileceği düşünülmektedir. Bu durum, kadın öğrencilerin halk oyunlarına yönelik daha olumlu bir tutum geliştirmelerine yol açmış olabilir. Yapılan bir çalışmada cinsiyet değişkenine göre kadın öğretmen adaylarının erkeklere göre halk oyunları tutumlarının daha negatif olduğu tespit edilmiştir ( Ustaoglu Hoşver ve ark.,2020). Bu çalışma yaptığımız çalışmayla zıtlık arz etmektedir. Karakaş (2018) çalışmasında kadın öğrencilerin halk oyunları dersine tutumlarının erkek öğrencilere göre daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışma yapmış olduğumuz çalışmaya paralellik göstermektedir.(Altındağ ve ark.,2022) yapmış olduğu çalışmada kadın katılımcıların halk oyunlarına karşı tutumlarının erkek katılımcılara göre yüksek

olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bütün bunlara dayanarak cinsiyet değişkeninin halk oyunları dersine tutumda çok etkisi olmadığını söyleyebiliriz. Çalışmalar arasındaki benzerlik ve farklılıkların örneklem gurupları arasındaki kişisel ya da çevresel faktörlerden kaynaklanabileceği düşünülebilir.

Araştırmada, yaş değişkeni ile halk oyunları tutum ölçeği puan ortalaması arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişki bulunmamıştır. Bu bulgu, halk oyunları dersine yönelik tutumların, bireylerin yaşına bağlı olarak değişmediğini ve diğer faktörlerin daha belirleyici olabileceğini düşündürmektedir. Halk oyunları, kültürel bir miras olarak her yaş grubundaki bireyler için önem taşımaktadır. Bu durum, yaşı yanı sıra bireylerin sosyal çevresi, eğitim düzeyi ve kişisel deneyimleri gibi diğer faktörlerin halk oyunları dersine yönelik tutumlarını şekillendirdiğini gösteriyor olabilir. Özellikle, halk oyunlarının eğitimde yer alması ve kültürel etkinlikler olarak sunulması, farklı yaş gruplarındaki bireylerin bu etkinliklere karşı tutumlarını benzer seviyelerde tutabilir. Yapılan başka bir çalışmaya göre 21-23 yaş grubuna sahip kişilerin (4,22) diğer katılımcılara göre yüksek seviyede puana sahip olsalar bile bu değişiklik istatistiksel bakımdan anlam sağlamamıştır (Altındağ ve ark.,2022). Güncel olarak literatürde bulunan araştırmalara bakıldığında, halk oyunları dersinin tutumlarında yaşı değişikliği oluşturan bir faktör olmadığı görülmektedir (Ustaoglu Hoşver ve ark., 2020) Araştırma sonucunda, sınıf değişkeni ile halk oyunları tutum ölçeği puan ortalaması arasında istatistiksel olarak pozitif yönlü, düşük düzeyde ve anlamlı ilişki bulunmuştur ( $p<.05$ ). Yaş arttıkça tutum düzeyi de artmaktadır. Sınıf düzeyinin artması yani yaşı artması ile birlikte, öğrencilerin sosyal ve kültürel etkinliklere olan katılımlarının da arttığı bilinmektedir. Daha üst sınıflarda öğrenim gören öğrenciler, halk oyunları gibi geleneksel etkinliklerin önemini daha iyi kavrayabilir ve bu derslerin sağladığı faydaları deneyimleyerek tutumlarını geliştirebilirler. Ayrıca, deneyimlerin artmasıyla birlikte, öğrenciler kültürel değerlere ve geleneksel aktivitelere karşı daha duyarlı hale gelebilirler. Bireylerin hayat aşamalarında farklı tercihlerine ve yükümlülüklerine göre halk oyunlarına katılımları yaşa göre değişkenlik gösterebilir (kelly et al., 2020). Yapılan başka bir çalışmada halk oyunlarına katılma sebeplerinden bir tanesi arkadaş ilişkisi iken ilerleyen yaşlarda bu değişkenin etkili olmadığı belirtilmiştir (Gezer, 2002).

Araştırmada, daha önce lisanslı olarak spor yapma değişkenine göre ölçek toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar tespit edilmemiştir. Lisanslı spor yapmanın bireylerin genel spor kültürü ve fiziksel aktiviteye karşı tutumlarını geliştirmesine rağmen, bu durumun halk oyunları gibi geleneksel etkinliklerle olan bağlantısının sınırlı olduğu söylenebilir. Halk oyunları, geleneksel kültürel mirasın bir parçası olarak farklı bir sosyal ve kültürel bağlama sahiptir. Bu nedenle, bir bireyin lisanslı spor geçmişi, halk oyunlarına olan ilgi ve tutumunu doğrudan etkilemeyebilir.

Araştırma sonucunda, daha önce halk oyunu oynayan öğrencilerin tutum düzeylerinin oynamayanlara göre daha yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Bu durum, bireylerin deneyimlerinin, halk oyunlarına karşı geliştirdikleri tutumlar üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu düşündürmektedir. Halk oyunları, sadece fiziksel bir aktivite değil, aynı zamanda sosyal etkileşim, kültürel bağlar ve geleneksel değerlerin aktarılması açısından da önem taşımaktadır. Daha önce halk oyunları oynamış olan öğrenciler, bu etkinliklerin sunduğu sosyal ve kültürel deneyimlerden faydalanmış olabilirler. Bu deneyimler, bireylerin halk oyunlarına karşı duydukları ilginin ve bağlılığın artmasına yol açmış olabilir. Aynı zamanda, oynanan halk oyunları ile ilgili olumlu anılar, bireylerin bu tür etkinliklere yönelik daha olumlu bir tutum geliştirmelerini sağlamış olabilir.

