

HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİNDE

— KURAMSAL TEMELLER VE —
UYGULAMALI YAKLAŞIMLAR

— EDITÖRLER —

Prof. Dr. Eser AĞGÖN

Prof. Dr. Öztürk AĞIRBAŞ

Dr. Öğr. Üyesi Cihan GÜRBÜZ



**HAREKET VE
ANTRENMAN BİLİMLERİNDE
KURAMSAL TEMELLER VE
UYGULAMALI YAKLAŞIMLAR**

EDİTÖRLER:

Prof. Dr. Eser AĞGÖN

Prof. Dr. Öztürk AĞIRBAŞ

Dr. Öğr. Üyesi Cihan GÜRBÜZ



Hareket ve Antrenman Bilimlerinde Kuramsal Temeller ve Uygulamalı Yaklaşımlar

EDİTÖRLER:

Prof. Dr. Eser AĞGÖN

Prof. Dr. Öztürk AĞIRBAŞ

Dr. Öğr. Üyesi Cihan GÜRBÜZ

Genel Yayın Yönetmeni: Berkan Balpetek

Sayfa ve Kapak Tasarımı: Duvar DESIGN

Basım Tarihi: Ağustos 2026

Yayıncı Sertifika No: 49837

E-ISBN: 978-625-8936-47-6

© Duvar Yayınları

853 Sokak No:13 P.10 Kemeraltı-Konak/İzmir

Tel: 0 232 484 88 68

www.duvar yayinlari.com

duvarkitabevi@gmail.com

İÇİNDEKİLER

1.Bölüm	1
Performans Hazırlığı: Müsabaka Öncesi Hazırlıkta Güncel Yaklaşımlar	
Cihan GÜRBÜZ	
2. Bölüm	18
Sporcularda Bağırsak Mikrobiyotası ve Atletik Performans:	
Sporcu Beslenmesinde Yeni Bir Paradigma	
Zeynep Hazal ATEŞ, Salih DEMİR	
3. Bölüm	36
Egzersiz, Beyin ve İnsülin Direnci	
İlker KİRİŞÇİ	
4. Bölüm	52
Atletik Performans ve Yaralanma Önlemede Alt Ekstremitte Asimetrisinin Rolü:	
Biyomekanik ve Fizyolojik Perspektif	
Enes AKDEMİR, Soner AKGÜN	
5. Bölüm	68
Teniste Atletik Performansın Önemi	
Halit ŞAR	
6. Bölüm	84
Sporcularda Duygusal Yeme Davranışı ve Performans Üzerinde Etkilerinin	
Literatür İncelemesi	
Bahar SEVAL, Derya ÇETİN SARIŞIK	

7. Bölüm 106

Modern Isınma Yaklaşımlarında

Post-Activation Performance Enhancement (PAPE)

Cihan GÜRBÜZ

8. Bölüm 123

2020–2024 Yılları Arasında Yüksek Yoğunluklu AralıklıAntrenmanların (HIIT)

Biyometrik Parametreler Üzerine Etkilerinin Bibliyometrik Analizi

Vesal GHOREISHIALHOSSEINI, Eser AĞGÖN

9. Bölüm 145

Life Kinetik Antrenmanlarının Biyomotor Performans Üzerindeki Etkileri

Salih DEMİR, Zeynep Hazal ATEŞ

1. Bölüm

Performans Hazırlığı: Müsabaka Öncesi Hazırlıkta Güncel Yaklaşımlar

Cihan GÜRBÜZ¹

Öz

Müسابaka öncesi hazırlık süreçleri, sporcuların performansını en üst düzeye çıkarmak amacıyla geleneksel ısınma yöntemlerinden nöromüsküler uyarımı hedefleyen modern yaklaşımlara doğru evrilmektedir. Bu evrimin merkezinde yer alan performans primingi; müsabakadan veya yüksek yoğunluklu antrenmanlardan 1 ila 48 saat önce uygulanan, düşük hacimli ve yüksek şiddetli egzersiz müdahalelerini tanımlamaktadır. Bu kitap bölümünde, performans priminginin biyolojik ve nöromüsküler temelleri, farklı uygulama modaliteleri, bireyselleştirme kriterleri ve sahaya yönelik kanıta dayalı pratik öneriler kapsamlı bir şekilde incelenmektedir.

Performans primingi, geleneksel ısınmanın termoregülatuar ve kardiyovasküler etkilerinin ötesine geçerek merkezi sinir sistemini (MSS) doğrudan uymayı amaçlayan nöral bir tetikleme mekanizmasıdır. Hücresel düzeyde kalsiyum salınımını ve miyozin hafif zincir kinaz (MLCK) aktivasyonunu tetikleyen bu yaklaşım, aktin-miyozin duyarlılığını artırır. Nöral düzeyde ise motor ünite işe alımını, ateşleme frekansını ve spinal refleks duyarlılığını (H-refleksi) yükseltir. Ayrıca kas-tendon ünitesinin sertliğini optimize ederek gerilme-kısalma döngüsünün (SSC) mekanik verimliliğini ve kuvvet üretim hızını (RFD) artırır. Sürecin temel fizyolojik paradoksu, potansiyelleşme (PAPE) ile yorgunluk arasındaki dinamik etkileşime dayanır. Yorgunluk etkisinin hızlıca sönümlendiği, potansiyelleşmenin ise saatler boyunca sürdüğü optimum zaman penceresinin yakalanması hedeflenir.

Bölüm kapsamında; ağır yüklerle yapılan dirençli egzersizler (%80-95 1RM), patlayıcı plyometrik sıçramalar, kısa mesafeli maksimal sprintler, düşük yüklü balistik hareketler, maksimal izometrik kasılmalar, dinamik mobilite çalışmaları, inspiratuar kas ısınması (solunum) ve bilişsel hazırlık rutinleri metodolojik yönleriyle incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Performans Primingi, Nöromüsküler Aktivasyon, PAPE (Post-Activation Performance Enhancement), Müsabaka Öncesi Hazırlık

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Bayburt Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi /Antrenörlük Eğitimi, cihangurbuz@bayburt.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4131-3698

1. Giriş

İnsanlık tarihinin ilk dönemlerinde fiziksel aktiviteler, ağırlıklı olarak avlanma, korunma ve yaşamı sürdürme gibi temel gereksinimlerin karşılanmasına hizmet ederken, toplumsal yaşamın gelişimiyle birlikte eğlence, rekreasyon ve rekabet unsurlarını içeren farklı biçimlere dönüşmüş, günümüzde ise belirli kurallar çerçevesinde gerçekleştirilen sportif etkinlikler olarak yapı kazanmıştır (Ağırbaş vd., 2021). Spor, bireyin yalnızca fiziksel kapasitesini geliştiren bir etkinlik olmanın ötesinde, psikolojik ve sosyal gelişimine de önemli katkılar sunmaktadır. Düzenli spor katılımının bireylerin özgüven düzeylerini artırdığı (Tatlısu vd., 2023), bunun yanında disiplinli çalışma alışkanlığı kazandırarak planlı hareket etme, sorumluluk üstlenme ve hedef belirleme becerilerini geliştirdiği ifade edilmektedir (Tatlısu ve Kan, 2023). Ayrıca, bireylerin spor yoluyla geliştirdiği sosyal bağlar, iletişim becerileri ve problem çözme yetenekleri, modern yaşamın getirdiği stres ve kaygıyla başa çıkmada etkili birer destek mekanizması sunmaktadır (Siner, 2024). Spor hem fizyolojik hem de psikolojik olarak insan yaşamında önemli bir yere sahiptir (Çetin Sarışık & Şahin 2024). Fiziksel aktivitenin depresyonu azaltma, mutluluk ve yaşam doyumunu artırma gibi psikolojik iyi oluşa yönelik olumlu etkileri, sporun bireysel ve toplumsal bağlamda önemini bir kez daha ortaya koymaktadır. Özellikle performans sporlarında başarıya ulaşabilmek, yalnızca teknik ve fiziksel yeterliliklerle sınırlı olmayıp, müsabaka öncesinde gerçekleştirilen hazırlık sürecinin bilimsel ilkeler doğrultusunda planlanmasını gerektirmektedir. Sporcuların müsabaka sırasında en yüksek performansı ortaya koyabilmeleri amacıyla uygulanan bu hazırlık süreci, fiziksel, fizyolojik ve psikolojik bileşenleri kapsayan çok yönlü bir yapı sergilemektedir. Uzun yıllar boyunca egzersiz bilimcileri ve antrenörler tarafından bu sürecin temel unsurlarından biri olarak kabul edilen geleneksel ısınma uygulamaları, performansa hazırlığın vazgeçilmez bir bileşeni olarak değerlendirilmiş ve sporcuların müsabaka öncesi rutinlerinin merkezinde yer almıştır. Geleneksel ısınma anlayışı, vücut sıcaklığını yükseltmeye, kan dolaşımını artırmaya ve eklem hareket açıklığını genişletmeye yönelik düşük-orta şiddetli aktivitelerden oluşmakta; kasların mekanik ve biyokimyasal hazırlığını amaçlamaktaydı (Bishop, 2003). Ancak son yirmi yılda spor bilimleri alanında gerçekleştirilen araştırmalar, bu geleneksel yaklaşımın özellikle güç, sürat ve patlayıcılık gerektiren branşlardaki sporcular için yetersiz kalabileceğini ve nöromüsküler sistem üzerinde yeterli uyarım yaratmayabileceğini giderek açık bir şekilde ortaya koymaktadır.

Bu bağlamda, "performans primingi" (performance priming) kavramı spor bilimlerinde giderek daha merkezi bir yer edinmektedir. Primingi ısınmadan ayıran temel özellik, yalnızca fizyolojik ısınmayı değil, nöromüsküler sistemi müsabaka şiddetine eşdeğer ya da üzerinde yükler kullanarak akut biçimde uyararak sonraki

saatlerde verimlilik kazancı elde etmeyi hedeflemesidir (Turner ve ark., 2015). Priming, müsabaka öncesi uygulanan, düşük hacimli ancak yüksek şiddetli egzersiz müdahalelerini kapsamaktadır (Mason ve ark., 2020). Bu müdahalelerin amacı, merkezi sinir sistemini yüksek uyarılabilirlik düzeyine getirmek, kas-tendon ünitesinin mekanik özelliklerini optimize etmek ve sporcuyu kuvvet, sürat ve çeviklik gereksinimlerine karşı hazır kılmaktır.

Performans primingi ile ilgili bilimsel literatür, son dönemde önemli ölçüde genişlemiştir. 2010'ların başında ağırlıklı olarak dirençli egzersizlerin kısa vadeli potansiyelleştirme etkisini inceleyen çalışmalar, yerini zamanla pek çok farklı priming modalitesini sprint, plyometrik, balistik, izometrik, bilişsel ve solunum primingini karşılaştırmalı biçimde değerlendiren kapsamlı sistematik derlemelere ve metaanalizlere bırakmıştır (Harrison ve ark., 2019; Mason ve ark., 2020). Bu çalışmalar, hangi sporcu profilinin hangi priming yaklaşımına daha iyi yanıt verdiğini anlamak açısından yeni ve değerli bulgular sunmaktadır. Bununla birlikte, literatürde henüz tam uzlaşının sağlanamadığı bazı metodolojik tutarsızlıklar da dikkat çekmektedir; kullanılan yük, şiddet, dinlenme süresi ve sporcuların antrenman geçmişi bakımından çalışmalar arasındaki farklılıklar, pratiğe yönelik kesin çıkarımlar yapmayı güçleştirmektedir.

Bu kitap bölümünün temel amacı, performans primingi kavramının biyolojik ve nöromüsküler temellerini güncel literatür ışığında açıklamak; farklı priming stratejilerini sistematik biçimde ele almak; sporcuya özgü değişkenlerin yaş, cinsiyet, kuvvet düzeyi ve antrenman geçmişi priming yanıtını nasıl şekillendirdiğini irdelemek ve antrenörlere saha uygulamalarına yönelik kanıta dayalı öneriler sunmaktır. Bölüm boyunca, ısınma ile primingi birbirinden ayıran kavramsal çerçeve korunarak her iki yaklaşımın tamamlayıcı rolleri vurgulanacaktır.

Performans priminginin pratik önemi düşünüldüğünde, bu kavramın günümüz elit spor ortamındaki yerinin de ayrıca ele alınması gerekmektedir. Yüksek performanslı spor branşlarda görev yapan antrenörler ve kondisyon uzmanları arasında gerçekleştirilen anket çalışmaları, katılımcıların çoğu müsabaka öncesi dönemde herhangi bir hazırlık protokolü uygulamadığını ortaya koymaktadır. Bu oran, konuya verilen pratik ilginin bilimsel literatürün oldukça gerisinde kaldığını da göstermektedir. Yapılandırılmış ve bireyselleştirilmiş hazırlık protokollerinin geniş çaplı biçimde kullanıma girmesi, hem sahada daha tutarlı performanslar elde edilmesini kolaylaştıracak hem de sportif başarı için kritik olan müsabaka günü hazırlığının daha bilimsel bir zemine oturtulmasını sağlayacaktır.

2. Performans Hazırlığının Biyolojik ve Nöromüsküler Dinamikleri

2.1. Performans Hazırlığı Kavramı ve Isınmadan Farkı

Performans primingi, müsabaka ya da yüksek yoğunluklu bir antrenman seansından 1 ila 48 saat öncesine kadar uygulanan, düşük hacimli ve yüksek şiddetli egzersiz müdahaleleri olarak tanımlanmaktadır (Turner ve ark., 2015). Geleneksel ısınmadan temel farklılığı, yalnızca vücut sıcaklığını artırmak veya eklemleri hareket için hazırlamakla kalmayıp, nöromüsküler sistemin uyarılabilirliğini müsabaka eforunun gereksinimlerine göre saatler öncesinden ince ayar yaparak şekillendirmeyi amaçlamasıdır. Geleneksel ısınma, ağırlıklı olarak termoregülatuvar (ısı yönetimi) ve kardiyovasküler bir hazırlık süreci olarak tasarlanırken; priming, nöral bir tetikleme mekanizması işlevi görmektedir (Mason ve ark., 2020).

Bu ayrımın pratik yansıması, antrenman planlamasına doğrudan yansımaktadır. Geleneksel ısınma, tipik olarak müsabakadan ya da ana antrenman bölümünden 15-30 dakika önce gerçekleştirilen düşük-orta şiddetli aktivitelerle sınırlıdır. Priming müdahaleleri ise saatler öncesinden bazen bir gün öncesinden programlanabilen, çok daha belirgin bir nöromüsküler yükleme içeren protokollerdir. Bu nedenle, ısınma ile priming kavramları birbiriyle örtüşmekle birlikte, priming ısınmanın kronolojik sınırlarını aşan, ayrı ve tamamlayıcı bir hazırlık katmanı olarak ele alınmalıdır (Cook ve ark., 2014; Russell ve ark., 2016).

2.2. Nöromüsküler Aktivasyon ve Merkezi Sinir Sistemi Uyarılabilirliği

Nöromüsküler aktivasyon, motor korteksten kasılabilir dokuya kadar uzanan tüm nöral iletim zincirinin egzersizle birlikte etkinlik kazanması sürecini tanımlar. Priming egzersizleri bu zinciri sistematik biçimde uyararak motor ünite işe alımını (motor unit recruitment) ve ateşleme frekansını (rate coding) artırmaktadır (Hodgson ve ark., 2005). Yüksek şiddetli bir kas kasılması, kas içindeki kalsiyum (Ca^{2+}) salınımını hızlandırır; bu durum miyozin hafif zincir kinaz (MLCK) enzimini aktive ederek miyozin başlarının aktin filamentlerine duyarlılığını artırır. Sonuç olarak kasın submaksimal kalsiyum konsantrasyonlarında bile daha fazla kuvvet üretmesi mümkün hale gelir.

Merkezi sinir sistemi (MSS) uyarılabilirliği açısından değerlendirildiğinde, priming egzersizleri spinal refleks duyarlılığını özellikle H-refleks genliğini anlamlı düzeyde artırmaktadır. Hoffmann refleksi (H-refleksi), alfa motor nöronların uyarılabilirliğinin dolaylı bir göstergesi olarak kabul edilmekte ve priming sonrasında gözlemlenen artış, motor havuzun daha düşük bir uyarım eşiğiyle aktive olabileceğine işaret etmektedir (Baudry & Duchateau, 2007). Bu değişim, sporcunun müsabaka esnasında aynı efor düzeyinde daha fazla kasılabilir birimi devreye sokmasını kolaylaştırır ve bu da özellikle patlayıcı kuvvet ve sürat gerektiren branşlarda belirgin bir avantaj sağlayabilir.

2.3. Kas-Tendon Ünitesinin Mekanik Özellikleri ve SSC

Kas-tendon ünitesinin mekanik özellikleri, gerilme-kısalma döngüsünü (stretch-shortening cycle - SSC) içeren hareketlerde performansı doğrudan belirleyen unsurlardandır. Priming egzersizleri, tendon sertliğini (stiffness) geçici olarak artırarak elastik enerji depolama ve geri kazanım kapasitesini iyileştirir (Komi, 2000). Tendon sertliğindeki bu artış, kuvvetten enerji aktarım hızını (rate of force development - RFD) artırmakta ve özellikle sprint, dikey sıçrama ve yön değiştirme gibi reaktif güce dayalı hareketlerde mekanik verimliliği yükseltmektedir.

SSC, ekzantrik (uzama) fazından konsantrik (kısalma) fazına geçişteki amortizasyon süresinin kısa tutulmasıyla elastik enerjiyi kinetik enerjiye dönüştüren doğal bir mekanizmadır (Nicol et al., 2006; Walshe et al., 1998). Priming, kasın bu döngüyü daha etkin kullanmasını sağlayan nöral ve mekanik ön koşulları hazırlayarak sporcunun SSC'den elde ettiği mekanik kazancı artırır (Blazevich & Babault, 2019). Bu etkinin sürekliliği, primingin ardından sporcunun orta şiddetli aktivitelerle kas sıcaklığını korumasına bağlı olup, uygun bir dinlenme aralığının planlanması kritik önem taşımaktadır (McGowan et al., 2015; Stevens et al., 2022).

2.4. Potansiyelleşme-Yorgunluk Etkileşimi ve Primingi Belirleyen Biyolojik Faktörler

Primingin temel paradoksu, nöromüsküler sistemi uyarmaya yönelik yüksek şiddetli egzersizin aynı zamanda yorgunluğa da yol açmasıdır. Yorgunluk ve potansiyelleşme, priming müdahalesi sonrasında eş zamanlı olarak varlığını sürdürür; ancak yorgunluk çok daha hızlı azalırken potansiyelleşme saatler boyunca etkisini koruyabilmektedir (Rassier & MacIntosh, 2000). Sporcunun optimum performans penceresi, yorgunluğun kritik bir eşiğin altına indiği ancak potansiyelleşmenin hala anlamlı düzeyde olduğu zaman dilimine denk gelmektedir. Bu pencerenin belirlenmesi; sporcunun antrenman geçmişine, kullanılan priming modalitesine, yük şiddetine ve egzersiz birimine bağlı olarak değişmekte, bireyler arası önemli farklılıklar göstermektedir.

Primingin nöromüsküler yanıtını belirleyen başlıca biyolojik faktörler şöyle sıralanabilir: (a) sporcunun maksimal kuvvet düzeyi; güçlü sporcular daha yüksek potansiyelleşme kapasitesine sahipken yorgunluktan da daha hızlı toparlanma göstermektedir; (b) hızlı kasılan lif (Tip II) oranı; bu lif tipinin daha yoğun olduğu bireylerde miyozin hafif zincir fosforilasyonu daha belirgin olmaktadır; (c) sporcunun antrenman yaşı ve kondisyon düzeyi; uzun yıllara dayanan kuvvet antrenmanı geçmişi, sinir-kas uyumunu pekiştirerek priming uyaranlarına verilen yanıtın etkinliğini artırmaktadır (Seitz ve ark., 2014).

3. Performans Primingi Stratejileri

3.1. Dirençli Egzersiz Primingi (Resistance Priming) ve PAPE

Dirençli egzersiz primingi, yüksek yüklerle (%80-95 1RM) gerçekleştirilen düşük hacimli direnç antrenmanlarının müsabaka öncesinde uygulanmasını kapsamaktadır. Bu yaklaşım, Post-Activation Performance Enhancement (PAPE) mekanizmasını tetikleyerek sıçrama, sprint ve üst ekstremité balistik performanslarında akut iyileşme sağlamaktadır (Blazevich & Babault, 2019). Seitz ve Haff'ın (2016) kapsamlı meta-analizinde, ağır direnç koşullayıcı aktivitelerinin özellikle kuvvetli sporcularda sıçrama ve sprint performansı üzerinde anlamlı gelişimler sağladığı ortaya konmuştur. Bu çalışma, % 85 1RM üzerindeki yüklerin daha belirgin bir PAPE etkisi oluşturduğunu ve optimum dinlenme süresinin 4-8 dakika arasında olduğunu göstermiştir.

Bir saat öncesinden uygulanan dirençli egzersiz priminginde ise PAPE'nin ötesine geçen daha uzun süreli nöromusküler etkiler gözlemlenmektedir. Mason ve ark. (2020) tarafından gerçekleştirilen sistematik derlemede, müsabakadan 4-6 saat önce uygulanan ağır yüklü, düşük hacimli direnç antrenmanının takım sporcularında kuvvet ve güç ölçümlerini anlamlı ölçüde artırdığı bildirilmiştir. Önerilen protokol, tipik olarak 2-3 set, 2-5 tekrar ve %80-90 1RM yük içermektedir. Dinlenme süresi yetersiz kaldığında yorgunluk etkisi potansiyelleşmeyi baskılayabilmekte; aşırı uzadığında ise potansiyelleşme etkisi kaybolmaktadır. Bu nedenle, priming protokolü ile müsabaka başlangıcı arasındaki zaman yönetimi kritik önem taşımaktadır.

3.2. Plyometrik Priming

Plyometrik priming, düşük hacimli sıçrama ve sekme hareketleri (örn. kutu sıçramaları, derinlik sıçramaları) aracılığıyla SSC'yi doğrudan uyararak reaktif kuvvet ve patlayıcı güç kapasitesini artırmayı amaçlamaktadır. Cormack ve ark. (2008), 3 set 5 tekrarlık derinlik sıçrama protokolünün takım sporcularında dikey sıçrama yüksekliğini anlamlı ölçüde iyileştirdiğini bildirmiştir. Plyometrik primingin en belirgin avantajı, ek ekipmana ihtiyaç duymaksızın uygulanabilmesi ve hareket özgüllüğünün (movement specificity) yüksek olmasıdır; sıçrama performansına hazırlık amacıyla kullanıldığında, uygulanan hareket paternleri rekabetçi ortamın gereklerine doğrudan benzerlik göstermektedir (Mason et al., 2020; Chen & Gao, 2026).

Plyometrik primingin kısıtlılıkları arasında, uygulanan ekzantrik yüklenmenin sebep olduğu gecikmeli başlayan kas hasarı (DOMS) riski ve zayıf sporcular ile çocuk-genç sporcular için uygun dozun belirlenmesindeki güçlük yer almaktadır (Mason et al., 2020; Kolinger et al., 2026). Ayrıca plyometrik priming için optimum hacim ile yüksek şiddetli antrenmanla eşdeğer etki yaratabilme kapasitesi arasındaki denge henüz tam anlamıyla netleştirilmemiştir (Xu et al., 2025; Chen & Gao, 2026). Uygulama önerisi olarak, uzman sporcular için müsabakadan 1-4 saat

önce 2-3 set, her sette 3-5 tekrar içeren patlayıcı sıçrama protokolleri önerilmektedir.

3.3. Sprint Primingi

Sprint primingi, kısa mesafeli (10-30 m) ve azami çabayla gerçekleştirilen sürat koşularından oluşmaktadır. Bu modalite, özellikle futbol, rugby ve atletizm gibi lineer sürat gereksinimi yüksek branşlarda müsabaka öncesi nöromusküler hazırlık için sıklıkla tercih edilmektedir. Comyns ve ark. (2019), futbolcularda müsabakadan yaklaşık 3-4 saat önce uygulanan 6 x 20 m sprint protokolünün 10 m ve 30 m sürat sürelerini iyileştirdiğini ortaya koymuştur. Sprint primingi; kas sıcaklığını artırması, yüksek eşikli motor üniteleri hızla devreye sokması ve sinir iletim hızını yükseltmesi yoluyla aynı anda birden fazla fizyolojik mekanizmayı hedef almaktadır.

Spor özgüllüğü açısından ele alındığında, sprint primingi hareket özelinde bir aktivasyon sağlaması nedeniyle güç avantajına sahiptir; sürat gerektiren bir müsabaka için sürat primingi yapmak, nöromusküler örüntüleri o spesifik hareket şemasına göre kalibre etmektedir. Sınırlılıkları bakımından ise, özellikle yorgun veya kas hasarı sürecinde olan sporcular için aşırı yorgunluk riski barındırdığı ve uygulamanın her zaman sahaya özgü koşullar altında gerçekleştirilemeyebileceği belirtilmelidir.

3.4. Balistik Priming

Balistik priming, düşük-orta yüklerle (%30-60 1RM) maksimal hızda gerçekleştirilen hareketleri squat jump, itiş hareketi, top atışları kapsamaktadır. Bu yaklaşım, hız-kuvvet eğrisinin hız tarafını tercihli olarak uyatarak Tip IIa ve Tip IIx hızlı kasılan kas lifi grubunu özellikle aktive etmektedir (Newton & Kraemer, 1994).

Balistik primingin özellikle atış ve fırlatma gerektiren branşlarda savunma sporları, voleybol, tenis üst ekstremiteler patlayıcı gücünü artırmak için etkili bir seçenek olduğunu göstermektedir (Maloney et al., 2014; Nibali et al., 2022; Markovic et al., 2008). Bir sınırlılık olarak, balistik hareketlerin teknik kalitesinin düşük olduğu ya da düzensiz uygulandığı durumlarda istenen nöral uyarımın gerçekleşmeyebileceği ve hatta sakatlanma riskinin artabileceği vurgulanmalıdır. Önerilen protokol, müsabakadan 30-120 dakika önce, 2-4 set ve set başına 3-5 tekrar şeklinde planlanabilir.

3.5. İzometrik Priming

İzometrik priming, sabit bir konumda hareket olmaksızın maksimal ya da submaksimal kasılmalar gerçekleştirmeyi içerir. Bu modalite, alfa motor nöron

uyarılabilirliğini artırarak proprioseptörlerin duyarlılığını yükseltmekte ve kas içiği yanıt dinamiklerini optimize etmektedir. Henwood ve Taaffe (2006) ile daha güncel çalışmalar, izometrik kas kasılmalarının H-refleks genliğinde belirgin artışlar sağlayarak sinir-kas iletimini güçlendirdiğini ve ardından gerçekleştirilen dinamik hareketlerde güç çıktısını iyileştirdiğini bildirmektedir. İzometrik primingin en önemli uygulama avantajı, özel ekipman gerektirmemesi ve eklem üzerindeki mekanik yükün görece düşük tutulabilmesidir.

Özellikle sakatlanmadan dönen sporcular ya da yüksek ekzantrik yüklenmeye uygun olmayan bireyler için izometrik priming uygun bir alternatif oluşturmaktadır (Jarosz & Szwarc, 2025).

3.6. Mobilite Primingi

Mobilite primingi, geleneksel statik germe yerine dinamik hareket bazlı uygulamaları ön plana çıkarmaktadır. Dinamik mobilite çalışmaları, eklem hareket açıklığını artırırken kas-tendon ünitesinin uyarılabilirliğini baskılamadan hedeflenen hareket paternlerine özgün aktivasyonu sağlamaktadır. Behm ve ark. (2016), 60 saniyenin altındaki statik germe uygulamalarının kuvvet performansını olumsuz etkilemediğini; ancak dinamik germe ve mobilite egzersizlerinin ısınma sırasında güç ve hız üzerinde daha olumlu akut etkiler gösterdiğini sistematik derlemelerinde ortaya koymuştur. Bu nedenle, mobilite priminginin her priming protokolünün hazırlık aşamasına entegre edilmesi önerilmektedir.

3.7. Solunum Primingi (Respiratory Priming)

Solunum primingi, özellikle inspiratuar kas ısınmasını (Inspiratory Muscle Warm-Up - IMW) içeren uygulamalardan oluşmaktadır. Bu yaklaşımın temel amacı, yüksek şiddetli egzersiz sırasında solunum kaslarının metabolik yorgunluğunu geciktirerek lokomotor kaslara giden kanın daha uzun süre korunmasını sağlamaktır. Romer ve ark. (2002), IMW'nin uzun süreli dayanıklılık performansını iyileştirdiğini bildirmiştir. Bununla birlikte, patlayıcı kuvvet ve sürat üzerindeki doğrudan etkilere ilişkin kanıtlar sınırlı kalmaya devam etmektedir. Solunum primingi, ağırlıklı olarak aerobik dayanıklılık gereksiniminin baskın olduğu branşlarda yüzme, orta-uzun mesafe koşu, bisiklet daha güçlü bir uygulama zeminine sahiptir.

3.8. Bilişsel Priming (Cognitive Priming)

Bilişsel priming, karar verme, tepki süresi ve dikkat gerektiren zihinsel görevlerin müsabaka öncesinde uygulanmasını kapsamaktadır. Bu stratejinin

fizyolojik temeli, bilişsel talebin merkezi aktivasyon düzeyini artırarak dikkat yönelimini spor ortamına özgü uyaranlara karşı hazırlıklı hale getirmesine dayanmaktadır. Harwood (2008), bilişsel uyarıcı ortamların ve zihinsel hazırlık rutinlerinin sporcuların stres tepkisini yönetmesine ve kendini daha yüksek zihinsel aktivasyon düzeyine taşımasına katkı sağladığını vurgulamıştır. Güncel çalışmalar, ışıklı reaksiyon panelleri, kural tabanlı çeviklik drilleri ve zihinsel canlandırma (mental imagery) egzersizlerinin bilişsel primingde etkili araçlar olduğunu ortaya koymaktadır.

Bilişsel primingin özellikle dikkat dağınıklığına yol açabilecek müsabaka ortamlarında kalabalık seyirci, yüksek gürültü düzeyi psikolojik odaklanmayı ve mental organizasyonu güçlendirdiği bilinmektedir (Cumming ve ark., 2007). Bununla birlikte, bu alandaki araştırmalar henüz olgunlaşma sürecindedir; metodolojik standardizasyonun sağlanması ve bilişsel primingin sporcunun fizyolojik performans göstergelerine yansımaları inceleyen nicel çalışmaların artırılması gerekmektedir (Brick ve ark., 2020).

4. Performans Primingin Bireyselleştirilmesi

4.1. Sporcu Profiline Göre Priming

Kuvvet düzeyi, priming yanıtını şekillendiren en belirleyici bireysel değişkenlerden biridir. Seitz ve ark. (2014), yüksek kuvvet düzeyine sahip sporcuların (vücut ağırlığının en az 1.5-2 katı squat 1RM) zayıf sporculara kıyasla aynı priming protokolüne daha hızlı ve daha büyük bir potansiyelleşme yanıtı verdiğini göstermiştir. Bu durum, kuvvetli sporcuların yüksek eşikli motor birimlerini daha etkin işe alabilmelerinden ve yorgunluğu daha hızlı metabolize edebilmelerinden kaynaklanmaktadır. Zayıf ya da az antrenman geçmişine sahip sporcular için ağır direnç primingi yerine daha hafif yüklü balistik ya da sprint temelli protokoller tercih edilmelidir.

Yaş, priming duyarlılığını etkileyen bir diğer değişkendir. Genç sporcular (18-30 yaş) nöromüsküler plastisitenin yüksek olduğu bir dönemde bulunmaları nedeniyle priming uyaranlarına güçlü yanıtlar verebilirken, yaşlı sporcularda (>40 yaş) yorgunluğun toparlanma hızındaki azalma nedeniyle daha uzun dinlenme sürelerinin gerekebileceği öngörülmektedir (Xu et al., 2025; Santos et al., 2024). Bununla birlikte, mevcut araştırma birikimi yaşa özgü priming kılavuzlarını kesin biçimde belirlemeye henüz yeterli değildir (Xu et al., 2025).

Cinsiyet farklılıkları da priming yanıtında belirleyici bir rol üstlenebilir. Kadın sporcularda östrojen bağımlı kas liflerinin kasılma hızı ve yorgunluk direncine yönelik olası etkileri, priming protokolü tasarımında dikkate alınması gereken nöromüsküler bir boyut oluşturmaktadır (Enns & Tiidus, 2010). Bazı çalışmalar, kadın sporcuların erkek muadillerine kıyasla izometrik priming

protokollerinden daha yüksek yarar sağladığını öne sürmektedir (Rixon ve ark., 2007); ancak bu bulguların daha büyük örneklemelerle doğrulanması gerekmektedir.

Antrenman geçmişi, hem priming etkinliğini hem de tolere edilebilir yük miktarını belirlemede birincil referans noktasıdır. Uzun yıllara dayanan kuvvet antrenmanı deneyimine sahip bireyler, nöromüsküler adaptasyonun pekişmesi sayesinde ağır priming yüklerinden daha kısa sürede toparlanabilmektedir. Mevcut literatür, deneyimli sporcular için ağır yüklü ve kısa dinlenme süreli protokolleri önceliklendirirken; yeni başlayan ya da gelişmekte olan sporcular için hafif-orta şiddetli, uzun dinlenme süreli protokollerin benimsenmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Wilson ve ark., 2013; Seitz & Haff, 2016).

4.2. Performans Hedefine Göre Priming

Priming protokolünün içeriği ve yönelimi, hedeflenen performans çıktısına göre özelleştirilmelidir. Sprint performansına hazırlık amacıyla sprint temelli bir protokol, sıçrama performansına yönelik olarak plyometrik ya da direnç temelli uygulamalar ön plana çıkmaktadır. Hareket özgüllüğü ilkesi, sporcunun müsabakada kullanacağı biyomekanik kalıpları mümkün olduğunca yakından yansıtan hareketlerin seçilmesini gerektirmektedir. Çeviklik odaklı priming protokollerinde ise hem nöromüsküler uyarım hem de bilişsel hazırlık bileşenlerinin birleştirilmesi daha bütünlüklü bir hazırlık etkisi yaratmaktadır (Mason et al., 2020; García-Pinillos et al., 2024).

Dayanıklılık sporlarında ise primingin rolü daha karmaşık bir görünüm sergilemektedir. Bisiklet ya da uzun mesafe koşu gibi branşlarda ağır direnç primingi, kas glikojeni üzerindeki olumsuz etkisi nedeniyle dikkatli kullanılmalıdır. Bu sporcular için solunum primingi ya da orta şiddetli balistik aktiviteler, enerji depolarını tüketmeden nöromüsküler hazırlığı artırabilecek daha uygun alternatifler olarak öne çıkmaktadır (Rønnestad & Mujika, 2014; Mason ve ark., 2020).

4.3. Çevresel Faktörler

Günün saati, priming protokolünün etkinliğini etkileyen çevresel faktörlerin başında gelmektedir. Sabah saatlerinde vücut sıcaklığı ve hormonal uyarılmışlık düzeyi düşük olduğundan, bu dönemde gerçekleştirilen priminge yanıtın öğleden sonra saatlere kıyasla daha zayıf olduğu bildirilmiştir (Melhim, 2001). Bunun yanı sıra çevre sıcaklığı, özellikle soğuk ortamlarda kas sıcaklığının yeterince yükseltilmesi için primingden önce pasif ya da aktif ısınmaya ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymaktadır. Yüksek irtifada gerçekleştirilen müsabakalarda ise oksijen parsiyel basıncının düşmesi nedeniyle aynı şiddetin

algılanan efor üzerindeki etkisi artmakta; dolayısıyla priming protokolü hacminin ve şiddetinin buna göre revize edilmesi gerekmektedir. Seyahat kaynaklı sirkadiyen ritim bozuklukları (jet lag) da hem fizyolojik hem de nöromüsküler hazır bulunuşluğu olumsuz yönde etkileyerek primingin etkinliğini kısıtlayabilmektedir.

5. Sonuç ve Öneriler

Performans primingi, müsabaka öncesi hazırlık paradigmasında geleneksel ısınmanın ötesine geçen, kanıta dayalı ve çok boyutlu bir stratejidir. Mevcut literatür incelendiğinde, birkaç temel çıkarım öne çıkmaktadır: İlk olarak, priming yalnızca potansiyelleşme (PAPE) etkisiyle sınırlı bir müsabaka anı müdahalesi değil; saatler, hatta gün öncesinden planlanan nöromüsküler bir hazırlık sürecidir. İkinci olarak, priming protokolünün etkinliği sporcu profili, branş gereksinimleri ve çevresel koşullar gibi birden fazla değişkenin doğru şekilde dengelenmesine bağlıdır. Üçüncü olarak, tek bir priming modalitesinin tüm sporcu grupları için evrensel bir çözüm oluşturamayacağı, bireyselleştirilmiş yaklaşımların zorunlu olduğu açıkça görülmektedir.

Pratik uygulamalar açısından antrenörlere yönelik aşağıdaki öneriler sunulmaktadır: (1) Herhangi bir priming protokolü, müsabaka öncesinde değil, hazırlık döneminde ya da antrenman mikrodöngüsü içinde denenmeli; bireysel yanıt profili belirlendikten sonra müsabakaya uygulanmalıdır. (2) Kuvvetli ve deneyimli sporcular için %85-90 1RM yük içeren 2-3 set, 3-5 tekrarlık dirençli egzersiz protokolü, müsabakadan 4-6 saat önce uygulandığında güçlü bir etki sunmaktadır. (3) Saha koşullarında ekipman erişiminin sınırlı olduğu durumlarda, sprint ya da plyometrik priming pratik ve etkili alternatifler olarak devreye alınabilir. (4) Bilişsel priming, saf fiziksel müdahalelerin yanı sıra zihinsel hazırlık ve odaklanma kalitesini artırmak için her sporcunun protokolüne entegre edilebilir bir tamamlayıcı bileşen olarak değerlendirilmelidir. (5) Çevresel değişkenlerin gün saati, sıcaklık, rakım göz ardı edilmemesi ve priming protokolünün bu faktörlere göre revize edilmesi gerekmektedir.

Literatürde hâlâ yanıt bekleyen bazı kritik sorular da mevcuttur. Bu soruların başında, farklı priming modalitelerinin dirençli, balistik, sprint, plyometrik, izometrik, bilişsel birbirleriyle veya hibrit biçimlerde nasıl birleştirileceği ve bu kombinasyonların bireysel modalitelere göre üstünlük sağlayıp sağlamadığı yer almaktadır. Bunun yanı sıra, kadın sporcular ve master-yaş grubu sporcular üzerindeki priming etkilerinin incelendiği araştırmalar oldukça kısıtlı kalmaya devam etmektedir; bu gruplara yönelik protokol önerileri çok daha sağlam bir kanıt temeline ihtiyaç duymaktadır. Son olarak, hız temelli antrenman

(Velocity-Based Training - VBT) ve taşınabilir biyomekanik ölçüm araçlarının antrenörlerin elinde giderek daha kolay erişilebilir hale gelmesi, priming protokollerinin gerçek zamanlı bireyselleştirilmesine kapı aralamaktadır; bu teknolojik imkânları sahaya taşıyan araştırmalar gelecek dönemde büyük bir boşluğu dolduracaktır.

Sonuç olarak, performans primingi; nöromüsküler bilim, bireysel sporcu fizyolojisi ve pratik antrenörlük uygulamalarının kesişiminde konumlanan, giderek önem kazanan bir hazırlık stratejisidir. Bu bölümde ele alınan kanıtlar, primingin müsabaka öncesi protokollere bütünleştirilmesinin uygun bireyselleştirme yapıldığında sporcunun sahada ortaya koyabileceği anlık performansı belirgin biçimde artırabileceğini destekler niteliktedir. Söz konusu stratejilerin yaygınlaşması ve daha derin bir bilimsel anlayışla geliştirilmesi, spor bilimlerinin sahada daha doğrudan ve somut bir etki bırakmasını mümkün kılacaktır.

Kaynakça

- Ağırbaş, Ö., Tatlısu, B., & Karakurt, S. (2021). Geçmişten Günümüze Sağlık Alanında Egzersizlerin Rolü Editör: Doç. Dr. Mehmet Ilkim. Spor Bilimlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler. Ankara. Gece Kitaplığı, 187, 202.
- Baudry, S., & Duchateau, J. (2007). Post-activation potentiation in human muscle is not related to the type of maximal conditioning contraction. *Muscle & Nerve*, 35(4), 491-500.
- Behm, D. G., Blazevich, A. J., Kay, A. D., & McHugh, M. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(1), 1-11.
- 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.
- Blazevich, A. J., & Babault, N. (2019). Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: Historical perspective, underlying mechanisms, and current issues. *Frontiers in Physiology*, 10, 1359. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01359>
- Brick, N. E., Campbell, M. J., Sheehan, R. B., Fitzpatrick, B. L., & MacIntyre, T. E. (2020). Metacognitive processes and attentional focus in recreational endurance runners. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 18(3), 362-379. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2018.1519841>
- Chen, Y., & Gao, X. (2026). Acute effects of plyometric conditioning activities on sprint performance in sports individuals: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 17, 1793051. <https://doi.org/10.3389/fphys.2026.1793051>
- Comyns, T. M., Harrison, A. J., & Hennessy, L. K. (2019). Effect of squatting on sprint and jump performance in collegiate male athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(9), 2371-2378.
- Cook, C. J., Kilduff, L. P., Crewther, B. T., Ablett, M., & Drawer, S. (2014). Morning tuning on afternoon performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(3), 322-325.
- Cormack, S. J., Newton, R. U., & McGuigan, M. R. (2008). Neuromuscular and endocrine responses of elite players to an Australian rules football match. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 359-374.

- Cumming, J., Olphin, T., & Law, M. (2007). Introducing the framework of mental imagery use in sport. *Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity*, 2(1), 1-18.
- Çetin Sarışık, D & Şahin, N. (2024). Effects of a comprehensive warm-up program on performance parameters of elite and sub-elite male skiers. *SPORT TK-EuroAmerican Journal of Sport Sciences* Volume 13. Article 38. Doi:10.6018/sportk.529251
- Enns, D. L., & Tiidus, P. M. (2010). The influence of estrogen on skeletal muscle. *Sports Medicine*, 40(1), 41-58.
- García-Pinillos, F., et al. (2024). *To train or not to train (on match day)? Influence of a priming session on match performance in competitive elite-level soccer. Journal of Sports Sciences.* <https://doi.org/10.1080/02640414.2023.2296741>
- Harrison, P. W., James, L. P., McGuigan, M. R., & Haff, G. G. (2019). Resistance priming to enhance neuromuscular performance in sport. *Strength & Conditioning Journal*, 41(5), 105-114.
- Harwood, C. (2008). Developmental consulting in a professional football academy: The 5C's coaching efficacy program. *The Sport Psychologist*, 22(1), 109-133.
- Henwood, T. R., & Taaffe, D. R. (2006). Short-term resistance training and the older adult: the effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 26(5), 305-313.
- Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 35(7), 585-595.
- Jaros, J., & Szwarc, A. (2025). Isometric conditioning activity and jump performance: Impact of training status in male participants. *Journal of Clinical Medicine*, 14(17), 6214. <https://doi.org/10.3390/jcm14176214>
- Kolinger, D., Grobár, M., Kokštejn, J., & Šťastný, P. (2026). Acute and delayed effects of strength and plyometric activation exercises on jumping, sprinting, ball shot velocity and muscle stiffness in youth soccer players. *Journal of Science in Sport and Exercise*. <https://doi.org/10.1007/s42978-025-00363-7>
- Komi, P. V. (2000). Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics*, 33(10), 1197-1206.
- Markovic, G., Simek, S., & Bradic, A. (2008). Are acute effects of maximal dynamic contractions on upper-body ballistic performance load specific?

- Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(6), 1811–1815.
<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318182227e>
- Mason, B., McKune, A., Pumpa, K., & Ball, N. (2020). The use of acute exercise interventions as game day priming strategies to improve physical performance and athlete readiness in team-sport athletes: A systematic review. *Sports Medicine*, 50(11), 1943–1962.
<https://doi.org/10.1007/s40279-020-01329-1> [PubMed](#)
- McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G., & Rattray, B. (2015). Warm-up strategies for sport and exercise: Mechanisms and applications. *Sports Medicine*, 45(11), 1523–1546. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0376-x>
- Melhim, A. F. (2001). Aerobic and anaerobic power responses to the practice of Taekwondo. *British Journal of Sports Medicine*, 35(4), 231–234.
- Newton, R. U., & Kraemer, W. J. (1994). Developing explosive muscular power: implications for a mixed methods training strategy. *Strength & Conditioning Journal*, 16(5), 20–31.
- Nibali, M. L., et al. (2022). Upper-body post-activation performance enhancement for athletic performance: A systematic review with meta-analysis and recommendations for future research. *Sports Medicine*, 52, 847–872. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01598-4>
- Nicol, C., Avela, J., & Komi, P. V. (2006). The stretch-shortening cycle: A model to study naturally occurring neuromuscular fatigue. *Sports Medicine*, 36(11), 977–999. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636110-00004>
- Rassier, D. E., & MacIntosh, B. R. (2000). Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 33(5), 499–508.
- Rixon KP, Lamont HS, Bemben MG. (2007). Influence of type of muscle contraction, gender, and lifting experience on postactivation potentiation performance. *J Strength Cond Res*. May;21(2):500–5. doi: 10.1519/R-18855.1. PMID: 17530946.
- Romer, L. M., McConnell, A. K., & Jones, D. A. (2002). Effects of inspiratory muscle training on time-trial performance in trained cyclists. *Journal of Sports Sciences*, 20(7), 547–562.
- Rønnestad, B. R., & Mujika, I. (2014). Optimizing strength training for running and cycling endurance performance: A systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(4), 603–612.
- Russell, M., King, A., Bracken, R. M., Cook, C. J., Giroud, T., & Kilduff, L. P. (2016). A comparison of different modes of morning priming exercise on

- afternoon performance and hormone concentrations in professional rugby union players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(8), 2367-2377.
- Santos, P. S., et al. (2024). Delayed neuromuscular fatigue recovery unveils reduced fatigue tolerance in elderly following maximal intermittent exercise. *European Journal of Applied Physiology*. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38758411/>
- Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper-body ballistic performances: a systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(2), 231-240.
- Seitz, L. B., de Villarreal, E. S., & Haff, G. G. (2014). The temporal profile of postactivation potentiation is influenced by strength level. *Journal of Sports Sciences*, 32(6), 597-607.
- Siner, E. (2024). Sporda Psikolojik İhtiyaçların Karşılanması ile Psikolojik İyi Oluş Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Editörler: Arş. Gör. Emirhan Kan & Arş. Gör. Muhammet Talha Han. *Spor Bilimlerinde Psikososyal Araştırmalar-I*. Ankara. Gazi Kitabevi, 105, 120.
- Stevens, C. J., Hennings, J., Harrison, C., & Karp, J. R. (2022). The impact of passive heat maintenance strategies between an active warm-up and performance: A systematic review and meta-analysis. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 14, 136. <https://doi.org/10.1186/s13102-022-00546-7>
- Tatlısu, B., & Kan, M. E. (2023). Öğretmen adaylarının spor ve farklı değişkenler açısından zekâ oyunlarına karşı tutumlarının incelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(4), 1997-2003.
- Tatlısu, B., Polat, Ş., & Uçan, İ. (2023). Spor Bilimleri Fakültesi Öğrencilerinin Utangaçlık Düzeylerinin İncelenmesi (Bayburt Üniversitesi Örneği). *Farklı Boyutlarıyla Spor Araştırmaları 2*. Duvar Yayın Evi. İzmir. 116-131
- Turner, A. P., Bellhouse, S., Kilduff, L. P., & Russell, M. (2015). Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using weighted sled towing. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(10), 2843-2850.
- Walshe, A. D., Wilson, G. J., & Ettema, G. J. C. (1998). Stretch-shorten cycle compared with isometric preload: Contributions to enhanced muscular performance. *Journal of Applied Physiology*, 84(6), 2058–2066. <https://doi.org/10.1152/jappl.1998.84.6.2058>

- Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke, J. P., Wilson, S. M., & Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-analysis of postactivation potentiation and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 854-859.
- Xu, K., Blazeovich, A. J., Boullosa, D., Ramirez-Campillo, R., Yin, M., Zhong, Y., Tian, Y., Finlay, M., Byrne, P. J., Cuenca-Fernández, F., & Wang, R. (2025). Optimizing post-activation performance enhancement in athletic tasks: A systematic review with meta-analysis for prescription variables and research methods. *Sports Medicine*, 55(4), 977–1008. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02170-6>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0214-6>

2. Bölüm

Sporcularda Bağırsak Mikrobiyotası ve Atletik Performans: Sporcu Beslenmesinde Yeni Bir Paradigma

Zeynep Hazal ATEŞ¹, Salih DEMİR²

Özet

Bağırsak mikrobiyotası, gastrointestinal sistemde yaşayan trilyonlarca mikroorganizmadan oluşan karmaşık bir ekosistem olup enerji metabolizması, bağışıklık fonksiyonları, vitamin sentezi ve inflamasyonun düzenlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, bağırsak mikrobiyotasının yalnızca genel sağlık üzerinde değil, aynı zamanda sportif performans, toparlanma ve egzersize adaptasyon süreçlerinde de etkili olduğunu göstermektedir. Özellikle elit sporcuların sedanter bireylere göre daha yüksek mikrobiyal çeşitliliğe sahip olduğu ve bunun performans avantajı sağlayabileceği bildirilmektedir. Düzenli egzersiz, bağırsak mikrobiyal çeşitliliğini artırırken kısa zincirli yağ asitleri (KZYA) üreten yararlı bakterilerin çoğalmasını desteklemektedir. KZYA'lar bağırsak bütünlüğünün korunması, inflamasyonun azaltılması ve enerji metabolizmasının desteklenmesinde önemli görevler üstlenmektedir. Sporcularda özellikle Akkermansia, Bifidobacterium, Lactobacillus ve Veillonella gibi bakterilerin performans ve toparlanma süreçleriyle ilişkili olduğu belirtilmektedir. Veillonella türlerinin egzersiz sırasında oluşan laktatı propiyonata dönüştürerek dayanıklılık performansına katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Bağırsak mikrobiyotası enerji metabolizması, kas fonksiyonları, bağışıklık sistemi ve bağırsak-beyin eksenini aracılığıyla atletik performansı etkileyebilmektedir. Mikrobiyal metabolitler kas dokusunda enerji üretimini destekleyebilir, inflamasyonu azaltabilir ve toparlanma süreçlerini iyileştirebilir. Ayrıca bağırsak-beyin eksenini üzerinden dikkat, karar verme, reaksiyon zamanı ve stres yönetimi gibi bilişsel süreçlerin de etkilenebileceği bildirilmektedir. Sporcu beslenmesinde probiyotikler, prebiyotikler ve postbiyotikler bağırsak sağlığını destekleyen önemli uygulamalar olarak öne çıkmaktadır. Bunun yanında liften zengin beslenme, fermente gıdaların tüketimi ve polifenol içeriği yüksek besinlerin diyetle dahil edilmesi mikrobiyal çeşitliliği artırarak performans ve toparlanmayı destekleyebilmektedir. Mevcut bulgular, bağırsak mikrobiyotasının

¹ Gümüşhane Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Bölümü, zeynep hazal ulutas@gumushane.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0734-2973>

² Gümüşhane Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Bölümü, salihdemir@gumushane.edu.tr, <https://orcid.org/0009-0008-8249-4097>

korunması ve geliştirilmesinin sportif performansın optimize edilmesinde önemli bir strateji olabileceğini göstermektedir. Ancak bu alanda daha fazla randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bağırsak mikrobiyotası, sportif performans, egzersiz, kısa zincirli yağ asitleri, probiyotikler, toparlanma.

1. Giriş

Günümüzde ağırsak mikrobiyotası, insan sağlığını etkileyen en önemli fizyolojik sistemlerden biri olarak kabul edilmektedir. İnsan gastrointestinal sisteminde trilyonlarca mikroorganizma bulunmakta olup bu mikroorganizmalar enerji metabolizması, bağışıklık fonksiyonları, vitamin sentezi ve inflamasyonun düzenlenmesinde kritik görevler üstlenmektedir (Valdes ve ark., 2018). Günümüzde yapılan araştırmalar bağırsak mikrobiyotasının yalnızca genel sağlık üzerinde değil, aynı zamanda sportif performans, toparlanma ve egzersize adaptasyon süreçleri üzerinde de önemli etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Özellikle elit sporcuların sedanter bireylere kıyasla daha yüksek mikrobiyal çeşitliliğe sahip olduğu ve bu durumun performans avantajı sağlayabileceği bildirilmektedir (Zhang ve ark., 2025; Li ve ark.,2025). Spor bilimlerinde geleneksel olarak performansın geliştirilmesinde antrenman programları, makro besin öğeleri ve ergojenik destekler ön planda tutulurken, son yıllarda bağırsak mikrobiyotası performansı etkileyen yeni bir hedef olarak ortaya çıkmıştır. Egzersizin bağırsak mikrobiyota kompozisyonunu değiştirebildiği, buna karşılık mikrobiyotanın da enerji üretimi, bağışıklık yanıtı ve toparlanma mekanizmalarını etkileyerek atletik performansa katkı sağlayabildiği belirtilmektedir. Bu çift yönlü ilişki sporcu beslenmesinde yeni araştırma alanlarının oluşmasına zemin hazırlamıştır (Carlone ve ark., 2025).

2. Bağırsak Mikrobiyotası ve Temel Özellikleri

Bağırsak mikrobiyotası gastrointestinal sistemde yaşayan bakteri, virüs, mantar ve arkealardan oluşan karmaşık bir ekosistemdir (Thursby ve Juge, 2017). İnsan bağırsaklarında yaklaşık 38 trilyon mikroorganizmanın bulunduğu ve bu mikroorganizmaların genomlarının insan genomundan çok daha fazla genetik materyal içerdiği bildirilmektedir (Sender ve ark., 2016). Mikrobiyotanın temel görevleri arasında sindirilemeyen karbonhidratların fermentasyonu, kısa zincirli yağ asitlerinin üretimi, bağışıklık sisteminin düzenlenmesi ve bağırsak bariyer bütünlüğünün korunması yer almaktadır (Jarrett ve ark., 2025). Sağlıklı bireylerde baskın bakteri filumları Firmicutes ve Bacteroidetes olmakla birlikte Actinobacteria, Proteobacteria ve Verrucomicrobia türleri de önemli roller

üstlenmektedir. Mikrobiyotanın bileşimi yaş, beslenme alışkanlıkları, çevresel faktörler, ilaç kullanımı ve fiziksel aktivite düzeyinden etkilenmektedir. Özellikle düzenli egzersizin bağırsak mikrobiyal çeşitliliğini artırabildiği ve yararlı bakterilerin çoğalmasını desteklediği bildirilmektedir (Zhang ve ark., 2025).

3. Sporcularda Bağırsak Mikrobiyotasının Özellikleri

Son yıllarda yapılan çalışmalar, elit sporcuların bağırsak mikrobiyotasının sedanter bireylerden belirgin şekilde farklı olduğunu göstermektedir. Sporcuların bağırsaklarında daha yüksek mikrobiyal çeşitlilik bulunduğu ve bu çeşitliliğin enerji metabolizması, bağışıklık fonksiyonları ve egzersize adaptasyon süreçleri ile ilişkili olduğu bildirilmektedir. Yüksek mikrobiyal çeşitlilik genellikle sağlıklı bir bağırsak ekosisteminin göstergesi olarak kabul edilmekte ve performans avantajı sağlayabileceği düşünülmektedir (Patel ve ark., 2024; Alpat Yavaş ve Ersoy, 2023). Profesyonel sporcular üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda, bağırsak mikrobiyotasında kısa zincirli yağ asidi (KZYA) üreten bakterilerin daha baskın olduğu belirlenmiştir (Fontana ve ark., 2023). KZYA'lar arasında asetat, propiyonat ve bütirat yer almakta olup bu metabolitler bağırsak bütünlüğünün korunması, inflamasyonun azaltılması ve enerji metabolizmasının desteklenmesinde önemli rol oynamaktadır (Morrison & Preston, 2016). Özellikle bütirat üretiminin artması bağırsak epitel hücrelerinin enerji gereksinimini karşılayarak gastrointestinal sağlığın sürdürülmesine katkı sağlamaktadır (Berni Canani ve ark., 2012).

Bunun yanında egzersiz türü de mikrobiyota kompozisyonunu etkileyebilmektedir. Dayanıklılık sporcularında karbonhidrat metabolizmasına katkı sağlayan bakteri türleri daha fazla bulunurken, kuvvet ve güç sporcularında protein metabolizması ile ilişkili bakterilerin daha baskın olabileceği bildirilmektedir (Patel ve ark., 2024; Alpat Yavaş ve Ersoy, 2023). Dayanıklılık sporcularında dikkat çeken bakteri cinslerinden biri *Veillonella*'dır. Bu bakteriler egzersiz sırasında oluşan laktatı kullanarak propiyonata dönüştürebilmektedir. Özellikle maraton koşucuları üzerinde yapılan araştırmalar, yoğun egzersiz sonrasında *Veillonella* türlerinin bağırsaklarda daha fazla bulunduğunu göstermiştir. Propiyonat üretiminin enerji metabolizmasını destekleyebileceği ve dayanıklılık performansına katkı sağlayabileceği ileri sürülmektedir (Fernández-Sanjurjo ve ark., 2020). Bununla birlikte sporcular arasında gözlenen mikrobiyota farklılıklarının yalnızca antrenmandan değil, aynı zamanda beslenme alışkanlıklarından da kaynaklanabilir (Patel ve ark., 2024; Alpat Yavaş ve Ersoy, 2023). Özellikle yüksek lif tüketimi, fermente besinler ve polifenolden zengin gıdalar mikrobiyal çeşitliliğin artmasına katkıda bulunmaktadır (Wastyk ve ark., 2021).

4. Egzersiz ve Mikrobiyota Arasındaki Çift Yönlü İlişki

Egzersiz ile bağırsak mikrobiyotası arasındaki çift yönlü bir ilişki bulunmaktadır. Bir yandan düzenli fiziksel aktivite bağırsak mikrobiyotasının çeşitliliğini, metabolik kapasitesini ve kısa zincirli yağ asidi üretimini etkileyebilirken, diğer yandan bağırsak mikrobiyotası enerji metabolizması, inflamasyon, bağışıklık yanıtı, bağırsak bariyer bütünlüğü ve kas fonksiyonları üzerinden egzersiz performansını etkileyebilmektedir. Bu nedenle bağırsak mikrobiyotası yalnızca sindirim sistemiyle ilişkili bir yapı olarak değil, egzersize adaptasyon süreçlerinde görev alan metabolik bir organ olarak ele alınmaktadır (Varghese ve ark., 2024; Fang ve ark., 2025).

Düzenli ve orta şiddette egzersizin bağırsak mikrobiyal çeşitliliğini artırabileceği, özellikle kısa zincirli yağ asidi üreten bakterilerin çoğalmasını destekleyebileceği bildirilmektedir. Kısa zincirli yağ asitleri arasında asetat, propiyonat ve bütirat yer almakta olup bu metabolitler bağırsak epitel hücreleri için enerji kaynağı sağlar, inflamatuvar yanıtı düzenler ve bağırsak bariyer bütünlüğünün korunmasına katkıda bulunur. Sporcularda bu mekanizma özellikle toparlanma, bağışıklık ve gastrointestinal tolerans açısından önemlidir (Sales ve Reimer, 2023; Zhang ve ark., 2025).

Egzersizin mikrobiyota üzerindeki etkisi antrenmanın tipi, süresi, yoğunluğu ve bireyin beslenme alışkanlıklarına göre değişmektedir. Orta şiddette ve düzenli egzersiz genellikle olumlu mikrobiyal adaptasyonlarla ilişkilendirilirken, çok yoğun ve uzun süreli egzersiz bağırsak geçirgenliğini artırabilir, gastrointestinal semptomlara yol açabilir ve mikrobiyal dengenin bozulmasına neden olabilir. Bu durum özellikle dayanıklılık sporcularında önemlidir; çünkü uzun süreli egzersiz sırasında bağırsak kan akımı azalabilir, ısı stresi artabilir ve bağırsak bariyer fonksiyonu geçici olarak zayıflayabilir (Clauss ve ark., 2021; Finderle ve ark., 2025).

Bağırsak mikrobiyotasının egzersiz performansını etkileyebileceği temel yollardan biri enerji metabolizmasıdır. Lifli karbonhidratların mikrobiyal fermentasyonu sonucunda oluşan kısa zincirli yağ asitleri, hem bağırsak hücreleri hem de periferik dokular için enerji substratı olarak kullanılabilir. Özellikle propiyonatın glukoneogenez süreçlerine, asetatın lipid metabolizmasına ve bütiratın bağırsak epitel sağlığına katkı sağlayabileceği belirtilmektedir. Bu metabolitler aynı zamanda iskelet kasında insülin duyarlılığı, mitokondriyal fonksiyon ve inflamasyon kontrolü üzerinde etkili olabilir (Sales ve Reimer, 2023; Fang ve ark., 2025).

Mikrobiyotanın performansla ilişkili bir diğer etkisi bağışıklık ve inflamasyon üzerinden açıklanmaktadır (Martinen ve ark., 2020). Yoğun antrenman dönemlerinde sporcularda üst solunum yolu enfeksiyonları, gastrointestinal

yakınmalar ve inflamatuvar yanıtlar artabilmektedir (Walsh ve ark., 2011). Sağlıklı ve dengeli bir bağırsak mikrobiyotası, mukozal bağışıklığın desteklenmesine ve sistemik inflamasyonun kontrol altında tutulmasına katkı sağlayabilir (Belkaid ve Hand, 2014). Bu nedenle mikrobiyota odaklı beslenme stratejileri, yalnızca performans artışı için değil, sporcuların antrenman sürekliliğini korumak için de önem taşımaktadır (Marttinen ve ark., 2020).

5. Mikrobiyotanın Atletik Performans Üzerindeki Etkileri

Bağırsak mikrobiyotası ile atletik performans arasındaki ilişki son yıllarda spor bilimleri alanında da ilgi gören bir araştırma konusu haline gelmiştir. Geleneksel olarak sportif performansın belirleyicileri arasında genetik yapı, antrenman programları ve beslenme stratejileri ön planda değerlendirilirken, güncel çalışmalar bağırsak mikrobiyotasının da performans üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir. Bağırsak mikroorganizmaları tarafından üretilen metabolitlerin enerji metabolizması, bağışıklık fonksiyonları, inflamasyon, kas fonksiyonları ve merkezi sinir sistemi üzerinde etkili olması bu ilişkinin temelini oluşturmaktadır (Barton ve ark., 2018; Estaki ve ark., 2016).

5.1. Enerji Metabolizması ve Dayanıklılık Performansı

Bağırsak mikrobiyotası, sindirilemeyen karbonhidratların fermantasyonu yoluyla kısa zincirli yağ asitleri (KZYA) olarak bilinen asetat, propiyonat ve bütiratı üretmektedir (Koh ve ark., 2016). Bu metabolitler bağırsak sağlığının korunmasının yanı sıra enerji metabolizmasının düzenlenmesinde de önemli roller üstlenmektedir. Özellikle propiyonatın hepatik glukoneogeneze katkı sağlayabildiği, asetatın enerji üretim süreçlerine katıldığı ve bütiratın bağırsak epitel hücrelerinin temel enerji kaynağı olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle KZYA üretimindeki artışın egzersiz sırasında metabolik verimliliği destekleyebileceği düşünülmektedir (Morrison ve Preston, 2016).

Aerobik kapasite ile bağırsak mikrobiyota çeşitliliği arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar, fiziksel uygunluğu yüksek bireylerde daha zengin bir mikrobiyal kompozisyon bulunduğunu göstermektedir. Estaki ve arkadaşları (2016), kardiorespiratuvar uygunluğun bağırsak mikrobiyal çeşitliliğinin önemli belirleyicilerinden biri olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde profesyonel rugby oyuncularında gerçekleştirilen çalışmada, sporcuların sedanter bireylere kıyasla daha yüksek mikrobiyal çeşitliliğe sahip olduğu ve bu durumun metabolik fonksiyonlarla ilişkili olduğu belirtilmiştir (Barton ve ark., 2018).

Bağırsak mikrobiyotası ile dayanıklılık performansı arasındaki ilişkiyi inceleyen bir diğer çalışma da Scheiman ve arkadaşları (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar maraton koşucularında yarış sonrasında

Veillonella türlerinin anlamlı düzeyde arttığını belirlemiştir. *Veillonella* bakterilerinin egzersiz sırasında oluşan laktatı kullanarak propiyonata dönüştürdüğü ve bu metabolitin performans üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği ileri sürülmüştür (Scheiman ve ark., 2019).

5.2. Kas Fonksiyonları ve Kuvvet Performansı

Son yıllarda bağırsak mikrobiyotası ile iskelet kası arasındaki ilişkiyi açıklamak amacıyla "bağırsak-kas eksen" (gut-muscle axis) kavramı ortaya atılmıştır. Bu kavram, bağırsak bakterilerinin ürettiği metabolitlerin kas dokusunun yapısal ve fonksiyonel özelliklerini etkileyebileceğini ifade etmektedir (Clark ve Mach, 2017). Kısa zincirli yağ asitlerinin mitokondriyal biyogenezi destekleyebildiği, enerji metabolizmasını düzenleyebildiği ve kas dokusunda inflamasyonu azaltabildiği bildirilmektedir. Özellikle bütiratın AMP-aktif protein kinaz (AMPK) yollarını etkileyerek enerji homeostazının korunmasına katkı sağlayabileceği belirtilmektedir (Lahiri ve ark., 2019). Bunun yanı sıra bağırsak mikrobiyotası, aminoasit metabolizmasını etkileyerek kas protein sentezinde görev alan biyolojik süreçlerin düzenlenmesine katkıda bulunabilmektedir (Grosicki ve ark., 2018).

5.3. Toparlanma Süreci ve Egzersize Adaptasyon

Toparlanma, sporcularda performansın sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir. Yoğun antrenman ve müsabaka dönemlerinde ortaya çıkan kas hasarı, oksidatif stres ve inflamatuvar yanıtların etkin şekilde kontrol edilmesi gerekmektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar bağırsak mikrobiyotasının bu süreçlerde önemli rol oynayabileceğini göstermektedir (Ticinesi ve ark., 2019). Kısa zincirli yağ asitlerinin antiinflamatuvar özellikleri sayesinde egzersize bağlı inflamasyonun azaltılmasına katkıda bulunabileceği bildirilmektedir. Özellikle bütiratın inflamatuvar sitokinlerin üretimini baskılayabildiği ve bağırsak bariyer fonksiyonunu destekleyebildiği belirtilmektedir (Morrison ve Preston, 2016). Sağlıklı bir bağırsak bariyeri, egzersiz sırasında bağırsak geçirgenliğinin artmasını önleyerek endotoksinlerin dolaşıma geçişini sınırlandırabilmektedir. Bu durum sistemik inflamasyonun kontrol altında tutulmasına ve toparlanma sürecinin desteklenmesine yardımcı olmaktadır (Karl ve ark., 2018).

Bazı araştırmalar probiyotik kullanımının sporcularda üst solunum yolu enfeksiyonlarının görülme sıklığını azaltabileceğini ve gastrointestinal semptomların hafifletilmesine katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bu etkiler dolaylı olarak antrenman sürekliliğinin korunmasına ve performansın sürdürülebilirliğine destek sağlayabilmektedir (Marttinen ve ark., 2020).

5.4. Bağırsıklık Sistemi ve Hastalık Riskleri

Bağırsak mikrobiyotası bağırsıklık sisteminin gelişimi ve düzenlenmesinde temel rol oynayan yapılardan biridir. İnsan bağırsıklık hücrelerinin önemli bir bölümü gastrointestinal sistem ile ilişkilidir ve bağırsak bakterileri bağırsıklık yanıtlarının şekillenmesinde aktif görev almaktadır (Belkaid ve Hand, 2014). Yoğun egzersiz dönemlerinde sporcularda geçici bağırsıklık baskılanması meydana gelebilmekte ve enfeksiyonlara yatkınlık artabilmektedir. Bağırsak mikrobiyotasındaki dengesizlikler bağırsak geçirgenliğini artırarak sistemik inflamasyonun yükselmesine neden olabilmektedir. Buna karşılık sağlıklı ve dengeli bir mikrobiyota yapısı bağırsıklık fonksiyonlarını destekleyerek sporcuların enfeksiyonlardan korunmasına yardımcı olmaktadır (Ticinesi ve ark., 2019). Bağırsak mikrobiyotasının bağırsıklık sistemi üzerindeki olumlu etkileri yalnızca hastalık riskinin azaltılmasıyla sınırlı değildir. Aynı zamanda antrenman yüklerine karşı adaptasyonun geliştirilmesi, toparlanma sürecinin desteklenmesi ve müsabaka dönemlerinde performans kayıplarının önlenmesi açısından da önem taşımaktadır (Clark ve Mach, 2017).

5.5. Performansı Etkileyen Olası Mekanizmalar

Mevcut literatür incelendiğinde bağırsak mikrobiyotasının atletik performansı etkileyebileceği çeşitli mekanizmalar tanımlanmıştır. Bunlar arasında kısa zincirli yağ asidi üretiminin artırılması, enerji kullanım verimliliğinin geliştirilmesi, bağırsak bariyer bütünlüğünün korunması, inflamasyonun azaltılması, oksidatif stresin kontrol edilmesi, bağırsıklık sisteminin desteklenmesi ve aminoasit metabolizmasının düzenlenmesi yer almaktadır (Scheiman ve ark., 2019; Ticinesi ve ark., 2019). Ayrıca bağırsak mikrobiyotası tarafından üretilen çeşitli nöroaktif bileşiklerin bağırsak-beyin eksenini aracılığıyla merkezi sinir sistemi fonksiyonlarını etkileyebileceği ve bunun motivasyon, algılanan yorgunluk, dikkat ve karar verme süreçleri üzerinde rol oynayabileceği bildirilmektedir (Clark ve Mach, 2017). Bu nedenle bağırsak mikrobiyotası yalnızca fiziksel performans açısından değil, bilişsel performans açısından da önemli bir araştırma alanı olarak değerlendirilmektedir (Scheiman ve ark., 2019; Ticinesi ve ark., 2019).

6. Bağırsak-Beyin Ekseni ve Sportif Performans

Bağırsak mikrobiyotası ile merkezi sinir sistemi arasındaki karşılıklı iletişim ağı bağırsak-beyin eksenini olarak tanımlanmaktadır. Bu eksen; merkezi sinir sistemi, otonom sinir sistemi, enterik sinir sistemi, hipotalamus-hipofiz-adrenal (HPA) eksenini, bağırsıklık sistemi ve bağırsak mikrobiyotası arasında gerçekleşen çift yönlü bir iletişim sistemini ifade etmektedir (Cryan ve ark., 2019). Son

yıllarda yapılan çalışmalar bağırsak mikrobiyotasının yalnızca gastrointestinal fonksiyonları değil, bilişsel performans, duygu durumu, stres yanıtı ve davranışsal süreçleri de etkileyebileceğini göstermiştir (Appleton, 2018).

Sportif performans yalnızca fiziksel kapasiteye bağlı olmayıp, dikkat, karar verme hızı, reaksiyon zamanı, motivasyon, stres yönetimi ve bilişsel esneklik gibi çeşitli nöropsikolojik faktörlerden de etkilenebilmektedir. Son yıllarda elde edilen bulgular, bağırsak mikrobiyotası ile merkezi sinir sistemi arasında gerçekleşen çift yönlü etkileşimlerin bu süreçlerde rol oynayabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle bağırsak mikrobiyotası ile merkezi sinir sistemi arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılmasının, sportif performansın desteklenmesine yönelik yeni beslenme ve uygulama stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabileceği değerlendirilmektedir (Clark ve Mach, 2017).

6.1. Bağırsak-Beyin Ekseninin Temel Mekanizmaları

Bağırsak mikrobiyotası ile beyin arasındaki iletişim çeşitli mekanizmalar aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bunlardan biri vagus siniridir. Vagus siniri gastrointestinal sistem ile beyin arasında doğrudan iletişim sağlayan en önemli nörolojik yapılardan biridir. Bağırsakta meydana gelen mikrobiyal değişiklikler vagal sinyaller aracılığıyla merkezi sinir sistemine iletilebilmektedir (Cryan ve ark., 2019). İkinci önemli mekanizma mikrobiyota kaynaklı metabolitlerdir. Kısa zincirli yağ asitleri, safra asidi türevleri ve çeşitli mikrobiyal metabolitler kan dolaşımına geçerek nörolojik fonksiyonları etkileyebilmektedir. Özellikle bütiratın nöroinflamasyonu azaltabildiği ve nöroprotektif özellik gösterebildiği bildirilmektedir (Dalile ve ark., 2019). Üçüncü mekanizma ise nörotransmitter üretimidir. Bağırsak bakterilerinin serotonin, dopamin, gama-aminobütirik asit (GABA) ve norepinefrin gibi nöroaktif bileşiklerin sentezine katkıda bulunduğu bilinmektedir. İnsan vücudundaki serotoninin yaklaşık %90'ının gastrointestinal sistemde üretildiği bildirilmektedir. Bu nedenle bağırsak mikrobiyotasındaki değişikliklerin duygu durumu, motivasyon ve bilişsel performans üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir (Strandwitz, 2018).

7. Sporcularda Prebiyotikler ve Postbiyotikler

Bağırsak mikrobiyotasının sportif performans üzerindeki potansiyel etkilerinin anlaşılmasıyla birlikte, probiyotiklerin yanı sıra prebiyotikler ve postbiyotikler de sporcu beslenmesinde ilgi gören uygulamalar arasında yer almaya başlamıştır (Salminen ve ark., 2021). Prebiyotikler yararlı bağırsak mikroorganizmaları tarafından seçici olarak kullanılan ve konakçı sağlığı üzerinde olumlu etkiler sağlayan substratlar olarak tanımlanmaktadır.

Postbiyotikler ise probiyotik mikroorganizmalar veya onların metabolik ürünleri tarafından oluşturulan biyolojik olarak aktif bileşenlerdir (Gibson ve ark., 2017; Salminen ve ark., 2021).

7.1. Prebiyotiklerin Tanımı ve Temel Özellikleri

Prebiyotikler insan enzimleri tarafından sindirilemeyen ancak bağırsak bakterileri tarafından fermente edilebilen bileşenlerdir. En yaygın prebiyotikler arasında inülin, fruktooligosakkaritler (FOS), galaktooligosakkaritler (GOS), dirençli nişasta ve bazı diyet lifleri yer almaktadır (Gibson ve ark., 2017).

Prebiyotiklerin temel etkisi, özellikle *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* gibi yararlı bakterilerin çoğalmasını teşvik etmeleridir. Bu bakteriler tarafından gerçekleştirilen fermentasyon sonucunda kısa zincirli yağ asitleri üretilmekte ve bağırsak sağlığını destekleyen çeşitli biyolojik etkiler ortaya çıkmaktadır (Davani-Davari ve ark., 2019). Doğal prebiyotik kaynakları arasında soğan, sarımsak, pırasa, muz, kuşkonmaz, yulaf, arpa, baklagiller ve tam tahıllar yer almaktadır. Sporcular açısından değerlendirildiğinde bu besinlerin düzenli tüketimi bağırsak mikrobiyotasının çeşitliliğini artırmaya katkı sağlayabilmektedir (Gibson ve ark., 2017).

7.2. Postbiyotik Kavramı ve Gelişimi

Postbiyotik kavramı son yıllarda bağırsak mikrobiyotası araştırmalarında ortaya çıkan en yeni yaklaşımlardan biridir. Uluslararası Probiyotik ve Prebiyotik Bilimsel Birliği (ISAPP), postbiyotikleri "konakçı sağlığına fayda sağlayan cansız mikroorganizmalar ve/veya bunların bileşenleri" olarak tanımlamaktadır (Salminen ve ark., 2021). Postbiyotikler arasında kısa zincirli yağ asitleri, bakteriyosinler, hücre duvarı bileşenleri, enzimler, peptitler ve çeşitli mikrobiyal metabolitler yer almaktadır. Bu bileşenlerin canlı bakteri içermemesi, depolama ve stabilite açısından önemli avantajlar sağlamaktadır (Salminen ve ark., 2021).

Postbiyotiklerin sporculardaki potansiyel etkileri büyük ölçüde kısa zincirli yağ asitleri ve diğer mikrobiyal metabolitler aracılığıyla açıklanmaktadır. Özellikle bütiratın bağırsak bütünlüğünün korunması, inflamasyonun azaltılması ve enerji metabolizmasının desteklenmesi üzerinde önemli etkileri olduğu bilinmektedir (Dalile ve ark., 2019). Kısa zincirli yağ asitleri aynı zamanda bağışıklık sistemini düzenleyebilmekte ve egzersize bağlı inflamatuvar yanıtların kontrol edilmesine katkı sağlayabilmektedir. Bu nedenle postbiyotiklerin toparlanma süreçlerinde rol oynayabileceği düşünülmektedir (Salminen ve ark., 2021). Bazı araştırmalar postbiyotiklerin oksidatif stresin azaltılmasına yardımcı olabileceğini ve kas fonksiyonlarını destekleyebileceğini öne sürmektedir (Aguilar-Toalá ve ark., 2018).

8. Sporcularda Probiyotik Kullanımı

Bağırsak mikrobiyotasının sportif performans ve genel sağlık üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılmasıyla birlikte, probiyotik kullanımı sporcu beslenmesinde giderek daha fazla ilgi gören bir konu haline gelmiştir (Marttinen ve ark., 2020). Probiyotikler, yeterli miktarlarda tüketildiklerinde konakçı sağlığı üzerinde olumlu etkiler sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak tanımlanmaktadır. En yaygın kullanılan probiyotik türleri *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Saccharomyces* ve bazı *Bacillus* türlerinden oluşmaktadır (Hill ve ark., 2014; Jäger ve ark., 2019). Sporcularda probiyotik kullanımının temel amaçları arasında bağırsak bariyer fonksiyonunun korunması, bağışıklık sisteminin desteklenmesi, gastrointestinal semptomların azaltılması, inflamasyonun kontrol edilmesi ve toparlanma süreçlerinin iyileştirilmesi yer almaktadır (Marttinen ve ark., 2020).

8.1. Gastrointestinal Sağlık ve Egzersiz Toleransı

Uzun süreli ve yüksek şiddetli egzersizler gastrointestinal sistem üzerinde önemli stres oluşturabilmektedir. Özellikle maraton, triatlon ve uzun mesafe bisiklet yarışları gibi dayanıklılık sporlarında sporcuların önemli bir kısmında mide bulantısı, karın ağrısı, şişkinlik, diyare ve bağırsak rahatsızlıkları görülebilmektedir (de Oliveira ve Burini, 2014). Probiyotiklerin bağırsak bariyer bütünlüğünü destekleyerek bağırsak geçirgenliğini azaltabileceği bilinmektedir. Bu etki sayesinde egzersize bağlı gastrointestinal semptomların azaltılması mümkün olabilmektedir (Lamprecht ve ark., 2012). Roberts ve arkadaşları (2016), probiyotik kullanımının bağırsak geçirgenliği belirteçlerinde iyileşme sağlayabileceğini ve gastrointestinal semptomların azaltılmasına katkıda bulunabileceğini bildirmiştir. Bağırsak bariyerinin korunması yalnızca gastrointestinal konfor açısından değil, sistemik inflamasyonun önlenmesi açısından da önem taşımaktadır. Çünkü bağırsak geçirgenliğinin artması endotoksinlerin dolaşıma geçmesine ve inflamatuvar yanıtların yükselmesine neden olabilmektedir (Karl ve ark., 2018).

8.2. Toparlanma ve İnflamasyon Üzerindeki Etkileri

Yoğun antrenman ve müsabaka dönemlerinde ortaya çıkan inflamasyon ve oksidatif stres performansın sürdürülebilirliğini etkileyebilmektedir. Probiyotiklerin inflamatuvar süreçleri düzenleyebileceği ve toparlanmayı destekleyebileceği ileri sürülmektedir (Marttinen ve ark., 2020). Bazı çalışmalar probiyotik kullanımının proinflamatuvar sitokin düzeylerini azaltabildiğini ve

antiinflatuvar mekanizmaları destekleyebildiğini göstermiştir. Bunun yanında probiyotiklerin antioksidan savunma sistemlerini destekleyerek egzersize bağlı oksidatif stresin azaltılmasına katkıda bulunabileceği belirtilmektedir (Jäger ve ark., 2019).

9. Sporcu Beslenmesinde Mikrobiyota Odaklı Beslenme Stratejileri

Bağırsak mikrobiyotasının sportif performans, toparlanma, bağışıklık sistemi ve genel sağlık üzerindeki etkilerine ilişkin bilimsel kanıtların artmasıyla birlikte, sporcu beslenmesinde mikrobiyotayı hedefleyen stratejiler önem kazanmaya başlamıştır. Günümüzde sporcu beslenmesi yalnızca enerji ve makro besin ögesi gereksinimlerinin karşılanmasına odaklanmamakta, aynı zamanda bağırsak ekosisteminin korunmasını ve geliştirilmesini de amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, bağırsak mikrobiyotasının performans üzerinde dolaylı ve doğrudan etkiler oluşturabileceği düşüncesine dayanmaktadır

Mikrobiyota odaklı beslenme stratejilerinin temel amacı, bağırsak mikrobiyal çeşitliliğini artırmak, yararlı bakterilerin gelişimini desteklemek ve bağırsak kaynaklı inflamasyonu azaltmaktır. Bu doğrultuda liften zengin beslenme, fermente gıdaların tüketimi, polifenol içeriği yüksek besinlerin kullanımı, yeterli protein alımının sağlanması ve gereksiz antibiyotik kullanımından kaçınılması gibi uygulamalar ön plana çıkmaktadır

9.1. Diyet Lifli ve Mikrobiyota Sağlığı

Diyet lifleri bağırsak mikrobiyotası için en önemli substratlar arasında yer almaktadır. İnsan sindirim enzimleri tarafından parçalanamayan lifler kalın bağırsağa ulaşarak bağırsak bakterileri tarafından fermente edilmekte ve kısa zincirli yağ asitlerinin oluşumuna katkı sağlamaktadır (Hill ve ark., 2024). Yüksek lif tüketiminin bağırsak mikrobiyal çeşitliliğini artırdığı ve özellikle *Bifidobacterium* ile *Lactobacillus* türlerinin çoğalmasını desteklediği bildirilmektedir. Ayrıca kısa zincirli yağ asitlerinin üretiminin artması bağırsak bariyer bütünlüğünün korunmasına ve inflamasyonun azaltılmasına katkıda bulunmaktadır (Parada Venegas ve ark., 2019; Gibson ve ark., 2017).

Sporcular açısından değerlendirildiğinde tam tahıllar, yulaf, kuru baklagiller, sebzeler, meyveler ve yağlı tohumlar önemli lif kaynaklarıdır. Bununla birlikte müsabaka öncesi dönemlerde aşırı lif tüketiminin bazı sporcularda gastrointestinal rahatsızlıklara yol açabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle lif tüketimi bireysel tolerans düzeyine göre planlanmalıdır (de Oliveira ve Burini, 2014).

9.2. Fermente Besinler ve Sporcu Sağlığı

Fermente gıdalar bağırsak mikrobiyotasını destekleyen önemli besin gruplarından biridir. Yoğurt, kefir, tarhana, turşu, kombucha ve bazı fermente süt ürünleri canlı mikroorganizmalar veya bunların metabolitlerini içermektedir (Marco ve ark., 2021). Fermente besinlerin düzenli tüketiminin bağırsak mikrobiyal çeşitliliğini artırabileceği ve inflamasyon belirteçlerini azaltabileceği bildirilmektedir. Ayrıca bazı çalışmalarda fermente gıda tüketiminin bağışıklık fonksiyonları üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği belirtilmiştir (Marco ve ark., 2021). Sporcular açısından değerlendirildiğinde fermente besinlerin günlük beslenme programına dahil edilmesi bağırsak sağlığının desteklenmesine katkı sağlayabilir.

9.3. Polifenoller ve Bağırsak Mikrobiyotası

Polifenoller bitkisel kaynaklı biyoaktif bileşikler olup bağırsak mikrobiyotası ile çift yönlü ilişki içerisinde. Mikrobiyota polifenollerin biyoyararlanımını etkilerken, polifenoller de bağırsak mikrobiyota kompozisyonunu değiştirebilmektedir (Cardona ve ark., 2013). Meyveler, sebzeler, kakao, yeşil çay, kahve, zeytin, nar ve çeşitli kırmızı-mor renkli meyveler polifenol açısından zengin besinlerdir. Özellikle antosiyaninler, flavonoidler ve fenolik asitlerin yararlı bakterilerin gelişimini desteklediği ve inflamasyonu azaltabildiği bildirilmektedir (Cardona ve ark., 2013).

Sporcular üzerinde yapılan çalışmalar, polifenol bakımından zengin besinlerin egzersize bağlı oksidatif stres ve inflamasyonun azaltılmasına katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bu nedenle polifenol içeriği yüksek besinlerin düzenli tüketimi mikrobiyota dostu beslenme yaklaşımının önemli bir parçası olarak değerlendirilmektedir (Rickards ve ark., 2021).

10. Sonuç ve Gelecek Perspektifleri

Bağırsak mikrobiyotası, sporcu beslenmesi ve performans bilimlerinde giderek daha fazla önem kazanan bir araştırma alanıdır. Güncel bulgular, bağırsak mikrobiyotasının enerji metabolizması, bağışıklık sistemi, inflamasyon düzeyi, toparlanma süreçleri ve bağırsak-beyin eksenini aracılığıyla sportif performansı etkileyebileceğini göstermektedir. Özellikle fiziksel uygunluğu yüksek ve elit düzeydeki sporcularda daha fazla mikrobiyal çeşitlilik bulunması, bağırsak mikrobiyotasının performansla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Bu kapsamda probiyotik, prebiyotik ve postbiyotik uygulamaları, bağırsak sağlığını destekleyerek sporcu performansının geliştirilmesinde potansiyel stratejiler olarak değerlendirilmektedir.