## **ÖNERİLER**

Bütün bu sonuçlara bakıldığında, örf, adet, gelenek ve göreneklerimizi yeni nesillere aktarmakta önemli bir adım olan halk oyunlarının ilkokulların müfredatına eklenmesi konusunda çalışmalar yapılabilir.

Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin halk oyunları dersine yönelik tutumlarının yüksek olması kültürel değerlerimize önem verdikleri, bu tarz derslerle kendilerine sosyal bir ortam oluşturmaktan, kültürel bir aktarım sağlanmasından kaynaklanabilir.

Halk oyunları oynayan üniversite öğrencileri ile yapılan başka bir çalışmada katılımcıların iletişim becerileri ile sosyal bütünleşme düzeyi arasında düşük ve orta düzeyde pozitif yönlü ilişki olduğu saptanmıştır((Bilgin, 2020).

Gerek yapılan çalışmada gerekse literatürdeki çalışmalara bakıldığında halk oyunlarının öğrencilere katkı sağlayan sportif bir etkinlik olarak değerlendirilmesi ve spor bilimleri fakültelerinde müfredatta yer almasının öneminin anlaşılması ve bütün bölümlerde zorunlu ders olarak verilmesinin öğrencilere katkı sağlayacağı ve farklı bir deneyim olacağı düşünülebilir.

## KAYNAKLAR

- Aldemir, G. Y. (2010). Drama ve dans eğitiminin 10-14 yaş çocuklarda motor özelliklerin gelişimine etkisinin incelenmesi. (Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim dalı. İstanbul.
- Altıntuğ, M., Ünveren, A., & Ernez, D. (2022). Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin halk oyunları dersine karşı tutumlarının incelenmesi. *Sportif Bakış: Spor ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9(2), 169–178.
- Ay, G. (1999). *Folklor: Genel bilgiler, oyun, müzik*. Pan Yayıncılık.
- Bali, A. (2017). Halk oyunları üzerine halkbilimsel bir araştırma: Mersin ili Silifke ilçesi örneği. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, 33(33), 78–91.
- Bandarin, F., Hosagrahar, J., & Sailer Albernaz, F. (2011). Why development needs culture. *Journal of Cultural Heritage Management and Sustainable Development*, 1(1), 15–25.
- Baykurt, Ş. (1976). *Türkiye’de folklor*. Kalite Matbaası.
- Beden Eğitimi Öğretmen Adayları İçin Halk Oyunları Dersi Tutum Ölçeğinin Geliştirilmesi Zeynel TURAN\*
- Bilgin, K. E. (2020). Halk oyunları oynayan üniversite öğrencilerinin iletişim becerileri ve sosyal bütünleşme düzeyleri arasındaki ilişki (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çakır, A. (1989). Türk halk oyunlarının tasavvuf içindeki yeri ve önemi. In *Anayurttan Atayurda Türk Dünyası Yayınları* (ss. 60–72).
- Ertural, M. S. (2006). *Gaziantep halk oyunları üzerine bir inceleme* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gaziantep Üniversitesi.
- Gezer, E. (2002). *Halk oyunları eğiticileri ve oyuncularının halk oyunlarına yönelme nedenlerinin değerlendirilmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Gökçen, G. (2024). *Rekreatif amaçlı halk oyunu aktivitelerine katılan bireylerin motivasyon kaynakları ve yaşam tatmini ilişkisinin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi.
- Irmak, Y. (2016). Mitten efsaneye bir halk oyunu: Bingöl kartal oyunu. *Studies of the Ottoman Domain*, 6(10), 90–105.
- Kelly, C. M., Strauss, K., Arnold, J., & Stride, C. (2020). The relationship between leisure activities and psychological resources that support a sustainable career: The role of leisure seriousness and work–leisure balance. *Journal of Vocational Behavior*.

- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling*. London: Guilford publications.
- Öngel, H. B., Hacıbekiroğlu, E. (1996). Türk halk oyunları yöre oyunları öğreticisi yetiştirme kursu, halk oyunları öğretim yöntemleri ders notları. Ankara: M.E.B. Çıraklık ve Yaygın Eğitim Genel Müdürlüğü Kurslar Şubesi.
- Şenol, A. (1993). Halk oyunları. In *TFA dergisinde yayımlanmış makaleler* (s. 19). Folklor Araştırmaları Kurumu Yayınları.
- Şenol, A. (2001). Türk halk oyunlarında araştırma-derleme ilkeleri, yayın haline dönüştürülmesi ve değerlendirilmesi, sosyal çalışmalarda kullanılması, iletişim, bilgi, ilgi teşkilatlanma sorunları. In *I. Uluslararası Atatürk ve Türk Halk Kültürü Sempozyumu Bildirileri* (ss. 243–246).
- Şiraz, M. (2008). *Türk halk oyunları ile ilgilenen bireylerin halk oyunlarına yönelik sebepleri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi.
- Turan, Z. (2015). Beden eğitimi öğretmen adayları için halk oyunları dersi tutum ölçeğinin geliştirilmesi. *YYÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 202-222
- Ustaoglu Hoşver, P., Tiryaki, K., & Pehlivan, M. (2020). Beden eğitimi ve spor öğretmen adaylarının halk oyunları dersine yönelik tutumlarının incelenmesi. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi*, 3(1), 15–23.

# **BÖLÜM 15**

## **The Effects of Human Resources, Artificial Intelligence, and Inovation in Sports Management**

**İlker Günel<sup>1</sup> & Mehmet Emin Yıldız<sup>2</sup>**

---

<sup>1</sup> Dr., Osmaniye Korkut Ata University High School of Physical Education and Sports, ORCID: 0000-0001-7642-1707

<sup>2</sup> Dr., Uşak University Faculty of Sports Sciences, ORCID: 0000-0001-8144-1139



## INTRODUCTION

Artificial intelligence technologies are leading a radical transformation in human resources management by accelerating many organizational processes previously carried out by humans. This technology, which offers powerful tools such as data analytics and automation, indicates the beginning of a new paradigm in the field of human resources. This transformation is clearly observed in key human resources functions such as candidate sourcing, personnel selection, training and development, performance evaluation, career management, and compensation. Artificial intelligence is redefining these processes by making them more accurate, efficient, and time-economical. In an increasingly competitive environment, human resources departments are receiving more applications every day, making application management more challenging. The increase in application volume can create a significant workload for specialists, potentially reducing operational efficiency. At this point, artificial intelligence solutions come into play, providing significant conveniences. Particularly in candidate screening and selection processes, it contributes to more effective execution of the process by accelerating repetitive tasks. Artificial intelligence algorithms allow for more accurate decision-making by analyzing a wide range of data such as candidates' experiences, language proficiencies, personality traits, and competencies in a short time and impartially. Thus, recruitment processes become both faster and more objective. Artificial intelligence is not only optimizing existing processes but also radically transforming recruitment and evaluation mechanisms. Human resources experts indicate that these technologies facilitate reaching suitable candidates in a shorter time, ensure systematic management of the process, and base decision-making processes on more solid foundations. When candidates' qualifications are comprehensively analyzed, the most suitable profiles are quickly identified, and the recruitment process progresses consistently. Thus, fairer, more objective, and strategic decisions are made for both organizations and candidates, gaining a competitive advantage in workforce planning. However, for artificial intelligence-based systems to be used effectively in human resources management, certain ethical and technical considerations need to be taken into account. Risks such as data privacy, algorithmic biases, and the reduction of candidates to mere numerical data necessitate a careful management process. Designing artificial intelligence applications in a fair, transparent, and auditable manner will increase the level of trust for both employees and managers. Therefore, integrating technological innovations with a human-centered management approach constitutes the fundamental condition for sustainable success in the digital transformation of human resources processes. As a result, the proper integration of artificial intelligence enables organizations to strengthen decision-making processes while utilizing their human resources more effectively. Data-driven, flexible, and predictive systems are replacing traditional methods; however, approaches that

keep the human element at the center are gaining increasing importance. In this direction, the combination of technological advancements with a human-centered management approach forms the foundations of a strategic and sustainable human resources structure; meanwhile, human resources departments are assuming a more directive position in achieving organizational goals. This study aims to examine the effects of artificial intelligence technologies on human resource management. Particularly, it analyzes how artificial intelligence is applied in core human resources processes such as candidate selection, training and development, performance evaluation, and career planning, and what kind of changes these applications create. The main objective of the study is to demonstrate how human resources practices become faster, data-driven, and more effective through artificial intelligence, and to evaluate the opportunities this transformation provides for organizations. Additionally, developing a perspective on how technological advancements can be balanced with a human-centered management approach is one of the important goals of the research.

### **Sports Management, Leadership, and Digital Transformation**

Sports management is undergoing a significant transformation process alongside today's rapidly changing social, economic, and technological conditions. As sports have evolved from being merely an arena for competition or physical activity to becoming the subject of large-scale organizations and strategic management approaches, it has necessitated greater emphasis on the managerial dimension of this field. In this context, leadership, digital transformation, and managerial processes are among the fundamental dynamics of sports management.

Leadership in sports organizations stands out as a factor that affects not only sporting success but also intra-team communication, organizational commitment, and strategic decision-making processes. Modern leadership approaches—especially transformational and servant leadership models—provide an effective managerial framework in sports environments. While transformational leaders enhance performance by increasing athletes' motivation and sense of belonging, servant leaders lay the groundwork for long-term success by focusing on individual development and team solidarity. The literature frequently emphasizes that effective leadership creates positive effects on satisfaction, trust, and performance at both individual and collective levels in sports teams (Chelladurai, 2014; Northouse, 2021). Another important dimension of sports management is digital transformation. The acceleration of technological developments has affected almost all areas of the sports industry. Innovations such as data analytics, artificial intelligence, digital marketing, and online fan engagement are reshaping the management approach of sports clubs and organizations. Thanks to digital tools, performance analyses are becoming more systematic, fan behaviors are better measured, and decision-making processes are acquiring a data-driven

structure. This situation both strengthens the strategic decisions of sports managers and creates a competitive advantage (Ratten, 2020). Moreover, the digital transformation process contributes to management quality by increasing transparency and accountability in sports organizations. The effectiveness of processes in sports management is directly related to the flexibility of the organizational structure and the quality of leadership. An effective management approach addresses fundamental functions such as planning, organization, direction, and control within a holistic system. The literature indicates that a strategic management approach increases success in sports organizations; particularly vision, goal setting, and resource management are stated to be determinative on performance (Chelladurai & Kerwin, 2018). Additionally, processes such as human resources management, team coordination, and crisis management are critical for the sustainability of sports management.