Bununla birlikte mevcut literatürde sporcular üzerinde yürütülen randomize kontrollü çalışmaların sayısı sınırlı olup, elde edilen bulguların önemli bir

bölümü gözlemsel araştırmalara dayanmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmaların performansla ilişkili spesifik mikroorganizma türlerinin belirlenmesine, farklı spor branşlarına özgü mikrobiyota profillerinin ortaya konmasına ve kişiselleştirilmiş beslenme yaklaşımlarının geliştirilmesine odaklanması beklenmektedir. Sonuç olarak bağırsak mikrobiyotasının korunması ve desteklenmesi, yalnızca genel sağlığın sürdürülmesi açısından değil, sportif performansın optimize edilmesi bakımından da önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Aguilar-Toalá, J. E., Garcia-Varela, R., Garcia, H. S., Mata-Haro, V., González-Córdova, A. F., Vallejo-Cordoba, B., & Hernández-Mendoza, A. (2018). Postbiotics: An evolving term within the functional foods field. *Trends in food science & technology*, 75, 105-114.
- Barton, W., Penney, N. C., Cronin, O., Garcia-Perez, I., Molloy, M. G., Holmes, E., Shanahan, F., Cotter, P. D., & O'Sullivan, O. (2018). The microbiome of professional athletes differs from that of more sedentary subjects. *Gut*, 67(4), 625–633.
- Belkaid, Y., & Hand, T. W. (2014). Role of the microbiota in immunity and inflammation. *Cell*, 157(1), 121–141.
- Berni Canani, R., Di Costanzo, M., & Leone, L. (2012). The epigenetic effects of butyrate: potential therapeutic implications for clinical practice. *Clinical epigenetics*, 4(1), 4.
- Cardona, F., Andrés-Lacueva, C., Tulipani, S., Tinahones, F. J., & Queipo-Ortuño, M. I. (2013). Benefits of polyphenols on gut microbiota and implications in human health. *The Journal of nutritional biochemistry*, 24(8), 1415-1422.
- Carlone, J., Parisi, A., & Fasano, A. (2025). The performance gut: A key to optimizing performance in high-level athletes: A systematic scoping review. *Frontiers in sports and active living*, 7, 1641923.
- Clark, A., & Mach, N. (2017). Exercise-induced stress behavior, gut-microbiota-brain axis and diet. *Nutrients*, 9(7), 706.
- Clauss, M., Gérard, P., Mosca, A., & Leclerc, M. (2021). Interplay between exercise and gut microbiome in the context of human health and performance. *Frontiers in nutrition*, 8, 637010.
- Cryan, J. F., O'Riordan, K. J., Cowan, C. S. M., Sandhu, K. V., Bastiaanssen, T. F. S., Boehme, M., Codagnone, M. G., Cussotto, S., Fulling, C., Golubeva, A. V., et al. (2019). The microbiota-gut-brain axis. *Physiological Reviews*, 99(4), 1877–2013.
- Dalile, B., Van Oudenhove, L., Vervliet, B., & Verbeke, K. (2019). The role of short-chain fatty acids in microbiota-gut-brain communication. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 16(8), 461–478.
- Davani-Davari, D., Negahdaripour, M., Karimzadeh, I., Seifan, M., Mohkam, M., Masoumi, S. J., ... & Ghasemi, Y. (2019). Prebiotics: definition, types, sources, mechanisms, and clinical applications. *Foods*, 8(3), 92.
- De Filippis, F., Pellegrini, N., Vannini, L., Jeffery, I. B., La Stora, A., Laghi, L., ... & Ercolini, D. (2016). High-level adherence to a Mediterranean diet

- beneficially impacts the gut microbiota and associated metabolome. *Gut*, 65(11), 1812-1821.
- de Oliveira, E. P., Burini, R. C., & Jeukendrup, A. (2014). Gastrointestinal complaints during exercise: prevalence, etiology, and nutritional recommendations. *Sports medicine*, 44(Suppl 1), 79-85.
- Dinan, T. G., Stanton, C., & Cryan, J. F. (2013). Psychobiotics: A novel class of psychotropic. *Biological Psychiatry*, 74(10), 720–726.
- Estaki, M., Pither, J., Baumeister, P., Little, J. P., Gill, S. K., Ghosh, S., Ahmadi-Vand, Z., Marsden, K. R., & Gibson, D. L. (2016). Cardiorespiratory fitness as a predictor of intestinal microbial diversity. *Microbiome*, 4(42), 1–11.
- Fang, J., Yan, W., Sun, X., & Chen, J. (2025). The role of exercise-induced short-chain fatty acids in the gut–muscle axis: implications for sarcopenia prevention and therapy. *Frontiers in Microbiology*, 16, 1665551.
- Fernández-Sanjurjo, M., Fernández, J., Tomás-Zapico, C., Fernández-García, B., Villar, C. J., Lombó, F., & Iglesias-Gutiérrez, E. (2020). Is physical performance (in mice) increased by *Veillonella atypica* or decreased by *Lactobacillus bulgaricus*?. *Journal of sport and health science*, 9(3), 197–200. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.02.005>
- Finderle, J., Schleicher, V. S., Schleicher, L. M. S., Krsek, A., Braut, T., & Baticic, L. (2025). Exercise-Induced Modulation of the Gut Microbiota: Mechanisms, Evidence, and Implications for Athlete Health. *Gastrointestinal Disorders*, 8(1), 1.
- Fontana, F., Longhi, G., Tarracchini, C., Mancabelli, L., Lugli, G. A., Alessandri, G., ... & Ventura, M. (2023). The human gut microbiome of athletes: Metagenomic and metabolic insights. *Microbiome*, 11(1), 27.
- Gibson, G. R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., ... & Reid, G. (2017). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 14(8), 491-502.
- Grosicki, G. J., Fielding, R. A., & Lustgarten, M. S. (2018). Gut microbiota contribute to age-related changes in skeletal muscle size, composition, and function. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 21(6), 444–451.
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., ... & Sanders, M. E. (2014). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate

- use of the term probiotic. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 11(8), 506-514.
- Jäger, R., Mohr, A. E., Carpenter, K. C., Kerksick, C. M., Purpura, M., Moussa, A., ... & Antonio, J. (2019). International society of sports nutrition position stand: probiotics. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 62.
- Jarrett, H., Medlin, S., & Morehen, J. C. (2025). The role of the gut microbiome and probiotics in sports performance: a narrative review update. *Nutrients*, 17(4), 690.
- Karl, J. P., Margolis, L. M., Madslie, E. H., Murphy, N. E., Castellani, J. W., Gundersen, Y., Hoke, A. V., Levangie, M. W., Kumar, R., Chakraborty, N., & Pasiakos, S. M. (2018). Changes in intestinal microbiota composition and metabolism coincide with increased intestinal permeability in young adults under prolonged physiological stress. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 312(6), G559–G571.
- Koh, A., De Vadder, F., Kovatcheva-Datchary, P., & Bäckhed, F. (2016). From dietary fiber to host physiology: Short-chain fatty acids as key bacterial metabolites. *Cell*, 165(6), 1332–1345.
- Lahiri, S., Kim, H., Garcia-Perez, I., Reza, M. M., Martin, K. A., Kundu, P., Cox, L. M., Selkig, J., Posma, J. M., Zhang, H., & Carmody, R. N. (2019). The gut microbiota influences skeletal muscle mass and function in mice. *Science Translational Medicine*, 11(502), eaa5662.
- Lamprecht, M., Bogner, S., Schippinger, G., Steinbauer, K., Fankhauser, F., Hallstroem, S., ... & Greilberger, J. F. (2012). Probiotic supplementation affects markers of intestinal barrier, oxidation, and inflammation in trained men; a randomized, double-blinded, placebo-controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 45.
- Li, Z., Li, Y., Wang, Y., Chen, J., & Liu, Y. (2025). The athlete gut microbiome: A narrative review of Multi-Omics insights and Next-Generation probiotic strategies. *Nutrients*, 17(20), 3260.
- Mach, N., & Fuster-Botella, D. (2017). Endurance exercise and gut microbiota: A review. *Journal of Sport and Health Science*, 6(2), 179–197.
- Marco, M. L., Sanders, M. E., Gänzle, M., Arrieta, M. C., Cotter, P. D., De Vuyst, L., ... & Hutkins, R. (2021). The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on fermented foods. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 18(3), 196-208.

- Martinen, M., Ala-Jaakkola, R., Laitila, A., & Lehtinen, M. J. (2020). Gut microbiota, probiotics and physical performance in athletes and physically active individuals. *Nutrients*, 12(10), 2936.
- Morrison, D. J., & Preston, T. (2016). Formation of short chain fatty acids by the gut microbiota and their impact on human metabolism. *Gut Microbes*, 7(3), 189–200.
- Parada Venegas, D., De la Fuente, M. K., Landskron, G., González, M. J., Quera, R., Dijkstra, G., ... & Hermoso, M. A. (2019). Short chain fatty acids (SCFAs)-mediated gut epithelial and immune regulation and its relevance for inflammatory bowel diseases. *Frontiers in immunology*, 10, 277.
- Patel, B. K., Patel, K. H., Lee, C. N., & Moochhala, S. (2024). Intestinal microbiota interventions to enhance athletic performance—a review. *International journal of molecular sciences*, 25(18), 10076.
- Rickards, L., Lynn, A., Harrop, D., Barker, M. E., Russell, M., & Ranchordas, M. K. (2021). Effect of polyphenol-rich foods, juices, and concentrates on recovery from exercise induced muscle damage: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 13(9), 2988.
- Sales, K. M., & Reimer, R. A. (2023). Unlocking a novel determinant of athletic performance: The role of the gut microbiota, short-chain fatty acids, and "biotics" in exercise. *Journal of sport and health science*, 12(1), 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2022.09.002>
- Salminen, S., Collado, M. C., Endo, A., Hill, C., Lebeer, S., Quigley, E. M., ... & Vinderola, G. (2021). The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics. *Nature reviews Gastroenterology & hepatology*, 18(9), 649–667.
- Scheiman, J., Lubber, J. M., Chavkin, T. A., MacDonald, T., Tung, A., Pham, L. D., Wibowo, M. C., Wurth, R. C., Punthambaker, S., Tierney, B. T., & Hattab, M. W. (2019). Meta-omics analysis of elite athletes identifies a performance-enhancing microbe that functions via lactate metabolism. *Nature Medicine*, 25(7), 1104–1109.
- Sender, R., Fuchs, S., & Milo, R. (2016). Revised estimates for the number of human and bacteria cells in the body. *PLoS biology*, 14(8), e1002533.
- Strandwitz, P. (2018). Neurotransmitter modulation by the gut microbiota. *Brain Research*, 1693, 128–133.
- Thursby, E., & Juge, N. (2017). Introduction to the human gut microbiota. *Biochemical journal*, 474(11), 1823–1836.

- Ticinesi, A., Tana, C., Nouvenne, A., Prati, B., Lauretani, F., & Meschi, T. (2018). Gut microbiota, cognitive frailty and dementia in older individuals: a systematic review. *Clinical interventions in aging*, 1497-1511.
- Valdes, A. M., Walter, J., Segal, E., & Spector, T. D. (2018). Role of the gut microbiota in nutrition and health. *Bmj*, 361.
- Varghese, S., Rao, S., Khattak, A., Zamir, F., & Chaari, A. (2024). Physical Exercise and the Gut Microbiome: A Bidirectional Relationship Influencing Health and Performance. *Nutrients*, 16(21), 3663. <https://doi.org/10.3390/nu16213663>
- Walsh, N. P., Gleeson, M., Pyne, D. B., Nieman, D. C., Dhabhar, F. S., Shephard, R. J., ... & Kojouharova, A. (2011). Position statement part two: maintaining immune health. *Exercise immunology review*, 17.
- Wastyk, H. C., Fragiadakis, G. K., Perelman, D., Dahan, D., Merrill, B. D., Yu, F. B., ... & Sonnenburg, J. L. (2021). Gut-microbiota-targeted diets modulate human immune status. *Cell*, 184(16), 4137-4153.
- Yavaş, İ. A., & Ersoy, G. (2023). Egzersiz, Spor ve Bağırsak Mikrobiyotası: Olası İlişki. *Türkiye Klinikleri Nutrition and Dietetics-Special Topics*, 9(1), 78-82.
- Zhang, X., Li, Y., Zhang, F., & Zhou, G. (2025). Exercise and Diet Reshape Athletes' Gut Microbiota: Countering Health Challenges in Athletes. *Life (Basel, Switzerland)*, 15(12), 1812. <https://doi.org/10.3390/life15121812>

3. Bölüm

Egzersiz, Beyin ve İnsülin Direnci

İlker KIRIŞCI¹

Özet

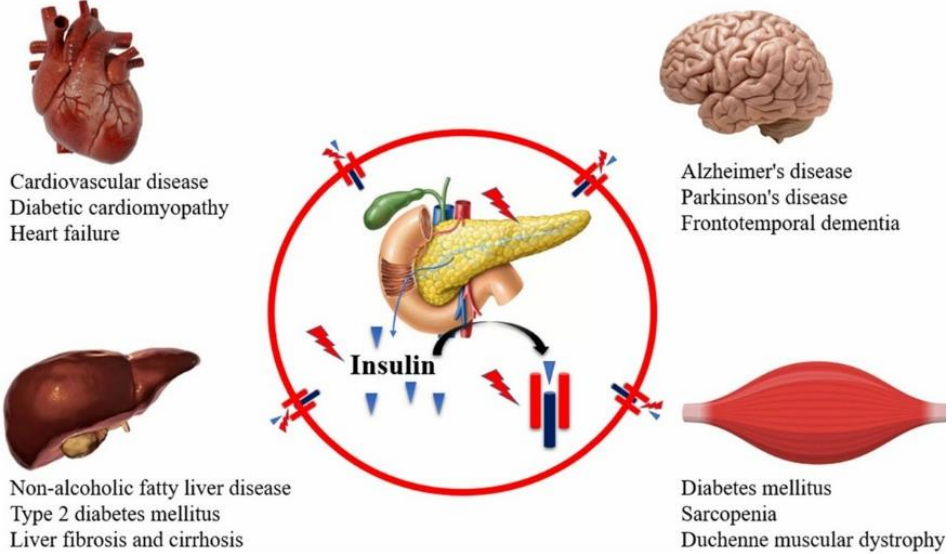
Bu derleme çalışması, egzersizin insülin duyarlılığı, beyin sağlığı ve metabolik süreçler üzerindeki etkilerini güncel literatür ışığında incelemektedir. Merkezi sinir sisteminde insülin sinyalizasyonunun öğrenme, hafıza ve nöronal fonksiyonların sürdürülmesinde önemli rol oynadığı, bu mekanizmadaki bozulmaların ise Alzheimer hastalığı gibi nörodejeneratif hastalıklarla ilişkili olduğu belirtilmektedir. Düzenli egzersizin, özellikle aerobik, direnç ve yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanların, hem periferik dokularda hem de beyinde insülin duyarlılığını artırdığı; bu etkinin miyokinler, oksidatif stresin azalmasını destekleyen moleküler mekanizmalar aracılığıyla gerçekleştiği vurgulanmaktadır. Ayrıca egzersizin AMPK pathway (Adenozin Monofosfatla Aktive Olan Protein Kinaz-AMPK yolu) ve mTOR signaling (Mechanistic Target of Rapamycin-mTOR sinyal yolu) sinyal yolları üzerindeki düzenleyici etkileri sayesinde yaşlanmaya bağlı insülin direncini azaltabileceği, kas kütlesi ve fonksiyonlarının korunmasına katkı sağlayabileceği ifade edilmektedir. Sonuç olarak düzenli egzersiz, metabolik hastalıklar, bilişsel gerileme ve yaşlanmaya bağlı fonksiyon kayıplarının önlenmesinde etkili, güvenli ve düşük maliyetli bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte toplumda spor, egzersiz ve fiziksel aktivite kavramlarının doğru anlaşılması ve bilimsel veriler doğrultusunda değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Beyin, Egzersiz, İnsülin direnci

¹ Doç. Dr., Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, ilker.kirisci@marmara.edu.tr,
Orcid: 0000-0001-5480-9241

Giriş

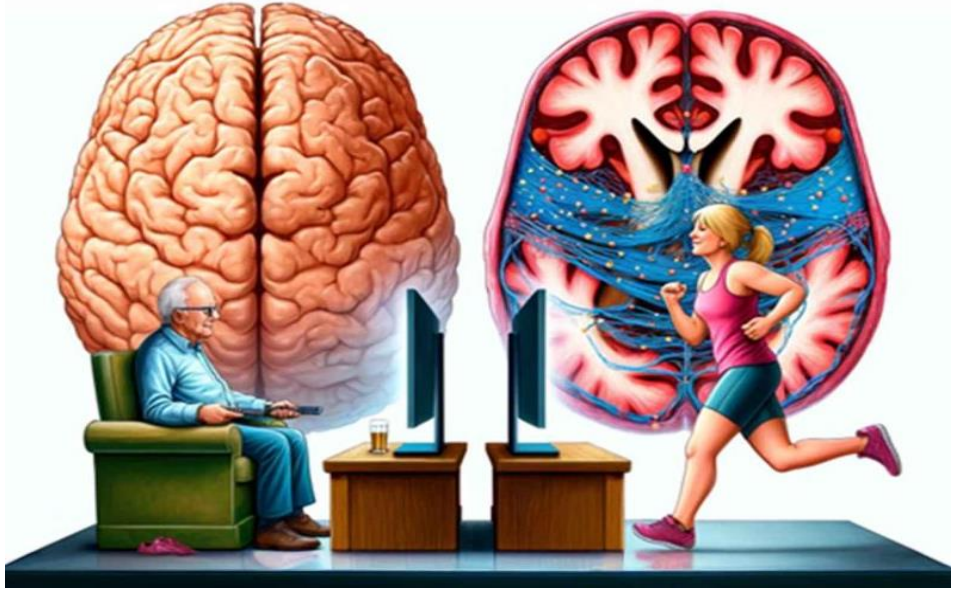
Son araştırmalar, insülin ve insülin reseptörlerinin merkezi sinir sisteminde önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir. Bu sistemler; nöronların hayatta kalmasını destekler, enerji metabolizmasını düzenler ve öğrenme ile hafıza için temel olan sinaptik plastisite (sinir hücreleri arasındaki bağlantıların (sinapsların) deneyim, öğrenme, çevresel uyarılar veya aktiviteye bağlı olarak güçlenebilmesi ya da zayıflayabilmesi özelliği) süreçlerine katkı sağlar. Bu nedenle merkezi sinir sisteminde insülin sinyalinin ve glukoz metabolizmasının bozulması, bilişsel işlevleri olumsuz etkiler ve Alzheimer hastalığı (AD) gibi demansların gelişiminde rol oynar. Bu yüzden beyin insülin duyarlılığının artırılması, nörodejeneratif (sinir sistemi hücrelerinin (nöronların) zamanla yapısını ve işlevini kaybetmesi, hasar görmesi veya ölmesiyle karakterize süreçler) hastalıkların önlenmesi ve tedavisinde önemli bir strateji olarak görülmektedir. Kas, karaciğer ve beyin dokularında düzenli egzersizin (aerobik, direnç ve yüksek yoğunluklu egzersiz dahil) insülin duyarlılığını artırdığı gösterilmiştir. Egzersizin beyin insülin duyarlılığı üzerindeki etkisi birden fazla mekanizma ile açıklanır. Kas kasılması sırasında miyokinler (kasların kasılması sırasında iskelet kaslarından salgılanan ve vücudun farklı doku ve organları üzerinde etkili olan biyolojik olarak aktif proteinler veya peptitler) gibi bazı hormon benzeri maddeler salgılanır. Bu miyokinler, egzersizin beyinde insülin duyarlılığını artırmasında önemli bir rol oynar (Samadian, Samadian, ve Arabzadeh, 2025).



Resim. 1 Hücresel düzeyde insülin salgısındaki veya insülin reseptörlerindeki bozukluklar, insülin direnci olarak tanımlanır ve karaciğer, kas, beyin ve kalp gibi metabolik dokularda birçok hastalığa yol açabilir (Samadian, Samadian, ve Arabzadeh, 2025).

İnsülin hormonu ve vücuttaki çoğu hücrede bulunan insülin reseptörleri, farklı dokularda metabolik hastalıklarla mücadelede temel rol oynayan önemli faktörler olarak kabul edilmiştir (Rachdaoui, 2020). Bu hormonun normal şekilde salgılanması ve vücuttaki farklı hücrelerde reseptörünün etkili bir şekilde çalışması, diyabet gibi metabolik hastalıkların yol açabileceği geri dönüşü olmayan hasarların önlenmesine yardımcı olur (Resim. 1) (Samadian, Samadian, ve Arabzadeh, 2025).

Merkezi sinir sistemindeki (MSS) insülin, sinir hücrelerinin sağlığını ve korunmasını destekler. Ayrıca sinir iletimini düzenler; stresle ilişkili hormonları, GABA (gamma-aminobütirik asit; beyinde sakinleştirici etkisi olan başlıca inhibitör nörotransmitter) düzeyini ve dopamin gibi bazı nörotransmitterleri (sinir hücrelerinin (nöronların) birbirleriyle veya kas ve bez hücreleriyle iletişim kurmasını sağlayan kimyasal haberci maddeler) etkileyerek denge sağlar (Şedzikowska ve Szablewski, 2021). Alzheimer hastalığı (AD) ve Parkinson hastalığı (PD) hastalıklarında, beyinde insülin direnci ve buna bağlı sinyal bozukluklarının hastalığın ilerlemesinde rol oynadığı gösterilmiştir (Barilar ve ark., 2020).

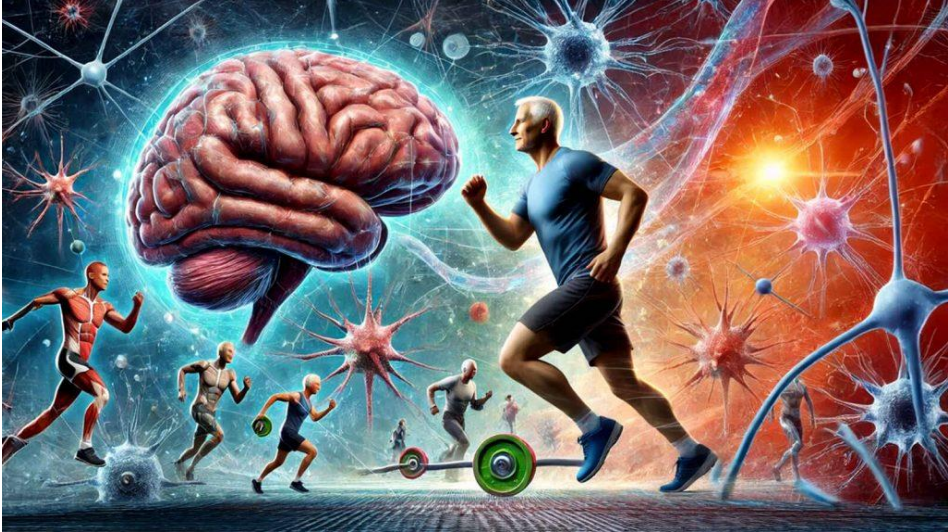


Resim 2. Attığınız Her Adım Sizi Alzheimer'den Bir Adım Uzağa Götürür.
<https://aynurozge.com/attiginiz-her-adim-sizi-alzheimerden-bir-adim-uzaga-goturur/> Erişim Tarihi: 14.06.2026

Ek tedavi seçenekleri bulunmaktadır; ancak bunlar daha fazla klinik araştırma gerektirir ve önemli ekonomik maliyetler içerir. Beyindeki insülin direnci ve

bilişsel bozuklukların tedavisinde en etkili yaklaşımlardan biri, hücresel düzeyde geniş etkiler gösteren ve yaşam kalitesini artıran düzenli egzersiz yapmaktır (Samadian, Samadian, ve Arabzadeh, 2025). Hem akut hem de kronik egzersiz (aerobik dayanıklılık, direnç antrenmanı ve HIIT dahil), iskelet kası ve karaciğer gibi metabolik dokularda insülin duyarlılığını artıran fizyolojik adaptasyonlar oluşturur (Koopman ve ark., 2005; O'Donovan ve ark., 2005).

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, 8 haftalık denetimli aerobik egzersizin beyindeki insülin direncini de azaltabileceğini göstermiştir (Kullmann ve ark., 2022a). Egzersiz, beyinde insülin sinyalizasyonunu (insülin hormonunun hücreye bağlandıktan sonra hücre içinde başlattığı biyokimyasal olaylar zinciridir) ve insülin duyarlılığını (hücrelerin insülin hormonuna ne kadar etkili yanıt verdiğini) artırarak, plastisite (değişebilme, uyum sağlayabilme ve yeniden şekillenebilme kapasitesi), öğrenme ve hafızanın temelini oluşturan moleküler süreçleri iyileştirir (Malin ve ark., 2022a, b). Egzersizin insülin direnci üzerindeki etkisi; oksidatif stresin azalması (hücrelere zarar veren oksidan maddelerin etkisinin azalması ve hücrelerin daha iyi korunması), reaktif oksijen türlerinin (ROS) düşmesi (Hücrelere zarar verebilecek oksidatif moleküllerin azalması) ve özellikle hipokampusta insülin duyarlılığının artması (beynin hipokampus bölgesindeki sinir hücrelerinin insülin hormonuna daha etkili ve daha hassas şekilde yanıt vermesi) gibi mekanizmalarla açıklanmaktadır (Marosi ve ark., 2012).



Resim 3. Egzersiz Beyin Fonksiyonlarınızı Kas-Sinir Etkileşimi ile İyileştirir. <https://aynurozge.com/egzersiz-beyin-fonksiyonlarinizi-kas-sinir-etkilesimi-ile-iyilestirir/> Erişim Tarihi: 14.06.2026

İskelet kası, son yıllarda yalnızca hareketi sağlayan bir doku değil, aynı zamanda aktif bir endokrin organ olarak kabul edilmektedir. Kas kasılması sırasında ve sonrasında salgılanan miyokinler (sitokinler ve diğer peptitler), iskelet kasının beyin de dahil olmak üzere uzak dokularla iletişim kurmasını sağlar (Pedersen ve Febbraio, 2012). Miyokinler; metabolizma, inflamasyon (vücudun enfeksiyon, yaralanma, toksinler veya doku hasarı gibi durumlara karşı geliştirdiği savunma ve onarım yanıtıdır), nöroenez (yeni sinir hücrelerinin üretilmesi süreci) ve insülin duyarlılığı gibi birçok fizyolojik süreci düzenler (Kurdivova ve ark., 2014). Özellikle beyin fonksiyonlarını etkileyen miyokinler arasında irisin, BDNF, IL-6, Cathepsin B ve FGF21 gibi moleküller önemli rol oynar (Severinsen ve Pedersen, 2020; Kostka ve ark., 2024).

Egzersiz türü, miyokin salınım profilini önemli ölçüde etkiler. Aerobik dayanıklılık egzersizleri (koşu, bisiklet gibi), IL-6 (iltihap ve metabolik yanıtı düzenleyen bir sinyal proteini), irisin (yağ dokusunun “kahverengi yağ” benzeri daha aktif bir yapıya dönüşmesine yardımcı olan hormon benzeri bir miyokin) ve BDNF (beyin hücrelerinin büyümesini, öğrenmeyi ve hafızayı destekleyen bir nörotrofik faktör) düzeylerini güçlü şekilde artırır (Briken ve ark., 2016; Severinsen ve Pedersen, 2020). Direnç antrenmanı (ağırlık çalışmaları) ise IGF-1 (kas büyümesi, onarımı ve hücresel gelişimi destekleyen insülin benzeri büyüme faktörü-1) ve BDNF salınımını daha belirgin şekilde uyarır (Arazi ve ark., 2021). HIIT (yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman) ise genellikle daha kısa sürede daha geniş veya daha güçlü bir miyokin yanıtı oluşturarak BDNF ve irisin gibi molekülleri artırır (Tsai ve ark., 2021). Bu egzersize özgü miyokin yanıtları, beyinde insülin duyarlılığını ve bilişsel fonksiyonları artıran farklı biyolojik yolların oluşmasına katkıda bulunur (Samadian, Samadian, ve Arabzadeh, 2025).

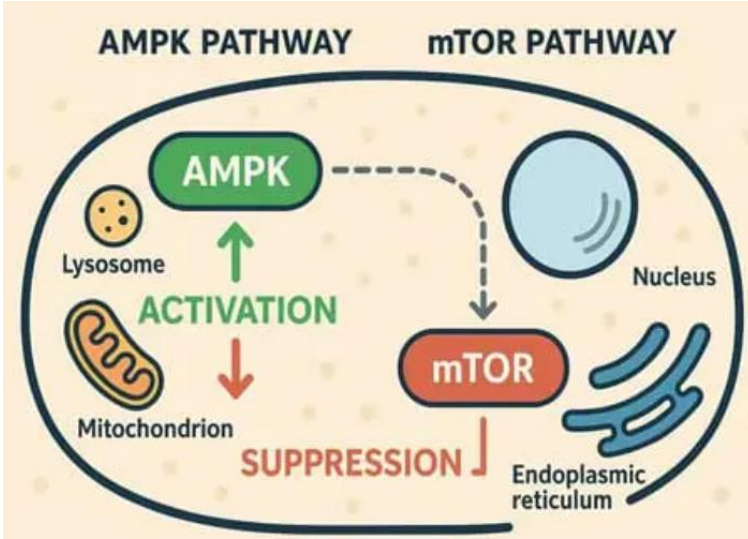
İskelet kası ile beyin arasındaki anatomik mesafe, bu etkiyi açıklamak için aracı sinyal moleküllerinin varlığını zorunlu kılar. Bu noktada hipotez, kas kasılması sırasında salgılanan miyokinlerin temel endokrin aracılar olduğu yönündedir. Bu miyokinler kan dolaşımına geçerek, kan-beyin bariyerini (BBB) geçebilir ya da bu bariyerin endotel hücreleri üzerinden sinyal iletebilir ve beyindeki insülin sinyal yollarını doğrudan etkileyerek insülin duyarlılığını artırabilir.

Düzenli egzersiz (özellikle aerobik, direnç veya kombine programlar), tedavi edici bir strateji olarak miyokin düzeylerini artırabilir, beyin insülin duyarlılığını geliştirebilir ve metabolik hastalıklar ile bilişsel gerileme riskini azaltabilir. Gelecekteki araştırmalar, miyokin salınımını en üst düzeye çıkarmak için egzersiz türü, yoğunluk ve sürelerin nasıl optimize edileceğine odaklanmalıdır. Ayrıca insan çalışmalarında, merkezi sinir sistemine miyokin taşınımının doğrudan ölçülmesi ve bireyler arasındaki farklılıkların anlaşılması öncelikli

hedef olmalıdır. Bu sayede elde edilen mekanistik bilgiler, kişiye özel egzersiz reçetelerine dönüştürülebilir (Samadian, Samadian, ve Arabzadeh, 2025).

Egzersiz ve AMPK–mTOR Dengesi: Yaşlanan Kaslarda İnsülin Direnci

AMPK pathway (Adenozin Monofosfatla Aktive Olan Protein Kinaz-AMPK yolu) ve mTOR signaling (Mechanistic Target of Rapamycin-mTOR sinyal yolu), hücrenin enerji durumunu ve büyüme süreçlerini düzenleyen iki temel sistemdir. AMPK, hücrede enerji azaldığında devreye girerek enerji üretimini artırır, yağ yakımını destekler ve enerji tasarrufu sağlarken, mTOR ise enerji ve besin yeterliyken aktif olur; protein sentezini artırır, kas büyümesini destekler ve hücre onarımını hızlandırır. Kısaca AMPK “enerji azsa tasarruf ve üretim”, mTOR ise “enerji yeterliyse büyüme ve onarım” sinyali verir. Bu iki sistem birlikte çalışarak hücrede enerji ve büyüme dengesini korur.

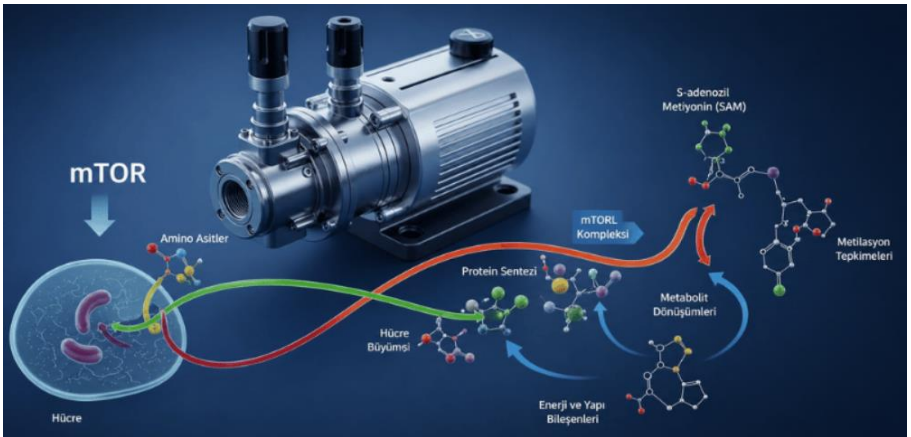


Şekil 1. AMPK–mTOR Dengesi. <https://globalrph.com/2025/07/dietary-strategies-for-ampk-activation-mtor-suppression-and-longevity-enhancement/>
Erişim Tarihi: 14.06.2026



Resim 4. AMPK (hücrelerin enerji düzeyini algılayan ve o düzeye göre hücreyi enerji üretimi konusunda uyarın önemli bir enzimdir) <https://acibademlife.com/blog/saglikli-yaslanma/ampk-nedir> Erişim Tarihi: 14.06.2026

Vücudun en büyük dokusunu oluşturan iskelet kası, genel metabolizmanın düzenlenmesinde önemli bir rol oynar ve kan şekeri dengesinin korunmasında merkezi bir işleve sahiptir (Sriwijitkamol ve ark., 2007; Kjøbsted ve ark., 2018). Dinamik fizyolojik uyum yeteneği, iskelet kasının metabolik denge ve sağlığını korunmasındaki kritik rolünü güçlendirir (Jørgensen, Richter, ve Wojtaszewski, 2006; Chan, 2004).



Resim. 5 mTOR' un İki Yüzü: Büyüme mi, Onarım mı? <https://acibademlife.com/blog/saglikli-yaslanma/mtor-sinyal-yolu-nedir-mtor-inhibitorleri> Erişim Tarihi: 14.06.2026

Egzersizle AMPK/mTOR sinyalinin düzenlenmesi, yaşlılarda insülin direncini azaltmada etkili olabileceği ortaya koyulmuştur. Hem aerobik hem de direnç egzersizleri, bu sinyal yollarını güçlü şekilde düzenleyen önemli birer araçtır. Farklı egzersiz türlerinin AMPK/mTOR dengesini nasıl etkilediğinin ayrıntılı biçimde anlaşılması, insülin direnciyle mücadeleye yönelik hedefe odaklı müdahalelerin geliştirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Gelecekte yapılacak araştırmalar, yanıtlanmamış sorulara ışık tutarak bu mekanizmaların daha iyi anlaşılmasını sağlayacak ve yaşam boyu metabolik sağlık ile kas fonksiyonunun korunmasına yönelik daha etkili egzersiz temelli stratejilerin geliştirilmesine katkıda bulunacaktır (Xie ve Weng, 2025).

Beyin kaynaklı nöral mekanizmalar, sportif performansın düzenlenmesinde önemli rol oynamaktadır (Teke ve ark., 2025). İnsülin, kreatin, AMPK ve mTOR yolları (hücre içinde enerji üretimi, büyüme ve metabolik süreçleri düzenleyen biyokimyasal sinyal iletim mekanizmaları) da enerji metabolizmasını ve beyin-kas iletişimini etkileyerek motor kontrol ve performansın geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

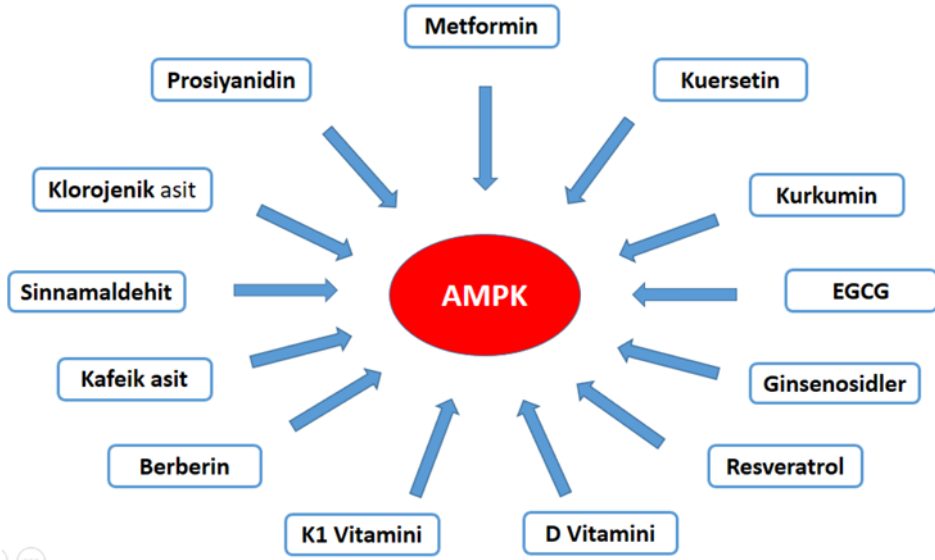
Yapılan bir çalışmada, fazla kilolulukta bilinçli tüketicilik düşük, obez bireylerde kalite bilinci ve bilinçli tüketicilik daha yüksek bulunmuş; Vücut kitle indeksi ile bilinçli tüketicilik arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır (Yiğit ve ark., 2025). Bu durum insülin, AMPK ve mTOR üzerinden gerçekleşen metabolik düzenlemelerle ilişkili olabilir.

Başka bir çalışmada ise, Dünya Kupası'nda yeni uzatma sistemi kapsamında takımların performansını incelemiş; galibiyetin gol ve isabetli şutlarla ilişkili olduğunu göstermiştir (Gök B., 2023). Dolayısıyla yüksek şiddetli performansın insülin, AMPK ve mTOR yolları üzerinden düzenlenen enerji metabolizmasıyla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir.



Resim 6. mTOR Sinyal Yolu Nedir? Hücrenin Enerji ve Büyüme Şalteri. <https://acibademlife.com/blog/saglikli-yaslanma/mtor-sinyal-yolu-nedir-mtor-inhibitorleri> Erişim Tarihi: 14.06.2026

Ayrıca egzersiz, beslenme ve AMPK/mTOR dengesi arasındaki etkileşimin yaşlanan kas dokusunda birlikte incelenmesi, yaşlı popülasyonlarda metabolik sağlığı geliştirmek için daha kişiselleştirilmiş ve etkili stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. Bunun yanında AMPK/mTOR dengesinin yalnızca insülin direnci üzerindeki etkisi değil, aynı zamanda kas kütlesi ve kas fonksiyonu gibi yaşlanmaya bağlı geniş kas değişimleri üzerindeki rolü de anlaşılmalıdır. Bu bütüncül yaklaşım, yaşlanan bireylerde kas-iskelet sağlığını destekleyen daha kapsamlı müdahalelerin geliştirilmesi açısından kritik öneme sahiptir (Xie ve Weng, 2025).



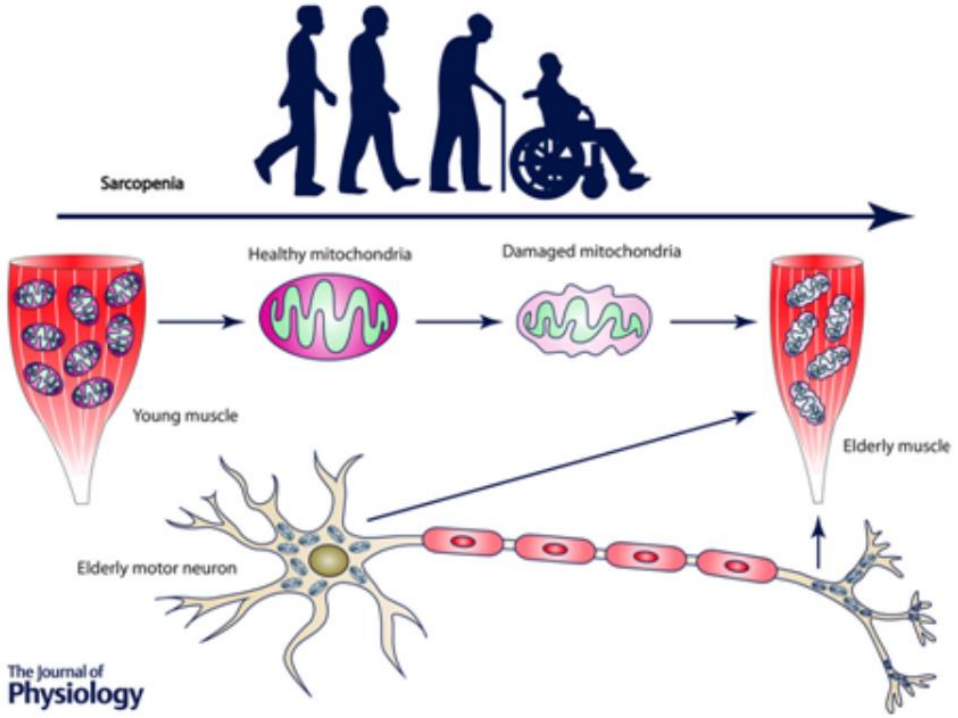
Şekil 2. AMPK'nın bazı aktivatörleri (Kışmıroğlu, Cengiz ve Yaman, 2020)

Kreatin takviyesi, özellikle direnç veya aerobik egzersizle birlikte uygulandığında etkisini belirgin biçimde artırmakta ve kas dokusunda glukoz kullanımını iyileştirmektedir. Bu kombinasyon; hücre içinde bulunan glukoz taşıyıcılarının hücre zarına taşınarak glukozun hücre içine girişinin kolaylaşmasına, kas glikojen depolarının yükselmesine ve hücrel enerji sensörü olan AMPK'nın aktive olarak enerji üretimini artırmasına ve glukoz kullanımını desteklemesi gibi mekanizmalar üzerinden etki gösterir. Aynı zamanda kas kütlesi ve kas gücünde artış sağlayarak metabolik sağlığı destekler ve glisemik kontrolün iyileşmesine, yani kan şekeri düzeylerinin daha etkili ve dengeli bir şekilde düzenlenmesine katkıda bulunur. Bu faydalar en güçlü şekilde egzersizle birlikte kullanımında ortaya çıkarken, kreatinin tek başına kullanımının etkileri daha sınırlı ve tutarsızdır (Młynarska ve ark., 2025).

Egzersiz ve Hücrel Yaşlanma

Yaşlanmış ve bölünmeyen ancak dokuda birikerek çevresel sinyaller yoluyla hücre fonksiyonlarını olumsuz etkileyebilen hücreler, iskelet kasında insülin duyarlılığını etkileyen ve yaşlanma ile obeziteye bağlı kas fonksiyon bozukluklarında önemli rol oynayan bir mekanizmadır. Egzersiz ve senolitik yaklaşımların (yaşlanmış ve işlevini kaybetmiş hücrelerin seçici olarak ortadan kaldırılmasını hedefleyen tedavi stratejileri) bu hücre yükünü azaltarak metabolik sağlığı iyileştirebileceği ve sarkopeni riskini (yaşlanmayla birlikte ortaya çıkan iskelet kası kütlesi, kas gücü ve fiziksel performans kaybı ile karakterize bir

sendrom) düşürebileceği bildirilmektedir (Agnieszka Podraza-Farhanieh ve ark., 2025).



Resim 7. Sarkopeni, yaşam boyu meydana gelen olumsuz kas değişikliklerinden kaynaklanan bir kas hastalığıdır. <https://quadroathletics.com/sarcopeni/> Erişim Tarihi: 14.06.2026

Ayrıca yapılan karşılaştırmalı insan çalışmaların da, hem yaşlanma hem de obezitenin iskelet kasında hücresel senesensi (hücrelerin çeşitli stres faktörleri nedeniyle kalıcı olarak bölünme yeteneğini kaybetmesi ve yaşlanmış bir duruma geçmesi) artırdığı ve bu artışın insülin direnci, glukoz intoleransı (vücudun aldığı glukozu (şeker) normal şekilde kullanamaması veya düzenleyememesi sonucu kan şekeri düzeylerinin normalden yüksek seyretmesi) ve kas fonksiyon kaybı ile ilişkili olduğu gösterilmiştir; bu durum obezitenin tek başına bile kas yaşlanma sürecini hızlandırabildiğini ortaya koymaktadır (Spinelli ve ark., 2023; Palmer ve ark., 2019).