Today, sports organizations are turning towards more innovative management models with the new opportunities brought by digitalization. Creating brand value through social media platforms, the growth of digital sports areas such as e-sports, and the widespread adoption of data-driven decision mechanisms have led to the emergence of new paradigms in sports management. These developments require leaders to possess digital literacy skills and to be able to combine technological innovations with strategic vision. Consequently, leadership, digital transformation, and process management elements in the field of sports management are complementary strategic components. While effective leadership approaches strengthen organizational commitment and performance, digital transformation brings speed and accuracy to decision-making processes. Addressing all these elements with an integrated approach is key to ensuring the sustainable success of sports organizations. In the future, it is anticipated that hybrid management models, which consider digitalization and human-centered leadership together, will gain even more importance in the field of sports management.

### **Human Resources Management**

In modern work environments, human resources management (HRM) is defined as a strategic approach focused on effectively managing human capital, which is an organization's most valuable resource (Kess-Momoh et al., 2024: 747). HRM is considered a social system that provides the human resources needed in line with the organization's goals, measures and evaluates performance. The main tasks of this system are to make plans to address personnel shortages, regulate compensation and social benefits, and contribute to the organization's achievement of its strategic goals (Huselid, Jackson and Schuler, 1997: 171). In short, HRM encompasses all activities carried out to ensure the most efficient use of human resources in terms of the individual, organization, and environment (Sabuncuoğlu, 2018: 4). HRM is the entirety of policies, practices, and systems

that shape employees' behaviors, attitudes, and performances. In this context, practices such as planning, recruitment and selection, job analysis, training and development, internal communication, career management, performance evaluation, compensation, and occupational health and safety come to the forefront. Although the variety in practices may differ, the main purpose is to secure the employment of workers, support their professional development, provide a fair compensation system, and ensure their integration with the organization (Huselid, 1995: 635).

Human resources planning is a systematic process that enables the development of policies to meet the organization's human resource needs under the influence of economic, social, political, and environmental changes (Palmer and Winters, 1993: 32). Job analysis, on the other hand, is a methodological study that defines in detail the duties and responsibilities of a specific job and reveals the human behaviors necessary for the effective execution of these tasks (Spector, 2021: 54). Although human resource recruitment and selection processes are often used synonymously, they assume different and complementary roles in an organizational context. Human resource recruitment is a proactive process carried out to identify, attract, and guide candidates who can contribute to the organization. In contrast, the selection process refers to the systematic elimination made to determine the most suitable person for a specific position by evaluating the pool of applicants (Gilmore and Williams, 2009: 100). Training, Development, and Human Resource Management Practices Within the framework of human resource management (HRM), training and development represent two complementary yet distinct functions that collectively enhance organizational effectiveness. Training encompasses structured learning experiences designed to improve employees' current job performance by strengthening their knowledge, skills, and abilities. In contrast, development denotes a broader, long-term process that enables employees to unlock their potential and progress toward their professional goals. Developmental activities are often voluntary and intended to foster both personal growth and organizational capability. While training typically emphasizes short-term, job-specific competencies, development focuses on long-term career advancement and the cultivation of broader professional attributes (Muradova, 2009, p. 76). The performance evaluation process is a systematic mechanism for collecting, analyzing, and interpreting employee performance data to maximize efficiency and productivity. By integrating feedback systems and measurable indicators, performance assessment establishes a data-driven foundation for HRM practices. This process enhances employee motivation, improves organizational productivity, and supports the effective allocation of human and material resources (Palmer & Winters, 1993, p. 66). Likewise, career management constitutes a continuous and strategic process that helps employees align their career paths with both organizational objectives and personal competencies

(Canman, 1995, p. 117; Chetana & Mohapatra, 2017, p. 615). It ensures that internal mobility and position transitions occur in a way that maximizes the benefits for both the employee and the organization, thereby reinforcing long-term engagement and retention. In contemporary competitive environments, organizations increasingly view compensation management as a strategic tool for attracting, motivating, and retaining skilled talent. Competitive pay structures have become essential for maintaining sustainability and securing a qualified workforce. For employees, compensation remains a primary motivator that directly influences job satisfaction and performance outcomes (Baştürk, 2009, p. 12). However, the absence of well-defined compensation policies and planning mechanisms can create misalignment between employer and employee expectations, leading to potential conflicts and decreased organizational cohesion (Şaşmaz & Kahya, 2023, p. 135). In general, human resource management practices encompass strategic workforce planning, job and task analysis, the recruitment and selection of qualified personnel, execution of training and development initiatives, operation of comprehensive performance appraisal systems, the establishment of fair and competitive compensation structures, and the implementation of effective career management programs. When administered holistically and systematically, these interrelated functions contribute significantly to resolving organizational challenges and promoting a positive, sustainable work climate.

### **Artificial Intelligence**

Technology today profoundly influences not only our daily routines but also our work practices, learning processes, and communication methods. Each day, we encounter new technological tools that allow tasks to be completed more efficiently and effectively. Among recent advancements, artificial intelligence (AI) systems—capable of simulating human behaviors—have drawn particular attention (Fitria, 2021, p. 134). The term artificial intelligence was first introduced in the academic literature during the Dartmouth Conference in 1956, led by John McCarthy (Tahiru, 2021, p. 1). The primary goal of AI is to develop systems that can emulate human-like thinking and action. These systems not only execute complex operations but also perform cognitive functions such as learning from historical data, reasoning, communication, perception, manipulating objects, and acquiring new skills (Özdoğan, 2017, p. 91). Consequently, AI can be conceptualized as computer-controlled robotic programming systems that enable diverse machines to operate cohesively, integrate software and hardware efficiently, and execute multi-tasking programs (Toprak, Özel & Çalışkan, 2022, p. 79).