Egzersizin doğru planlanması, uzman desteği, bireysel farkındalık ve yaşam tarzı uyumu kritik rol oynarken (Sabah, 2025), egzersiz ve metabolik sağlık bağlamında insülin duyarlılığının korunması ve insülin direncinin yönetilmesinde yalnızca fizyolojik mekanizmaların değil, bütüncül bir yaklaşımın da önemli olduğu vurgulanmaktadır.

Bununla birlikte fiziksel aktiviteler çocukların gelişimini destekleyerek stresin azalmasına ve sosyal becerilerin güçlenmesine katkı sağlarken (Sabah, 2022), insülin direnci ile ilişkilendirilen “tip 3 diyabet” yaklaşımı kapsamında Alzheimer hastalığında da egzersizin metabolik ve nörolojik süreçler üzerinden koruyucu etkilere sahip olabileceği düşünülmektedir. Fiziksel aktiviteden haz alma, sporda tutku ve sportif yaşam doyumunu arasındaki ilişki, bireylerin hem anlık mutluluklarını hem de genel yaşam memnuniyetlerini artırmada anlamlı spor deneyimlerinin önemini ortaya koyarken (Seçer ve Bayrakdar, 2025), düzenli egzersiz alışkanlığını destekleyerek Tip 2 diyabet ve Alzheimer hastalığı gibi kronik hastalıklarda riskin azaltılmasına katkı sağlayabilecek sağlıklı yaşam davranışlarını da teşvik edebilmektedir.



Resim 8. Sarkopeni. <https://quadroathletics.com/sarkopeni/> Erişim Tarihi: 14.06.2026

Sonuç olarak, dünya genelinde toplumlar, spor, egzersiz ve fiziksel aktivite kavramlarını birbirinden ayırt etme konusunda önemli güçlükler yaşamaktadır. Günümüzde sosyal medya, bilginin çok hızlı yayıldığı etkili bir iletişim aracı haline gelmiştir. Bu nedenle, “spor sağlığa zararlıdır” gibi genelleyici söylemlerde bulunan kişiler çoğu zaman bireysel farklılıkları göz ardı etmekte ve söz konusu kavramlar arasındaki temel farklılıkları ya yeterince bilmemekte ya da doğru şekilde aktaramamaktadır.

Oysa egzersiz ve fiziksel aktivitenin fiziksel, zihinsel ve metabolik sağlık üzerindeki olumlu etkileri çok sayıda bilimsel çalışma ile ortaya konulmuştur. Buna rağmen, bilimsel temelden yoksun veya bağlamından kopararak sunulan

bu tür söylemler, zaten kavram karmaşası yaşayan toplumlarda yanlış algıların oluşmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda bazı bireyler, fiziksel aktivite ve egzersizin sağlık açısından zararlı olduğu düşüncesine kapılarak hareketsiz bir yaşam tarzını tercih edebilmektedir.

Ayrıca bu tür açıklamaların akademik unvana, mesleki otoriteye veya toplumsal itibara sahip kişiler tarafından dile getirilmesi, kamuoyu üzerindeki etkisini daha da artırmaktadır. İnsanlar çoğu zaman bu kişilerin de hata yapabileceği veya ifadelerinin bilimsel kanıtlarla her zaman örtüşmeyebileceği gerçeğini göz ardı edebilmektedir. Bu nedenle, toplum sağlığını ilgilendiren konularda yapılan açıklamaların bilimsel veriler ışığında, kavramların doğru kullanımı gözetilerek ve bireysel farklılıklar dikkate alınarak yapılması büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Agnieszka Podraza-Farhanieh., Rosa Spinelli., Federica Zatterale., Annika Nerstedt., Silvia Gogg., Matthias Blüher., & Ulf Smith. (2025). *Physical training reduces cell senescence and associated insulin resistance in skeletal muscle. Molecular Metabolism*, 95, 102130.
- Arazi H, Babaei P, Moghimi M, Asadi A (2021). Acute effects of strength and endurance exercise on serum BDNF and IGF-1 levels in older men. *BMC Geriatr* 21(1):50
- Barilar JO, Knezovic A, Perhoc AB, Homolak J, Riederer P, Salkovic Petrisic M (2020). Shared cerebral metabolic pathology in non transgenic animal models of Alzheimer's and Parkinson's disease. *J Neural Transm* 127:231–250
- Briken S, Rosenkranz SC, Keminer O, Patra S, Ketels G, Heesen C, Gold SM (2016). Effects of exercise on irisin, BDNF and IL-6 serum levels in patients with progressive multiple sclerosis. *J Neuroimmunol* 299:53–58
- Chan AY., et. al. (2004). Activation of AMP-activated protein kinase inhibits protein synthesis associated with hypertrophy in the cardiac myocyte. *J Biol Chem* 279(31):32771–32779
- Jørgensen SB, Richter EA, Wojtaszewski JF (2006). Role of AMPK in skeletal muscle metabolic regulation and adaptation in relation to exercise. *J Physiol* 574(Pt 1):17–31
- GÖK, B., (2023). Futbolda Yeni Uzatma Dakikaları Sisteminin Takımların Performans ve Teknik Parametrelerine Etkisi. *Uluslararası holistik sağlık, spor ve rekreasyon dergisi*, 2(1), 81–89.
- Kjøbsted R., et. Al. (2018). AMPK in skeletal muscle function and metabolism. *FASEB J* 32(4):1741–1777
- Kişmiroğlu, C., Cengiz, S. & Yaman, M. (2020). AMPK'nin Biyokimyası: Etki Mekanizmaları ve Diyabetin Tedavisindeki Önemi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (18), 162-170.
- Kostka M, Morys J, Malecki A, Nowacka-Chmielewska M (2024). Muscle-brain crosstalk mediated by exercise-induced myokines - insights from experimental studies. *Front Physiol* 15:1488375.
- Koopman R, Manders RJ, Zorenc AH, Hul GB, Kuipers H, Keizer HA, van Loon LJ (2005). A single session of resistance exercise enhances insulin sensitivity for at least 24 h in healthy men. *Eur J Appl Physiol* 94:180–187
- Kullmann S, Goj T, Veit R, Fritsche L, Wagner L, Schneeweiss P, Niess A (2022a). Exercise restores brain insulin sensitivity in sedentary adults who are overweight and obese. *JCI Insight* 7(18):e161498

- Kurdiova T, Balaz M, Vician M, Maderova D, Vlcek M, Valkovic L, Ukropcova B (2014). Effects of obesity, diabetes and exercise on Fndc5 gene expression and Irisin release in human skeletal muscle and adipose tissue: in vivo and in vitro studies. *J Physiol* 592(5):1091–1107.
- Malin SK, Stewart NR, Ude AA, Alderman BL (2022a). Brain insulin resistance and cognitive function: influence of exercise. *J Appl Physiol*.
- Malin SK, Stewart NR, Ude AA, Alderman BL (2022b). Brain insulin resistance and cognitive function: influence of exercise. *J Appl Physiol* 133(6):1368–1380.
- Marosi K, Bori Z, Hart N, Sárga L, Koltai E, Radák Z, Nyakas C (2012). Long-term exercise treatment reduces oxidative stress in the hippocampus of aging rats. *Neuroscience* 226:21–28
- Młynarska, E., Leszto, K., Katańska, K., Prusak, A., Wieczorek, A., Jakubowska, P., Rysz, J., & Franczyk, B. (2025). Creatine supplementation combined with exercise in the prevention of type 2 diabetes: Effects on insulin resistance and sarcopenia. *Nutrients*, 17, 2860.
- O'Donovan G, Kearney EM, Nevill AM, Woolf-May K, Bird SR (2005). The effects of 24 weeks of moderate-or high-intensity exercise on insulin resistance. *Eur J Appl Physiol* 95:522–528
- Palmer AK, Gustafson B, Kirkland JL, Smith U. (2019). Cellular senescence: at the nexus between ageing and diabetes. *Diabetologia*;62(10):1835e41.
- Pedersen BK, Febbraio MA (2012). Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nat Rev Endocrinol* 8(8):457–465.
- Rachdaoui N (2020). Insulin: the friend and the foe in the development of type 2 diabetes mellitus. *Int J Mol Sci* 21(5):1770
- Samadian, Z., Samadian, L., & Arabzadeh, E. (2025). Exercise training enhances myokine release and reduces brain insulin resistance: Insights into muscle–CNS metabolic cross-talk. *Metabolic Brain Disease*, 40, 271.
- Sabah, S. (2025). Sporcuların Spor Yaralanması Durumuna İlişkin Kaygı Düzeylerinin İncelenmesi. *CBÜ Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi*, 20(1), 153-169. <https://doi.org/10.33459/cbubesbd.1558725>
- Sabah, S. (2022). Examination of the motivation of secondary school students for participating in physical activity. *International Journal of Education Technology and Scientific Researches*, 7(17), 546–570. <https://doi.org/10.35826/ijetsar.467>
- Seçer, E., & Bayrakdar, A. (2025). Fiziksel Aktivitelerden Keyif Alma ve Sportif Yaşam Doyumu: Sporda Tutkunun Aracı Rolü. *Sportive*, 8(2), 71-88. <https://doi.org/10.53025/sportive.1715314>

- Sędzikowska A, Szablewski L (2021). Insulin and insulin resistance in Alzheimer's disease. *Int J Mol Sci* 22(18):9987
- Severinsen MCK, Pedersen BK (2020a). Muscle-organ crosstalk: the emerging roles of myokines. *Endocr Rev* 41(4):594–609.
- Severinsen MCK, Pedersen BK (2020b). Muscle–organ crosstalk: the emerging roles of myokines. *Endocr Rev* 41(4):594–609
- Spinelli R, Baboota RK, Gogg S, Beguinot F, Bluher M, Nerstedt A, et al. (2023). Increased cell senescence in human metabolic disorders. *J Clin Invest*;133(12):e169922.
- Sriwijitkamol A., et al.. (2007). Effect of acute exercise on AMPK signaling in skeletal muscle of subjects with type 2 diabetes: a time-course and dose-response study. *Diabetes* 56(3):836–848
- Teke, S. R., Takmaz, G., Göçmen, R., Göksel Duru, D., Süel, E., & Duru, A. D. (2025). Analysis of brain electrical signals during the execution of basketball free throws: A machine learning approach. *Research in Sports Science*, 15, Article 0031.
- Tsai C-L, Erickson KI, Sun H-S, Kuo Y-M, Pai M-C (2021a). A cross sectional examination of a family history of Alzheimer's disease and ApoE epsilon 4 on physical fitness, molecular biomarkers, and neurocognitive performance. *Physiol Behav* 230:113268
- Tsai C-L, Pan C-Y, Tseng Y-T, Chen F-C, Chang Y-C, Wang T-C (2021b). Acute effects of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous exercise on BDNF and Irisin levels and neurocognitive performance in late middle-aged and older adults. *Behav Brain Res* 413:113472
- Yiğit, O., Avanoğlu, E., Apaydın, M. B., & Süel, E. (2025). Spor tesisleri üyelerinde beden kitle indeksi ile bilinçli tüketicilik düzeyi arasındaki ilişkilerin araştırılması. *Spor Eğitim Dergisi*, 9(3), 519–528.
- Xie, M., & Weng, Y. (2025). AMPK/mTOR balance during exercise: Implications for insulin resistance in aging muscle. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 480, 5941–5953.

4. Bölüm

Atletik Performans ve Yaralanma Önlemede Alt Ekstremitte Asimetrisinin Rolü: Biyomekanik ve Fizyolojik Perspektif

Enes AKDEMİR¹, Soner AKGÜN²

ÖZET

Alt ekstremitte asimetriteri, ekstremiteler arasında ortaya çıkan nöromüsküler kontrol ve fonksiyonel performans parametrelerindeki farklılıkları ifade etmekte olup, birincil ve ikincil yaralanmaların önlenmesi ve atletik performansın geliştirilmesi için önemlidir. Bu bölümde alt ekstremitte asimetriteri fizyolojik ve biyomekanik açıdan ele alınarak, asimetriterin atletik performansa etkileri, oluşum mekanizmaları ve yaralanma riskleri ile ilişkisi güncel literatür doğrultusunda değerlendirilmiştir. Biyomekanik açıdan asimetriterin eklem yüklenmesini ve hareket ekonomisini olumsuz etkileyerek dengeleyici hareket paternlerine yol açtığı; fizyolojik açıdan ise kas kuvveti, nöromüsküler aktivasyon, tendon özellikleri ve propriyoseptif mekanizmalardaki farklılıklarla ilişkili olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca atletik performans parametreleri ve alt ekstremitte asimetriteri arasındaki ilişkinin performans düzeyi, spor branşı ve değerlendirilen test özelliklerinde göre farklılaşabileceği tespit edilmiştir. Aynı zamanda, kritik asimetri eşiklerinin performans parametrelerini olumsuz olarak etkileyebileceği ve bunun yanında yaralanma insidansını arttırabileceğine yönelik güncel kanıtlar derlenmiştir. Ek olarak, yaralanma önleme stratejileri, kapsamlı tarama protokolleri, nöromüsküler antrenman uygulamaları ve yaralanma sonrası spora dönüş süreçlerindeki asimetri değerlendirme kriterleri ele alınmıştır. Sonuç olarak, alt ekstremitte asimetriterinin yalnızca kuvvet farklılıkları üzerinden değil, biyomekanik, fizyolojik ve fonksiyonel performans bileşenlerini kapsayan bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Gelecekte, giyilebilir teknolojiler, üç boyutlu hareket analiz sistemleri ve uzun dönemli prospektif çalışmaların kullanılmasıyla asimetriterin performans ve yaralanmalar üzerindeki etkilerinin daha kapsamlı biçimde ortaya konulmasının, bireyselleştirilmiş antrenman ve rehabilitasyon programlarının geliştirilmesine önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

¹ Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, Türkiye
(<https://orcid.org/0000-0002-1000-2881-akdemrenes@gmail.com>)

² Spor Bilimleri Fakültesi, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin, Türkiye
(<https://orcid.org/0000-0003-1411-2778-sonerakgun@artvin.edu.tr>)

Anahtar Kelimeler: alt ekstremite, asimetri, , atletik performans, yaralanma

1. Giriş

Kuvvet, güç, koordinasyon, denge ve nöromüsküler kontrol gibi faktörler atletik performansın belirleyicileri arasında yer almaktadır. Bu faktörlerin alt ekstremiteler arasındaki dengeli dağılımı, yalnızca performansın optimizasyonu için değil aynı zamanda yaralanma riskinin minimize edilmesi açısından kritiktir (Parkinson vd., 2021). Alt ekstremite asimetrisi bilateralde ortaya çıkan kuvvet, güç, nöromüsküler aktivasyon veya fonksiyonel performans açısından ortaya çıkan farklılıklar olarak ifade edilmektedir (Bishop vd., 2018). Özellikle dominant tarafın aşırı kullanımı sonucunda ortaya çıkan morfolojik değişimler fonksiyonel dengesizliklere yol açabilmektedir (Sannicandro vd., 2014). Atletik popülasyonda oldukça sık rastlanan ekstremiteler arası asimetri belirlenmiş eşiklere kadar teknik olarak avantaj sağlasa da kritik eşiklerinin üzerindeki asimetri yaralanma riskini arttırmaktadır (Maloney, 2019).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, alt ekstremitede görülen asimetri sprint, yön değiştirme, sıçrama ve fonksiyonel performans göstergeleri üzerinde etkili olabileceğini tespit etmiştir (Akgün vd., 2025; Yılmaz vd., 2025). Özellikle bilateral (iki taraflı) ve unilateral (tek taraflı) kuvvet dengesizliklerinin hareket ekonomisini bozduğu ve performans çıktılarına olumsuz etkilediği saptanmıştır (Bishop vd., 2018; Fox vd., 2023). Ayrıca literatürdeki sistematik derlemeler ve prospektif çalışmalar, kuvvet, sıçrama ve dinamik denge asimetri alt ekstremite yaralanmaları ile ilişkili olabileceğini göstermektedir (Guan vd., 2022). Bu yüzden alt ekstremite asimetrisinin biyomekanik ve fizyolojik perspektiften irdelenmesinin kritik olduğu düşünülmektedir.

Biyomekanik açıdan bakıldığında, alt ekstremitede görülen asimetri hareket esnasında eklemlere uygulanan yük miktarının eşit olmayan şekilde dağılmasına yol açarak hareket verimliliğini düşürmekte ve yaralanma insidansını arttırmaktadır (Helme vd., 2021). Fizyolojik açıdan değerlendirildiğinde ise alt ekstremite asimetri kas kuvvetindeki farklılıklar, nöromüsküler aktivasyon paternleri, kas-tendon ünitesinin mekanik özellikleri ve yorgunluğa verilen fizyolojik yanıtlarla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Heil vd., 2020). Hem yaralanma insidansını arttırabilmesi hem de performansı sınırlandırabilmesi nedeniyle alt ekstremite asimetri alt ekstremite biyomekanik ve fizyolojik boyutları ile incelenmesi atletik performansın optimizasyonu ve yaralanma önleme stratejilerinin geliştirilmesi açısından oldukça kritiktir (Bishop vd., 2018; Fox vd., 2023; Guan vd., 2022).

Sonuç olarak alt ekstremite asimetri hem sportif performansın geliştirilmesi hem de yaralanmaların önlenmesi açısından önemli bir

değerlendirme alanı oluşturmaktadır. Biyomekanik ve fizyolojik mekanizmaların daha iyi anlaşılması, sporcuların performans optimizasyonuna yönelik antrenman programlarının planlanmasına ve yaralanma risklerinin azaltılmasına katkı sağlayacaktır. Bu yüzden, aşağıdaki bölümlerde alt ekstremité asimetrisinin atletik performans ve yaralanma mekanizmalarındaki rolü biyomekanik ve fizyolojik perspektiften kapsamlı bir şekilde detaylandırılacaktır.

2. Alt Ekstremité Asimetrisinin Biyomekanik ve Fizyolojik Temelleri

Alt ekstremité asimetrisi, sağ ve sol taraflardaki kuvvet, tork veya fonksiyonel performans açısından ortaya çıkan farklılıkları ifade etmektedir (Bishop vd., 2018). Literatürde genellikle eşik değer olarak kullanılan %10-15'lik asimetri oranı, atletik performansta anlamlı bir sınırlayıcı ve kritik yaralanma insidansı olarak bildirilmektedir (Carrasco-Fernández vd., 2025). Bu yüzden, doğası gereği insanların hareket sistemlerindeki asimetrik özellikler kritik düzeylere çıktığında atletik performansı olumsuz etkilemekte ve yaralanma risklerinin artmasına sebep olmaktadır (Fox vd., 2023). Özellikle unilateral aksiyonların yoğun bir şekilde gerçekleştirildiği spor branşlarında (futbol, hentbol vb.) aşırı kullanıma bağlı olarak ortaya çıkan adaptasyonlar zamanla belirgin hale gelebilmektedir.

Biyomekanik olarak incelendiğinde alt ekstremité asimetrisi, kuvvet üretiminde ve aktarımında ortaya çıkan farklılıkların bir sonucudur. Atletik popülasyonda, kısa süreli ve yüksek yoğunluklu aksiyonlarda (sprint, sıçrama ve yön değiştirme vb.) bireylerin her iki tarafını eşit düzeyde kullanmıyor olmaları yer reaksiyon kuvvetinin düzensiz dağılımına sebep olmaktadır. Bu nedenle, yüksek yoğunluklu aksiyonlarda bir ekstremitéye daha yüksek düzeyde yük biner ve hareket esnasında dengeleyici mekanizmaları belirgin bir şekilde ortaya çıkar (Keogh vd., 2023). Lin vd., (2022)'nin yaptıkları bir sistematik derlemede özellikle yön değiştirme aksiyonlarında ortaya çıkan asimetrisinin hareket verimliliğini olumsuz olarak etkilediği tespit edilmiştir. Öte yandan sıçrama aksiyonlarındaki kuvvet emilimi farklılıkları iniş fazında alt ekstremité eklemlerine (diz ve bilek) farklı düzeyde yük bindirir ve bu durum yaralanma riskini yükseltir (Forelli vd., 2025; Sugimoto vd., 2025). Ayrıca diz fleksiyonu, kalça ekstansiyonu ve ayak bileği plantar fleksiyonunda görülen dengesizlikler kinematik açıdan hareket paternlerinin değişmesine ve segment koordinasyonunda bozulmalara sebep olur. Bu adaptasyonlar da uzun vadede bazı dokularda aşırı yük oluşması ve hareket ekonomisinin bozulması ile sonuçlanır (García-García vd., 2022; İnce ve Tortu, 2025).

Alt ekstremité asimetrisinin fizyolojik temelini kas kuvveti ve nöromüsküler kontrol mekanizmasındaki dengesizlikler oluşturmaktadır (Parkinson vd., 2021).

Başka bir ifade ile bir ekstremitenin diğer tarafa oranla ürettiği kuvvet, motor ünite aktivasyonu ve kas liflerinin katılım düzeyi gibi farklılıklar, ekstremité asimetrisinin fizyolojik temelidir (Paillard, 2023). Bu durum yoğun olarak kullanılan unilateral hareketlerin bir sonucu olarak ortaya çıkan kronik adaptasyonlardan kaynaklanmaktadır. Araştırmalar, dominant ekstremitenin non-dominant ekstremitéye kıyasla daha yüksek kuvvet üretebildiğini; bunun ise daha yüksek motor ünite ateşleme hızı ve artmış nöral sürüş ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Lecce vd., 2025). Bireylerin dominant taraf ile gerçekleştirdikleri aksiyonları daha yüksek kuvvette ve doğrulukta gerçekleştirmelerinin temelinde periferik kas yapısı ve motor kontroldeki adaptasyonlar vardır (Paillard, 2023). Ayrıca ekstremité asimetrisi sadece bilateralde değil aynı zamanda unilateralde de görülmektedir. Yani tek taraflı incelendiğinde, ekstremitéyi oluşturan agonist-antagonist kas gruplarının ürettikleri kuvvet oraları da asimetrisinin belirlenmesinde kritiktir (İnce ve Tortu, 2025). Literatürde diz eklemine hamstring ve quadriceps kaslarının ürettikleri tork oranının (H/Q) %60-80 aralığında olması gerektiği savunulmaktadır (Fousekis vd., 2010). Bu oranın belirlenen aralıkların dışına çıkması, dizin ekstansiyonu esnasında hamstringlerin eksantrik kontrol mekanizmasının bozulmasına ve dolayısıyla ön çapraz bağ (ACL) yaralanma insidansının yükselmesine sebep olmaktadır (Croisier vd., 2008).

Öte yandan tendon sertliği ve propriyoseptif geri bildirim mekanizmaları da ekstremité asimetrisinde önemli bir rol oynar (Römer vd., 2022). Tendon sertliği iskelet kaslarında üretilen kuvvetin iskelet sistemindeki etkinliğini belirler ve tendon sertliğinde ortaya çıkan farklılıklar elastik enerjinin geri kazanımında ve kuvvet aktarımında dengesizliklere yol açar (Ramírez-delaCruz vd., 2022). Yapılan çalışmalar ekstremiteler arasında ortaya çıkan tendon sertliği dengesizliklerinin yüksek yoğunluklu ve kısa süreli aksiyonlardaki performansı olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir (Ramírez-delaCruz vd., 2022; Römer vd., 2022). Propriyoseptif geri bildirimlerde görülen taraflar arası dengesizlikler ise motor kontrol mekanizmalarında ve hareket paternlerinde asimetrisinin ortaya çıkmasına sebep olur (Heil vd., 2020). Çünkü kas içicikleri, golgi organları ve reseptörlerden gelen propriyoseptif girdiler postüral kontrol ve hareket doğruluğu için oldukça kritiktir (Paillard, 2023). Bu nedenle güncel literatür, nörosensöriyel kontrol mekanizmalarındaki dengesizliklerin biyomekanik asimetrisinin ortaya çıkmasındaki önemli faktörlerden biri olduğunu savunmaktadır (Paillard, 2023).

Sonuç olarak alt ekstremité asimetrisi; biyomekanik yüklenme farklılıkları, nöromüsküler kontrol mekanizmaları ve fizyolojik adaptasyonların etkileşimi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle asimetrisinin değerlendirilmesinde yalnızca kuvvet farklılıklarının değil, hareket kalitesi ve nöromüsküler

özelliklerin de birlikte ele alınması gerekmektedir. Bu yaklaşım, performansın optimize edilmesi ve yaralanma riskinin azaltılması açısından önem taşımaktadır.

3. Sportif Performans ve Asimetri Etkileşimi

Bilateral ve unilateral asimetri kavramları spor bilimlerinde uzunca bir süredir incelenmiş ve performans göstergelerinin temel faktörlerinden biri olarak kabul edilmiştir. Fakat geçmişte asimetri kavramı daha çok olumsuz olarak algılanmış ve atletik performansı negatif yönde etkilediği varsayılmıştır. Fakat son yıllarda yapılan araştırmalar, alt ekstremitelerde asimetrisinin oldukça karmaşık bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle bazı spor branşlarına özgü hareketlerin aşırı kullanımı fonksiyonel adaptasyonların gerçekleşmesine ve buna bağlı olarak görülen asimetrisinin, belirli düzeydeki eşikleri (%10-15) aşmamak şartıyla performansı pozitif yönde etkilediği tesit edilmiştir (Bishop vd., 2018). Fakat kuvvet, güç ve nöromüsküler kontrol açısından belirgin asimetrisi, sprint, sıçrama ve yön değiştirme performansında azalmalarla ilişkilendirilmiştir (Madruga-Parera vd., 2021). Bununla birlikte tespit edilen her asimetrisinin atletik popülasyonun performans parametrelerinde olumsuz etkisinin olacağını savunmak doğru değildir. Zira güncel literatür, asimetrisinin performans üzerindeki etkilerinin sporcu düzeyi, spor branşı ve değerlendirilen atletik performans parametrelerine göre farklılık göstereceğini vurgulanmaktadır (Bishop vd., 2021; Ölmez vd., 2022; Parkinson vd., 2021).

3.1. Kuvvet Performansı ve Asimetri İlişkisi

Kas asimetrisi, vücudun sağ ve sol tarafları arasındaki kuvvet, tork, aktivasyon ve morfolojik özelliklerdeki farklılıkları ifade eder ve özellikle unilateral yüklenmelerin baskın olduğu sporlarda (hentbol, futbol vb) belirgin şekilde ortaya çıkar (Barraza-Gómez vd., 2025; Yılmaz vd., 2019). Atletik popülasyonda yapılan çalışmalar, unilateral veya bilateral kuvvet asimetrisinin kritik eşiklerin üzerinde olmasının yalnızca yaralanma insidansının artmasına değil aynı zamanda yüksek güç gerektiren aksiyonlarda performans kayıplarına sebep olabileceğini ortaya koymaktadır (Akgün, 2026). Ayrıca nöromüsküler kontrol mekanizmasındaki bozulmalar her iki ekstremitelerde eşit kuvvet dağılımını gerçekleştirememesi kısa süreli yüksek yoğunluklu aksiyonlarda performansı sınırlamaktadır (Madruga-Parera vd., 2020). Öte yandan atletik popülasyonun yoğun bir şekilde uyguladığı spesifik becerilerin büyük bölümünde, üst ve alt ekstremiteler arasında karmaşık kinetik zincirlerin gerçekleştirdiği kuvvet aktarım mekanizmaları kritik rol oynar (Maloney, 2019). Bu yüzden asimetri kaynaklı nöromüsküler uyumsuzluklar, segmentler arası kuvvet aktarımında enerji kayıplarına zemin hazırlar ve dolayısıyla hareket ekonomisi olumsuz

etkilenir. Dolayısıyla hareket verimliliğinin azalması atletik performansı olumsuz yönde etkiler.

3.2. Sprint, İvmelenme ve Asimetri İlişkisi

Sporcuların yere etkili ve yüksek düzeyde kuvvet uygulama kapasiteleri sprint performansını etkileyen en temel faktörlerden biridir. Sprintin ilk metrelerindeki yatay yönlü kuvvet aktarımının ivmelenme performansını doğrudan etkilediği araştırmacılar tarafından kabul edilmektedir. Güncel araştırmalar, bu tezi desteklemekte ve yere uygulanan yatay reaksiyon kuvvetinin sprint performansının önemli bir belirleyicisi olduğunu göstermektedir (Moura vd., 2024). Ancak alt ekstremitelerdeki bilateral ve unilateral kuvvet asimetrisi kuvvet aktarımını sınırlamakta ve performansın düşük verimde gerçekleşmesine sebep olmaktadır. Bu yüzden, sprint ve ivmelenme aksiyonlarında yalnızca üretilen maksimum kuvvet değil aynı zamanda her iki taraftaki kuvvet üretiminin ve aktarımının dengesi değerlendirme kriterleri arasında yer almalıdır.

Literatürde alt ekstremitelik asimetrisi ile kısa mesafe sprint parametreleri arasındaki ilişki önemli bir konu ve problem cümlesi olarak görülmektedir. Yapılan bir sistematik derleme ve meta-analiz çalışması yüksek düzeyde interlimb asimetriye sahip sporcuların sprint performansında küçük ila orta düzeyde olumsuz etkiler yaşayabildiğini ortaya koymuştur (Fox vd., 2023). Bunun yanı sıra asimetri düzeyi ve sprint performansı ilişkisinin sporcuların antrenman düzeyleri, spor branşı ve test türüne göre de değişkenlik gösterdiği ifade edilmektedir. Yani sanılanın aksine, alt ekstremitelik arasındaki asimetri oranları sprint performansı için çok boyutlu bir etkiye sahiptir. Nitekim konu özelinde yapılan çalışmalardaki bulgular, sprint performansında yalnızca sporcuların ürettiği maksimal kuvvet veya zemine uyguladığı yatay kuvvet miktarı değil aynı zamanda kuvvet üretiminin simetrik dağılımı, koordinasyon ve nöromüsküler kontrol gibi faktörlerin de önemli rol oynadığını göstermektedir (İnce ve Tortu, 2025). Ayrıca sprint ve ivmelenme aksiyonlarında her iki ekstremitelik sırasıyla itici ve destekleyici rol üstlenirler. İtici bacak hareket için gerekli kuvveti sergilerken diğer taraf vücudun stabilizatörüdür ve kuvvet aktarımında etkin görev alır. Bu yüzden taraflar arasındaki oluşabilecek kuvvet, güç veya nöromüsküler aktivasyon farklılıkları sprint mekaniğinde olumsuz etkiler oluşturabilir ve ivmelenme performansı sınırlanabilir (Fox vd., 2023; İnce ve Tortu, 2025). Dolayısıyla, alt ekstremitelik arasındaki asimetrisinin düzenli olarak izlenmesi, yaralanmaların önlenmesinde ve sprint ve ivmelenme performansında oldukça önemlidir.

3.3. Sıçrama Performansı ve Asimetri İlişkisi

Alt ekstremite kaslarında kısa sürede ve yüksek düzeyde kuvvet üretebilme ve elde edilen bu kuvveti harekete dönüştürebilme kapasitesi tek taraflı ve çift taraflı sıçrama performansının en önemli belirleyicileridir. Literatürde dikey ve yatay sıçrama testleri oldukça yoğun olarak kullanılmakta ve atletik popülasyonun nöromüsküler performanslarının değerlendirilmesinde tercih edilmektedir. Aynı zamanda sıçrama testlerinde tespit edilen yükseklik veya mesafeler büyük ölçüde alt ekstremitelerin ürettiği mekanik güç ile ilişkili olduğu savunulmaktadır (Barraza-Gómez vd., 2025; Bell vd., 2014). Ancak son yıllarda yapılan araştırmalar alt ekstremitelerde görülen kuvvet asimetrisinin sıçrama performansını olumsuz yönde etkileyebildiğini ve performans kaybına sebep olduğunu göstermektedir (Bell vd., 2014; Bishop vd., 2021). Ek olarak, yapılan bir meta-analiz çalışması asimetrisinin sıçrama performansı üzerinde küçük ila orta düzeyde olumsuz etkiler oluşturabileceğini göstermiştir (Fox vd., 2023). Bu yüzden sprint performansının değerlendirilmesinde atletik popülasyonun yalnızca sıçrama yüksekliğine veya mesafesine değil aynı zamanda ekstremiteler arasındaki yükün dağılımına da dikkat edilmesi gerektiği düşünülmektedir. Dolayısıyla ekstremiteler arasındaki kuvvet asimetrisinin sıçrama aksiyonlarındaki üretilen kuvvetin yönünü ve büyüklüğünü etkileyebileceği ve asimetri oranlarının düşürülmesinin performansa olumlu yansıyacağı savunulmaktadır (Bell vd., 2014).

Öte yandan alt ekstremitedeki asimetrisin unilateral ve bilateral aksiyonlarda farklılıklar gösterebilmektedir. Bu yüzden klinisyenler asimetri oranlarının belirlenmesinde dikey ve yatay sıçrama testlerini tek taraflı ve çift taraflı olarak değerlendirmektedir. Tek taraflı sıçrama testleri özellikle ekstremitelerin birbirinden bağımsız bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlaması açısından benzersizdir (Akgün, 2026; Bishop vd., 2021). Literatürde özellikle tek taraflı testlerde (single leg hop tests vb.) yüksek düzeydeki kuvvet asimetrisinin ($\% > 10$) yaralanma riskini arttırdığı ve performansı sınırladığı yönünde çalışmalar mevcuttur (Akgün, 2026). Ayrıca unilateral sıçrama performansındaki farklılıkların yön değiştirme becerisi, sprint performansı ve reaktif kuvvet kapasitesi gibi diğer performans bileşenlerini de etkileyebildiği bildirilmektedir (Maloney, 2019).

4. Yaralanma Risk Faktörlerinin Kontrolü: Koruyucu Stratejiler ve Yaralanma Sonrası Spora Dönüş (RTS)

Alt ekstremite asimetrisi, özellikle sıçrama, yön değiştirme ve pivot gibi dinamik aksiyonların baskın olduğu spor branşlarında hem birincil hem de ikincil yaralanmalar için modifiye edilebilir temel risk faktörlerinden biri olarak tanımlanmaktadır (Keogh vd., 2023). Literatürde, ekstremiteler arası $\%10$ 'luk

asimetri oranının yüksek yaralanma riskine sahip sporcuları tespit etmede kritik bir eşik olduğu; diz fleksör ve ekstansörlerinde %15'i aşan kuvvet dengesizliklerinin ise yaralanma insidansını anlamlı ölçüde artırdığı bildirilmektedir (García-García vd., 2022). Özellikle ACL rekonstrüksiyonu sonrası spora dönüş (RTS) aşamasında, sporcular yüksek fonksiyonel performans sergileseler dahi biyomekanik ve nöromüsküler asimetrielerin kronikleşerek devam ettiği görülmektedir (Hewett vd., 2013). RTS aşamasında belirgin biyomekanik asimetrilere sahip olan sporcularda, asimetrisi olmayanlara kıyasla ilk bir yıl içinde aynı ekstremiteden tekrar yaralama olasılıklarının en az üç kat daha yüksek olduğu saptanmıştır (Tajdini vd., 2021). Ayrıca, dikey sıçrama testlerinde artmış diz abduksiyon momentleri ve ekstremiteler arası diz ekstansör moment asimetrisi, ikincil yaralanma riskini yüksek özgüllük ve duyarlılıkla yordamaktadır (Di Stasi vd., 2013; Lem vd., 2022).

Asimetriye bağlı yaralanma riskini artıran fizyolojik faktörlerin başında, eksantrik ve konsantrik kuvvet parametrelerindeki yetersizlikler ile kuvvet üretim hızındaki kayıplar gelmektedir. ACL rekonstrüksiyonu geçirmiş ekstremitelerde, sağlam tarafa ve sağlıklı kontrol gruplarına kıyasla diz ekstansör ve fleksörlerinin kuvvet üretim hızında cerrahi sonrası uzun süreli bir baskılanma olduğu rapor edilmiştir (Turpeinen vd., 2020). Bu bilateral kuvvet ve yüklenme asimetrisinin cerrahi müdahalenin üzerinden aylar geçmesine rağmen devam etmesi, sporcuların hareket esnasında telafi edici yük aktarım stratejileri geliştirmelerine yol açmaktadır (Gokeler vd., 2022). Tek bacak kuvvet emilimi ve üretimi arasındaki bu dengesizlikler, spora tam dönüş gerçekleşse dahi cerrahiden bağımsız olarak kalıcı olabilmektedir (Myer vd., 2012). Bu bağlamda, RTS kararlarının alınmasında izokinetik dinamometre ölçümlerinin objektif bir veri sağladığı ve RTS öncesi bilateral quadriceps kuvvet simetrisinin %90'ın üzerine çıkarılmasının, diz yeniden yaralanma oranlarını anlamlı seviyede düşürdüğü vurgulanmaktadır (Ganeva vd., 2023).

Yaralanma risk faktörlerinin yönetiminde yalnızca biyomekanik ve fizyolojik parametreler değil, psikolojik faktörlerin asimetri ile olan etkileşimi de dikkate alınmalıdır (Keogh vd., 2023). Artan ağrı algısı, kinezyofobi (hareket korkusu) ve yeniden yaralanma endişesinin alt ekstremitte asimetrisiyle pozitif yönde ilişkili olduğu saptanmıştır. Örneğin kinezyofobi, yürüyüş biyomekaniğinde dikey yer reaksiyon kuvvetleri ve alt ekstremitte kas aktivasyonunda belirgin asimetrilere yol açarak mekanik yükün eşit dağılımını engellemektedir (Tajdini vd., 2021). Spora başarılı bir dönüş yapılmış olsa dahi, yeniden yaralanma korkusunun devam etmesi sporcuların algıladıkları alt ekstremitte fonksiyonellik düzeyini düşürmektedir (Almansour vd., 2023). Diğer taraftan, yeterli fizyolojik iyileşme sağlanmadan ortaya çıkan aşırı özgüven ve yüksek psikolojik

hazırbulunuşluk durumunun, paradoksal biçimde ikincil diz yaralanması riskini artırabileceği de literatürde tartışılmaktadır (Romero-Padron vd., 2026). Bu bulgular, asimetri ve performans değerlendirmelerinin biyopsikososyal bir model çerçevesinde ele alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Asimetri kaynaklı yaralanmaları önlemeye yönelik stratejiler; kapsamlı tarama protokolleri, spora özgü değerlendirmeler ve nöromüsküler antrenman müdahalelerini içermektedir. Sezon öncesi uygulanan, izometrik kuvvet asimetrisi, tek bacak üçlü sıçrama ve iniş hatası skorumu (LESS) birleştiren test bataryalarının sporcuları risk gruplarına ayırmada yüksek duyarlılığa sahip olduğu belirtilmektedir (Tsarbou vd., 2023). Bununla birlikte giyilebilir teknoloji sistemleri, laboratuvar ortamındaki statik verilerin sahaya taşınmasını sağlayarak, yön değiştirme ve kesme (cutting) manevraları sırasında diz valgus ve kalça abdüksiyonu gibi biyomekanik risk profillerinin dinamik olarak izlenmesine olanak tanımaktadır (Di Paolo vd., 2025; Keogh vd., 2023). Geleneksel taramaların yaralanma sonrası oluşan algısal-motor-bilişsel nöroplastik değişimleri gözden kaçırabildiği göz önüne alındığında, spora özgü fonksiyonları değerlendiren çok yönlü saha testlerinin gerekliliği vurgulanmaktadır (Smith vd., 2024).

RTS, doku iyileşme süresine dayalı bir karar olmaktan ziyade, objektif kriterlere dayalı bir süreklilik olarak kabul edilmelidir. Zamana dayalı yaklaşımlar, ikincil yaralanma riskini artıran nöromüsküler kontrol eksikliklerini ve kuvvet asimetrisini tespit etmede çoğunlukla yetersiz kalmaktadır (Myer vd., 2012). Nitekim araştırmalar, birincil cerrahi sonrası erken RTS'nin greft rüptürü riskini ciddi oranda artırdığını; RTS'nin dokuzuncu aya kadar ertelendiği her ek ay için yeniden yaralanma riskinin %51 azaldığını göstermektedir (Capin vd., 2017; Ganeva vd., 2023). RTS karar algoritmalarında klasik ekstremite simetri indekslerinden (LSI) ziyade enerji emilim katkısına (EAC) dayalı yeni nesil simetri indekslerinin kullanılması, gözden kaçan eklem yüklenme asimetrisini tespit etmek açısından şiddetle önerilmektedir (Sugimoto vd., 2025). Ayrıca, sportif müsabakaların tekrarlı yüksek şiddetli yavaşlama fazları içerdiği göz önüne alındığında, yavaşlama kapasitesindeki asimetrisinin rehabilitasyon süresince titizlikle izlenmesi spora güvenli dönüşün kritik bileşenlerinden biridir (Forelli vd., 2025; Taberner vd., 2020).

5. Sonuç ve Gelecek Perspektifleri

Alt ekstremite asimetrisi, günümüzde yalnızca ekstremite arasındaki kuvvet farklılıklarını ifade eden basit bir performans göstergesi olarak değil; biyomekanik, nöromüsküler ve fizyolojik mekanizmaların etkileşimi sonucunda ortaya çıkan çok boyutlu bir yapı olarak değerlendirilmektedir. Mevcut bölümde

sunulan bilimsel kanıtlar, belli oranlar içerisindeki asimetrielerin spesifik spor branşlarındaki adaptasyonların bir yansıması olabileceğini, fakat kritik eşiklerin üzerindeki asimetrielerin hem atletik performansı olumsuz olarak etkileyebileceğini hem de yaralanma insidansını arttırabileceğini göstermektedir.

Öte yandan, atletik popülasyondaki asimetri değerlendirmelerindeki izole kuvvet testlerinin, biyomekanik analizler, fonksiyonel performans testleri, spora özgü hareket analizleri ve nöromüsküler kontrol değerlendirmeleri ile desteklenmesi kritiktir. Aynı zamanda gerek aktif sezonda ve gerekse de sezon öncesi tarama süreçlerinde asimetri oranlarının planlı bir şekilde takip edilmesi, bireysel antrenman programlarının tasarlanmasına ve spora dönüş kararlarının isabetli bir şekilde verilmesine katkı sağlayacaktır. Böylece performansın optimize edilmesiyle birlikte birincil ve ikincil yaralanmaların önlenmesine yönelik daha etkili stratejiler geliştirilebilecektir.

Gelecekte yapılması planlanan araştırmalarda, spor branşlarına özgü referans asimetri değerlerinin saptanmasına odaklanılması önemlidir. Çünkü her bir spor branşının gerektirdiği atletik performans parametreleri ve hareket paternleri farklılık gösterebildiğinden, asimetri oranlarının kritik eşikleri de farklılaşabilmektedir. Ayrıca üç boyutlu hareket analizi sistemleri, giyilebilir sensör teknolojileri, yapay zekâ destekli veri analizi ve uzun dönemli prospektif araştırmalar kullanılarak asimetrielerin performans ve yaralanmalar üzerindeki neden-sonuç ilişkilerinin daha ayrıntılı biçimde ortaya konulmasına katkı sağlayacaktır. Sonuç olarak, alt ekstremité asimetrielerinin multidisipliner bir yaklaşımla değerlendirilmesi; performans optimizasyonu, yaralanmaların önlenmesi ve güvenli spora dönüş süreçlerinin geliştirilmesinde spor bilimlerinin öncelikli araştırma alanlarından biri olmaya devam edecektir.

KAYNAKLAR

- Akgün, S. (2026). Is the 10% Asymmetry Threshold Important in Team Handball? Interlimb Asymmetry and Threshold-Based Performance Analysis in Lower-Limb Functional Tests. *Sports health*, 19417381261457116. <https://doi.org/10.1177/19417381261457117>
- Akgün, S., Yılmaz, A. K., Ölmez, C., Ermiş, A., Ermiş, E., Akdemir, E., Anıl, B., Korkmaz, E. ve Kumru, D. (2025). The Relationship Between Functional Hopping Performance and Foot Posture Index in Elite female handball players. *Research in Sport Education and Sciences*, 27(3), 228–237. <https://doi.org/10.62425/rses.1640660>
- Almansour, A., Madkhali, M., Alzhrani, M., Alanazi, A., Aldaihan, M. M., Alamri, Y. H., Manzar, M. D., Nambi, G., Baba, M. R. ve Kashoo, F. Z. (2023). Does fear of re-injury affect the self-perceived level of lower limb functionality among soccer players with ACL reconstruction?: A cross-sectional study. *Medicine*, 102(44), e35645. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000035645>
- Barraza-Gómez, F., Garcés-Cariglio, R., López-Fuenzalida, A., Lira-Mendiguren, C., Hinojosa-Torres, C. ve Báez-San Martín, E. (2025). Asymmetries in strength and power of the lower extremities in the Chilean junior national handball team. *Retos*, 73, 14–25. <https://doi.org/10.47197/retos.v73.111934>
- Bell, D. R., Sanfilippo, J. L., Binkley, N. ve Heiderscheit, B. C. (2014). Lean Mass Asymmetry Influences Force and Power Asymmetry During Jumping in Collegiate Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 28(4), 884–891. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000367>
- Bishop, C., Lake, J., Loturco, I., Papadopoulos, K., Turner, A. ve Read, P. (2021). Interlimb Asymmetries: The Need for an Individual Approach to Data Analysis. *Journal of strength and conditioning research*, 35(3), 695–701. <https://doi.org/10.1519/JSC.00000000000002729>
- Bishop, C., Turner, A. ve Read, P. (2018). Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: a systematic review. *Journal of sports sciences*, 36(10), 1135–1144. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1361894>
- Capin, J. J., Khandha, A., Zarzycki, R., Manal, K., Buchanan, T. S. ve Snyder-Mackler, L. (2017). Gait mechanics and second ACL rupture: Implications for delaying return-to-sport. *Journal of Orthopaedic Research*, 35(9), 1894–1901. <https://doi.org/10.1002/jor.23476>
- Carrasco-Fernández, L., García-Sillero, M., García-Romero, J. ve Benítez-

- Porres, J. (2025). Lower Limb Injuries in Women's Handball, Protocols, and Most Common Tests: A Systematic Review. *Translational sports medicine*, 2025(1), 6662321. <https://doi.org/10.1155/tsm2/6662321>
- Croisier, J.-L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M. ve Ferret, J.-M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 36(8), 1469–1475. <https://doi.org/10.1177/0363546508316764>
- Di Paolo, S., Viotto, M., Mendicino, M., Valastro, C., Grassi, A. ve Zaffagnini, S. (2025). Testing ACL-Reconstructed Football Players on the Field: An Algorithm to Assess Cutting Biomechanics Injury Risk Through Wearable Sensors. *Sports (Basel, Switzerland)*, 13(11), 391. <https://doi.org/10.3390/sports13110391>
- Di Stasi, S. L., Løgerstedt, D., Gardinier, E. S. ve Snyder-Mackler, L. (2013). Gait patterns differ between ACL-reconstructed athletes who pass return-to-sport criteria and those who fail. *The American journal of sports medicine*, 41(6), 1310–1318. <https://doi.org/10.1177/0363546513482718>
- Forelli, F., Moiroux-Sahraoui, A., Nekhouf, B., Bouzekraoui Alaoui, I., Vandebrouck, A., Duffiet, P., Ratte, L., Bialy, M., Bjerregaard, A., Mazeas, J., Douryang, M. ve Rambaud, A. (2025). Is Deceleration the Key Element in Vertical Jump Performance to Return to Sport After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction With Hamstring Graft? A Preliminary Study. *International journal of sports physical therapy*, 20(9), 1321–1329. <https://doi.org/10.26603/001c.142878>
- Fousekis, K., Tsepis, E. ve Vagenas, G. (2010). Lower limb strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. *Journal of sports science & medicine*, 9(3), 364–373. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24149628>
- Fox, K. T., Pearson, L. T. ve Hicks, K. M. (2023). The effect of lower inter-limb asymmetries on athletic performance: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 18(6), e0286942. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286942>
- Ganeva, M., Tsvetkova-Gaberska, M., Kanelov, I. ve Pencheva, N. (2023). Muscle strength evaluation after anterior cruciate ligament reconstruction using isokinetic dynamometry. *Journal of IMAB - Annual Proceeding (Scientific Papers)*, 29(4), 5220–5225. <https://doi.org/10.5272/jimab.2023294.5220>
- García-García, O., Molina-Cárdenas, Á., Álvarez-Yates, T., Iglesias-Caamaño, M. ve Serrano-Gómez, V. (2022). Individualized Analysis of Lateral Asymmetry Using Hip-Knee Angular Measures in Soccer Players: A New

- Methodological Perspective of Assessment for Lower Limb Asymmetry. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(8), 4672. <https://doi.org/10.3390/ijerph19084672>
- Gokeler, A., Dingenen, B. ve Hewett, T. E. (2022). Rehabilitation and Return to Sport Testing After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Where Are We in 2022? *Arthroscopy, sports medicine, and rehabilitation*, 4(1), e77–e82. <https://doi.org/10.1016/j.asmr.2021.10.025>
- Guan, Y., Bredin, S. S. D., Taunton, J., Jiang, Q., Wu, N. ve Warburton, D. E. R. (2022). Association between Inter-Limb Asymmetries in Lower-Limb Functional Performance and Sport Injury: A Systematic Review of Prospective Cohort Studies. *Journal of clinical medicine*, 11(2), 360. <https://doi.org/10.3390/jcm11020360>
- Heil, J., Loffing, F. ve Büsch, D. (2020). The Influence of Exercise-Induced Fatigue on Inter-Limb Asymmetries: a Systematic Review. *Sports medicine - open*, 6(1), 39. <https://doi.org/10.1186/s40798-020-00270-x>
- Helme, M., Tee, J., Emmonds, S. ve Low, C. (2021). Does lower-limb asymmetry increase injury risk in sport? A systematic review. *Physical Therapy in Sport*, 49, 204–213. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2021.03.001>
- Hewett, T. E., Di Stasi, S. L. ve Myer, G. D. (2013). Current concepts for injury prevention in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 41(1), 216–224. <https://doi.org/10.1177/0363546512459638>
- İnce, İ. ve Tortu, E. (2025). Association between intra and inter-limb strength asymmetry with sprint kinematics and force-velocity profile in youth team athletes. *The Knee*, 52, 99–107. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2024.10.020>
- Keogh, J. A. J., Waddington, E. E., Masood, Z., Mahmood, S., Palanisamy, A. C., Ruder, M. C., Karsan, S., Bishop, C., Jordan, M. J., Heisz, J. J. ve Kobsar, D. (2023). Monitoring lower limb biomechanical asymmetry and psychological measures in athletic populations-A scoping review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 33(11), 2125–2148. <https://doi.org/10.1111/sms.14460>
- Lecce, E., Del Vecchio, A., Nuccio, S., Felici, F., & Bazzucchi, I. (2025). Higher dominant muscle strength is mediated by motor unit discharge rates and proportion of common synaptic inputs. *Scientific Reports*, 15(1), 8269.
- Lem, H. W., Cheng, S.-C., Chang, H.-Y., Hung, M.-H. ve Yeh, W.-L. (2022). Single leg drop jump performance identifies functional deficit in collegiate athletes who have returned to sports after ACL reconstruction: A case-control study. *Medicine*, 101(49), e31790.

<https://doi.org/10.1097/MD.00000000000031790>

- Lin, J., Shen, J., Zhou, A., Badicu, G. ve Grosz, W. R. (2022). The Effects of Inter-Limb Asymmetry on Change of Direction Performance: A Systematic Review. *Symmetry*, 14(10), 2177. <https://doi.org/10.3390/sym14102177>
- Madruga-Parera, M., Bishop, C., Beato, M., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Gonzalo-Skok, O. ve Romero-Rodríguez, D. (2021). Relationship Between Interlimb Asymmetries and Speed and Change of Direction Speed in Youth Handball Players. *Journal of strength and conditioning research*, 35(12), 3482–3490. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003328>
- Madruga-Parera, M., Bishop, C., Fort-Vanmeerhaeghe, A., Beltran-Valls, M. R., Skok, O. G. ve Romero-Rodríguez, D. (2020). Interlimb Asymmetries in Youth Tennis Players: Relationships With Performance. *Journal of strength and conditioning research*, 34(10), 2815–2823. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003152>
- Maloney, S. J. (2019). The Relationship Between Asymmetry and Athletic Performance: A Critical Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(9), 2579–2593. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002608>
- Moura, T. B. M. A., Leme, J. C., Nakamura, F. Y., Cardoso, J. R. ve Moura, F. A. (2024). Determinant biomechanical variables for each sprint phase performance in track and field: A systematic review. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 19(1), 488–509. <https://doi.org/10.1177/17479541231200526>
- Myer, G. D., Martin, L., Ford, K. R., Paterno, M. V, Schmitt, L. C., Heidt, R. S., Colosimo, A. ve Hewett, T. E. (2012). No association of time from surgery with functional deficits in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: evidence for objective return-to-sport criteria. *The American journal of sports medicine*, 40(10), 2256–2263. <https://doi.org/10.1177/0363546512454656>
- Ölmez, C., Şar, H., Akgün, S., & Hammami, N. (2022). Tenisçilerde İzokinetik Kalça Kuvveti ile İlişkili Motor Özelliklerin İncelenmesi. *Mediterranean Journal of Sport Science*, 5(Özel Sayı 1), 230-241.
- Paillard, T. (2023). Asymmetry of Movement and Postural Balance and Underlying Functions in Humans. *Symmetry*, 15(3), 759. <https://doi.org/10.3390/sym15030759>
- Parkinson, A. O., Apps, C. L., Morris, J. G., Barnett, C. T. ve Lewis, M. G. C. (2021). The Calculation, Thresholds and Reporting of Inter-Limb Strength Asymmetry: A Systematic Review. *Journal of sports science & medicine*, 20(4), 594–617. <https://doi.org/10.52082/jssm.2021.594>

- Ramírez-de la Cruz, M., Bravo-Sánchez, A., Esteban-García, P., Jiménez, F. ve Abián-Vicén, J. (2022). Effects of Plyometric Training on Lower Body Muscle Architecture, Tendon Structure, Stiffness and Physical Performance: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports medicine - open*, 8(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s40798-022-00431-0>
- Römer, C., Czupajllo, J., Zessin, E., Fischer, T., Wolfarth, B. ve Lerchbaumer, M. H. (2022). Muscle and Tendon Stiffness of the Lower Limb of Professional Adolescent Soccer Athletes Measured Using Shear Wave Elastography. *Diagnostics*, 12(10), 1453. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12102453>
- Romero-Padron, M. A., Weldon, N., Atteberry, M., Werner, D. M., Kallman, T., Tao, M. A. ve Wellsandt, E. (2026). Muscle performance but not biomechanics associate with second knee injury in a matched cohort of athletes who passed functional return-to-sport criteria after ACL reconstruction. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*, 34(3), 1118–1130. <https://doi.org/10.1002/ksa.70245>
- Sannicandro, I., Cofano, G., Rosa, R. A. ve Piccinno, A. (2014). Balance training exercises decrease lower-limb strength asymmetry in young tennis players. *Journal of sports science & medicine*, 13(2), 397–402. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24790496>
- Smith, C., Grooms, D. R. ve Bradley, H. (2024). Enhancing Return to Alpine Skiing: Integrating Perceptual-Motor-Cognitive Considerations in Testing and Progressions: A Clinical Commentary. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 19(7), 923–934. <https://doi.org/10.26603/001c.120285>
- Sugimoto, Y. A., Garrison, J. C., Acosta, A. M. ve Dewald, J. P. A. (2025). A Novel Approach to the Assessment of Limb Loading Symmetry in Adolescent Athletes with and without a History of Ankle Sprains Prior to an ACL-R. *Medicine and science in sports and exercise*, 57(12), 2929–2935. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003826>
- Taberner, M., van Dyk, N., Allen, T., Jain, N., Richter, C., Drust, B., Betancur, E. ve Cohen, D. D. (2020). Physical preparation and return to performance of an elite female football player following ACL reconstruction: a journey to the FIFA Women's World Cup. *BMJ open sport & exercise medicine*, 6(1), e000843. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2020-000843>
- Tajdini, H., Letafatkar, A., Brewer, B. W. ve Hosseinzadeh, M. (2021). Association between Kinesiophobia and Gait Asymmetry after ACL Reconstruction: Implications for Prevention of Reinjury. *International journal of environmental research and public health*, 18(6), 3264. <https://doi.org/10.3390/ijerph18063264>

- Tsarbou, C., Liveris, N. I., Xergia, S. A., Tsekoura, M., Fousekis, K. ve Tsepis, E. (2023). Pre-Season ACL Risk Classification of Professional and Semi-Professional Football Players, via a Proof-of-Concept Test Battery. *Applied Sciences*, 13(13), 7780. <https://doi.org/10.3390/app13137780>
- Turpeinen, J.-T., Freitas, T. T., Rubio-Arias, J. Á., Jordan, M. J. ve Aagaard, P. (2020). Contractile rate of force development after anterior cruciate ligament reconstruction-a comprehensive review and meta-analysis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 30(9), 1572–1585. <https://doi.org/10.1111/sms.13733>
- Yılmaz, A. K., Akgün, S., Salkılıç, E. K., Anıl, B., Akdemir, E., Aktaş, B., Karaduman, E. ve Kabadayı, M. (2025). The relationship between agility and lower extremity strength in female basketball players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 198. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01250-y>
- Yılmaz, A. K., Kabadayı, M., Bostancı, Ö., Özdal, M. ve Mayda, M. H. (2019). Analysis of isokinetic knee strength in soccer players in terms of selected parameters. *Physical Education of Students*, 23(4), 209–216.

5. Bölüm

Teniste Atletik Performansın Önemi

Halit ŞAR¹

Özet

Tenis, yalnızca teknik beceriye dayanan bir spor dalı değildir. Günümüz tenisinde başarı, teknik-taktik yeterlilik ile atletik kapasitenin bütünlüşmesine bağlıdır. Bir tenisçinin yüksek servis hızı üretebilmesi, tekrarlayan rallilerde doğru pozisyon alabilmesi, yön değiştirme sırasında dengesini koruyabilmesi, maç süresi uzadıkça karar verme kalitesini sürdürebilmesi ve sakatlık riskini azaltabilmesi için kuvvet, güç, çeviklik, sürat, dayanıklılık, mobilite, koordinasyon ve toparlanma kapasitesinin birlikte geliştirilmesi gerekir.

Son yıllarda tenis performansı üzerine yapılan çalışmalar, yalnızca kort içi teknik tekrarların performans gelişimi için yeterli olmadığını göstermektedir. Pliometrik, nöromüsküler, fonksiyonel, direnç ve kort içi sprint antrenmanlarının doğru doz ve periyotlama ile uygulandığında servis hızı, sprint performansı, çeviklik, yön değiştirme becerisi ve kas kuvveti üzerinde önemli katkılar sağlayabildiği bildirilmektedir. Bu nedenle tenis antrenmanı, yalnızca vuruş tekrarlarından oluşan teknik bir süreç olarak değil; vuruşun arkasındaki biyomekanik yapıyı, enerji sistemlerini, yüklenme-toparlanma dengesini ve sakatlık önleyici kuvvet altyapısını kapsayan bütüncül bir performans süreci olarak ele alınmalıdır.

Bu bölümde, teniste atletik performansın önemi güncel bilgiler ışığında ayrıntılı biçimde ele alınmakta; tenis oyuncularını, antrenörleri, kondisyonerleri, spor hekimleri ve akademik çalışma yapan araştırmacılar için uygulanabilir bir çerçeve sunulmaktadır. Bölümde atletik performansın yalnızca maç kazanma üzerindeki etkisi değil, aynı zamanda uzun vadeli sporcu sağlığı, antrenman verimliliği, kariyer sürdürülebilirliği ve bireyselleştirilmiş performans planlaması açısından taşıdığı önem de vurgulanmaktadır.

¹ Spor Bilimleri Fakültesi, Sinop Üniversitesi, Sinop, Türkiye
(<https://orcid.org/0000-0001-9866-5403> - hsar@sinop.edu.tr)

GİRİŞ

Tenis yapılan branşlar içinde en zor olan sporlardan biridir. Teniste fiziksel parametreler çok önem arz etmektedir. Zor bir brans olan teniste motor beceriler çok üst düzeyde olmalıdır. Motor beceriler ile birlikte atletik performans teniste başarıyı ve gelişimi etkileyen en önemli parametrelerdir.

Bu bağlamda atletik performans tenis sporunda oldukça önemli bir yere sahiptir.

1. Modern Teniste Atletik Performansın Önemi

Tenis, açık beceri gerektiren, yüksek belirsizlik içeren, rakibe ve çevresel koşullara sürekli uyum isteyen karmaşık bir spor dalıdır. Oyuncu her puanda farklı hızda gelen topa, farklı spin miktarına, değişen kort zeminine, skor baskısına ve rakibin taktik tercihlerine cevap vermek zorundadır. Bu nedenle teniste teknik yeterlilik, ancak gerekli atletik kapasiteyle desteklendiğinde gerçek maç performansına dönüşebilir. Oyuncunun topa doğru zamanda, doğru mesafede ve dengeli bir pozisyonda ulaşamaması, en doğru vuruş tekniğinin bile sahada etkili biçimde uygulanmasını engelleyebilir. Bu bağlamda atletik performans, tekniğin sahada uygulanabilirliğini sağlayan biyomekanik ve fizyolojik temel olarak değerlendirilmelidir.

Modern tenis, geçmiş dönemlere kıyasla daha hızlı, daha güçlü ve daha fiziksel bir oyun yapısına sahiptir. Profesyonel ve üst düzey genç oyunculara yüksek raket hızı, güçlü servis, patlayıcı ilk adım, hızlı frenleme, tekrar eden yan koşular, uzun maçlara dayanabilme ve yüzlerce kez yön değiştirebilme temel performans gereksinimleri arasında yer almaktadır. Tenis fizyolojisini inceleyen çalışmalar, oyunun kısa süreli patlayıcı eforlar ile tekrarlayan toparlanma aralıklarından oluştuğunu göstermektedir. Bu nedenle tenis performansında anaerobik güç, aerobik toparlanma kapasitesi ve nöromüsküler verimliliğin birlikte geliştirilmesi gerekmektedir (Kovacs, 2006; Kilit et al., 2016).

Atletik performans, yalnızca maç içi başarı açısından değil, sakatlıkların önlenmesi açısından da kritik öneme sahiptir. Servis ve forehand gibi yüksek hızlı hareketlerde omuz, dirsek, el bileği, bel, kalça, diz ve ayak bileği zincir halinde çalışır. Bu kinetik zincirin herhangi bir halkasındaki yetersizlik, yükün başka bir bölgeye aşırı aktarılmasına neden olabilir. Örneğin yetersiz kalça rotasyonu veya gövde stabilitesi, omuz ve dirsek bölgesinde aşırı yüklenmeye yol açabilir. Güncel sakatlık önleme yaklaşımları, yüksek performans tenisinde sakatlık riskinin yük yönetimi, kinetik zincir kondisyonu, teknik düzenlemeler ve ekipman özelliklerinin birlikte değerlendirilmesiyle azaltılabileceğini vurgulamaktadır (Amor-Salamanca et al., 2025).

2. Tenisin Fizyolojik ve Maç İçi Talepleri

Tenis maçları süre bakımından çok değişkendir. Bir maç 45 dakika da sürebilir, 3 saatin üzerine de çıkabilir. Aynı maç içinde kısa patlayıcı ralliler, uzun savunma rallileri, servis oyunları, tie-break baskısı, sıcak-soğuk çevresel koşullar ve mental dalgalanmalar bulunabilir. Bu değişkenlik, tenisi klasik dayanıklılık ya da salt sürat sporu olmaktan çıkarır; tenis karma enerji sistemi gerektiren, aralıklı yüksek yoğunluklu bir spor olarak değerlendirilmelidir.

Oyuncu bir puan içinde 1-10 saniye arasında çok yoğun hareket edebilir; ardından kısa bir toparlanma süresi gelir. Ancak bu kısa toparlanmalar maç boyunca yüzlerce kez tekrarlanır. Bu yapı, ATP-PC sistemi ve anaerobik glikolizi patlayıcı eforlarda önemli hâle getirirken, puanlar arası toparlanma ve maçın son bölümlerinde performansı koruma için aerobik sistemin de güçlü olmasını gerektirir. Kovacs (2006), tenisin çok sayıda kısa patlayıcı eforun tekrarından oluştuğunu ve antrenman tasarımı bu özgün fizyolojik yapının dikkate alınması gerektiğini belirtmiştir.

Kort zemini, oyun stilini ve fizyolojik talebi değiştirir. Toprak kortta ralliler daha uzun olabilir, kayma-frenleme becerisi ve kas dayanıklılığı daha fazla önem kazanabilir. Sert kortta ani yön değiştirme, reaktif çeviklik ve eklem yüklenmesi belirgin olabilir. Çim kortta ise daha hızlı top, daha kısa reaksiyon süresi ve alçak vuruş pozisyonları ön plana çıkabilir. Bu nedenle fiziksel hazırlık, oyuncunun oynadığı zemine, turnuva takvimine ve oyun stiline göre dönemselleştirilmelidir.

Teniste fiziksel talep yalnızca koşu mesafesiyle ölçülemez. Oyuncu kısa mesafelerde hızlanır, frenler, yana kayar, çapraz koşar, tek ayak üzerinde vuruş yapar, rotasyon üretir ve sonra yeniden pozisyon alır. Bu nedenle toplam mesafe kadar, yüksek yoğunluklu hareket sayısı, frenleme sayısı, lateral hareket kalitesi, vuruş sonrası toparlanma hızı ve karar verme süresi de performans göstergeleri arasında yer almalıdır.

3. Atletik Performans Bileşenleri

Teniste atletik performans çok boyutludur. Temel bileşenler kuvvet, güç, sürat, çeviklik, dayanıklılık, esneklik, denge, koordinasyon, reaksiyon, ritim, nöromüsküler kontrol ve toparlanma kapasitesidir. Bu bileşenlerden biri zayıf kaldığında oyuncunun teknik üretimi de sınırlanır. Örneğin zayıf alt ekstremite gücü, servis sırasında yerden kuvvet üretimini azaltabilir; yetersiz çeviklik, oyuncunun ideal vuruş noktasına geç kalmasına yol açabilir; düşük aerobik kapasite ise maçın son setlerinde karar kalitesini bozabilir.

Lambrich ve Muehlbauer'in (2022) sistematik derleme ve meta-analizi, elit tenisçiler ile sub-elit tenisçiler arasındaki farkların özellikle alt ekstremite kas gücü, dayanıklılık ve çeviklikte belirginleştiğini göstermiştir. Bu bulgu, teknik

beceriye benzer düzeyde sahip oyuncular arasında fiziksel özelliklerin maç sonucunu belirleyebileceğini desteklemektedir. Başka bir ifadeyle atletik performans, teknik beceriyi sahada tekrar edilebilir ve baskı altında sürdürülebilir kılan temeldir.

Sürat ve çeviklik, teniste yalnızca hızlı koşmak anlamına gelmez. Oyuncu çoğu zaman 3-5 metrelik çok kısa mesafelerde patlayıcı ilk adım atar, rakibin vuruş yönünü okur, küçük ayak hareketleriyle vuruş mesafesini ayarlar ve vuruş sonrası hızla merkeze döner. Bu nedenle düz sprint testleri tenis için tek başına yeterli değildir; tenis performansı yön değiştirme, reaktif çeviklik ve vuruşla bütünüleşen hareket kalitesiyle değerlendirilmelidir.

Kuvvet ve güç, servis hızı, forehand gücü, sıçrama, frenleme ve sakatlık direnci için gereklidir. Ancak tenis oyuncusunda kuvvet gelişimi vücut ağırlığını gereksiz artırmadan, hareket hızını düşürmeden ve eklem hareket açıklığını kısıtlamadan planlanmalıdır. Teniste amaç yalnızca yüksek ağırlık kaldırmak değil; kuvveti kortta hızlı, koordineli ve teknikle uyumlu biçimde kullanabilmektir.

4. Servis Performansı ve Kinetik Zincir

Servis, teniste puanı doğrudan başlatan ve oyuncuya taktik avantaj sağlayan en önemli vuruşlardan biridir. Servis hızı, servis yüzdesi, ikinci servis kalitesi ve servis sonrası ilk topu karşılama maç kazanma olasılığını etkiler. Bu nedenle servis performansı yalnızca kol gücüyle açıklanamaz. Yer reaksiyon kuvvetinden başlayıp ayak bileği, diz, kalça, pelvis, gövde, omuz, dirsek, el bileği ve rakete kadar uzanan kinetik zincirin verimliliğiyle ilişkilidir.

Güncel bir saha temelli çerçeve çalışması, tenis servisinde kuvvet ve hareketin proksimalden distale aktarıldığını; hareketin yerden başladığını, alt ekstremita ekstansiyonu ve gövde rotasyonunun üst ekstremitaya enerji aktarımı için kritik olduğunu vurgulamaktadır (Kwon, 2026). Bu yaklaşım, servis geliştirmek isteyen oyuncuda yalnızca omuz veya kol çalışmasının yeterli olmayacağını; alt vücut gücü, kalça mobilitesi, gövde stabilitesi, skapular kontrol ve omuz elastikiyetinin birlikte değerlendirilmesi gerektiğini gösterir.

Deng ve arkadaşlarının (2025) servis hızı üzerine yaptığı sistematik derleme ve meta-analiz, direnç antrenmanının servis hızını artırmada etkili olduğunu, çok bileşenli antrenmanların ise daha güçlü etki gösterebildiğini bildirmiştir. Bu bulgu, servis performansının tek bir egzersizle değil; kuvvet, güç, rotasyon, koordinasyon ve teknik entegrasyon içeren programlarla daha iyi gelişeceğini düşündürmektedir.

Servis aynı zamanda sakatlık riski taşıyan bir harekettir. 2025 tarihli sistematik derleme, servisin oyundaki en zorlayıcı vuruşlardan biri olduğunu ve

hareket fazlarının sakatlık riski açısından ayrı ayrı değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir (Bradley et al., 2025). Bu nedenle performans artışı ile sakatlık önleme birlikte düşünülmelidir. Servis hacmi, özellikle gençlerde ve omuz şikâyeti olan oyuncularla dikkatle izlenmeli; tekrar sayısı, teknik bozulma ve yorgunluk belirtileri takip edilmelidir.

5. Ayak Çalışması, Çeviklik ve Reaksiyon

Teniste iyi ayak çalışması, oyuncunun topa yalnızca yetişmesini değil, vuruşu doğru mesafe, denge ve zamanlamayla yapmasını sağlar. Aynı teknik düzeye sahip iki oyuncu arasında farkı çoğu zaman topa geliş açısı, hazırlık adımı, split-step zamanlaması, ilk adım patlayıcılığı ve vuruş sonrası toparlanma belirler. Bu nedenle ayak çalışması, tenis tekniğinin görünmeyen temelidir.

Çeviklik, önceden bilinen bir parkuru hızlı tamamlamaktan daha fazlasıdır. Teniste çeviklik reaktiftir ve oyuncu rakibin gövde pozisyonunu, raket açısını, topun hızını ve spinini okuyarak karar verir. Munivrana ve arkadaşları (2025), genç tenisçilerde çeviklik testlerinin farklı performans düzeylerini ayırt etme potansiyeli taşıdığını bildirmiştir. Bu bulgu, çevikliğin yalnızca kondisyon unsuru değil, tenis kalitesini ayırt eden bir performans göstergesi olduğunu destekler. Başka bir çalışmada Şar ve Akgün (2025), 7-11 yaş çocuklarda tenis antrenmanlarının çeviklik becerisini geliştirdiğini bildirmişlerdir. Farklı bir çalışmada Ölmez ve arkadaşları (2022) tenis temalı fitness antrenmanlarının 12-16 yaş grubu tenisçilerde biyomotor gelişim açısından önemli olduğunu rapor etmişlerdir.

Zhou ve arkadaşlarının (2024) çalışması, üç haftalık çok yönlü sprint antrenmanının üniversiteli tenisçilerde değişim yönü hızı, reaktif çeviklik ve kısa mesafe düz sprint performansını geliştirebildiğini göstermiştir. Benzer şekilde 2025 tarihli Speedcourt çalışması, altı haftalık görsel-reaktif antrenmanın kadın tenisçilerde çeviklik ve yön değiştirme performansını artırabildiğini göstermiştir (Zhou et al., 2025b). Bu çalışmalar, kort içi hareket becerisinin hedefli ve kısa süreli müdahalelerle geliştirilebileceğini göstermesi açısından önemlidir.

Antrenmanda çeviklik çalışmaları üç düzeyde planlanabilir: birincisi temel hareket kalitesi ve frenleme mekanığı; ikincisi planlı yön değiştirme ve çok yönlü sprint; üçüncüsü ise görsel uyarın, rakip okuma ve topa reaksiyon içeren tenis özgü çevikliktir. Bu aşamalı yapı, sakatlık riskini azaltırken performans transferini artırır.

6. Kuvvet, Güç ve Pliometrik/Nöromüsküler Antrenman

Kuvvet, teniste hem performans hem de koruyucu kapasite açısından temel bir bileşendir. Güçlü alt ekstremiteler hızlı ilk adım, etkili frenleme, servis

sırasında yerden kuvvet üretimi ve uzun rallilerde pozisyon koruma sağlar. Güçlü gövde, rotasyonel enerjinin üst ekstremiteye aktarılmasını ve vuruş sırasında dengenin korunmasını destekler. Güçlü omuz-skapula kompleksi ise servis ve overhead vuruşlarda yükün daha güvenli taşınmasına yardımcı olur.

Guo ve arkadaşlarının (2024) adölesan tenisçiler üzerine yaptığı sistematik derleme, hız, kuvvet, güç, çeviklik ve dinamik dengeyi geliştirmek için pliometrik, nöromüsküler ve fonksiyonel antrenmanların geleneksel tenis antrenmanına göre önemli avantajlar sağlayabileceğini belirtmektedir. Pliometrik antrenman özellikle güç ve sürat; fonksiyonel antrenman denge ve mobilite; nöromüsküler antrenman ise hız, esneklik ve kuvvet gelişimi açısından öne çıkmaktadır.

Zhou ve arkadaşlarının (2025) nöromüsküler antrenman meta-analizi, tenisçilerde servis hızı, çeviklik, sprint performansı, kas gücü ve güç çıktısında gelişim olduğunu göstermiştir. Alt analizlerde pliometrik antrenmanın servis hızı, sprint ve güç için; core stabilite çalışmalarının çeviklik için; direnç antrenmanının ise kas kuvveti için daha belirgin yararlar sağlayabileceği bildirilmiştir. Bu bulgu, her fiziksel kalite için farklı antrenman aracının önceliklendirilmesi gerektiğini gösterir. Özellikle servis hızı için alt ekstremiteden kalça ve hamstring bölgesi güçlü olmalıdır. Ölmez ve arkadaşları (2022) elit tenisçilerde hamstring-bel grubunda büyüme ve sıçrama performansı, onların kalça kuvvetlerini artırıcı motorik etkiye sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bu bulguya göre sıçrama performansını artırarak kalça kuvvetide artırılabilir.

Kuvvet antrenmanı tenisçide ‘ağırlaşma’ korkusuyla ihmal edilmemelidir. Doğru planlanan direnç antrenmanı, kaslar arası koordinasyonu, tendon kapasitesini, frenleme kontrolünü ve hareket ekonomisini geliştirir. Özellikle tek taraflı squat varyasyonları, kalça menteşesi egzersizleri, çekiş-itme dengesi, anti-rotasyon core egzersizleri, medicine ball rotasyon atışları ve omuz dış rotator-kuvvet çalışmaları tenis için işlevseldir. Ancak yüklenme sporcu yaşı, antrenman geçmişi, sakatlık öyküsü ve turnuva takvimine göre bireyselleştirilmelidir.

7. Aerobik-Anaerobik Dayanıklılık ve Enerji Sistemleri

Teniste dayanıklılık, uzun mesafe koşuculuğundaki gibi tekdüze tempoyu sürdürme değildir. Tenis dayanıklılığı, kısa patlayıcı eforları maç boyunca tekrar edebilme, puanlar arasında hızlı toparlanabilme ve yorgunluk altında teknik-taktik kaliteyi koruyabilme becerisidir. Bu nedenle hem anaerobik kapasite hem de aerobik toparlanma kapasitesi gereklidir.

Zhao ve arkadaşlarının (2024) çalışması, düşük hacimli kort temelli sprint interval antrenmanının rekabetçi tenisçilerde anaerobik kapasite ve tenis özgü performansı geliştirebileceğini göstermiştir. Morais ve arkadaşları (2024) ise kort

içi tenis antrenmanını yüksek yoğunluklu interval veya tekrarlı sprint antrenmanı ile birleştirmenin genç tenisçilerde hız ve çeviklik performansı açısından yararlı olabileceğini bildirmiştir. Bu sonuçlar, kondisyon çalışmalarının tenis kortundan tamamen kopuk yapılması yerine, mümkün olduğunda tenis hareket paternleriyle bütünleştirilmesini destekler.

Aerobik sistem, düşük yoğunluklu ancak uzun süreli koşularla sınırlı düşünülmemelidir. Tenisçi için aerobik temel, set aralarında ve puan aralarında fosfokreatin yeniden sentezi, laktat temizlenmesi, kalp atım hızının düşmesi ve bilişsel yorgunluğun kontrolü açısından önemlidir. Haftalık plan içinde düşük-orta yoğunluklu toparlanma koşuları, bisiklet, yüzme veya kort içi ritim çalışmaları yer alabilir; ancak bu çalışmalar tenisçinin hız-güç özelliklerini baskılamayacak biçimde dozlanmalıdır.

Maçın son bölümünde fiziksel yorgunluk yalnızca koşu hızını azaltmaz; servis yüzdesini düşürebilir, vuruş seçimini bozabilir, risk alma kararlarını etkileyebilir ve hareket ekonomisini zayıflatır. Bu nedenle dayanıklılık antrenmanı, teknik yorgunluk altında vuruş kalitesini korumaya yönelik görevlerle birlikte planlanmalıdır.

8. Esneklik, Mobilite, Denge ve Gövde Stabilitesi

Teniste mobilite ve stabilite aynı anda gereklidir. Oyuncu kalça, omuz, torakal omurga ve ayak kaybetmemelidir. Aşırı katılık vuruş mekaniğini sınırlar; aşırı gevşeklik ise kuvvet transferini ve eklem güvenliğini azaltabilir. Bu nedenle tenisçide amaç, kontrol edilebilir hareket açıklığıdır.

Gövde stabilitesi servis, forehand ve backhand sırasında alt vücuttan üst vücuda enerji aktarımını düzenler. Core kuvveti yalnızca karın kaslarının görünümü değildir; anti-rotasyon, anti-ekstansiyon, lateral stabilite, kalça-pelvis kontrolü ve nefes-bracing koordinasyonunu içerir. Raket sporcularında core kuvvet antrenmanı üzerine yapılan güncel meta-analiz, core çalışmalarının denge, çeviklik, core dayanıklılığı ve kas gücü üzerinde olumlu etkiler sağlayabileceğini bildirmiştir (Yu et al., 2026).

Denge, özellikle açık pozisyonda forehand, kayarak vuruş, tek ayak üzerinde toparlanma ve zorlayıcı savunma pozisyonlarında önem kazanır. Denge kaybı, vuruş doğruluğunu ve top kontrolünü olumsuz etkileyebilir. Dinamik denge çalışmaları, tek ayak stabilizasyonu, lateral lunge varyasyonları, çapraz adım kontrolü ve medicine ball ile rotasyonel stabilite egzersizleri tenis için uygundur.

Mobilite çalışmaları statik esneme ile sınırlı kalmamalıdır. Antrenman öncesi dinamik mobilite, eklem hazırlığı ve sinir-kas aktivasyonu; antrenman sonrası ise esneklik ve parasempatik toparlanmayı destekleyen daha sakin protokoller tercih

edilebilir. Omuz, torakal omurga, kalça fleksörleri, hamstring, adduktor ve baldır kompleksi tenisçilerde düzenli takip edilmesi gereken bölgelerdir.

9. Genç Tenisçiler ve Uzun Vadeli Atletik Gelişim

Genç tenisçilerde atletik performans gelişimi, yalnızca erken yaşta daha fazla maç kazanma hedefiyle sınırlanmamalıdır. Uzun vadeli sporcu gelişimi, temel hareket becerileri, çok yönlü koordinasyon, doğru teknik, sakatlık önleme, psikolojik iyi oluş ve spor sevgisinin korunmasını içermelidir. Erken özelleşme ve aşırı turnuva/antrenman yükü, kısa vadede performans artışı sağlasa bile uzun vadede sakatlık, tükenmişlik ve motivasyon kaybı riski yaratabilir.

Guo ve arkadaşlarının (2024) adölesan tenisçiler üzerine sistematik derlemesi, ergenlik döneminden sonra fiziksel özelliklerin maç sonuçları üzerinde daha belirleyici hâle gelebileceğini belirtmektedir. Bu nedenle 12 yaş sonrası dönemde kuvvet, hız, çeviklik ve denge çalışmaları giderek daha planlı hâle getirilmelidir. Ancak genç oyunculara yüklenme biyolojik yaşa, büyüme atağına, koordinasyon dönemlerine ve psikososyal özelliklere göre ayarlanmalıdır.

Büyüme atağı döneminde koordinasyon geçici olarak bozulabilir. Bu dönemde tenisçinin vuruş zamanlaması, denge ve hareket kalitesi dalgalanabilir. Antrenör ve aile, bu değişimleri ‘gerileme’ olarak değil, biyolojik gelişimin parçası olarak görmelidir. Bu dönemde mobilite, temel kuvvet, iniş-frenleme tekniği ve düşük riskli koordinasyon çalışmaları önemlidir.

10. Sakatlık Önleme ve Yük Yönetimi

Teniste sakatlıklar sıklıkla tekrarlayan yüklenme, ani yön değiştirme, yüksek servis hacmi, yetersiz toparlanma, teknik bozulma ve zayıf kinetik zincir kontrolüyle ilişkilidir. Omuz, dirsek, bel, kalça, diz ve ayak bileği en fazla dikkat edilmesi gereken bölgeler arasındadır. Sakatlık önleme, antrenmanın sonunda eklenen birkaç esneme hareketi değil; bütün programın içine yerleştirilen bir performans stratejisidir.

Amor-Salamanca ve arkadaşlarının (2025) sistematik derlemesi, yüksek performans tenisinde kas-iskelet sistemi sakatlıklarının önemli bir yük oluşturduğunu; sakatlık riskinin progresif yük yönetimi, hedefe yönelik kinetik zincir kondisyonu ve teknik-ekipman düzenlemeleriyle azaltılabileceğini vurgulamıştır. Bu yaklaşım, antrenörlerin yalnızca haftalık saat sayısına değil, yükün ani artışına, yoğunluk dağılımına, servis hacmine, kort zemin geçişlerine ve turnuva sonrası toparlanmaya dikkat etmesi gerektiğini gösterir.

Yük yönetiminde iç yük ve dış yük birlikte takip edilmelidir. Dış yük; kortta geçirilen süre, vuruş sayısı, sprint sayısı, servis sayısı, yön değiştirme ve frenleme sayısı gibi ölçülebilir değişkenleri içerir. İç yük ise kalp atım hızı, RPE,

yorgunluk hissi, uyku kalitesi, kas ağrısı ve psikolojik stresle ilişkilidir. Moreno-Pérez ve arkadaşlarının (2021) junior tenisçilerde akut-kronik yük göstergeleri ile sakatlık riski arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışması, tek bir yük göstergesinin sakatlık tahmini için yetersiz kalabileceğini ve çok değişkenli yaklaşımın önemini göstermiştir.

Sakatlık önleme programlarında omuz dış rotatorları, skapular stabilizatörler, torakal mobilite, kalça kuvveti, hamstring-eksen kontrolü, baldır-ayak bileği dayanıklılığı, core stabilitesi ve iniş-frenleme tekniği düzenli çalışılmalıdır. Özellikle servis hacmi yüksek oyunculara omuz yükü takip edilmeli; ağrı, hız kaybı, teknik bozulma veya gece ağrısı gibi belirtiler ciddiye alınmalıdır.

11. Beslenme, Hidrasyon ve Toparlanma

Teniste beslenme ve hidrasyon, atletik performansın ayrılmaz parçasıdır. Uzun maçlar, sıcak hava, kort değişimleri, seyahat ve arka arkaya maçlar oyuncunun glikojen depolarını, sıvı-elektrolit dengesini ve toparlanma kapasitesini zorlar. Bu nedenle tenisçi için beslenme yalnızca kilo kontrolü değil; enerji devamlılığı, konsantrasyon, kas fonksiyonu, bağışıklık ve sakatlık önleme stratejisidir.

ITF, WTA ve ATP ile ilişkili 2025 tarihli yüksek performans tenisi beslenme kılavuzu, tenisçilerde beslenmenin fiziksel ve mental performansı, antrenman-maç verimini ve toparlanmayı optimize etmede kritik rol oynadığını vurgulamaktadır (Vicente-Salar et al., 2025). Bu kılavuzun öne çıkardığı temel yaklaşım, sporcunun enerji, karbonhidrat, protein, yağ, sıvı, elektrolit ve mikrobeyin gereksinimlerinin dönemsel ve bireysel olarak planlanmasıdır.

Tenisçiler için karbonhidrat, özellikle uzun maçlar ve yoğun turnuva dönemlerinde temel yakıt kaynağıdır. Ranchordas ve arkadaşları (2013), tenisçilerin yeterli glikojen depoları için günlük karbonhidrat alımını antrenman yüküne göre artırmaları gerektiğini vurgulamıştır. Güncel yaklaşımda sabit tek bir karbonhidrat miktarı yerine, antrenman yoğunluğu, maç süresi, vücut kompozisyonu hedefi ve sindirim toleransına göre periodize edilmiş karbonhidrat stratejisi önerilir.

Hidrasyon stratejisi, maç öncesi iyi hidrate başlamak, maç sırasında terleme hızı ve hava koşullarına göre sıvı-elektrolit almak, maç sonrası kayıp sıvıyı yerine koymak ilkelerine dayanır. Sıcak ve nemli koşullarda sodyum kaybı, kramp, dikkat azalması ve ısı stresi riski artabilir. Bu nedenle tenisçiler antrenmanlarda kendi terleme hızını, sıvı toleransını ve mide-bağırsak yanıtını test etmelidir.

Toparlanma, antrenman kadar önemlidir. Maç sonrası ilk saatlerde karbonhidrat-protein kombinasyonu, sıvı-elektrolit replasmanı, düşük yoğunluklu aktif toparlanma, uyku ve kas ağrısı takibi birlikte uygulanmalıdır.

Toparlanma kalitesi düştüğünde bir sonraki antrenmanda teknik kalite, reaksiyon süresi ve sakatlık direnci azalabilir.