AI technologies are increasingly utilized to enhance the speed and accuracy of processes across various domains, resulting in growing demand. AI applications are often designed to perform tasks previously requiring human

intervention. Within this context, machine learning emerges as a significant subfield at the intersection of AI and data mining. Historically, the development of machine learning parallels that of AI and traces back to Alan Turing's 1952 question, "Can machines think?" This foundational inquiry inspired the creation of systems capable of learning from data and making autonomous decisions. Today, machine learning builds upon these philosophical and scientific foundations, finding applications across a wide range of sectors (Aktaş & Takcı, 2024, p. 2013).

Within AI literature, machine learning and deep learning are considered the two primary components of the technology. Machine learning provides an algorithmic framework that allows systems to develop analytical models and perform specific tasks autonomously based on data. This enables computers to learn from datasets without explicit programming and produce increasingly accurate outcomes as they gain experience (Janiesch, Zschech & Heinrich, 2021, pp. 685–686). Deep learning, a specialized branch of machine learning, has gained prominence in recent years, employing artificial neural networks to decipher complex patterns within data. This approach proves particularly effective in image recognition, speech processing, and natural language analysis, offering more precise predictions when combined with large datasets (Zhang & Feng, 2021, p. 283).

Genetic algorithms represent another AI method, especially suited for problems that are difficult or time-consuming to solve using traditional approaches, providing solutions that approximate optimal outcomes (Atalay & Çelik, 2017, p. 160). Natural language processing (NLP) is an AI subfield focused on enabling computers to interact with human language. NLP examines structural and semantic features of language, allowing machines to comprehend, analyze, and generate meaningful responses to written or spoken input. This integration of linguistic data with AI learning models supports applications such as text classification, sentiment analysis, automated summarization, machine translation, and speech recognition (Adalı, 2025, p. 7). The significance of enabling computers to process human language accurately continues to grow alongside advances in NLP technologies.

Overall, artificial intelligence facilitates the creation of systems capable of human-like reasoning, learning, and problem-solving. Machine learning extracts patterns from data to make predictions; deep learning addresses complex tasks through layered architectures; genetic algorithms search for optimal solutions using evolutionary models; and NLP enables machines to comprehend, interpret, and communicate effectively in human language. Collectively, these technologies form the foundation for AI systems that are flexible, efficient, and endowed with human-like capabilities.

## **Artificial Intelligence in Human Resource Management**

In recent years, the field of human resource management (HRM) has undergone significant transformation driven by the adoption of artificial intelligence (AI) technologies. AI is increasingly applied across key HR functions such as recruitment, training, workforce planning, and performance evaluation, enabling these processes to be executed more efficiently, data-driven, and effectively. This integration is not limited to mere digitalization; rather, it reshapes organizational workflows from decision-making mechanisms to employee experiences, representing a substantial revolution in corporate operations. Regardless of organizational size or sector, AI-based systems offer advantages in recruitment, talent management, training, and performance assessment, including speed, accuracy, cost efficiency, and objectivity. Big data analytics and machine learning enhance the interpretation of complex relationships, facilitating more strategic and precise HR decisions, thereby producing lasting operational and managerial impacts. Consequently, the demand for scholarly research exploring AI's effects on HR processes and transformations has intensified (Bozbuğa & Uğurlucan, 2023, p. 410).

The application of AI and machine learning in candidate sourcing and selection offers significant time and cost savings for both organizations and applicants. AI-supported systems rapidly analyze large applicant pools, allowing HR professionals to devote more time to direct engagement with candidates. This accelerates resume screening and streamlines the selection process. Candidate experience, a crucial component of effective recruitment, benefits from AI by ensuring timely feedback and consistent communication; lack of feedback may otherwise generate negative perceptions of the organization (Geetha & Bhanu, 2018, p. 68; Hmoud & Laszlo, 2019, p. 25). AI systems further contribute to fairness and objectivity by mitigating biases related to age, gender, ethnicity, or educational background (Upadhyay & Khandelwal, 2018, p. 256).

Chatbots represent AI-driven applications capable of interacting with candidates via text or voice. Designed to emulate human conversation, these tools automate time-consuming tasks such as initial screening, communication, and information gathering, enhancing HR efficiency. Accessible through digital channels including email, SMS, and social media, chatbots enable continuous, multi-channel engagement, thereby improving the recruitment experience (Balachandar & Kulkarni, 2018, p. 1248). Effective utilization, however, requires HR professionals to possess sufficient technical knowledge of algorithms and systems; otherwise, misinterpretation of data may reduce process efficiency (Kırılmaz & Ateş, 2021, p. 45). AI also facilitates faster and more accurate decisions in personnel selection. Automated resume analysis and digital interviews save time and ensure that candidates are evaluated against objective criteria, increasing the likelihood of selecting the most suitable individuals for

specific roles. Additionally, AI reduces both conscious and unconscious biases, creating a more equitable selection environment (Bal, Bal & Bozkurt, 2019, p. 1072). Other benefits include cost reduction, workload optimization, and improved access to qualified talent (Hemalatha et al., 2021, p. 60). In training and development, AI serves as a strategic instrument. Training is increasingly viewed as a critical investment supporting employee engagement and talent management rather than merely a cost factor (Suhasini & Suganthalakshmi, 2015, p. 1). AI applications analyze individual learning needs, deliver personalized content, accelerate training processes, and enhance organizational efficiency (Maity, 2019, p. 651). Digital learning tools allow employees to access training remotely, overcoming location constraints. Real-time performance tracking and precise identification of development needs improve employee satisfaction and promote continuous, effective training. Nevertheless, data privacy and ethical compliance remain paramount in these AI-driven processes (Aşık et al., 2023, p. 2103). AI-enabled performance evaluation systems assess employees' productivity, team interactions, and communication patterns, ensuring more objective and continuous performance measurement. Algorithms process large datasets in real time, providing managers with insights to support informed and fair decisions (Garg et al., 2024, p. 10923). Performance evaluation also contributes to the establishment of equitable reward systems, which are critical for achieving corporate goals and sustaining organizational growth (Sampath et al., 2024, p. 704). Employee data, encompassing demographic information and individual work outcomes, is utilized by AI for career predictions and to support informed HR decision-making. Demographics include age, gender, and education level, while individual work outcomes cover performance assessments, promotion history, and attrition data. However, AI's potential in career management remains underexplored, with advanced career planning and advisory systems still limited (Rahman et al., 2023, p. 2). In compensation management, AI is increasingly applied to ensure fair, transparent, and performance-based remuneration. Big data analytics allow for objective evaluation of employee performance, skills, and experience, minimizing pay disparities and enhancing motivation (Pandey, 2023, p. 106; Xavier, 2014, p. 33). Overall, AI in HRM transcends operational automation to serve as a holistic technology transforming strategic decision-making. From recruitment to career management, and from training to performance evaluation, data-driven approaches enabled by AI enhance fairness, efficiency, and predictability. Sustainable implementation requires robust technological infrastructure alongside adherence to ethical principles, transparent policies, and human-centric approaches. The interplay between AI and HR will remain a critical determinant of employee experience and organizational competitiveness in the future workplace.



## **Innovation in Sports**

The sports industry has undergone a substantial transformation in recent years, driven by advancements in digitalization, data analytics, and sustainability initiatives. Innovation lies at the heart of this change. In sports, innovation encompasses not only technological breakthroughs but also the reconfiguration of organizational structures, management models, spectator experiences, and social initiatives (Çınar, 2025). Across both professional and amateur levels, innovative approaches play a critical role in enhancing performance, economic efficiency, ethical management, and social inclusivity (Seçkin, Ateş & Seçkin, 2023).

This section examines the theoretical foundations, applications, notable research, and future prospects of sports innovation. Its objective is to elucidate the multidimensional impact of innovation in sports and synthesize prevailing trends in the literature.

### **Concept of Innovation in Sports**

Innovation refers to the process of creating value through the development and implementation of new ideas, processes, or products (Royal Society, 2023). In the sporting context, it spans training methodologies, management systems, spectator engagement, and social responsibility projects (Technology Innovation and Guardrails in Elite Sport, 2023). The primary goal is to enhance performance, protect athlete well-being, and enrich the spectator experience (Qi, 2024).

### **Dimensions of Sports Innovation**

Sports innovation is commonly categorized into four dimensions: technological, organizational, social/environmental, and spectator experience innovations (Guppy, 2023):

- Technological innovations include wearable devices, AI, and AR/VR systems that facilitate performance monitoring (Seçkin et al., 2023).
- Organizational innovations involve data-driven decision-making, digital marketing, and open innovation approaches (Çınar, 2025).
- Social and environmental innovations aim to make sports more inclusive, accessible, and sustainable (Glebova, 2024).
- Spectator experience innovations encompass digital engagement, e-sports, and personalized content delivery (Qi, 2024).

Sports innovation integrates technological, managerial, social, and consumer-focused transformations, ranging from wearable technologies and AI analytics to green sports initiatives and digital audience interactions (Seçkin et al., 2023; Glebova, 2024). For sustainable dissemination, ethical standards, digital inclusion, and long-term impact assessment are essential. This ensures sports

evolve into an innovation ecosystem that is performance-oriented, socially responsible, environmentally sustainable, and economically viable (Hammerschmidt, 2024; Qi, 2024).

## **Conclusion**

Contemporary organizations exhibit significant diversity in terms of size, operational scope, and service capacity. This variability accentuates the critical role of human resource management (HRM) and emphasizes its strategic importance, particularly as workforce composition fluctuates. From small enterprises to multinational corporations, artificial intelligence (AI) applications are increasingly integrated into HR processes. These technologies aim to reduce costs, enhance service quality, minimize human errors, and improve overall performance. Across numerous domains—from recruitment and performance evaluation to employee satisfaction and training—AI contributes to making HR operations more strategic and efficient (Akalin & Veranyurt, 2021, p. 232).

In the context of sports, innovation combines technological, managerial, social, and consumer-oriented transformations. From wearable devices and AI-based analytics to green sports initiatives and digital fan engagement, its impact spans a wide spectrum (Seçkin et al., 2023; Glebova, 2024). For innovation to become sustainably widespread, the establishment of ethical standards, reduction of the digital divide, and long-term impact monitoring are essential. This ensures that sports evolve into an innovation ecosystem that is not only performance-oriented but also socially, environmentally, and economically sustainable (Hammerschmidt, 2024; Qi, 2024).

The recent rapid adoption of AI in HR units has resulted in notable improvements in operational efficiency. By automating repetitive and routine tasks, HR professionals are able to focus more on strategic objectives and fully leverage their competencies. AI-supported systems optimize planning processes, enabling the development of more effective management models. Therefore, AI is expected to reinforce and support HR processes rather than replace them.