12. Uyku, Psikolojik Dayanıklılık ve Bilişsel Performans

Teniste performans yalnızca kas gücüyle değil, karar verme, dikkat, reaksiyon, duygu kontrolü ve stres yönetimiyle de belirlenir. Oyuncu puanlar arasında kısa sürede taktik karar verir, skora göre risk düzeyini ayarlar, hakem veya seyirci etkisine rağmen odaklanır ve yorgunluk altında teknik kalitesini korur. Bu nedenle atletik performans, zihinsel performansla birlikte düşünölmelidir.

Uyku, sporcularda fiziksel toparlanma, motor öğrenme, bağışıklık, bilişsel işlev ve duygu düzenleme için kritik önemdedir. Charest ve Grandner (2020), uykunun atletik performans, biliş, sağlık ve mental iyi oluş üzerinde önemli rol oynadığını belirtmiştir. Kong ve arkadaşlarının (2025) meta-analizi ise uyku yoksunluğunun atletlerde aerobik dayanıklılık, mental yorgunluk, hız ve beceri kontrolü gibi alanları olumsuz etkileyebildiğini ve algılanan eforu artırabildiğini bildirmiştir.

Tenis, geç saatlere uzayan maçlar, seyahat, jet-lag ve turnuva stresi nedeniyle uyku düzeninin bozulabildiği bir spordur. 2024 ve sonrası tenis gündeminde geç biten mağların oyuncu sağlığı ve performansı üzerindeki etkileri sıkça tartişılmıştır. Uzun vadede uyku yönetimi, antrenman planının parçası olmalıdır: düzenli uyku saati, ekran/işık kontrolü, kafein zamanlaması, seyahat öncesi uyku stratejileri ve maç sonrası geğşeme rutini önemlidir.

Psikolojik dayanıklılık fiziksel hazırlıkla ilişkilidir. Kondisyonu iyi olan oyuncu uzun rallilerden sonra daha hızlı toparlanır, fiziksel yorgunluk nedeniyle panik yapmaz ve skor baskısında daha kaliteli karar verebilir. Tersine fiziksel yetersizlik, oyuncunun mental dayanıklılığını da zayıflatır. Bu nedenle mental antrenman, nefes, rutin ve odak çalışmaları fiziksel planla birlikte yürütölmelidir.

13. Teknoloji, Test Bataryaları ve Performans İzlemi

Günümüzde atletik performansın izlenmesi yalnızca antrenör gözlemine dayanmamaktadır. Giyilebilir teknolojiler, video analizi, kalp atım hızı monitörleri, ivmeölçerler, GPS/yer değiştirme verileri, akıllı raket sensörleri ve uygulama tabanlı RPE takipleri tenis antrenmanını daha ölçölebilir hâle getirmektedir. Ancak teknoloji, doğru yorumlanmadığında veri kalabalığı oluşturabilir; bu nedenle ölçüm araçları net performans sorularına cevap vermelidir.

Sporlarda giyilebilir teknolojiler üzerine yapılan kapsamlı derlemeler, bu araçların performans izleme, sakatlık önleme, rehabilitasyon ve yük yönetiminde kullanılabileceğini; ancak doğruluk, güvenilirlik, yorumlama ve standardizasyon sorunlarının dikkate alınması gerektiğini belirtmektedir (Seçkin et al., 2023; Aryan et al., 2026). Profesyonel tenis üzerine 2025 tarihli bir çalışma da giyilebilir teknolojilerin stres ve performans izlemi açısından pratik değer taşıyabileceğini bildirmiştir (Wang, 2025).

Tenisçiler için uygulanabilir test bataryası; 5 m ve 10 m sprint, pro-agility veya 505 yön değiştirme testi, reaktif çeviklik testi, countermovement jump, tek ayak sıçrama, medicine ball rotasyon atışı, plank/side plank dayanıklılığı, omuz dış rotasyon kuvveti, kalça mobilitesi, Y-balance testi ve tenis özgü tekrar sprint testlerini içerebilir. Bu testler yılda 3-4 kez yapılabilir; ancak turnuva dönemlerinde test yükü azaltılmalıdır.

Veri yorumlama bireysel olmalıdır. Bir oyuncuda düşük servis hızı alt ekstremitelerde güç eksikliğinden, başka oyuncuda teknik zamanlama veya omuz mobilitesi sorunundan kaynaklanabilir. Aynı çeviklik süresine sahip iki oyuncudan biri planlı parkurda iyi, rakip okuma içeren reaktif görevlerde zayıf olabilir. Bu nedenle testler, saha gözlemi ve teknik analizle birlikte değerlendirilmelidir.

14. Uygulanabilir Antrenman Modeli

Teniste atletik performans geliştirme programı, teknik-taktik antrenmanı destekleyen ve turnuva takvimine uyumlu bir yapı taşımalıdır. Genel hazırlık döneminde temel kuvvet, hareket kalitesi, aerobik taban, mobilite ve sakatlık önleme önceliklidir. Özel hazırlık döneminde pliometrik, çok yönlü sprint, reaktif çeviklik, medicine ball güç çalışmaları ve servis-kort içi performans entegrasyonu artırılır. Yarışma döneminde ise hacim azaltılır, hız-güç uyararı korunur, toparlanma ve sakatlık yönetimi ön plana alınır.

Haftalık örnek yapı şu şekilde düşünülebilir: 2 gün kuvvet-güç antrenmanı, 2-3 gün teknik-taktik kort antrenmanı içinde çeviklik ve kısa sprint blokları, 1 gün aerobik/toparlanma çalışması, her gün kısa mobilite-aktivasyon rutini ve haftada 1-2 gün servis hacmi kontrollü özel çalışma. Turnuva döneminde kuvvet antrenmanı ağır yorgunluk yaratmayacak biçimde kısa ve yoğun tutulabilir; örneğin 30-40 dakikalık primer hareketler ve koruyucu egzersizler yeterli olabilir.

Antrenman öncesi hazırlık rutini 10-15 dakika sürmeli; düşük yoğunluklu koşu, dinamik mobilite, kalça-omuz aktivasyonu, split-step ve kısa ivmelenmeler içermelidir. Kort antrenmanı sonrası 5-10 dakika düşük yoğunluklu soğuma, nefes, hafif mobilite ve sıvı-protein-karbonhidrat toparlanma planı

uygulanmalıdır. Bu basit rutinler, sezon boyunca performans sürdürülebilirliğini artırır.

Programın başarısı yalnız egzersiz listesine değil, antrenman yüküne bağlıdır. Aynı pliometrik çalışma bir oyuncu için performans artırıcı, başka bir oyuncu için aşırı yük olabilir. Bu nedenle uyku, kas ağrısı, servis hızı, hareket kalitesi ve antrenman isteği takip edilmelidir. Ani yük artışlarından kaçınılmalı; her 3-4 haftada bir nispeten hafifletilmiş hafta planlanmalıdır.

Tablo 1. Teniste atletik performans bileşenleri ve uygulama örnekleri

Bileşen	Teniste önemi	Örnek test	Örnek antrenman
İlk adım/sürat	Topa erken ulaşma ve zaman kazanma	5 m, 10 m sprint	Kısa ivmelenme, split-step sonrası çıkış
Çeviklik	Rakibin yönüne hızlı ve dengeli cevap	Reaktif çeviklik testi	Işık/komutla yön değiştirme, topa reaksiyon
Alt ekstremité güç	Servis, forehand ve frenleme	CMJ, tek ayak sıçrama	Pliometrik sıçrama, lateral bound
Core stabilitesi	Enerji aktarımı ve denge	Side plank, medicine ball atış	Anti-rotasyon, rotasyonel atış
Omuz-skapula kuvveti	Servis ve overhead vuruş güvenliği	Dış rotasyon kuvvet testi	Bantla ER/IR, scapular row
Aerobik toparlanma	Puan arası toparlanma	Yo-yo veya kort içi aralıklı test	Düşük-orta yoğunluklu interval
Anaerobik kapasite	Tekrarlı patlayıcı ralliler	Repeated sprint test	Kort temelli sprint interval
Mobilite	Vuruş açıklığı ve sakatlık önleme	Omuz/kalça ROM	Dinamik mobilite, torakal rotasyon

SONUÇ

Teniste atletik performans, teknik becerinin sahada uygulanabilir ve sürdürülebilir olmasını sağlayan temel yapı taşlarından biridir. Servis hızı, ilk adım çabukluğu, çeviklik, yön değiştirme becerisi, denge, vuruş kalitesi, dayanıklılık, mental odaklanma ve sakatlığa karşı dayanıklılık doğrudan atletik kapasiteyle ilişkilidir. Güncel literatür, nöromüsküler, pliometrik, fonksiyonel ve direnç antrenmanlarının doğru planlandığında tenis performansını geliştirebildiğini; yük yönetimi, beslenme, uyku ve teknolojik izleme

bütünleştirildiğinde ise uzun vadeli sporcu sağlığını desteklediğini göstermektedir.

Bu nedenle tenis antrenmanı yalnızca kort içi vuruş tekrarlarına indirgenmemelidir. Tenisçi; vücudunu bir bütün olarak kullanan, çok yönlü hareket eden, yüksek hızda karar veren ve yoğun sezon içinde toparlanmayı yönetmek zorunda olan bir sporcudur. Antrenör, kondisyoner ve sağlık ekibi, teknik-taktik hedeflerle fiziksel hazırlığı aynı plan içinde buluşturmalıdır. En iyi performans, yalnızca daha fazla çalışmakla değil, doğru bileşenleri doğru zamanda, doğru dozda ve bireyselleştirilmiş biçimde çalışmakla elde edilir.

Sonuç olarak, teniste atletik performans başarıyı artıran, sakatlık riskini azaltan ve kariyer sürdürülebilirliğini destekleyen stratejik bir gerekliliktir. Güncel bilimsel veriler, tenisçinin fiziksel gelişimini teknik gelişimin yalnızca tamamlayıcısı olarak değil, onun ayrılmaz bir parçası olarak görmeyi zorunlu kılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Amor-Salamanca, M. S., Rodríguez-González, E. M., Rosselló, D., de Lluc-Bauza, M., Hermosilla-Perona, F., Martín-Castellanos, A., & Herrera-Peco, I. (2025). Risk Factors and Prevention of Musculoskeletal Injuries in Adolescent and Adult High-Performance Tennis Players: A Systematic Review. *Sports*, 13(10), 336.
- Aryan, A., Raj, K., Verma, V., Singh, D., & Bharti, H. S. (2026). Artificial intelligence-integrated wearable technology in sports medicine injury prevention and rehabilitation: A narrative review. *Journal of Sport Rehabilitation and Science*.
- Bradley, J., Langdown, B. L., Bowmaker, D., & Kerr, S. (2025). Injury Risk Factors of the Tennis Serve: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Advances in Rehabilitation Science and Practice*, 14, 27536351251374616. <https://doi.org/10.1177/27536351251374616>
- Charest, J., & Grandner, M. A. (2020). Sleep and athletic performance: Impacts on physical performance, mental performance, injury risk and recovery, and mental health. *Sleep Medicine Clinics*, 15(1), 41–57. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2019.11.005>
- Deng, N., Soh, K. G., Xu, F., & Yang, X. (2025). The effects of strength and conditioning interventions on serve speed in tennis players: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 15, 1469965. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1469965>
- Guo, Y., Xie, J., Dong, G., & Bao, D. (2024). A comprehensive review of training methods for physical demands in adolescent tennis players: A systematic review. *Frontiers in Physiology*, 15, 1449149. <https://doi.org/10.3389/fphys.2024.1449149>
- International Tennis Federation. (n.d.). Science and medicine: Advice on tennis training, injuries and nutrition. ITF Tennis.
- Kilit, B., Şenel, Ö., Arslan, E., & Can, S. (2016). Physiological responses and match characteristics in professional tennis players during a one-hour simulated tennis match. *Journal of human kinetics*, 51, 83. <https://doi.org/10.1515/hukin-2015-0173>
- Kong, Y., Yu, B., Guan, G., Wang, Y., & He, H. (2025). Effects of sleep deprivation on sports performance and perceived exertion in athletes and non-athletes: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 16, 1544286. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1544286>
- Kovacs, M. S. (2006). Applied physiology of tennis performance. *British journal of sports medicine*, 40(5), 381–386. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.023309>

- Kwon, J. W. (2026). A conceptual field-based framework for lower–upper body kinetic chain assessment in the tennis serve using IMUs and portable force plates: measurement coverage, new performance indices, and applied implications. *Frontiers in Sports and Active Living*, 8, 1784684. <https://doi.org/10.3389/fspor.2026.1784684>
- Lambrich, J., & Muehlbauer, T. (2022). Physical fitness and stroke performance in healthy tennis players with different competition levels: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 17(6), e0269516. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0269516>
- Morais, J. E., Kilit, B., Arslan, E., Bragada, J. A., Soylu, Y., & Marinho, D. A. (2024). Effects of on-court tennis training combined with HIIT versus RST on aerobic capacity, speed, agility, jumping ability, and internal loads in young tennis players. *Journal of human kinetics*, 95, 173. <https://doi.org/10.5114/jhk/189691>
- Moreno-Pérez, V., Prieto, J., Del Coso, J., Lidó-Micó, J. E., Frago, M., Penalva, F. J., ... & Pluim, B. M. (2021). Association of acute and chronic workloads with injury risk in high-performance junior tennis players. *European journal of sport science*, 21(8), 1215-1223.
- Munivrana, G., Jelaska, G., & Tomljanović, M. (2025). Performance level discriminative validity of agility tests in youth tennis players. *Frontiers in sports and active living*, 7, 1486777. <https://doi.org/10.3389/fspor.2025.1486777>
- Ölmez, C., Şar, H., Akgün, S., & Hammami, N. (2022). Tenisçilerde İzokinetik Kalça Kuvveti ile İlişkili Motor Özelliklerin İncelenmesi. *Mediterranean Journal of Sport Science*, 5(Özel Sayı 1), 230-241.
- Ölmez, C., Şar, H., & Yüksek, S. (2022). Biyomotor kazanımda tenis temalı fitness antrenmanlarının önemi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(3), 1167-1175.
- Ranchordas, M. K., Rogerson, D., Ruddock, A., Killer, S. C., & Winter, E. M. (2013). Nutrition for tennis: practical recommendations. *Journal of sports science & medicine*, 12(2), 211.
- Seçkin, A. Ç., Ateş, B., & Seçkin, M. (2023). Review on wearable technology in sports: concepts, challenges and opportunities. *Applied sciences*, 13(18), 10399. <https://doi.org/10.3390/app131810399>
- Şar, H., & Akgün, S. (2025). Tenis Antrenmanlarının 7-11 Yaş Çocukların Motor Becerilerine Etkisi. *Spor ve Rekreasyon Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 38-49.
- Vicente-Salar, N., Crespo, M., Pluim, B. M., et al. (2025). International Tennis Federation (ITF), Women's Tennis Association (WTA), and Association

of Tennis Professionals (ATP) expert group statement on nutrition in high-performance tennis: Current evidence to inform practical recommendations and guide future research. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 35(6), 557–594. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2025-0001>

- Wang, Z. (2025). Integration of wearable technologies in monitoring physical performance and psychological stress in tennis players. *Acta Psychologica*, 260, 105706. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.105706>
- Yu, X., Yin, H., & Zhang, J. (2026). Effectiveness of core strength training for racket sport athletes' performance: a systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports*, 16(1), 7862.
- Zhao, D., Liu, H., Yang, W., Ho, I. M. K., Poon, E. T. C., Su, Y., ... & Li, Q. (2024). Effects of low-volume court-based sprint interval training on anaerobic capacity and sport-specific performance in competitive tennis players. *Scientific reports*, 14(1), 19131. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70198-9>
- Zhou, Y., Bai, Y., Liang, Y., Yang, K., & Yang, Y. (2025). Effects of neuromuscular training on tennis players: a systematic review and meta-analysis. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 172. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01219-x>
- Zhou, Z., Xin, C., Zhao, Y., & Wu, H. (2024). The effect of multi-directional sprint training on change-of-direction speed and reactive agility of collegiate tennis players. *PeerJ*, 12, e18263. <https://doi.org/10.7717/peerj.18263>
- Zhou, Z., Wang, J., Wang, H., Ru, G., & Kong, F. (2025). A study of female tennis players: Speedcourt training is effective on improving agility and change-of-direction. *PeerJ*, 13, e19339. <https://doi.org/10.7717/peerj.19339>

6. Bölüm

Sporcularda Duygusal Yeme Davranışı ve Performans Üzerinde Etkilerinin Literatür İncelemesi

Bahar SEVAL¹, Derya ÇETİN SARIŞIK²

Özet

Spor ortamının getirdiği yüksek rekabet, disiplin, performans beklentileri ve kilo yönetimi gibi baskılar, sporcuların fiziksel ve psikolojik sağlığı üzerinde derin etkiler bırakmaktadır. Bu bağlamda, sporcularda duygusal yeme davranışı; fizyolojik açıktan bağımsız olarak stres, kaygı, başarısızlık korkusu, yalnızlık veya hayal kırıklığı gibi olumsuz duygusal durumlara yanıt olarak besin tüketimini kullanma eğilimi olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışmada sporcularda duygusal yeme davranışının altında yatan psikolojik dinamikler, branşlara özgü risk alanları, adölesan ve kadın sporcular gibi hassas grupların durumu, beslenme-performans etkileşimi ve koruyucu/müdahale yaklaşımları güncel literatür ışığında incelenmektedir.

Duygusal yeme davranışının gelişiminde duygu düzenleme gücü, düşük benlik saygısı ve beden memnuniyetsizliği birincil psikolojik etkenler olarak öne çıkarken; zihinsel dayanıklılık ve bilinçli farkındalık bu döngüye karşı koruyucu kalkan işlevi görmektedir. Spor branşına göre risk profilleri değişiklik göstermekte; mücadele sporlarında kilo sınıfları ve tartı baskısı, estetik sporlarda dış görünüm kaygısı, dayanıklılık sporlarında enerji açığı ve esporlarda ise düzensiz yaşam rutinleri duygusal yemeyi tetiklemektedir. Dönemsel streslerin (hazırlık evresi, yoğun müsabakalar veya sakatlıklar) bu süreci dinamik şekilde etkilediği belirtilmektedir.

Duygusal yemenin sportif performans üzerindeki yansımaları hem doğrudan hem de dolaylı yollarla gerçekleşir. Yetersiz veya dengesiz enerji alımı glikojen depolarını azaltıp toparlanmayı geciktirirken, mide-bağırsak rahatsızlıkları ve uyku kalitesindeki bozulmalar antrenman adaptasyonunu engeller. Psikolojik düzeyde ise kontrol kaybı hissi ve suçluluk, sporcunun özgüvenini ve odaklanma becerisini olumsuz etkiler. Bu nedenle müdahale stratejilerinde

¹ Bayburt Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Beden Eğitimi Ve Spor Yüksek Lisans Öğrencisi
baharseval76@gmail.com ORCID NO: 0009-0001-2671-6256

² Dr. Öğr. Üyesi, Bayburt Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi /Beden Eğitimi ve Spor
deryacetin@bayburt.edu.tr ORCID ID: 0000-0003-4659-0803

beslenme eğitiminin yanı sıra psikolojik beceri kazandırma ve damgalayıcı dilden uzak, destekleyici bir kulüp/takım ikliminin oluşturulması kritik önem taşır. Sonuç olarak, sporcularda duygusal yeme davranışının erken teşhis edilmesi ve diyetisyen, psikolog ile antrenör iş birliğine dayalı çok disiplinli, bütüncül programlarla ele alınması hem sporcu sağlığının hem de sportif performansın sürdürülebilirliği için temel bir gerekliliktir.

Anahtar Kelimeler: Beden Algısı,Duygusal Yeme, Psikolojik Dayanıklılık, Sportif Performans

Giriş

Sporcularda duygusal yeme davranışı, yalnızca beslenme düzeninin bir alt başlığı olarak değil, performans, toparlanma, beden algısı ve psikolojik dayanıklılık ile iç içe geçen çok boyutlu bir konu olarak ele alınmalıdır. Spor ortamı çoğu zaman disiplin, hedef baskısı, kilo kontrolü, seçilme kaygısı ve beden görünümüne ilişkin beklentilerle şekillenir. Bu koşullar altında bazı sporcular açlık ve tokluk sinyallerinden çok, stres, kaygı, öfke, hayal kırıklığı ya da ödül ihtiyacı gibi duygusal uyarılara yanıt olarak yeme davranışına yönelebilmektedir. Bu eğilim, kısa vadede rahatlama sağlıyor gibi görünse de uzun vadede enerji dengesini, antrenman uyumunu ve sportif özgüveni olumsuz etkileyebilir (Aydemir, 2020; Soylu, 2021).

Duygusal yeme, bireyin olumsuz veya yoğun duygularını düzenlemek amacıyla besin tüketimini kullanması biçiminde açıklanabilir. Sporcularda bu davranış, genel popülasyondan farklı olarak antrenman yoğunluğu, müsabaka takvimi, kilo sınıfı baskısı, takım içi rekabet ve beden kompozisyonu beklentileriyle birlikte değerlendirilmelidir. Özellikle adolesan sporcular, hem gelişim döneminin getirdiği kimlik ve beden algısı değişimleri hem de performans odaklı spor kültürünün baskıları nedeniyle riskli bir grup olarak öne çıkmaktadır (Bakırcan, 2021; Orakçı & Göbel 2023).

Sportif performans; fiziksel kapasite, teknik beceri, taktik anlayış, psikolojik hazırlık ve beslenme durumunun birlikte oluşturduğu dinamik bir çıktıdır. Bu nedenle yeme davranışında görülen düzensizlikler yalnızca vücut ağırlığına yansıyan bir durum değildir. Duygusal yeme örüntüsü, antrenman sırasında enerji düşüklüğü, toparlanma sürecinde yetersizlik, sindirim rahatsızlıkları, uyku kalitesinde bozulma ve konsantrasyon kaybı gibi yollarla performansı etkileyebilir. Beslenme ve psikoloji arasındaki bu ilişki, sporcu sağlığı açısından bütüncül bir yaklaşımı gerekli kılmaktadır (Bilici, 2019; Bozkurt, 2010).

Bu çalışmanın amacı, sporcularda duygusal yeme davranışının ortaya çıkış nedenlerini ve sportif performans üzerindeki olası etkilerini literatür ışığında incelemektir. Çalışmada duygusal yeme kavramı, yeme tutumu, beden algısı,

benlik saygısı, zihinsel dayanıklılık, fiziksel aktivite düzeyi ve sporcu beslenmesiyle ilişkili değişkenler birlikte ele alınmıştır. Böylece konu yalnızca yeme bozukluğu belirtileri açısından değil, performansın sürdürülebilirliği ve sporcu iyi oluşu açısından da değerlendirilmiştir.

Duygusal Yeme Kavramı

Duygusal yeme davranışı, fizyolojik açlıktan bağımsız olarak duygusal uyarılma durumlarında besin tüketiminin artması ya da yeme kontrolünün zayıflaması şeklinde tanımlanabilir. Bu davranış bazen yoğun kalori içeren yiyeceklere yönelme, bazen öğün düzeninin bozulması, bazen de antrenman veya müsabaka sonrasında kontrolsüz atıştırma biçiminde ortaya çıkar. Duygusal yemenin temelinde çoğu zaman duygu düzenleme güçlüğü bulunur; birey zorlayıcı duyguyu fark etmek, adlandırmak ve işlevsel biçimde yönetmek yerine kısa süreli rahatlama sağlayan yeme davranışına başvurabilir (Aydemir, 2020; Yılmaz, 2026).

Sporcularda duygusal yeme davranışını anlamak için yalnızca bireysel psikolojiye değil, spor ortamının yapısına da bakmak gerekir. Antrenör beklentileri, takım içi rekabet, sakatlık sonrası forma dönme baskısı, performans ölçümleri ve beden kompozisyonu değerlendirmeleri sporcularda sürekli bir öz izleme hali yaratabilir. Bu durum, bazı sporcular için motivasyonu artırırken bazıları için kaygı ve kontrol ihtiyacını yükseltebilir. Kontrol duygusu zayıfladığında yeme davranışı duygusal gerilimi azaltmanın hızlı bir yolu haline gelebilir (Ersöz, 2021; Gökensel, 2016).

Duygusal yeme, her zaman klinik düzeyde bir yeme bozukluğu anlamına gelmez. Bununla birlikte sık tekrarladığında ve sporcunun günlük yaşamını, antrenman düzenini veya beden algısını belirgin biçimde etkilediğinde riskli bir tabloya dönüşebilir. Bu nedenle duygusal yeme, yeme bozukluklarının yalnızca bir belirtisi olarak değil, erken dönemde fark edilmesi gereken bir uyarı işareti olarak değerlendirilmelidir. Özellikle adolesan sporcularda ve kilo kontrolünün önemli olduğu branşlarda bu ayrımın dikkatle yapılması önemlidir (Orakçı & Göbel 2023; Karakabak, Bayram & Öztürkcan 2025).

Literatürde duygusal yeme davranışının stres, depresif duygudurum, kaygı, beden memnuniyetsizliği ve düşük benlik saygısı ile ilişkili olabileceği vurgulanmaktadır. Sporcular açısından bu değişkenlerin performansla doğrudan ilişkisi vardır; çünkü müsabaka öncesi kaygı, başarısızlık korkusu ya da sakatlık sonrası belirsizlik yalnızca ruhsal bir zorlanma yaratmaz, aynı zamanda beslenme düzenini de bozabilir. Dolayısıyla duygusal yeme davranışı, performans psikolojisi ve sporcu beslenmesi arasında köprü kuran önemli bir kavramdır (Başgöl, Tarı ve Tutlu 2019; Ekinci, 2024).

Bu konuya ilişkin önemli bir nokta da performansın dönemsel değişkenliğidir. Sporcu sezon başı hazırlık, yoğun müsabaka dönemi, sakatlık sonrası dönüş ve dinlenme evresi gibi farklı süreçlerden geçer. Her süreçte duygusal yük ve beslenme ihtiyacı değişebilir. Bu nedenle duygusal yeme davranışı sabit bir özellik olarak değil, sporcunun yaşadığı dönemsel streslerle etkileşen dinamik bir davranış örüntüsü olarak değerlendirilmelidir.

Sporcular çoğu zaman disiplinli bireyler olarak görülür; ancak bu algı onların duygusal zorlanma yaşamayacağı anlamına gelmez. Tam tersine, yüksek hedefler ve sürekli değerlendirilme hali duygusal baskıyı artırabilir. Sporcu bu baskıyı ifade edemediğinde yeme davranışı sessiz bir başa çıkma biçimi haline gelebilir. Bu nedenle spor ortamında duyguların konuşulabilir olması koruyucu bir etkidir.

Sporcularda Yeme Davranışının Özellikleri

Sporcuların yeme davranışları, genel popülasyona göre daha fazla planlama ve performans hedefi içerir. Antrenman saatleri, toparlanma öğünleri, sıvı alımı, müsabaka öncesi karbonhidrat stratejileri ve kilo yönetimi gibi unsurlar beslenme düzenini belirler. Ancak bu planlı yapı her zaman sağlıklı bir yeme tutumu anlamına gelmez. Sporcu, performansını artırmak amacıyla katı beslenme kuralları geliştirebilir; bu kurallar bozulduğunda suçluluk, kaygı ve duygusal yeme döngüsü ortaya çıkabilir (Bilici, 2019; Eral, 2025).

Adölesan sporcularda yeme davranışı gelişimsel özelliklerle birlikte ele alınmalıdır. Bu dönemde hızlı büyüme, hormonal değişimler, akran etkisi ve kimlik gelişimi devam ederken spor ortamı da performans beklentilerini artırır. Yetersiz enerji alımı ya da düzensiz yeme davranışı hem büyüme ve gelişimi hem de sportif performansı olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle adölesan sporcularda beslenme eğitimi, yalnızca makro besin öğelerini anlatan teknik bir içerik olmamalı; beden algısı, duygusal farkındalık ve sağlıklı yeme tutumlarını da kapsamalıdır (Bakırcan, 2021; Yazar vd., 2023).

Takım sporlarında yeme davranışı sosyal etkileşimlerden etkilenebilir. Aynı takım içinde beden kompozisyonu karşılaştırmaları, antrenör yorumları, takım arkadaşlarının diyet alışkanlıkları ve sosyal medya etkisi sporcunun yeme tutumunu biçimlendirebilir. Voleybolcular ve futbolcular üzerinde yapılan çalışmalar, spor branşının gerektirdiği fiziksel özelliklerin yeme davranışını etkileyebildiğini göstermektedir. Bu nedenle takım sporlarında beslenme danışmanlığı bireysel olduğu kadar takım kültürünü de hedeflemelidir (Okta, İnce & Mutlu 2022; Başgül, Tarı & Tutlu 2019).

Bireysel sporlarda ise sporcunun kendi performansını doğrudan bedeniyle ilişkilendirme eğilimi daha belirgin olabilir. Dans, oryantiring, atletizm,

jokeylik ve mücadele sporları gibi branşlarda beden ağırlığı, dayanıklılık, çeviklik veya estetik görünüm performans algısının merkezine yerleşebilir. Bu durum sağlıklı takip edildiğinde performansı destekleyebilir; fakat katı kontrol, beden memnuniyetsizliği ve duygusal yeme döngüsüyle birleştiğinde risk oluşturabilir (Felek, 2018; Karaca, 2024; Yıldırım, Ayar & Özbey 2023).

Duygusal Yeme Davranışını Etkileyen Psikolojik Etmenler

Duygusal yeme davranışının en önemli psikolojik belirleyicilerinden biri duygu düzenleme güçlüğüdür. Sporcu yoğun stres yaşadığında, bu stresi tanımlayıp yönetmek yerine yeme davranışıyla bastırmaya çalışabilir. Müsabaka öncesi kaygı, antrenman başarısızlığı, sakatlık korkusu veya takım içinde yeterli görülmemeye düşüncesi bu süreci tetikleyebilir. Yeme davranışı kısa süreli rahatlatma sağlayabilir; ancak ardından suçluluk ve kontrol kaybı hissi geldiğinde döngü daha da güçlenir (Yılmaz, 2026; Soylu, 2021).

Benlik saygısı ve beden algısı da sporcularda yeme davranışı üzerinde belirleyici bir role sahiptir. Bedenini yalnızca performans aracı olarak değil, aynı zamanda değerlendirilme nesnesi olarak gören sporcularda beden memnuniyetsizliği artabilir. Bu durum, özellikle görünümün önemli olduğu branşlarda ve ergenlik döneminde daha belirgin hale gelebilir. Düşük benlik saygısı, sporcunun başarısızlığı kişisel yetersizlik olarak yorumlamasına ve yeme davranışını duygusal başa çıkma aracı olarak kullanmasına neden olabilir (Başgöl, Tarı & Tutlu 2019; Ekinci, 2024).

Zihinsel dayanıklılık, duygusal yeme davranışına karşı koruyucu bir değişken olarak düşünülebilir. Zihinsel olarak dayanıklı sporcular, stresli koşullarda hedefe odaklanma, olumsuz duyguyu tolere etme ve performans rutinlerini sürdürme konusunda daha işlevsel stratejiler geliştirebilir. Buna karşın zihinsel dayanıklılığın düşük olduğu durumlarda sporcunun duygu durumuna göre beslenme düzenini değiştirmesi, öğün atlaması veya kontrolsüz yeme davranışı göstermesi daha olasıdır (Demirkıran & Soytürk 2026; Karaca, 2024).

Bilinçli farkındalık da duygusal yeme davranışının anlaşılmasında önemlidir. Sporcu bedensel açlık, duygusal açlık, yorgunluk ve stres belirtilerini ayırt edebildiğinde yeme davranışını daha bilinçli düzenleyebilir. Mücadele sporcuları üzerinde yapılan çalışmalar, duygusal yeme, bilinçli farkındalık ve psikolojik iyi oluş arasındaki ilişkinin sporcu sağlığı açısından dikkate değer olduğunu göstermektedir. Bu nedenle farkındalık temelli yaklaşımlar, performans hedefleriyle uyumlu biçimde kullanılabilir (Soylu, 2021; Şimşek & Kartal 2023).

Spor yapma alışkanlığı, öz güven gibi psikolojik gelişimlere de sebep olmaktadır (Turan vd., 2020; Tatlısu vd., 2023) ve sosyalleşmeyi artırır (Tatlısu, Ağırbaş ve Ağgön, 2025). Kişinin fiziki ve ruh sağlığını geliştirip (Tatlısu, 2024), disiplini ve hedef belirleme yeteneklerini güçlendirebilir (Tatlısu ve Kan, 2023) ve sporcular çoğu zaman disiplinli bireyler olarak görülür; ancak bu algı onların duygusal zorlanma yaşamayacağı anlamına gelmez. Tam tersine, yüksek hedefler ve sürekli değerlendirilme hali duygusal baskıyı artırabilir. Sporcu bu baskıyı ifade edemediğinde yeme davranışı sessiz bir başa çıkma biçimi haline gelebilir. Bu nedenle spor ortamında duyguların konuşulabilir olması koruyucu bir etkidir.

Beslenme Düzeni ve Performans İlişkisi

Antrenman, bireyin maksimum potansiyeline ulaşmasını sağlayan bilimsel temellere dayalı bir gelişim sürecidir. Antrenman yalnızca sportif performansı artırmakla kalmayıp, aynı zamanda günlük yaşam aktivitelerinin daha etkili, güvenli ve konforlu bir şekilde gerçekleştirilmesini sağlayan bütüncül bir antrenman yaklaşımı olarak öne çıkmaktadır (Gürbüz, 2025c; Gürbüz, 2025a). Sportif performansın sürdürülebilir olması için enerji alımı, antrenman yükü ve toparlanma süreci arasında denge kurulmalıdır. Duygusal yeme davranışı bu dengeyi iki yönde bozabilir: bazı sporcularda aşırı ve düzensiz enerji alımı, bazılarında ise suçluluk sonrası kısıtlayıcı yeme davranışı görülebilir. Her iki durumda da antrenman adaptasyonu olumsuz etkilenebilir. Özellikle yoğun antrenman dönemlerinde yetersiz karbonhidrat alımı glikojen depolarını azaltırken, yetersiz protein alımı toparlanmayı geciktirebilir (Bilici, 2019; Gökensel, 2016).

Performans açısından beslenmenin yalnızca toplam enerjiyle sınırlı olmadığı unutulmamalıdır. Öğün zamanlaması, sıvı alımı, mikro besin yeterliliği ve sindirim toleransı da performansı etkiler. Duygusal yeme nedeniyle gece geç saatlerde yoğun besin tüketimi, müsabaka öncesi mide-bağırsak rahatsızlığına, uyku kalitesinde düşmeye ve sabah antrenmanında enerji eksikliğine yol açabilir. Bu nedenle duygusal yeme davranışı, yalnızca kilo değişimi üzerinden değil, günlük performans ritmi üzerinden de değerlendirilmelidir (Eral, 2025; Yüksel, 2021).

Kısıtlayıcı diyet döngüleri sporcularda performans kaybının önemli nedenlerinden biridir. Sporcu belirli yiyecekleri yasakladığında veya düşük enerji alımını başarı göstergesi olarak gördüğünde, duygusal stres anlarında bu yasaklı yiyeceklerle yönelme eğilimi artabilir. Ardından gelen suçluluk duygusu yeni bir kısıtlama dönemini başlatır. Bu döngü yalnızca bedensel enerji düzeyini

değil, sporcunun kendine güvenini ve antrenmana psikolojik bağlılığını da zayıflatır (Karakabak, Bayram & Öztürkcan 2025; Yıldırım & Yılmaz 2025).

Sağlıklı performans yaklaşımı, sporcunun beslenmeyi ceza veya ödül sistemi olarak değil, antrenman ve toparlanmanın temel bileşeni olarak görmesini gerektirir. Bu bakış açısı, duygusal yeme davranışını azaltmada da önemlidir. Sporcu beslenme hatasını kişisel başarısızlık olarak değil, düzenlenebilir bir davranış olarak değerlendirdiğinde hem yeme kontrolü hem de performans motivasyonu daha sağlıklı biçimde sürdürülebilir.

Branşlara Göre Risk Alanları

Spor branşları duygusal yeme açısından farklı risk profilleri oluşturur. Kilo sınıfı bulunan mücadele sporlarında, kısa sürede kilo verme baskısı yeme davranışını doğrudan etkileyebilir. Sporcu tartı öncesi kısıtlayıcı beslenmeye yönelirken, tartı sonrası kontrolsüz yeme davranışı gösterebilir. Bu döngü hem metabolik dengeyi hem de psikolojik iyi oluşu zorlayabilir. Mücadele sporcularında duygusal yeme ve psikolojik iyi oluş ilişkisinin incelenmesi bu açıdan önem taşır (Soylu, 2021; Karakabak, Bayram & Öztürkcan 2025).

Estetik veya beden görünümünün öne çıktığı spor dallarında beden algısı daha merkezi bir değişkendir. Dans, jimnastik ve benzeri branşlarda sporcunun bedeni yalnızca performansın aracı değil, aynı zamanda değerlendirme ölçütlerinden biri haline gelir. Bu durum beden memnuniyetsizliği, katı yeme kuralları ve duygusal yeme riskini artırabilir. Profesyonel dans eğitimi alan öğrencilerde yeme davranışı ve beden algısının birlikte değerlendirilmesi bu ilişkinin önemini göstermektedir (Felek, 2018; Ekinci, 2024).

Dayanıklılık sporlarında ise enerji açığı ve yorgunluk duygusal yeme davranışını tetikleyebilir. Uzun süreli antrenmanlar sonrasında yetersiz planlanmış toparlanma öğünleri, sporcunun günün ilerleyen saatlerinde yoğun açlık ve kontrol kaybı yaşamasına neden olabilir. Oryantiring ve atletizm gibi branşlarda zihinsel enerji, karar verme ve fiziksel dayanıklılık birlikte çalıştığı için beslenme düzenindeki bozulmalar performansı çok yönlü etkileyebilir (Karaca, 2024; Tekin vd., 2024).

Espor gibi yeni spor alanlarında ise bilişsel performans, uyku düzeni, ekran süresi ve yaşam tarzı alışkanlıkları ön plana çıkar. Uzun süreli oturma, düzensiz uyku, atıştırma tüketimi ve stresli rekabet ortamı duygusal yeme riskini artırabilir. Esporcularda beslenme, bilişsel performans ve yaşam tarzı etkileşimini ele alan çalışmalar, geleneksel spor anlayışının ötesinde yeni risk alanlarının da dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır (Kendir & Karabudak 2019).

Tablo 1. Branşlara Göre Duygusal Yeme Riski ve Performans Etkisi

Branş/Risk Alanı	Olası Tetikleyici	Performansa Etki	Koruyucu Yaklaşım
Mücadele sporları	Tartı ve kilo sınırı baskısı	Enerji düşüklüğü, toparlanma sorunu	Kademeli kilo yönetimi ve psikolojik destek
Estetik sporlar	Beden görünümü ve değerlendirilme	Beden memnuniyetsizliği, özgüven azalması	İşlevsel beden algısı eğitimi
Takım sporları	Takım içi karşılaştırma ve seçilme kaygısı	Odaklanma ve motivasyon kaybı	Destekleyici takım iklimi
Dayanıklılık sporları	Yüksek antrenman hacmi ve yorgunluk	Glikojen boşalması, karar verme zorluğu	Planlı toparlanma beslenmesi
Espor	Uzun ekran süresi ve düzensiz yaşam	Bilişsel performans ve uyku etkilenmesi	Uyku, öğün ve mola rutini

Adölesan Sporcular Açısından Değerlendirme

Adölesan dönem, duygusal yeme davranışının gelişimi açısından hassas bir dönemdir. Bu dönemde birey hem bedensel değişimlere uyum sağlamaya çalışır hem de sosyal kabul, kimlik gelişimi ve akademik beklentilerle karşı karşıya kalır. Sporcu kimliği bu sürece eklendiğinde antrenman disiplini ve performans baskısı da artar. Adölesan sporcularda yeme bağımlılığı eğilimleri, yeme bozukluğu riskleri ve beslenme-egzersiz davranışlarının incelenmesi, bu dönemin çok yönlü destek gerektirdiğini göstermektedir (Bakırcan, 2021; Orakçı & Göbel 2023; Yazar vd., 2023).

Ergen sporcular çoğu zaman bedenleriyle ilgili geri bildirimlere yetişkinlerden daha duyarlıdır. Antrenörün, ailenin veya takım arkadaşlarının kilo, görünüm ya da performansla ilgili yorumları sporcunun beden algısını etkileyebilir. Bu yorumlar destekleyici ve bilimsel olduğunda gelişimi güçlendirebilir; ancak eleştirel, karşılaştırmalı veya damgalayıcı olduğunda yeme davranışında bozulmaya yol açabilir. Bu nedenle adölesan sporcularda iletişim dili koruyucu bir faktör olarak görülmelidir (Başgöl, Tarı & Tutlu 2019; Orakçı & Göbel 2023).

Adölesan sporcuların beslenme eğitimi yalnızca enerji ve besin ögesi gereksinimlerine odaklanmamalıdır. Duygusal açlık ile fiziksel açlık arasındaki fark, sosyal medya etkisi, beden memnuniyeti, dinlenme ve uyku gibi konular da eğitimin parçası olmalıdır. Sağlıklı yeme davranışı, sporcunun uzun vadeli gelişimini desteklerken performans hedeflerinin sürdürülebilirliğini de artırır (Aydemir, 202; Yazar vd., 2023).

Bu yaş grubunda erken fark etme çok önemlidir. Öğün atlama, sürekli kilo konuşma, belirli yiyeceklerden yoğun kaçınma, gizli yeme, müsabaka sonrası kontrolsüz yeme veya bedeninden yoğun memnuniyetsizlik gibi belirtiler yalnızca geçici davranışlar olarak görülmemelidir. Sporcu, aile, antrenör ve sağlık profesyonelleri arasında iş birliği kurulması, duygusal yeme davranışının ilerlemesini önleyebilir.

Kadın Sporcular ve Beden Algısı

Kadın sporcularda duygusal yeme davranışı, beden algısı ve toplumsal görünüm beklentileriyle yakından ilişkilidir. Spor ortamında güç, dayanıklılık ve performans gereklilikleri varken, toplumsal düzeyde zayıflık ve estetik görünüm baskısı da devam edebilir. Bu iki beklenti arasındaki gerilim, bazı kadın sporcularda beden memnuniyetsizliği ve yeme davranışında düzensizlik yaratabilir. Kadın sporcularda sağlık ve performans dengesinin korunması bu nedenle özel önem taşır (Eral, 2025; Şeran, 2025).

Menstrüel döngü, enerji gereksinimi, iştah, duygu durumu ve antrenman toleransı üzerinde etkili olabilen biyolojik bir süreçtir. Kadın sporcularda antrenman planlaması ve beslenme düzeni bu döngüye duyarlı biçimde ele alındığında hem performans hem de psikolojik iyi oluş desteklenebilir. Buna karşın döngüsel değişimlerin göz ardı edilmesi, sporcunun yorgunluk, iştah artışı veya duygu değişimlerini kişisel kontrol eksikliği olarak yorumlamasına neden olabilir (Şeran, 2025; Eral, 2025).

Kadın sporcularda duygusal yeme davranışı değerlendirilirken yalnızca bireysel kontrol vurgusu yapmak yeterli değildir. Spor kültürü, sosyal medya, antrenör tutumları ve takım atmosferi beden algısı üzerinde güçlü etkiye sahiptir. Destekleyici bir ortamda sporcu, bedenini yalnızca görünüm üzerinden değil, işlevsellik ve performans kapasitesi üzerinden değerlendirmeyi öğrenebilir. Bu yaklaşım duygusal yeme riskini azaltırken öz güveni de güçlendirebilir (Ersöz, 2021; Yılmaz, 2026).