In recruitment, AI quickly identifies the most suitable candidates through big data analytics, while objective decision-making in personnel selection is facilitated by algorithmic systems. In training and development, personalized learning plans can be created according to individual employee needs. Performance evaluations are conducted more transparently and comprehensively with AI-supported tools, and career management processes enable productivity improvements aligned with employees' competencies and development goals. In compensation management, principles of fairness, competitiveness, and transparency are prioritized. Collectively, these developments reflect a profound and comprehensive transformation in HRM.

However, the effective and ethical use of AI systems necessitates the presence of skilled professionals with technical expertise. Data security, confidentiality, and adherence to ethical standards are critical for the sustainability of these applications. Consequently, AI-based HR systems must be supported by both technical and ethical frameworks. Future research should investigate the impact of AI on HR practices across different industries and cultural contexts. Additionally, adopting human-centered approaches in technology design offers further benefits for both employees and organizations. The successful implementation of AI systems also requires attention to user experience, accessibility, and internal adaptation processes. Multidisciplinary studies and specialized training programs are essential to fully harness the potential of AI in HR, ultimately contributing significantly to the long-term success of both individuals and organizations.

## Reference

- Adalı, E. (2025). Doğal dil işlemedeki gelişmeler. *Kompyuter Lingvistikasi Muammolar, Yechim, İstiqbollar V Xalqaro Ilmiy-Amaliy Konferensiya*, 1(1), 7–21.
- Akalın, B., & Veranyurt, U. (2021). Sağlık hizmetleri ve yönetiminde yapay zekâ. *Acta Infologica*, 5(1), 231–240. <https://doi.org/10.26650/acin.85085>
- Aktaş, A. Y., & Takcı, H. (2024). Yapay zekâ makine öğrenmesi yöntemleriyle zamana göre işsiz kalma risk tespiti. 20th UBAK Conference Proceedings (pp. 211–221). Ankara, Türkiye, 29–30 June.
- Armstrong, M. (2014). *Armstrong's handbook of human resource management practice* (13th ed.). Kogan Page.
- Aşık, F., Yıldız, A., Kılınç, S., Aytekin, N., Adalı, R., & Kurnaz, K. (2023). Yapay zekânın eğitime etkileri. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research*, 10(98), 2100–2107. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8307107>
- Atalay, M., & Çelik, E. (2017). Büyük veri analizinde yapay zekâ ve makine öğrenmesi uygulamaları. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(22), 155–172. <https://doi.org/10.20875/makusobed.309727>
- Bal, M., Bal, Y., & Bozkurt, S. (2019). İnsan kaynakları yönetiminde etkin bir işe alım süreci için yapay zekâ yöntemlerinin kullanımı. 3. Uluslararası Avrasya Sosyal Bilimler Kongresi Bildiri Kitabı. Muğla, Türkiye.
- Balachandar, A., & Kulkarni, A. D. (2018). Recruitment chatbot. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5(8), 1248–1250.
- Baştürk, F. F. (2009). Ücret tatmini ile ücret yönetiminde örgütsel adalet algısı arasındaki ilişki ve bir araştırma (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İnsan Kaynakları Yönetimi Bilim Dalı, İstanbul.
- Bozbuğa, N., & Uğurlucan, M. (2023). Kalp cerrahisinde uzaktan sağlık yönetimi ve teletıp. In N. Bozbuğa & S. Gülseçen (Eds.), *Tıp Bilişimi III: Medical Informatics* (pp. 401–420). İstanbul Üniversitesi Yayınevi.
- Chetana, N., & Mohapatra, A. K. D. (2017). Career planning and career management as antecedents of career development: A study. *Asian Journal of Management*, 8(3), 614–618. <https://doi.org/10.5958/2321-5763.2017.00098.1>
- Chelladurai, P. (2014). *Managing organizations for sport and physical activity: A systems perspective* (4th ed.). Holcomb Hathaway Publishers.

- Chelladurai, P., & Kerwin, S. (2018). Human resource management in sport and recreation (3rd ed.). Human Kinetics.
- Çınar, D. (2025). Digitalization in sports: Innovations and future perspectives. *Journal of Sports and Science*, 3(1), 149–160. <https://dergipark.org.tr/en/pub/sporvebilim/issue/90849/1553251>
- Doherty, A. (2013). Investing in sport management: The value of good governance. *Sport Management Review*, 16(1), 1–12.
- Filo, K., Lock, D., & Karg, A. (2015). Sport and social media research: A review. *Sport Management Review*, 18(2), 166–181.
- Fitria, T. N. (2021). Artificial intelligence (AI) in education: Using AI tools for teaching and learning process. *Proceeding Seminar Nasional & Call for Papers*, 4(1), 134–147. <https://doi.org/10.31002/prosenas.v4i1.106>
- Garg, A., Vemaraju, S., Bora, M. P. M., Thongam, R., Sathyanarayana, M. N., & Khan, S. (2024). The role of artificial intelligence in human resource management: Enhancing recruitment, employee retention, and performance evaluation. *Library Progress International*, 44(3), 10920–10928. <https://doi.org/10.46763/lpi44310920g>
- Geetha, R., & Bhanu, S. R. D. (2018). Recruitment through artificial intelligence: A conceptual study. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 9(7), 63–70.
- Glebova, E. (2024). The synergy of digitalization and sustainability in sports. *Journal of Sustainable Sport Development*, 6(2), 87–102.
- Gilmore, S., & Williams, S. (2009). Human resource management. Oxford University Press.
- Guppy, F. (2023). Technology innovation and guardrails in elite sport: The future is now. *British Journal of Sports Medicine*, 57(10), 1125–1133.
- Hemalatha, A., Kumari, P. B., Nawaz, N., & Gajenderan, V. (2021). Impact of artificial intelligence on recruitment and selection of information technology companies. In *Proceedings of the 2021 International Conference on Artificial Intelligence and Smart Systems (ICAIS)* (pp. 60–66). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICAIS50930.2021.9396036>
- Hmoud, B., & Varallyai, L. (2019). Will artificial intelligence take over human resources recruitment and selection? *Network Intelligence Studies*, 7(13), 21–30.
- Horbel, C., & Popp, B. (2016). The role of digital technologies in value co-creation in sport management. *European Sport Management Quarterly*, 16(3), 292–314.

- Huselid, M. A. (1995). The impact of human resource management practices on turnover, productivity, and corporate financial performance. *Academy of Management Journal*, 38(3), 635–672. <https://doi.org/10.5465/256741>
- Huselid, M. A., Jackson, S. E., & Schuler, R. S. (1997). Technical and strategic human resources management effectiveness as determinants of firm performance. *Academy of Management Journal*, 40(1), 171–188. <https://doi.org/10.5465/257025>
- Janiesch, C., Zschech, P., & Heinrich, K. (2021). Machine learning and deep learning. *Electronic Markets*, 31, 685–695. <https://doi.org/10.1007/s12525-021-00475-2>
- Kess-Momoh, A. J., Tula, S. T., Bello, B. G., Omotoye, G. B., & Daraojimba, A. I. (2024). Strategic human resource management in the 21st century: A review of trends and innovations. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(1), 746–757. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.1.0105>
- Kırılmaz, S. K., & Ateş, Ç. (2021). İşe alımlarda yapay zekâ kullanımı: Kavramsal bir değerlendirme. *Journal of Business and Trade*, 2(1), 37–48. <https://doi.org/10.46763/joinbat2101037k>
- Maity, S. (2019). Identifying opportunities for artificial intelligence in the evolution of training and development practices. *Journal of Management Development*, 38(8), 651–663. <https://doi.org/10.1108/JMD-03-2019-0069>
- Muradova, T. (2009). İnsan kaynakları yönetiminde eğitim ve geliştirmenin önemi. *Journal of Azerbaijani Studies*, 75–84.
- Northouse, P. G. (2021). *Leadership: Theory and practice* (9th ed.). Sage Publications.
- Özdoğan, O. (2017). Endüstri 4.0: Dördüncü sanayi devrimi ve endüstriyel dönüşümün anahtarları. Pusula Yayıncılık.
- Palmer, M. J., & Winters, K. (1993). İnsan kaynakları (D. Şahiner, Trans.). Rota Yayınları.
- Pandey, S. (2023). Reconfiguring compensation management paradigms: The intersection of artificial intelligence and strategic human resource dynamics. *International Journal of Core Engineering & Management*, 7(5), 106–113. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14176132>
- Parnell, D., Widdop, P., Bond, A., & Wilson, R. (2020). COVID-19, networks and sport. *Managing Sport and Leisure*, 25(1–2), 72–78.
- Qin, C., Zhang, L., Cheng, Y., Zha, R., Shen, D., Zhang, Q., Chen, X., Sun, Y., Zhu, C., Zhu, H., & Xiong, H. (2024). A comprehensive survey of artificial intelligence techniques for talent analytics. *arXiv preprint arXiv:2307.03195v2 [cs.CY]*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2307.03195>

- Rahman, M., Figliolini, S., Kim, J., Cedeno, E., Kleier, C., Shah, C., & Chadha, A. (2023). Artificial intelligence in career counseling: A test case with resumAI. arXiv preprint arXiv:2308.14301v1 [cs.AI]. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.14301>
- Ratten, V. (2020). Sport entrepreneurship and innovation. Routledge.
- Royal Society. (2023). Innovation in sport: Accelerating breakthroughs in engineering, optimisation and performance. Conference Report.
- Sabuncuoğlu, Z. (2018). İnsan kaynakları yönetimi. Aktüel Yayınları.
- Sampath, K., Devi, K., Ambuli, T. V., & Venkatesan, S. (2024). AI-powered employee performance evaluation systems in HR management. In Proceedings of the 2024 7th International Conference on Circuit Power and Computing Technologies (ICCPCT) (Vol. 1, pp. 703–708). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCPCT61902.2024.10673159>
- Seçkin, A. Ç., Ateş, B., & Seçkin, M. (2023). Review on wearable technology in sports: Concepts, challenges and opportunities. Applied Sciences, 13(18), 10399.
- Smith, A. C. T., & Stewart, B. (2015). Introduction to sport marketing (2nd ed.). Routledge.
- Spector, P. E. (2021). Industrial and organizational psychology: Research and practice (8th ed.). John Wiley & Sons.
- Suhasini, R., & Suganthalakshmi, T. (2015). Emerging trends in training and development. International Journal of Scientific and Research Publications, 5(3), 1–10.
- Şaşmaz, E. C., & Kahya, V. (2023). Kariyer yönetiminde yapay zekâ. In G. Gürler & M. Koca Arat (Eds.), İnsan kaynakları yönetiminde yapay zekâ (pp. 131–145). Nobel Akademik Yayıncılık.
- Qi, Y. (2024). Digital technologies in sports: Opportunities, challenges and future trends. International Journal of Sport Science & Technology, 14(1), 55–70.