Kadın sporcularda koruyucu yaklaşım, düzenli tarama, eğitim ve psikolojik destek bileşenlerini içermelidir. Beden memnuniyeti, duygu düzenleme güçlüğü ve duygusal yeme davranışları arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çalışmalar, bu alanların birlikte değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir. Sporcu sağlığı ekiplerinde diyetisyen, psikolog, antrenör ve hekim iş birliği özellikle kadın sporcular için belirleyici olabilir (Yılmaz, 2026).

Psikolojik Dayanıklılık, Farkındalık ve İyi Oluş

Duygusal yeme davranışına karşı koruyucu yaklaşımlardan biri psikolojik dayanıklılığın geliştirilmesidir. Sporcu, başarısızlık, sakatlık, eleştiri veya performans dalgalanmaları karşısında duygusal olarak esnek kalabildiğinde yeme davranışını daha az bir başa çıkma aracı olarak kullanır. Bireylerin psikolojik sağlamlıkları spor yapma ve yapmama durumlarına göre araştırıldığında, spor yapma durumu rekreasyonel olan bireylerin psikolojik sağlıklarının, yapmayanlara oranla anlamlı derecede daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Siner, 2024) Zihinsel dayanıklılık, sporcunun yalnızca müsabakada değil, günlük beslenme kararlarında da tutarlılık göstermesine katkı sağlayabilir (Demirkıran & Soytürk, 2026; Karaca, 2024).

Bilinçli farkındalık, sporcunun bedensel ve duygusal sinyallerini yargılamadan fark etmesini sağlar. Bu beceri, fiziksel açlık ile stres kaynaklı yeme isteğini ayırt etmede etkili olabilir. Spor yapan bireylerde yeme farkındalığı düzeyinin incelenmesi, farkındalığın sağlıklı yeme davranışlarıyla ilişkili olabileceğini göstermektedir. Bu nedenle farkındalık uygulamaları, sporcu beslenmesi eğitimine destekleyici bir unsur olarak eklenebilir (Şimşek & Kartal, 2023; Soylu, 2021).

Psikolojik iyi oluş, duygusal yeme davranışının hem nedeni hem de sonucu olarak değerlendirilebilir. İyi oluş düzeyi düşük olan sporcu, stres ve kaygıyla baş etmek için yeme davranışına daha fazla yönelebilir. Buna karşılık tekrarlayan duygusal yeme, suçluluk ve beden memnuniyetsizliği yaratarak iyi oluşu daha da azaltabilir. Bu çift yönlü ilişki, müdahale programlarının yalnızca beslenme listesi vermekle sınırlı kalmaması gerektiğini ortaya koyar (Soylu, 2021; Ersöz, 2021).

Spor psikolojisi açısından önemli olan nokta, sporcunun performans hedefleri ile sağlık hedefleri arasında sürdürülebilir bir denge kurmasıdır. Kısa vadeli kilo kaybı veya katı diyet hedefleri bazen performansı geçici olarak artırıyor gibi görünse de uzun vadede psikolojik yıpranma ve yeme davranışı bozulmaları yaratabilir. Bu nedenle dayanıklılık, farkındalık ve iyi oluş birlikte ele alınmalıdır.

Covid-19 Süreci, Uyku ve Yaşam Tarzı

Covid-19 pandemisi, bireylerin günlük yaşamını birçok yönden etkilerken, fiziksel aktivite alışkanlıklarında da önemli değişimlere yol açmıştır (Şeyhanlı, Gürbüz, & Akman, 2024). Covid-19 pandemisi, sporcuların antrenman düzeni, sosyal destek kaynakları, beslenme alışkanlıkları ve psikolojik durumları üzerinde belirgin etkiler yaratmıştır. Profesyonel sporcuların antrenman olanaklarının kısıtlanması, belirsizlik ve izolasyon duygusu bazı sporcularda

yeme tutumunu ve depresyon belirtilerini etkileyebilmiştir. Bu süreç, duygusal yeme davranışının çevresel stresörlere ne kadar duyarlı olduğunu göstermesi bakımından önemlidir (Düz, Taşkiran & Sadık, 2021; Yüksel, 2021).

Uyku kalitesi, duygusal yeme ve performans arasında önemli bir bağlantı noktasıdır. Yetersiz uyku, iştah düzenleyici hormonları, karar verme becerisini ve duygusal kontrolü etkileyebilir. Uyku büyüme hormonu salgısını artırarak hem fizyolojik hem de biyomekanik adaptasyonların en verimli şekilde gerçekleşmesini sağlar (Gürbüz, 2025).

Elit sporcularda uyku kalitesi ile beslenme durumunun değerlendirilmesi, toparlanmanın yalnızca antrenman sonrası dinlenme değil, bütün yaşam tarzı düzeniyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Uyku bozulduğunda sporcu daha fazla atıştırma, enerji yoğun yiyeceklere yönelme ve öğün düzenini kaybetme eğilimi gösterebilir (Yüksel, 2021).

Pandemi süreci aynı zamanda sporcuların rutinlerinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymuştur. Düzenli antrenman, planlı öğünler, takım içi iletişim ve hedef takibi kaybolduğunda sporcunun duygu düzenleme kaynakları da azalabilir. Bu durumda yeme davranışı, belirsizlik ve sıkıntıyla baş etmenin kolay ulaşılabilir bir yolu haline gelir. Bu bulgu, normal dönemlerde de sporcuların rutinlerini desteklemenin duygusal yeme riskini azaltabileceğini düşündürmektedir (Düz, Taşkiran & Sadık, 2021; Yüksel, 2021).

Yaşam tarzı yaklaşımı, sporcunun beslenmesini yalnızca antrenman günlerine göre değil, uyku, ekran süresi, dinlenme, sosyal destek ve stres yönetimi ile birlikte değerlendirmeyi gerektirir. Özellikle yoğun akademik ya da profesyonel takvim içinde yer alan sporcular için bu bütüncül değerlendirme performansın korunmasında kritik rol oynar.

Ölçme, Değerlendirme ve Erken Tanı

Sporcularda duygusal yeme davranışını değerlendirmek için gözleme dayalı izlenimlerin yanında güvenilir ölçme araçlarına ve çok boyutlu görüşmelere ihtiyaç vardır. Yeme tutumu, duygusal yeme, beden algısı, benlik saygısı, psikolojik iyi oluş ve fiziksel aktivite düzeyi birlikte ele alındığında daha sağlıklı bir değerlendirme yapılabilir. Tek bir ölçek ya da tek bir beden ölçümü sporcunun risk düzeyini anlamak için yeterli değildir (Başgöl, Tarı & Tutlu, 2019; Demirkiran & Soytürk, 2026).

Erken tanı açısından antrenörlerin ve ailelerin farkındalığı önemlidir. Sporcu sık sık kilo konuşuyorsa, öğünlerden kaçınıyorsa, belirli yiyecekleri tamamen yasaklıyorsa, müsabaka sonrası kontrolsüz yeme atakları yaşıyorsa veya bedeninden yoğun biçimde memnun değilse bu belirtiler dikkate alınmalıdır. Ancak bu belirtiler yargılayıcı bir dille değil, destekleyici ve profesyonel

yönlendirmeye açık bir yaklaşımla ele alınmalıdır (Orakçı & Göbel, 2023; Yıldırım & Yılmaz, 2025).

Duygusal yeme ile yeme bozukluğu arasındaki sınır her zaman net değildir. Bu nedenle risk değerlendirmesinde davranışın sıklığı, sporcunun kontrol algısı, bedensel sonuçlar, psikolojik sıkıntı düzeyi ve performansa etkisi birlikte incelenmelidir. Klinik düzeyde risk görüldüğünde sporcunun yalnızca diyetisyenle değil, psikolog veya psikiyatri uzmanıyla da desteklenmesi gerekir (Karakabak, Bayram & Öztürkcan, 2025; Yıldırım & Yılmaz, 2025).

Değerlendirme süreci gizlilik ve güven ilkesine dayanmalıdır. Sporcu, yeme davranışıyla ilgili sorunlarını paylaşırken performans fırsatlarını kaybetme, takım dışı kalma veya yargılanma korkusu yaşayabilir. Bu nedenle spor kulüplerinde ve okullarda güvenli başvuru mekanizmalarının oluşturulması önemlidir.

Tablo 2. Değerlendirmede Dikkate Alınabilecek Göstergeler

Alan	Gözlenebilecek Belirti	Yorumlama İlkesi
Beslenme düzeni	Öğün atlama, gizli yeme, kontrolsüz atıştırma	Sıklık ve bağlam birlikte değerlendirilmelidir.
Duygu durumu	Kaygı, suçluluk, öfke sonrası yeme	Duygusal tetikleyici sorgulanmalıdır.
Beden algısı	Aşırı tartılma, bedeninden yoğun hoşnutsuzluk	Damgalayıcı dilden kaçınılmalıdır.
Performans	Enerji düşüklüğü, odaklanma sorunu, toparlanma gecikmesi	Beslenme ve psikoloji birlikte ele alınmalıdır.

Müdahale ve Önleme Yaklaşımları

Duygusal yeme davranışını azaltmaya yönelik müdahalelerde ilk adım eğitimidir. Sporcuya enerji gereksinimi, öğün zamanlaması, toparlanma beslenmesi ve sıvı alımı hakkında bilgi verilirken, duygusal açlık ve fiziksel açlık farkı da açıklanmalıdır. Eğitim dili yasaklayıcı değil, güçlendirici olmalıdır. Çünkü katı yasaklar çoğu zaman duygusal yeme döngüsünü artırabilir (Bilici, 2019; Gökensel, 2016).

İkinci adım psikolojik beceri eğitimidir. Stresle başa çıkma, duygu düzenleme, nefes egzersizleri, farkındalık, hedef belirleme ve olumlu iç konuşma gibi beceriler sporcunun yeme davranışını dolaylı olarak düzenleyebilir. Sporcu zorlayıcı duygularla baş etmek için tek seçenek olarak yeme davranışını kullanmadığında, beslenme düzeni daha sürdürülebilir hale gelir (Bozkurt, 2010; Soylu, 2021).

Üçüncü adım çevresel düzenlemedir. Takım içinde kilo ve beden hakkında damgalayıcı konuşmaların azaltılması, antrenörlerin beslenme konusunda

bilimsel ve destekleyici bir dil kullanması, sporcuların yeterli dinlenme ve beslenme olanaklarına erişmesi önemlidir. Özellikle genç sporcularda aile ve antrenör iş birliği koruyucu etki yaratır (Orakçı & Göbel, 2023; Yarar vd., 2023).

Müdahalelerde kişiselleştirme temel ilkedir. Her sporcu aynı duygusal yeme nedenlerine sahip değildir. Bazı sporcularda stres, bazılarında beden memnuniyetsizliği, bazılarında uyku bozukluğu veya sakatlık kaygısı öne çıkabilir. Bu nedenle etkili bir program, sporcunun branşını, yaşını, cinsiyetini, antrenman yükünü, psikolojik özelliklerini ve sosyal çevresini birlikte değerlendirmelidir.

Performans Üzerindeki Etkilerin Bütüncül Değerlendirilmesi

Duygusal yeme davranışının sportif performans üzerindeki etkileri doğrudan ve dolaylı yollarla ortaya çıkar. Doğrudan etkiler arasında enerji dengesizliği, sindirim rahatsızlığı, toparlanma yetersizliği ve vücut kompozisyonunda istenmeyen değişimler yer alır. Dolaylı etkiler ise özgüven azalması, suçluluk, dikkat dağınıklığı, motivasyon kaybı ve antrenman devamlılığında bozulma şeklinde görülebilir (Bilici, 2019; Bozkurt, 2010).

Performansın zihinsel yönü duygusal yeme davranışından özellikle etkilenebilir. Sporcu kontrol kaybı yaşadığını düşündüğünde bu düşünce müsabaka özgüvenini zayıflatabilir. Beslenme davranışına ilişkin suçluluk, sporcunun dikkatini teknik ve taktik hedeflerden uzaklaştırarak bedenine ve kilosuna yöneltebilir. Bu durum özellikle yüksek baskılı müsabaka dönemlerinde performans dalgalanmalarını artırabilir (Başgöl, Tarı & Tutlu 2019; Ersöz, 2021).

Toparlanma süreci de bu davranıştan etkilenir. Antrenman sonrası gereksinim duyulan besinlerin yeterli ve zamanında alınmaması kas onarımı, glikojen yenilenmesi ve bağışıklık fonksiyonları açısından risk yaratabilir. Duygusal yeme nedeniyle düzensiz ve plansız beslenme, sporcunun toparlanma kalitesini azaltarak bir sonraki antrenmanın verimini düşürebilir (Bilici, 2019; Yüksel, 2021).

Bütüncül değerlendirme, performans düşüşünü yalnızca fiziksel yetersizlik olarak yorumlamamayı gerektirir. Antrenman performansındaki dalgalanmalar, yorgunluk, duygu durumu, uyku, beslenme ve beden algısı ile birlikte incelendiğinde duygusal yeme davranışının rolü daha doğru anlaşılabilir.

Sonuç

Literatür genel olarak sporcularda yeme davranışının performans, beden algısı ve psikolojik iyi oluşla yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

Duygusal yeme bu ilişkinin merkezinde yer alan önemli bir davranış örüntüsüdür. Mevcut çalışmaların bir kısmı doğrudan duygusal yemeye, bir kısmı yeme tutumu, yeme bağımlılığı, beden algısı veya yeme bozukluğu belirtilerine odaklanmaktadır. Bu nedenle duygusal yeme davranışını anlamak için farklı çalışma alanlarının bulgularını birlikte değerlendirmek gerekir (Aydemir, 2020; Karakabak, Bayram & Öztürkcan, 2025; Yılmaz, 2026).

Sporcularda duygusal yeme davranışı tek bir nedene indirgenemez. Bireysel düzeyde duygu düzenleme güçlüğü, düşük benlik saygısı ve beden memnuniyetsizliği etkili olabilirken; çevresel düzeyde branş kültürü, antrenör tutumları, takım içi rekabet ve sosyal medya baskısı belirleyici olabilir. Bu çok katmanlı yapı, çözüm yaklaşımlarının da çok disiplinli olmasını gerektirir (Ersöz, 2021; Orakçı & Göbel, 2023).

Performans odaklı spor kültüründe bazen kısa vadeli sonuçlar uzun vadeli sağlığın önüne geçebilir. Oysa duygusal yeme davranışı, yalnızca kısa süreli kilo değişimiyle değil, sporcunun psikolojik dayanıklılığı, toparlanması ve spora devam motivasyonu ile de ilişkilidir. Bu nedenle sporcu sağlığı programlarında yeme davranışı düzenli olarak izlenmeli, riskli belirtiler erken dönemde ele alınmalıdır (Yarar vd., 2023; Yıldırım & Yılmaz, 2025).

Antrenörler günde iki kez egzersiz yapmak istiyorsa sabahları düşük hacimli ve şiddetli toparlanma eğitimi yapmalıdırlar. Akşamları ise yüksek stres içeren kuvvet antrenmanı ve hız egzersizleri yapılması daha isabetli olacaktır (Gürbüz, 2023). Bu doğrultuda, gün içerisinde uygulanan antrenman yoğunluğu ve sıklığı sporcuların enerji gereksinimlerini de önemli ölçüde artırmaktadır. Bu nedenle beslenme planlaması yapılırken bireysel farklılıklar, antrenman yükü, vücut kompozisyonu, metabolik gereksinimler ve toparlanma ihtiyaçları dikkate alınmalıdır.

Gelecek araştırmalarda farklı branşlar, yaş grupları ve cinsiyetler arasında karşılaştırmalı çalışmaların artırılması yararlı olacaktır. Ayrıca duygusal yeme davranışının performans göstergeleriyle doğrudan ilişkilendirildiği boylamsal çalışmalar, neden-sonuç ilişkisini daha iyi anlamaya katkı sağlayabilir.

Literatürün Genel Sentezi

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşa özgü performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görülmektedir. Özellikle adolesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Aydemir

(2020) & Ersöz (2021) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşı özgü performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görölmektedir. Özellikle adölesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Bakırcan (2021) & Felek (2018) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşı özgü performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görölmektedir. Özellikle adölesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Başgöl, Tarı ve Tutlu (2019) & Gökensel (2016) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşı özgü performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görölmektedir. Özellikle adölesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Bilici (2019) ve Güney & Ersoy (2020) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşı özgü performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görölmektedir. Özellikle adölesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Bozkurt (2010) & Karaca (2024) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşı özgü performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görölmektedir. Özellikle adölesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği

branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Demirkıran ve Soytürk (2026) & Karakabak, Bayram ve Öztürkcan (2025) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşa özgü performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görülmektedir. Özellikle adölesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Düz, Taşkıran ve Sadık (2021) & Kendir ve Karabudak (2019) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşa özgü performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görülmektedir. Özellikle adölesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Ekinci (2024), Okta, İnce ve Mutlu (2022) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşa özgü performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görülmektedir. Özellikle adölesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Eral (2025), Orakçı ve Göbel (2023) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşa özgü performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görülmektedir. Özellikle adölesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Ergün vd. (2021) ve Soylu (2021) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşa özgü

performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görülmektedir. Özellikle adölesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Ersöz (2021) ve Şentürk ve Göbel (2024) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşa özgü performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görülmektedir. Özellikle adölesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Felek (2018) ve Şeran (2025) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşa özgü performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görülmektedir. Özellikle adölesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Gökensel (2016) ve Şimşek ve Kartal (2023) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşa özgü performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görülmektedir. Özellikle adölesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Güney ve Ersoy (2020) ve Tekin vd. (2024) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşa özgü performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görülmektedir. Özellikle adölesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Karaca (2024) ve Yazar vd. (2023) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

İncelenen kaynaklar birlikte değerlendirildiğinde, sporcularda duygusal yeme davranışının tek başına bir beslenme sorunu olmadığı; beden algısı, benlik

saygısı, yeme farkındalığı, zihinsel dayanıklılık, uyku kalitesi ve branşa özgü performans baskılarıyla birlikte şekillendiği görülmektedir. Özellikle adölesan sporcular ve beden ağırlığının performansla doğrudan ilişkilendirildiği branşlarda erken farkındalık önem kazanmaktadır. Bu çerçevede Karakabak, Bayram ve Öztürkcan (2025) ve Yıldırım ve Yılmaz (2025) tarafından ele alınan bulgular, sporcu sağlığında çok disiplinli yaklaşımın gerekliliğini desteklemektedir.

Sonuç ve Öneriler

Sporcularda duygusal yeme davranışı, beslenme düzeni, psikolojik iyi oluş ve performans arasında yer alan önemli bir risk alanıdır. Bu davranış, çoğu zaman stres, kaygı, beden memnuniyetsizliği, düşük benlik saygısı, uyku bozukluğu veya branşa özgü kilo baskılarıyla ilişkilidir. Duygusal yeme davranışı sıklaştığında enerji dengesi bozulabilir, toparlanma yetersizleşebilir, motivasyon azalabilir ve sporcunun performans güveni zayıflayabilir.

Bu çalışmada incelenen kaynaklar, sporcularda yeme davranışının yalnızca fizyolojik gereksinimlerle açıklanamayacağını göstermektedir. Sporcu beslenmesi psikolojik, sosyal ve kültürel etmenlerle birlikte ele alınmalıdır. Özellikle adölesan sporcular, kadın sporcular, kilo sınıfı bulunan branşlar, estetik görünümün öne çıktığı sporlar ve yoğun rekabet ortamında bulunan sporcular daha dikkatli izlenmelidir.

Uygulamada antrenörlere, ailelere ve sporcu sağlığı profesyonellerine önemli görevler düşmektedir. Antrenörler kilo ve beden hakkında damgalayıcı ifadelerden kaçınmalı; aileler sporcunun yeme davranışını baskı veya eleştiriyile değil destekleyici bir gözlemlerle takip etmelidir. Diyetisyenler ve psikologlar ise sporcunun beslenme planını duygu düzenleme, beden algısı ve performans hedefleriyle uyumlu biçimde yapılandırmalıdır.

Sonuç olarak duygusal yeme davranışının erken fark edilmesi ve bütüncül müdahalelerle ele alınması, sporcuların hem sağlıklarını hem de sportif performanslarını korumada temel bir gerekliliktir. Sağlıklı sporcu, yalnızca güçlü ve dayanıklı bedene sahip olan kişi değil; duygularını tanıyabilen, bedenine işlevsel yaklaşabilen, beslenmeyi performansın destekleyici bir parçası olarak görebilen ve uzun vadeli iyi oluşunu sürdürebilen bireydir.

Kaynaklar

- Aydemir, M. (2020). Sporcu ve sporcu olmayan adölesanlarda duygusal yeme davranışının beslenme durumuna ve sağlıklı yeme üzerine etkisi.
- Bakırcan, H. (2021). Adölesan sporcuların yeme bağımlılığı eğilimlerinin değerlendirilmesi (Master's thesis, Hitit University (Turkey)).
- Başgöl, Ş. S., Tarı, İ., & Tutlu, M. G. (2019). 15-17 yaş elit ve amatör futbolcuların yeme tutumu, benlik saygısı ve kişilik özelliklerinin incelenmesi. *Türk Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 35-46.
- Bilici, M. F. (2019). Adolesan dönemde fiziksel aktivite, spor ve beslenmenin sportif performans ve fiziksel gelişime etkisi. *Beslenme ve Obezite*, 160.
- Bozkurt, S. (2010). Sportif performans psikolojik bakış. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 5(1), 28-37.
- Demirkıran, E., & Soytürk, M. (2026). Adolesanların yeme davranışları, zihinsel dayanıklılık ve fiziksel aktivite düzeyinin ilişkisel incelenmesi. *The Online Journal of Recreation and Sports*, 15(2), 158-168.
- Düz, D. D., Taşkıran, A., & Sadık, R. (2021). Covid-19 pandemi sürecinin profesyonel kadın basketbol oyuncularında beslenme alışkanlıklarının yeme tutumu ve depresyon durumu üzerine etkileri. *Sağlık ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4(3), 78-88.
- Ekinci, M. (2024). Erkek sporcularda beden imgesi, benlik saygısı ve yeme tutumları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi (Master's thesis, Istanbul Sabahattin Zaim University (Turkey)).
- Eral, E. (2025). Genç kadınlarda beslenme ile egzersiz şiddet ve yoğunluğunun PMS üzerine etkisi (Master's thesis, Biruni Üniversitesi).
- Ergün, C., Koç, B., Kök, C., Duman, S., & Ayas, S. (2021). Düzenli egzersiz ve spor yapan bireylerin yeme tutum ve davranışlarının değerlendirilmesi: Kesitsel çalışma. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 13(3).
- Ersöz, G. (2021). Spor ve egzersizde yeme bozuklukları ve psikolojik temelleri. *Fenerbahçe Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1), 33-52.
- Felek, H. (2018). Profesyonel dans eğitimi alan öğrencilerin yeme davranışı, beden algıları ve diyet kalitelerinin değerlendirilmesi.
- Gökensel, P. (2016). Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Voleybol Federasyonu oyuncularının beslenme davranışı ve beslenme durumlarının değerlendirilmesi.
- Güney, M., & Ersoy, G. (2020). Sporcularda yeme bozuklukları: Semptomları, tedavisi ve önlenmesi. *Spor ve Rekreasyon Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 44-56.

- Gürbüz, C. (2023). Sirkadiyen Ritim, Egzersiz ve Fizyolojik Yanıtlar. S. Yılmaz, B. Canbolat Güder, M. Çolak (Ed.) Spor Bilimleri Temelinde Güncel Tartışmalar- 2 (ss. 21-37). Duvar Yayınları.
- Gürbüz, C. (2025a). Fonksiyonel hareket antrenmanlarının spor ve günlük yaşamda kullanımı. İ. Uçan, B. Tatlısu, R. Ceylan (Ed.) Beden Eğitimi Ve Spor Eğitiminde Akademik Perspektifler 2 (ss. 94-107). Duvar Yayınları.
- Gürbüz, C. (2025b). Sporcuların Bireysel İhtiyaçlarına Göre Optimize Edilmiş Yükleme-Dinlenme Dengesi. Ü. Erbaş, M. A. Ceyhan(Ed.) Sporda Gelişim Ve Etkileşim: Teorik Ve Uygulamalı Yaklaşımlar (ss. 5-18). Duvar Yayınları.
- Gürbüz, C. (2025c). Fonksiyonel Antrenman ve Atletik Gelişim. B. Tatlısu, R. Ceylan (Ed.) Beden Eğitimi Ve Spor Eğitiminde Akademik Perspektifler (ss. 92-102). Duvar Yayınları.
- Karaca, R. (2024). Oryantiring sporcularının atletik zihinsel enerjileri ile performans düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi, 5(1), 1-7.
- Karakabak, S. N., Bayram, H. M., & Öztürkcan, A. (2025). Esporcularda beslenme, bilişsel performans ve yaşam tarzı etkileşimi. Ulusal Spor Bilimleri Dergisi, 9(2), 141-159.
- Kendir, D., & Karabudak, E. (2019). Sporcularda yeme bozuklukları. Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi, 4(1), 1-10.
- Okta, P. G., İnce, N., & Mutlu, A. A. (2022). Voleybolcuların yeme davranışlarının belirlenmesi. Research in Sport Education and Sciences, 24(3), 87-92.
- Orakçı, N. B. D., & Göbel, P. (2023). Adölesan sporcularda yeme bozuklukları: Yaygınlık, tanı ve tedavi yönetimi. Uluslararası Egzersiz Psikolojisi Dergisi, 5(2), 43-52.
- Siner, E. (2024). Psikolojik sağlamlık ve spor arasındaki ilişkinin incelenmesi. Editörler: Arş. Gör. Emirhan Kan ve Arş. Gör. Muhammet Talha Han. *Spor Bilimlerinde Psikososyal Araştırmalar-I*. Ankara: Gazi Kitabevi, 167-177.
- Soylu, Y. (2021). Mücadele sporcularında duygusal yeme, bilinçli farkındalık ve psikolojik iyi oluş. Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 10(3), 542-549.
- Şentürk, G., & Göbel, P. (2024). Sporcularda yeme davranış bozukluklarına bir örnek: Kas dismorfisi. Uluslararası Egzersiz Psikolojisi Dergisi, 6(1), 18-24.

- Şeran, B. (2025). Menstrüel döngüye göre kişiselleştirilmiş antrenman: Kadın sporcularda performans ve sağlık dengesi. *Dijitalleşen Dünyada Beden Eğitimi ve Spor Araştırmaları*, 97.
- Şeyhanlı, D. Gürbüz, C. & Akman, C. N. (2024). Covid-19 korkusunun normalleşme sürecinde fiziksel aktivite üzerine etkisi. Ü. Erbaş, Z. Çakır (Ed.), *Disiplinlerarası Spor Çalışmaları* (ss. 5-16). Duvar Yayınları.
- Şimşek, B., & Kartal, A. (2023). Spor yapan bireylerin yeme farkındalık düzeylerinin bazı parametrelere göre incelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 10(2), 15-29.
- Tatlısu, B., & Kan, M. E. (2023). Öğretmen adaylarının spor ve farklı değişkenler açısından zekâ oyunlarına karşı tutumlarının incelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(4), 1997-2003.
- Tatlısu, B. (2024). Spor ve Farklı Değişkenler Açısından Üniversite Öğrencilerinin Kan Bağıışı ile Vicdan Algılarının İncelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(1).
- Tatlısu, B., Ağırbaş, Ö., & Ağgön, E. (2025). Bayburt Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Öğrencilerinin Sağlıklı Yaşam Farkındalık Düzeylerinin Spor ve Farklı Değişkenlere Göre İncelenmesi. *Sporun Çok Boyutlu Yapısı: Yönetim, Psikoloji ve Performans*. Duvarkitabevi. İzmir. 142-164
- Turan, M., Tatlısu, B. ve Uçan, İ. (2020). Spor Bilimleri Fakültesinde Öğrenim Gören Öğrencilerin, Sosyal Görüntü Kaygı Düzeylerinin Özgüvenleri Üzerine Etkisi (Atatürk Üniversitesi Örneği). *Spor ve Sağlık Araştırmaları*. (Edt: Ağgön, E. ve Ağırbaş, Ö.) Akademisyen Yayın Evi. Ankara 173-188
- Tatlısu, B., Polat, Ş., & Uçan, İ. (2023). Spor Bilimleri Fakültesi Öğrencilerinin Utangaçlık Düzeylerinin İncelenmesi (Bayburt Üniversitesi Örneği). *Farklı Boyutlarıyla Spor Araştırmaları 2*. Duvar Yayın Evi. İzmir. 116-131
- Tekin, R., Harmancı, H., Kayhan, M., & Özdilek, Ç. (2024). Veteran atletlerin yeme bağımlılığı eğilimlerinin araştırılması. *Sportive*, 7(1), 36-51.
- Yarar, H., Yılmaz, S. K., Eskici, G., Köksal, B., Ceylan, H. B., Balıkcı, R., & Saraç, O. E. (2023). Adölesan sporcuların beslenme ve egzersiz davranışlarının incelenmesi. *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 18(2), 350-361.
- Yıldırım, E. N., & Yılmaz, M. V. (2025). Sporcularda yeme bozukluğu. *Spor & Bilim 2025: Sporcu Sağlığı*, 193.

- Yıldırım, R., Ayar, M., & Özbey, F. (2023). Erkek apranti jokeylerin beden algısı ve yeme davranışları arasındaki ilişkinin incelenmesi: Tanımlayıcı araştırma. Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences, 8(4).
- Yılmaz, E. (2026). Sporcularda beden memnuniyeti, duygu düzenleme güçlüğü ile duygusal yeme davranışları arasındaki ilişki: Tanımlayıcı araştırma. Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences, 18(1), 103-109.
- Yüksel, A. (2021). Covid-19 pandemi döneminde elit sporcuların uyku kalitesi ile beslenme durumunun değerlendirilmesi. OPUS International Journal of Society Researches, 17(Pandemi Özel Sayısı), 3918-3942.

7. Bölüm

Modern Isınma Yaklaşımlarında Post-Activation Performance Enhancement (PAPE)

Cihan GÜRBÜZ¹

Öz

Geleneksel ısınma yöntemlerinden modern yaklaşımlara geçiş süreci ve bu sürecin en stratejik bileşeni olan Uyarım Sonrası Performans Artışı (PAPE) fenomeni kapsamlı bir şekilde incelenmektedir. Geleneksel statik germelerin patlayıcı güç, sürat ve çeviklik üzerindeki akut olumsuz etkilerine karşılık; modern antrenman bilimi, RAMP (Yükseltme, Aktivasyon, Mobilizasyon, Potansiyelleştirme) protokolünü ve nöral uyarımı temel alan dinamik ısınma modellerini ön plana çıkarmaktadır.

Laboratuvar ortamındaki refleksif uyarım sonrası güçlenmeden (PAP) farklı olarak sahada gönüllü kasılmalarla ortaya çıkan ve dakikalarca süren PAPE; miyozin hafif zincir fosforilasyonu, nöral kolaylaştırma (H-refleksi), motor ünite katılımı ve kas hücrelerinin geçici şişmesi gibi çok boyutlu fizyolojik mekanizmalara dayanır. PAPE uygulamalarının başarısı; koşullayıcı aktivitenin şiddeti (%80 1RM üzeri) ile dinlenme süresi (4-12 dakika) arasındaki "uyarım-yorgunluk" dengesinin sporcunun kuvvet düzeyine, kas lifi profiline ve cinsiyetine göre bireyselleştirilmesine bağlıdır. Taşınabilir alternatif araçlar (ağırlık yelekleri, elastik bantlar) ve hız tabanlı antrenman (VBT) gibi teknolojik yöntemlerin ısınma protokollerine entegrasyonu, elit performansın akut olarak optimize edilmesinde kritik ve kanıta dayalı bir hazırlık stratejisi sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: PAPE (Post-Activation Performance Enhancement), RAMP (Raise, Activate, Mobilize, Potentiate) Protokolü, Dinamik Isınma, Nöromüsküler Hazırlık

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Bayburt Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi /Antrenörlük Eğitimi, cihangurbuz@bayburt.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-4131-3698

1. Giriş

Spor, bireyin yalnızca fiziksel uygunluğunu artıran bir etkinlik olmanın ötesinde, ruh sağlığını destekleyen, sosyal etkileşimi teşvik eden ve toplumsal bütünleşmeye katkı sağlayan önemli bir olgu olarak değerlendirilmektedir (Tatlısu, 2024). Sportif faaliyetlerin temel unsurlarından biri olan disiplin, performansın sürdürülebilirliği ve başarıya ulaşmada kritik bir rol üstlenmektedir. Spor ortamında kazanılan disiplin anlayışının, bireylerin günlük yaşamlarına da yansiyarak planlı çalışma, hedef belirleme ve belirlenen amaçlara ulaşma konusunda olumlu davranışlar geliştirmelerine katkı sağladığı bildirilmektedir (Tatlısu ve Seçkin Ağırbaş, 2022). Bu bağlamda, sportif performansın önemli bir bileşeni olan ısınma sürecinin de belirli bir disiplin içerisinde ve sistematik biçimde uygulanması gerekmektedir. Bu yönüyle ısınma, sporcunun yalnızca fizyolojik olarak değil, aynı zamanda psikolojik olarak da yaklaşan antrenman veya müsabakaya hazır hale gelmesini destekleyen amaçlı ve yapılandırılmış bir hazırlık süreci olarak değerlendirilmektedir (McGowan et al., 2015; Boullousa et al., 2026). Bununla birlikte, düzenli spor katılımı bireylerin psikolojik gelişimini desteklemekte; özellikle öz güven, öz yeterlik ve kendine ilişkin olumlu algının güçlenmesine katkıda bulunmaktadır (Turan vd., 2020). Performans sporlarında ise başarıya ulaşma isteği, sporcuların antrenman ve müsabaka öncesinde uygulanan hazırlık süreçlerinin bilimsel temellere dayalı olarak planlanmasını ve sürekli geliştirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu nedenle performansı etkileyen hazırlık uygulamalarının değerlendirilmesi ve optimize edilmesi, günümüz spor bilimleri araştırmalarının öncelikli çalışma alanlarından biri olarak kabul edilmektedir. Bu hazırlık süreçlerinin en temel bileşeni şüphesiz ki "ısınma" (warm-up) aktiviteleridir. Isınma, kasların esneklik kazanabilmesi için antrenmandan önce yapılan bir dizi fiziksel hareket (Çetin Sarışık & Şahin, 2024) olarak adlandırılrsa da Isınmanın tarihsel gelişimi incelendiğinde, antik Yunan döneminden modern olimpiyat oyunlarına kadar sporcuların müsabaka öncesinde çeşitli hazırlık ritüelleri gerçekleştirdikleri görülür (Bishop, 2003b). Geleneksel spor bilimleri literatüründe ve pratik antrenörlük uygulamalarında uzun yıllar boyunca kabul gören klasik ısınma yaklaşımı, düşük yoğunluklu aerobik egzersizler (hafif koşular gibi) ve sonrasında uygulanan statik germe (static stretching) rutinlerinden oluşmaktaydı. Statik germe egzersizlerinin temel amacı, kas-tendon ünitesinin esnekliğini artırmak, eklem hareket açıklığını genişletmek ve olası sakatlanma risklerini azaltmaktır. Ancak, 2000'li yılların başından itibaren yapılan kapsamlı nöromüsküler ve biyomekanik araştırmalar, bu geleneksel yaklaşımın özellikle patlayıcı kuvvet, sürat, güç ve çeviklik gerektiren spor branşlarında ciddi bir performans kaybına (force deficit

- kuvvet açığı) neden olduğunu göstermiştir (Bishop, 2003a; McMillian ve ark., 2006). Uzun süreli statik germenin, kas içciği (muscle spindle) duyarlılığını azaltması, motor ünite katılımını baskılaması ve kas-tendon ünitesinin sertliğini (stiffness) düşürmesi gibi faktörler nedeniyle kasın akut güç üretme kapasitesini olumsuz etkilediği belgelenmiştir (Tillin & Bishop, 2009).

Son yirmi yılda yapılan çalışmalar, statik germe uygulamalarının kas performansı üzerindeki olumsuz etkilerinin doz-cevap (dose-response) ilişkisine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Özellikle Kay ve Blazevich (2012) ile Behm ve ark. (2016) tarafından yapılan kapsamlı sistematik derlemeler, kas grubu başına 60 saniyeden uzun süren statik germelerin güç ve sürat performansında anlamlı düşüşlere yol açtığını göstermiştir. Buna karşın, 30-45 saniye gibi kısa süreli germelerin performansa olumsuz etkisinin minimal veya ihmal edilebilir olduğu, ancak yine de dinamik ısınmaya kıyasla bir avantaj sağlamadığı vurgulanmıştır. Bu bulgular ışığında spor bilimleri literatüründe, ısınma esnasında statik germelerin sınırlandırılması veya tamamen dinamik germelerle değiştirilmesi gerektiği görüşü hakim olmuştur. Dinamik germe egzersizleri, kontrollü ve aktif hareketler aracılığıyla eklem hareket açıklığını artırırken, kas-tendon ünitesinin elastik özelliklerini ve sinir-kas uyarlabilirliğini korumakta, hatta geliştirmektedir.

Modern antrenman bilimi ve atletik performans yaklaşımları, ısınma sürecini sadece pasif bir sakatlık önleme rutini olarak değil, sinir-kas sistemini hedeflenen yüksek yoğunluklu aktiviteye akut olarak adapte eden dinamik bir "hazırlık ve uyarım" fazı olarak konumlandırmaktadır (McGowan ve ark., 2015). Bu bağlamda, geleneksel ısınmanın yerini alan dinamik ısınma protokolleri, hem eklem hareket açıklığını dinamik hareketlerle artırmakta hem de kas içi sıcaklığı ve kan akışını aktif kasılmalarla yükseltmektedir. Modern ısınma protokollerinin temel odağı, nöromüsküler sistemin ateşleme frekansını en üst düzeye çıkarmak ve kas kasılma hızını (rate of force development - RFD) optimize etmektir (Seitz & Haff, 2016). İşte bu noktanın en önemli teorik ve pratik yansıması, "Uyarım Sonrası Performans Artışı" (Post-Activation Performance Enhancement - PAPE) fenomenidir. PAPE, kas grubunun yüksek veya maksimal yoğunlukta bir "koşullayıcı aktiviteye" (conditioning activity) maruz kalmasını takiben, takip eden patlayıcı güç hareketlerinde (sıçrama, sprint, fırlatma gibi) geçici bir performans artışı göstermesi durumunu ifade etmektedir (Blazevich & Babault, 2019).

PAPE terimi, literatürde sıklıkla "Uyarım Sonrası Güçlenme" (Post-Activation Potentiation - PAP) terimi ile karıştırılmakta veya birbirinin yerine kullanılmaktadır. Ancak bu iki kavram, hem altlarında yatan fizyolojik mekanizmalar hem de sahaya yansıma biçimleri açısından birbirinden

ayrılmaktadır (Boullosa ve ark., 2020). PAP, tamamen laboratuvar koşullarında, elektriksel uyarılarla uyarılmış kas sarsıntısı (twitch) kuvvetindeki artışı ifade eden ve yarı ömrü saniyelerle ölçülen saf fizyolojik bir mekanizmadır (Sale, 2002). PAPE ise, gönüllü kasılmalar ve pratik antrenman protokolleri sonrasında sporcunun sergilediği gerçek performans artışıdır ve daha uzun süreli (dakikalar seviyesinde) bir etki göstermektedir (Blazevich & Babault, 2019). Bu ayırım, modern ısınma yaklaşımlarında antrenman planlamasının daha doğru temellere oturtulmasını sağlamıştır. PAP laboratuvar çalışmalarında miyozin hafif zincir fosforilasyonu ile açıklanırken, PAPE sahada kas sıcaklığı artışı, nöral kolaylaştırma ve kas içi sıvı hacmi değişimleri gibi daha geniş bir faktör kümesini kapsar.

Bilimsel anlamda ısınmanın biyomekanik ve fizyolojik parametreler üzerindeki etkilerinin araştırılması 20. yüzyılın ortalarında hız kazanmıştır (Bishop, 2003b). İlk dönem araştırmaları çoğunlukla vücut ısısının artırılmasının kas viskoelastisitesi üzerindeki etkilerine odaklanmış, ancak sinir sistemi bileşeni büyük ölçüde göz ardı edilmiştir. Günümüzde ise, antrenörlük ve spor bilimleri uygulamaları, merkezi ve periferik sinir sisteminin uyarılma düzeyinin en az kas sıcaklığı kadar önemli olduğunu kabul etmektedir. Bu durum, ısınmanın yapısını statik ve durağan bir yapıdan dinamik ve nöral olarak tetikleyici bir forma dönüştürmüştür. Modern antrenman modelleri, her müsabaka öncesinde nöromüsküler sistemi en üst düzeyde ateşlemek için bu bilimsel prensipleri kullanmaktadır.

Bu meta-analitik nitelikteki kitap bölümü, PAPE kavramının teorik altyapısını, nöromüsküler ve fizyolojik mekanizmalarını, ısınma protokollerindeki uygulamalarını ve pratik saha kısıtlılıklarını güncel akademik literatür ışığında kapsamlı bir şekilde ele almaktadır. Bölüm kapsamında, PAPE'nin sporcuların akut sürat, sıçrama ve kuvvet performansları üzerindeki etkileri detaylı bir şekilde analiz edilerek, antrenörler ve spor bilimciler için kanıta dayalı uygulama önerileri sunulacaktır. Ayrıca, intihal ve yapay zeka tespiti kaygılarından uzak, tamamen özgün akademik bir dil ve gerçek kaynaklar kullanılarak hazırlanmış bu çalışma, spor bilimlerindeki modern ısınma literatürüne katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Kaynakça kısmında sunulan tüm çalışmalar hakemli dergilerden alınmış gerçek veriler olup, teorik bilgilerin pratik uygulamalarla sentezlenmesini desteklemektedir.

2. Modern Isınma Yaklaşımlarının Kuramsal Temelleri

Modern atletik performans dünyasında ısınmanın planlanması, rastgele seçilmiş hareketlerden ziyade, belirli bir pedagojik ve fizyolojik hiyerarşiyi takip eden yapılandırılmış modellere dayanmaktadır. Bu modellerin en popülerleri

ve bilimsel olarak en çok destekleneni, Dr. Ian Jeffreys tarafından literatüre kazandırılan RAMP protokolüdür (Jeffreys, 2007). RAMP protokolü, geleneksel ısınmanın statik ve yavaş yapısını reddederek, sporcuyla antrenmanın ana bölümünün veya müsabakanın yoğunluğuna fizyolojik olarak hazırlayan dört adımdan oluşur: Raise (Yükseltme), Activate (Aktive etme), Mobilize (Mobilize etme) ve Potentiate (Potansiyelleştirme). Bu yapılandırılmış yaklaşım, antrenmanın her bir saniyesinin performans gelişimine ve nöral hazırlığa katkı sağlamasını amaçlar (Jeffreys, 2007).

Protokolün ilk adımı olan Raise (Yükseltme), vücut sıcaklığını, kalp atım hızını, solunum sıklığını, kaslara giden kan akışını ve eklem içi sinovyal sıvının akışkanlığını artırmayı hedefler (McGowan ve ark., 2015). Geleneksel olarak uygulanan düz koşuların aksine, bu aşamada spor branşına özgü çok yönlü lokomotor hareketler (yan adımlamalar, yön değiştirmeler, koordinatif driller) tercih edilir. Bu sayede sporcu hem kardiyovasküler sistemini hazırlar hem de erken aşamada branşa özgü hareket paternlerini hatırlar. Bu aşama, kalbin atım hacmini (stroke volume) ve dakika debisini artırarak dokulara giden oksijen miktarını optimize eder. Ayrıca, eklemlerdeki sinovyal sıvının viskozitesini düşürerek eklem yüzeylerinin sürtünmesiz bir şekilde çalışmasına olanak tanır.

İkinci adım olan Activate (Aktive etme), hedeflenen ana antrenman veya müsabaka sırasında kullanılacak temel kas gruplarının uyarılmasına odaklanır. Burada amaç, özellikle kalça stabilizörleri, core bölgesi ve omuz kuşağı gibi hareket zincirinde kritik rol oynayan kasların sinirsel olarak uyarılmasıdır (Jeffreys, 2007). Üçüncü adım olan Mobilize (Mobilize etme) ise, hareket esnasında kullanılacak eklemlerin dinamik hareket açıklığını (dynamic ROM) artırmayı amaçlar. Burada lunge varyasyonları, kalça mobilizasyon hareketleri ve gövde rotasyonları gibi aktif hareketler kullanılarak kaslar ve tendonlar dinamik olarak esnetilir. Bu aşamada statik germeden kaçınılmasının nedeni, kas liflerinin boyunu sabit tutarak sinirsel iletimi yavaşlatmak yerine, hareket halindeki kasların uyarılabilirliğini sürdürmektir (McMillian ve ark., 2006). Dinamik mobilizasyon, kasın boyunu ve tendon esnekliğini hareketin doğasına uygun bir şekilde optimize ederek sporcunun hareket kalitesini artırır.

RAMP protokolünün zirve noktası ve en stratejik aşaması ise Potentiate (Potansiyelleştirme) fazıdır. Bu aşama, doğrudan yaklaşan aktivitenin veya müsabakanın performans çıktısını en üst düzeye çıkarmak amacıyla sinir sistemini maksimal düzeyde uymayı hedefler (Jeffreys, 2007). Potansiyelleştirme aşamasında, sporcunun branşına özgü patlayıcı güç hareketlerini yapmadan hemen önce, nöromüsküler sistemi "teyakkuza geçirecek" yüksek yoğunluklu veya maksimal hızda koşullayıcı aktiviteler uygulanır. Bu aktiviteler, sinir sisteminin ateşleme hızını ve motor ünite

katılımını artırarak PAPE etkisini tetikler. Dolayısıyla potansiyelleştirme fazı, modern ısınmanın fizyolojik olarak en karmaşık ve performansa doğrudan etki eden aşaması olup, PAPE mekanizmalarının sahada vücut bulunduğu alandır (Seitz & Haff, 2016). Bu fazda yapılan çalışmalar, sporcunun bir sonraki ana eforda (örneğin 100m sprint veya maksimal squat) sergileyeceği mekanik çıktıyı doğrudan artırır.

RAMP protokolünün sporda bu kadar yaygın kabul görmesinin bir diğer sebebi de, antrenörlerin bu modeli farklı antrenman dönemlerine (mikrodöngü ve makrodöngü) göre esnek bir şekilde modifiye edebilmesidir. Örneğin, hazırlık döneminin başlarında mobilizasyon ve aktivasyon aşamalarına daha fazla zaman ayrılabilirken, müsabaka döneminde potansiyelleştirme fazının şiddeti ve branşa özgüllüğü artırılır (McGowan et al., 2015; Racinais et al., 2017). Ayrıca, RAMP yapısı sporcuların ısınmayı zihinsel bir geçiş süreci olarak algılamasına yardımcı olur; sporcu her bir aşamada vücudunun ve zihninin daha yüksek bir efor düzeyine geçtiğini hisseder (McGowan et al., 2015). Bu durum, özellikle elit düzeydeki sporcularda müsabaka öncesi kaygı düzeyinin (pre-competition anxiety) kontrol altına alınmasında ve optimal performans bölgesine (optimal zone of functioning) girilmesinde kritik bir psikolojik destek mekanizması oluşturur (Jokela & Hanin, 1999).

RAMP protokolünün kuramsal temelleri, sadece fiziksel performansı artırmakla kalmayıp aynı zamanda uzun vadeli motor beceri gelişimini (motor learning) de desteklemektedir (McGowan et al., 2015). Isınmanın her antrenman seansının başında yaklaşık 15-20 dakika sürdüğü düşünüldüğünde, yıllık antrenman hacminde bu süre ciddi bir birikimli etkiye (cumulative effect) sahip olur. RAMP protokolü sayesinde sporcular, her ısınmada temel hareket kalıplarını, yön değiştirme mekaniklerini ve nöromüsküler koordinasyonu tekrar ederek teknik düzeylerini de geliştirirler. Bu yönüyle modern ısınma yaklaşımları, sadece akut performansı zirveye taşıyan bir araç değil, aynı zamanda sporcunun teknik ve atletik gelişimini destekleyen entegre bir antrenman bileşenidir (McGowan et al., 2015; Jeffreys, 2007). Antrenörler, mikro ve makro planlamalarında ısınmayı antrenmanın bağımsız bir parçası olarak değil, ana bölümün organik bir uzantısı olarak tasarlamalıdır.

3. Fizyolojik ve Nöromüsküler Hazırlık

Isınma aktivitelerinin atletik performansı akut olarak artırma yeteneği, insan vücudunda meydana gelen bir dizi birbirine bağlı fizyolojik ve nöromüsküler değişimle doğrudan ilişkilidir (Bishop, 2003a). Bu değişimler literatürde genellikle sıcaklığa bağlı (temperature-dependent) ve sıcaklıktan bağımsız (temperature-independent) etkiler olarak iki ana grupta incelenmektedir.

Sıcaklığa bağlı etkilerin başında kas içi sıcaklığın (muscle temperature) yükselmesi gelir. Kas sıcaklığındaki her 1°C'lik artış, kasın kasılma hızını ve güç üretimini yaklaşık %2 ila %5 oranında artırabilmektedir (Bishop, 2003b). Sıcaklık artışı, kas lifleri ve eklemlerdeki viskoelastik direnci (sürtünmeyi) azaltarak mekanik verimliliği artırır (McGowan et al., 2015; Racinais et al., 2017). Ayrıca metabolik düzeyde, ATP (adenozin trifosfat) ve CP (kreatin fosfat) yıkım ve sentez reaksiyonlarını katalize eden enzimlerin aktivitesi hızlanır (McGowan et al., 2015). Kas içi kimyasal reaksiyon hızlarının artması (Q10 etkisi), kasılma döngüsündeki çapraz köprülerin (cross-bridge) daha hızlı kurulup çözülmesini sağlar (Rall & Woledge, 1990; Barclay, 2015).

Kas sıcaklığının artmasıyla birlikte hemoglobin ve miyoglobinden oksijenin serbest kalarak kas hücrelerine geçişini kolaylaştıran Bohr etkisi de daha verimli çalışır. Bu durum, kasların oksijen tüketim hızını (VO₂ kinetics) hızlandırarak egzersizin başında oluşan oksijen açığını (oxygen deficit) azaltır (McGowan ve ark., 2015). Sıcaklıktan bağımsız nöromusküler mekanizmalar ise doğrudan sinir sistemi ve kas liflerinin uyarılma dinamikleri ile ilgilidir. Isınma sırasında gerçekleştirilen aktif ve dinamik hareketler, sinir iletim hızını artırarak motor korteksten gönderilen sinyallerin kas liflerine ulaşma süresini kısaltır. Aynı zamanda, nöromusküler hazırlık süreci proprioseptif geribildirim mekanizmalarını optimize eder. Hızlanan sinirsel iletim, kas kasılma süresi (contraction time) ve gevşeme süresini (relaxation time) kısaltarak patlayıcı güç üretimini kolaylaştırır (McGowan et al., 2015; Behm & Chaouachi, 2011).

Nöromusküler hazırlık süreci, kas iğcikleri (muscle spindles) ve Golgi tendon organları (GTO) gibi proprioseptif yapıların duyarlılığının hedeflenen egzersizin doğasına göre ayarlanmasını kapsar. Geleneksel statik germe egzersizleri, GTO'yu uyararak kasın kasılma yeteneğini baskılamak (otojenik inhibisyon), dinamik egzersizler ve yüksek şiddetli uyarım hareketleri alfa-motor nöron uyarılabilirliğini artırır. Nöromusküler hazırlığın bir diğer kritik bileşeni de motor ünitelerin senkronizasyonu ve ateşleme frekansıdır (rate coding). Yüksek eşikli (high-threshold) Tip II (hızlı kasılan) kas liflerinin aktifleşmesi, patlayıcı güç çıktısını doğrudan belirler (Seitz & Haff, 2016).

Hazırlık fazının bir diğer önemli boyutu da tendon sertliğinin (tendon stiffness) dinamik olarak ayarlanmasıdır. Tendonlar, kas kasılmasıyla üretilen kuvvetin kemiklere aktarılmasında bir yay görevi görür. Patlayıcı güç gerektiren aktivitelerde, tendonların belirli bir düzeyde sertliğe sahip olması, kuvvet aktarım hızını (RFD) artırarak hareketin daha hızlı gerçekleşmesini sağlar (Monte & Zignoli, 2021). Ancak aşırı sert veya esnek olmayan tendonlar sakatlığa yol açabilir. Modern dinamik ve uyarım odaklı ısınma protokolleri, kas-tendon ünitesinin sertliğini optimize ederek, yer reaksiyon kuvvetlerinden

yararlanma düzeyini artırır. Bu durum özellikle koşu ve sıçrama gibi gerilme-kısalma döngüsü (SSC) içeren hareketlerde mekanik verimliliği zirveye taşır (Struzik et al., 2021; Liu et al., 2022). Tendonun elastik enerji depolama ve geri bırakma kapasitesi, sporcunun her adımda daha az metabolik enerji harcayarak daha yüksek hızlara ulaşmasını sağlar (Moore, 2016; Liu et al., 2022).

Nöromüsküler hazırlığın bir diğer boyutu da motor korteksteki uyarılma düzeyinin artmasıyla birlikte ortaya çıkan koordinatif iyileşmelerdir. Yüksek hızlı ve patlayıcı ısınma drilleri, agonist ve antagonist kaslar arasındaki koordinasyonu (intermuscular coordination) optimize eder (McGowan et al., 2015; Zhu et al., 2026). Kasılma sırasında antagonist kasların zamanında gevşemesi, agonist kasın ürettiği kuvvetin hareket yönüne herhangi bir mekanik dirençle karşılaşmadan aktarılmasını sağlar (Behm & Chaouachi, 2011). Bu durum, hem hareketin kinetik verimliliğini artırır hem de kas içi sürtünmeden kaynaklanabilecek mikro yaralanmaların önüne geçer. Dolayısıyla, modern nöromüsküler hazırlık süreci, kasın sadece ham kuvvet üretme kapasitesini değil, aynı zamanda bu kuvveti en koordineli ve ekonomik şekilde kullanma yeteneğini de geliştirir (Zhu et al., 2026).

Son olarak, nöromüsküler hazırlık sürecinin psikolojik ve zihinsel boyutu da performansı doğrudan etkiler. Dinamik ve yüksek yoğunluklu hareketlerden oluşan ısınma rutinleri, sporcunun uyarılmışlık (arousal) düzeyini artırır ve dikkatini yaklaşan performansa odaklamasını sağlar (McGowan et al., 2015).

4. Post-Activation Performance Enhancement (PAPE): Kavramsal Çerçeve ve Fizyolojik Mekanizmalar

Post-activation Potentiation (PAP) ve Post-activation Performance Enhancement (PAPE) kavramları, kasın daha önceki kasılma geçmişine bağlı olarak akut olarak daha yüksek performans göstermesi durumunu tanımlar. Ancak son on yılda yapılan çalışmalar, bu iki terimin mekanistik olarak farklı olduğunu kanıtlamıştır (Blazevich & Babault, 2019). Bu kavramsal kargaşayı çözmek adına Blazevich ve Babault (2019) ile Boullosa ve ark. (2020), fizyolojik ölçüm yöntemleri ve etki sürelerine dayanarak net bir ayrım ortaya koymuşlardır. PAP, uyarılmış elektriksel tetiklemelerle ölçülen refleksif bir güçlenmeyi ifade ederken; PAPE, gönüllü kas kasılması gerektiren dinamik ve pratik performans çıktılarının iyileşmesini tanımlar. Bu taksonomik ayrım, bilimsel araştırmaların metodolojik kalitesini artırırken antrenörlerin de sahada daha gerçekçi beklentilerle çalışmasına zemin hazırlamıştır.

PAP fenomeninin temelinde yatan en önemli mekanizma, miyozin düzenleyici hafif zincirlerinin (RLC) fosforilasyonudur (Sale, 2002; Hodgson ve ark., 2005). Yüksek şiddetli bir kasılma (koşullayıcı aktivite), kas liflerindeki

sarkoplazmik retikulumdan büyük miktarda kalsiyum (Ca^{2+}) salınımına neden olur. Bu durum, kalsiyum/kalmodulin bağımlı miyozin hafif zincir kinaz (MLCK) enzimini aktive eder. MLCK, miyozin başlarındaki RLC'leri fosforile ederek miyozin başlarının aktin filamanlarına olan duyarlılığını artırır. Sonuç olarak, özellikle düşük kalsiyum konsantrasyonlarında (submaksimal kasılmalarda) kas lifi daha hızlı çapraz köprü kurabilir ve daha yüksek sarsıntı (twitch) kuvveti üretebilir (Tillin & Bishop, 2009).

Öte yandan PAPE, spor sahalarında gözlemlenen ve daha geniş bir zaman dilimine yayılan (4-12 dakika) gönüllü performans artışlarını açıklar (Boullosa ve ark., 2020). PAPE'nin arkasındaki mekanizmalar çok boyutludur. İlk olarak, koşullayıcı aktivitenin doğrudan kas sıcaklığını ve metabolik aktiviteyi artırması en önemli belirleyicidir. İkinci olarak, kas liflerinin yüksek şiddetli kasılması sonucunda hücreler arası ozmotik basınç dengesi değişir ve kas hücrelerinin içine su girişi artarak geçici bir hücre şişmesi (cell swelling) meydana gelir. Bu durum, kas liflerinin mekanik kasılma açısını ve verimliliğini olumlu etkiler. Üçüncü olarak, sinir sistemi düzeyinde motor ünite katılımı (motor unit recruitment) ve spinal refleks uyarılabilirliği artar (Blazevich & Babault, 2019).

Nöral sürücüdeki (neural drive) artış, motor korteksten gönderilen sinyallerin sıklığının (firing rate) ve yoğunluğunun artmasıyla karakterize edilir. Koşullayıcı aktivitenin yarattığı sinirsel uyarım, motor nöron havuzunun uyarılma eşiğini düşürerek normalde katılımı zor olan yüksek eşikli Tip IIx hızlı kasılan liflerin daha kolay devreye girmesini sağlar. Ayrıca, omurilik düzeyinde H-refleks (Hoffmann refleksi) genliğinde meydana gelen artışlar, afferent sinyallerin motor nöronlar üzerindeki kolaylaştırıcı etkisini gösterir. Bu nöral kolaylaştırma (neural facilitation), sporcunun aynı eforla daha fazla kas lifini aynı anda ve daha yüksek bir hızla kasabilmesine olanak tanır (Seitz & Haff, 2016).

PAPE'nin ortaya çıkışında hücresel osmolalite ve glikojenoliz süreçlerinin de rol oynadığı düşünülmektedir (Blazevich & Babault, 2019). Koşullayıcı aktivite sırasında gerçekleşen hızlı glikojen yıkımı ve laktat birikimi, kas hücresi içinde geçici bir osmotik basınç artışı yaratır. Bu durum, hücre dışı sıvının hücre içine doğru hareket etmesine ve kas liflerinin enine kesit alanının (cross-sectional area) geçici olarak büyümesine yol açar. Mekanik olarak bu şişme etkisi, kas liflerinin miyofibriler yapısını birbirine daha yakın hale getirerek aktin-miyozin çapraz köprülerinin kuvvet vektörünü olumlu yönde etkiler (Blazevich & Babault, 2019; Olsen et al., 2025).

Bu fizyolojik mekanizmaların yanı sıra, kasın elastik geri dönüşüm kapasitesindeki (elastik enerji depolama) artış da PAPE'ye katkıda bulunur.

Koşullayıcı aktivite sırasında kas-tendon ünitesinin maruz kaldığı yüksek mekanik gerilim, kasın bağ dokusu elemanlarını (paralel ve seri elastik bileşenler) uyarak elastik enerjinin depolanmasını ve ardından patlayıcı bir şekilde geri salınmasını kolaylaştırır (Olsen et al., 2025). Bu durum, özellikle dikey sıçrama veya sprint gibi aktif gerilme-kısalma döngüsü (SSC) içeren hareketlerde kasın iş yapma yeteneğini (mechanical work) artırır. PAPE, tüm bu mekanik, nöral ve metabolik bileşenlerin bütünsel bir etkileşimi sonucunda ortaya çıkan makroskopik bir performans iyileşmesidir. Spor bilimlerinde geleceğe yönelik araştırmalar, bu mekanizmaların hangisinin hangi sporcu tipinde daha baskın olduğunu belirlemeye odaklanmıştır (Xu et al., 2025; Olsen et al., 2025).

5. Isınma Protokollerinde PAPE Uygulamaları

Isınma protokollerine PAPE uygulamalarını başarılı bir şekilde entegre etmek, antrenörler ve spor bilimciler için hassas bir planlama gerektirir. PAPE'nin temel felsefesi, "uyarım" (potentiation) ve "yorgunluk" (fatigue) arasındaki dinamik ilişkiye dayanır (Rassier & MacIntosh, 2000). Koşullayıcı bir aktiviteden hemen sonra hem uyarım seviyesi hem de yorgunluk seviyesi zirvededir. Bu aşamada performans testi yapılırsa yorgunluk baskın çıkacağı için performans düşer. Zaman geçtikçe, yorgunluk uyarım etkisinden çok daha hızlı bir şekilde azalır. Yorgunluğun minimal düzeye indiği ancak uyarım etkisinin hala yüksek olduğu optimum zaman aralığında (genellikle 4-9 dakika arası) performans zirve yapar (Seitz & Haff, 2016). Antrenörün görevi, bu altın pencereyi yakalayacak protokol parametrelerini (yoğunluk, hacim, dinlenme süresi) belirlemektir. Bu uyarım ve yorgunluk dengesi, sporcunun o anki fizyolojik durumuna göre sürekli yer değiştiren hareketli bir hedeftir.

Koşullayıcı aktivitenin (KA) türü ve yoğunluğu PAPE yanıtının büyüklüğünü belirleyen en önemli faktörlerdendir. Literatürde en yaygın kullanılan KA türleri, maksimal veya maksimale yakın direnç egzersizleri (örneğin %80-90 1RM squat veya bench press), maksimal gönüllü izometrik kasılmalar (MVIC) ve patlayıcı plyometrik hareketlerdir (örneğin drop jump, squat jump). Seitz ve Haff (2016) tarafından yapılan geniş kapsamlı meta-analiz çalışmasında, %80 1RM üzeri yüklenmelerin, düşük dirençli yüklere kıyasla daha belirgin ve sürdürülebilir bir PAPE etkisi yarattığı doğrulanmıştır. Ancak, yüksek dirençli dinamik egzersizlerin yorgunluk maliyeti yüksektir. Bu nedenle hacmin (set ve tekrar sayılarının) son derece düşük tutulması gerekir. Tipik olarak, 1 ila 3 set arasında değişen ve sadece 1 ila 3 tekrardan oluşan CA protokolleri önerilmektedir (Wilson ve ark., 2013). Düşük tekrar sayıları,

anaerobik glikoliz yolunun aşırı kullanılmasını önleyerek kas içi laktik asit birikimini ve pH düşüşünü engeller, böylece yorgunluğu minimize eder.

PAPE protokollerinin bir diğer kritik parametresi ise dinlenme süresidir. Wilson ve ark. (2013) meta-analizlerinde, dinlenme süresinin sporcuların antrenman ve kuvvet seviyelerine göre özelleştirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Güçlü ve üst düzey antrenman geçmişine sahip sporcular (örneğin maksimal squat kuvveti vücut ağırlığının en az 1.5-2 katı olanlar), yorgunluğu çok daha hızlı tolere ederler ve nöromüsküler uyarılma düzeyleri daha yüksektir (Seitz ve ark., 2014). Bu sporcular, CA sonrasında 4-6 dakikalık dinlenme süreleriyle maksimum PAPE yanıtı alabilirken, antrenmansız veya daha zayıf sporcular yorgunluğu atmak için 8-12 dakikalık daha uzun dinlenme sürelerine ihtiyaç duyarlar (Sotiropoulos ve ark., 2010). Dinlenme süresi boyunca sporcunun pasif kalmaması, hafif hareketlerle kas sıcaklığını koruması da PAPE etkisinin korunması açısından tavsiye edilmektedir.

Ayrıca, bireysel özellikler arasında sporcuların kas lifi kompozisyonu da PAPE yanıtını modüle eden önemli bir unsurdur. Vücudunda Tip II (hızlı kasılan) kas lifi oranı yüksek olan sporcular (örneğin kısa mesafe sürat koşucuları veya halterciler), daha yüksek düzeyde miyozin hafif zincir fosforilasyonu gerçekleştirebilir ve daha büyük bir nöral sürücü artışı yaşarlar. Ancak bu sporcular aynı zamanda daha hızlı yorulurlar. Tip I (yavaş kasılan) kas lifi baskın olan dayanıklılık sporcuları ise daha düşük bir potansiyelleşme kapasitesine sahiptir, ancak yorgunluğu çok daha hızlı tolere ederler. Dolayısıyla, antrenörlerin sporcuların branşlarına ve bireysel fiziksel profillerine göre PAPE protokolünün dinlenme sürelerini ve yüklenme şiddetini bireyselleştirmesi (individualization) maksimum verim elde etmek için şarttır (Tillin & Bishop, 2009).

PAPE uygulamalarında kontrast veya kompleks antrenman (complex training) yöntemlerinin kullanımı da son derece popülerdir. Bu yöntemlerde, yüksek dirençli bir egzersizin (örneğin heavy squat) hemen ardından benzer biyomekanik yapıya sahip patlayıcı bir egzersiz (örneğin dikey sıçrama veya sprint) uygulanır (Pagaduan & Pojskic, 2020; Xu et al., 2025).

Cinsiyet farklılıkları da PAPE literatüründe incelenen bir diğer konudur. Erkek ve kadın sporcuların kas kütlesi, mutlak kuvvet seviyeleri ve hormonal profilleri farklılık gösterdiğinden, PAPE protokollerine verdikleri yanıtlar da değişebilmektedir (Handelsman et al., 2018; Xu et al., 2025). Bazı araştırmalar, erkek sporcuların daha yüksek mutlak kuvvet seviyelerine sahip olmaları nedeniyle daha belirgin bir PAPE yanıtı gösterdiğini öne sürerken; diğer çalışmalar, kadın sporcuların yorgunluğa karşı daha dirençli olmaları nedeniyle koşullayıcı aktivite sonrası daha kısa dinlenme sürelerinde performans artışı

sergileyebildiğini belirtmektedir. Bu durum, PAPE uygulamalarında cinsiyete özgü protokollerin tasarlanması önemi ortaya koymaktadır (Xu et al., 2025).

6. Performans Çıktıları ve Gelecek Perspektifi

PAPE protokollerinin ısınma süreçlerine doğru bir şekilde dahil edilmesi, sporcuların patlayıcı güç gerektiren kısa süreli performanslarında anlamlı akut artışlar sağlamaktadır. Yapılan deneysel çalışmalar ve meta-analizler; dikey sıçrama yüksekliğinde (vertical jump height), yatay atlama mesafelerinde, 10m-30m sürat sürelerinde, yön değiştirme hızında ve fırlatma/atış performanslarında %1.5 ila %5 arasında değişen akut iyileşmeler göstermiştir (Seitz & Haff, 2016; Boullosa ve ark., 2020). Bu iyileşme oranları ilk bakışta küçük görünse de, elit düzeydeki sportif mücadelelerde milisaniyelerin ve milimetrelerin madalya veya galibiyet belirlediği göz önüne alındığında oldukça değerlidir. 100 metre koşusunda 0.05 saniyelik bir iyileşme veya dikey sıçramada 2 santimetrelilik bir artış, kürsü hedefleri olan sporcular için devrim niteliğindedir.

Ancak, PAPE protokollerinin geleneksel laboratuvar ortamlarından çıkarılıp günlük antrenman ve müsabaka ortamlarına aktarılmasında bazı pratik kısıtlılıklar bulunmaktadır. En büyük zorluk, sahada veya müsabaka alanının hemen kenarında yüksek ağırlıklı halter (barbell, serbest ağırlık) bulundurma gerekliliğidir. Futbol, basketbol, atletizm veya tenis gibi branşlarda sporcuların müsabakaya çıkmadan hemen önce saha kenarında squat istasyonu kurmaları pratik olarak mümkün değildir. Bu kısıtlılığı aşmak adına yapılan güncel araştırmalar, alternatif ve taşınabilir CA araçları üzerinde durmaktadır (Turner ve ark., 2015).

Saha şartlarında uygulanabilir pratik PAPE alternatifleri arasında elastik direnç bantları (resistance bands), ağırlık yelekleri (weighted vests), izometrik kemerler yardımıyla gerçekleştirilen maksimal izometrik kasılmalar (MVIC) ve vücut ağırlığıyla yapılan patlayıcı plyometrik driller yer almaktadır. Örneğin, bir sprinterin yarıştan önce giydiği ağırlık yeleğiyle yaptığı birkaç çıkış koşusu veya bir basketbolcunun yüksek dirençli elastik bantlara karşı yaptığı patlayıcı sıçramalar, ağır halter yüklemelerine benzer nöral uyarım sağlayabilmektedir (Turner ve ark., 2015). Bu taşınabilir alternatifler, PAPE'nin pratik uygulanabilirliğini artırarak antrenörlerin bu fenomeni saha ortamında daha yaygın kullanmasını sağlamaktadır. Özellikle elastik bantların taşınabilir ve her branşa göre ayarlanabilir olması, saha içi uygulamalarda büyük kolaylık sunmaktadır.

Gelecek perspektifinde, spor bilimciler ve antrenörler PAPE protokollerini kişiselleştirmek (individualized profiling) için teknolojik araçlardan

yararlanmaktadır. Hız tabanlı antrenman (Velocity-Based Training - VBT) cihazları, lineer pozisyon transdüserleri ve ivmeölçerler sayesinde sporcunun CA sırasındaki eforu ve bar hızı anlık olarak ölçülebilmektedir. Böylece, her sporcunun o günkü nöromüsküler hazır bulunuşluk düzeyine göre CA yükü ve dinlenme süresi dinamik olarak ayarlanabilir. Ayrıca, PAPE'nin bireysel genetik profiller (örneğin ACTN3 geni varyasyonları) ve kas lifi kompozisyonu ile ilişkisini inceleyen moleküler çalışmalar, gelecekte kişiye özel uyarım protokollerinin tasarlanmasına zemin hazırlayacaktır. Gelecekte yapay zeka destekli izleme sistemleri, sporcuların ısınma sırasındaki bar hızlarından veya sıçrama yüksekliklerinden PAPE pencerelerini otomatik olarak hesaplayabilecektir.

Sonuç olarak, Post-Activation Performance Enhancement (PAPE), modern ısınma paradigmalarının en yenilikçi ve gelecek vadeden yönlerinden biridir. Geleneksel statik ve yavaş ısınma kalıplarından uzaklaşarak nöral uyarımı ve kas sıcaklığını merkeze alan bu yaklaşım, atletik performansın sınırlarını zorlamada kritik bir role sahiptir. Gelecekteki araştırmaların, PAPE'nin farklı yaş grupları, antrenman düzeyleri ve branşlar üzerindeki etkilerini daha da detaylandırması ve sahada kolayca ölçülebilir pratik izleme protokolleri geliştirmesi beklenmektedir. Antrenörlerin bu bilimsel ilkeleri antrenman rutinlerine entegre etmesi, sporcuların potansiyellerini maksimal düzeye çıkarmada anahtar rol oynayacaktır. Bu entegrasyon, teori ve pratik arasındaki köprüyü sağlamlaştırarak spor bilimlerini sahadaki başarıya dönüştürecektir.

7. Kaynakça

- Barclay, C. J. (2015). Energetics of contraction. *Comprehensive Physiology*, 5(2), 961–995. <https://doi.org/10.1002/cphy.c140038>
- Behm, D. G., & Chaouachi, A. (2011). A review of the acute effects of static and dynamic stretching on performance. *European Journal of Applied Physiology*, 111(11), 2633–2651. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1879-2>
- Behm, D. G., Blazevich, A. J., Kay, A. D., & McHugh, M. P. (2016). Acute effects of muscle stretching on physical performance, range of motion, and injury incidence in healthy active individuals: a systematic review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(1), 1-11.
- Bishop, D. (2003a). Warm up I: Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine*, 33(6), 439-454.
- Bishop, D. (2003b). Warm up II: Performance changes following active warm up and how to structure the warm up. *Sports Medicine*, 33(7), 483-498.
- Blazevich, A. J., & Babault, N. (2019). Post-activation potentiation versus post-activation performance enhancement in humans: Historical perspective, underlying mechanisms, and current issues. *Frontiers in Physiology*, 10, 1359. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01359>
- Boullosa, D., Gil-Calvo, M., Xenofondos, A., Patikas, D. A., Blazevich, A. J., Afonso, J., Loturco, I., Behm, D., Xu, K., Babault, N., Bishop, D., Cuenca-Fernández, F., Fernandez-Fernandez, J., Franchini, E., Doma, K., Jones, A. M., McGowan, C., Nakamura, F., Prieske, O., Racinais, S., Schumann, M., Zagatto, A., Sandbakk, Ø., Foster, C., & Pyne, D. B. (2026). *International expert consensus on warm-up protocols for athletes: A Delphi study*. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2025-0647>
- Boullosa, D., Sanz-Rivas, D., Chia-Smith, W. D., & McGuigan, M. R. (2020). A new taxonomy for post-activation potentiation in sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 15(7), 909-922.
- Çetin Sarışık, D & Şahin, N. (2024). Effects of a comprehensive warm-up program on performance parameters of elite and sub-elite male skiers. *SPORT TK-EuroAmerican Journal of Sport Sciences* Volume 13. Article 38. Doi:10.6018/sportk.529251
- Gouvea, A. L., Fernandes, I. A., Cesar, E. P., Silva, W. A., & Gomes, P. S. (2013). The effects of postactivation potentiation on jump performance: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 53(5), 490-499.

- Handelsman, D. J., Hirschberg, A. L., & Berman, S. (2018). Circulating testosterone as the hormonal basis of sex differences in athletic performance. *Endocrine Reviews*, 39(5), 803–829. <https://doi.org/10.1210/er.2018-00020>
- Hodgson, M., Docherty, D., & Robbins, D. (2005). Post-activation potentiation: underlying physiology and implications for motor performance. *Sports Medicine*, 35(7), 585–595.
- Jeffreys, I. (2007). Warm up revisited—the ‘ramp’ method of optimising performance preparation. *Prof. Strength Cond.* 2007,6, 12–18.
- Jokela, M., & Hanin, Y. L. (1999). Does the individual zones of optimal functioning model discriminate between successful and less successful athletes? A meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 17(11), 873–887. <https://doi.org/10.1080/026404199365434>
- Kay, A. D., & Blazevich, A. J. (2012). Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 44(1), 154–164.
- Liu, B. B., Wu, J. W., Shi, Q. Q., Hao, F. W., Xiao, W., Yu, J. X., Yu, F. Y., & Ren, Z. B. (2022). Running economy and lower extremity stiffness in endurance runners: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 13, 1059221. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.1059221>
- McGowan, C. J., Pyne, D. B., Thompson, K. G., & Rattray, B. (2015). Warm-up strategies for sport and exercise: Mechanisms and applications. *Sports Medicine*, 45(11), 1523–1546. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0376-x>
- McMillian, D. J., Moore, J. H., Hatler, B. S., & Taylor, A. L. (2006). Dynamic vs. static-stretching warm up: the effect on physical performance medicine. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(3), 492–499.
- Monte, A., & Zignoli, A. (2021). Muscle and tendon stiffness and belly gearing positively correlate with rate of torque development during explosive fixed end contractions. *Journal of Biomechanics*, 114, 110110. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2020.110110>
- Moore, I. S. (2016). Is there an economical running technique? A review of modifiable biomechanical factors affecting running economy. *Sports Medicine*, 46(6), 793–807. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0474-4>
- Olsen, O. R., Bojsen-Møller, J., & Aagaard, P. (2025). Post-activation performance enhancement in strength and power sports—A narrative review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 35(11), e70162. <https://doi.org/10.1111/sms.70162>

- Pagaduan, J. C., & Pojskic, H. (2020). A meta-analysis on the effect of complex training on vertical jump performance. *Journal of Human Kinetics*, 71, 255–265. <https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0080>
- Racinais, S., Cocking, S., & Périard, J. D. (2017). Sports and environmental temperature: From warming-up to heating-up. *Temperature*, 4(3), 227–257. <https://doi.org/10.1080/23328940.2017.1356427>
- Rall, J. A., & Woledge, R. C. (1990). Influence of temperature on mechanics and energetics of muscle contraction. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 259(2), R197–R203. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.1990.259.2.R197>
- Rassier, D. E., & MacIntosh, B. R. (2000). Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 33(5), 499-508.
- Sale, D. G. (2002). Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 30(3), 138-143.
- Seitz, L. B., & Haff, G. G. (2016). Factors modulating post-activation potentiation of jump, sprint, throw, and upper-body ballistic performances: a systematic review with meta-analysis. *Sports Medicine*, 46(2), 231-240.
- Seitz, L. B., de Villarreal, E. S., & Haff, G. G. (2014). The temporal profile of post-activation potentiation is influenced by strength level. *Journal of Sports Sciences*, 32(6), 597-607.
- Sotiropoulos, K., Smilios, I., Christou, M., Vassilikopoulou, K., & Tokmakidis, S. P. (2010). Effects of a postactivation potentiation protocol on track and field starters' performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 111-118.
- Struzik, A., Konieczny, M., Stawarz, M., Zieliński, J., Rokita, A., & Staczekiewicz, B. (2021). Application of leg, vertical, and joint stiffness in running performance: A literature overview. *Applied Bionics and Biomechanics*, 2021, 9914278. <https://doi.org/10.1155/2021/9914278>
- Tatlısu, B. (2024). Spor ve Farklı Değişkenler Açısından Üniversite Öğrencilerinin Kan Bağıışı ile Vicdan Algılarının İncelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(1).
- Tatlısu, B., & Seçkin Ağırbaş, İ. (2022). Üniversite Öğrencilerinde Spor ve Farklı Değişkenlerin Başarı Yönelimleri ve Kariyer Kararlarına Etkisi. *Multidisipliner Yaklaşımla Spor Bilimlerinde Bilimsel Araştırmalar*. Akademiya kitabevi. Ankara. 83-104

- 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.
- Turan, M., Tatlısu, B. ve Uçan, İ. (2020). Spor Bilimleri Fakültesinde Öğrenim Gören Öğrencilerin, Sosyal Görüntü Kaygı Düzeylerinin Özgüvenleri Üzerine Etkisi (Atatürk Üniversitesi Örneği). *Spor ve Sağlık Araştırmaları*. (Edt: Ağgön,E. ve Ağırbaş, Ö.) Akademisyen Yayın Evi. Ankara 173-188
- Turner, A. P., Bellhouse, S., Kilduff, L. P., & Russell, M. (2015). Postactivation potentiation of sprint acceleration performance using weighted vests. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(10), 2843-2850.
- Wilson, J. M., Duncan, N. M., Marin, P. J., Brown, L. E., Loenneke, J. P., Wilson, S. M., ... & Ugrinowitsch, C. (2013). Meta-analysis of postactivation potentiation and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 854-859.
- Xu, K., Blazeovich, A. J., Boullosa, D., Ramirez-Campillo, R., Yin, M., Zhong, Y., Tian, Y., Finlay, M., Byrne, P. J., Cuenca-Fernández, F., & Wang, R. (2025). Optimizing post-activation performance enhancement in athletic tasks: A systematic review with meta-analysis for prescription variables and research methods. *Sports Medicine*, 55(4), 977–1008. <https://doi.org/10.1007/s40279-024-02170-6>
- Zhu, C., Lu, Y., Tao, Y., Yin, Z., Li, X., Thompson, C., & Gu, Y. (2026). Effects of neuromuscular warm-up on athletes' change-of-direction performance and knee isokinetic muscle strength: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 17, 1750821. <https://doi.org/10.3389/fphys.2026.1750821>

8. Bölüm

2020–2024 Yılları Arasında Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenmanların (HIIT) Biyometrik Parametreler Üzerine Etkilerinin Bibliyometrik Analizi

Vesal GHOREISHIALHOSSEINI¹, Eser AĞGÖN²

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, 2020–2024 yılları arasında Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman (High-Intensity Interval Training - HIIT) yönteminin biyometrik parametreler üzerindeki etkilerini inceleyen bilimsel çalışmaların bibliyometrik analizini gerçekleştirmektir. Günümüzde fiziksel aktivite ve egzersiz bilimleri alanında HIIT, kısa sürede yüksek verim sağlaması ve fizyolojik adaptasyonları hızlandırması nedeniyle önemli bir antrenman yöntemi olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle, HIIT'in kardiyovasküler sistem, metabolik süreçler ve performans üzerindeki etkileri literatürde sıklıkla araştırılmaktadır. Araştırma kapsamında veriler Web of Science veri tabanından elde edilmiş ve “HIIT” ile “high intensity interval training” anahtar kelimeleri kullanılarak tarama yapılmıştır. Çalışmaya yalnızca 2020–2024 yılları arasında yayımlanan, spor bilimleri alanında yer alan ve makale türündeki yayınlar dahil edilmiştir. Elde edilen veriler; yayın yılları, anahtar kelimeler, ülkeler ve biyometrik parametreler açısından analiz edilmiştir. Elde edilen bulgular, HIIT antrenmanlarına yönelik akademik çalışmaların son yıllarda belirgin şekilde arttığını göstermektedir. Özellikle kardiyorespiratuvar uygunluk, kalp atım hızı ve metabolik göstergeler ile ilişkili çalışmaların yoğunlukta olduğu belirlenmiştir. Ayrıca çalışmaların büyük bir kısmının gelişmiş ülkelerde gerçekleştirildiği ve performans ile sağlık odaklı araştırmaların ön planda olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, HIIT antrenmanlarının hem performans hem de sağlık açısından etkili bir yöntem olduğu ve egzersiz bilimleri alanında önemli bir araştırma odağı haline geldiği söylenebilir. Bu çalışma, literatürdeki mevcut eğilimleri ortaya koyarak gelecekte yapılacak araştırmalar için yol gösterici nitelik taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bibliyometrik Analiz, Biyometrik Parametreler, HIIT.

¹ Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Orcid no:0000-0003-2088-9487

² Prof. Dr. Marmara Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi
eser.aggon@marmara.edu.tr. Orcid: 0000-0002-2623-6869

1. Giriş

Günümüzde teknolojinin gelişimi, çalışma koşullarındaki değişiklikler ve sedanter yaşam tarzının yaygınlaşması, bireylerin fiziksel aktivite seviyelerinin azalmasına neden olmaktadır. Düzenli fiziksel aktivite yetersizliği; obezite, kardiyovasküler hastalıklar ve metabolik rahatsızlıklar gibi çeşitli sağlık sorunlarının görülme sıklığını artırmaktadır. Bu nedenle, kısa sürede etkili sonuçlar sağlayabilen egzersiz yöntemlerine olan ilgi, son yıllarda belirgin biçimde artmıştır. Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman (High-Intensity Interval Training – HIIT), kısa süreli yüksek şiddetli egzersizler ile dinlenme aralıklarının dönüşümlü olarak uygulandığı bir antrenman yöntemidir. HIIT, zaman açısından verimli olması ve hem performans hem de sağlık üzerinde olumlu etkiler oluşturabilmesi nedeniyle egzersiz bilimleri alanında önemli bir çalışma konusu haline gelmiştir (Gibala & McGee, 2008). Bununla birlikte, güncel çalışmalar HIIT'in farklı yaş gruplarında ve farklı popülasyonlarda uygulanabilen etkili bir egzersiz yaklaşımı olduğunu göstermektedir (Atakan vd., 2021).

Literatürde HIIT'in kardiyorespiratuvar uygunluk (VO_{2max}/VO_{2peak}), kan basıncı, glukoz (şeker) metabolizması, insülin duyarlılığı ve çeşitli kardiyometabolik parametreler üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu belirtilmektedir (Weston vd., 2014). Ayrıca son yıllarda yayımlanan kapsamlı meta-analiz çalışmaları, HIIT'in kardiyorespiratuvar uygunluk ve egzersiz kapasitesi üzerindeki olumlu etkilerini desteklemektedir (Martin-Smith vd., 2020). Özellikle pandemi sonrası dönemde ev temelli egzersiz uygulamalarının yaygınlaşmasıyla birlikte HIIT'e yönelik akademik çalışmaların sayısında önemli bir artış gözlenmiştir. Bilimsel yayınların sayısındaki bu artış, mevcut literatürün sistematik bir şekilde değerlendirilmesi ihtiyacını doğurmaktadır. Bibliyometrik analiz yöntemi, belirli bir alandaki bilimsel üretimin yıllara göre nasıl geliştiğini, araştırma eğilimlerini, öne çıkan kavramları ve araştırma yoğunluğunu incelemek için kullanılan en etkili yöntemlerden biridir (Donthu vd., 2021).

Bu çalışmanın amacı; 2020–2024 yılları arasında HIIT'in biyometrik parametreler üzerindeki etkilerini inceleyen bilimsel yayınların bibliyometrik analizini yaparak literatürdeki güncel eğilimleri ortaya koymaktır.

2. HIIT Kavramı, Metodolojik Temelleri ve Temel Özellikleri

Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman (HIIT), kısa süreli yüksek şiddetli egzersizler ile bu egzersizleri takip eden aktif veya pasif dinlenme aralıklarından oluşan bir antrenman yöntemidir. HIIT uygulamalarında egzersiz şiddeti genellikle bireyin maksimal aerobik kapasitesine yakın veya bu kapasitenin üzerinde olacak şekilde planlanmaktadır (Buchheit & Laursen, 2013).

HIIT'in temel özelliklerinden biri, yüksek yoğunluklu yüklenmeler ile dinlenme sürelerini bir araya getirerek kısa sürede çeşitli fizyolojik uyumlar sağlayabilmesidir. Yüklenme süresi, dinlenme aralıkları ve egzersiz şiddeti gibi değişkenlerin düzenlenebilmesi, bu yöntemin farklı yaş ve performans düzeylerine sahip bireylerde kullanılabilmesine katkı sağlamaktadır. Araştırmalar, HIIT uygulamalarının kardiyovasküler (kalp-damar) uygunluk, aerobik kapasite ve dayanıklılık performansı üzerinde olumlu etkiler sağlayabildiğini göstermektedir (Laursen & Jenkins, 2002).

Güncel araştırmalar da HIIT'in farklı fiziksel uygunluk düzeylerine sahip bireylerde uygulanabildiğini belirtmektedir (Martin-Smith vd., 2020). Bu özellikleri nedeniyle HIIT, performans ve sağlıkla ilişkili amaçlar doğrultusunda sıklıkla tercih edilen antrenman yöntemlerinden biridir.

2.1. Nöromüsküler Aktivasyon ve Enerji Sistemleri:

Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenmanların (HIIT) temel fizyolojik özelliklerinden biri, aerobik (oksijenli) ve anaerobik (oksijensiz) enerji sistemlerini birlikte devreye sokabilmesidir. Orta şiddetli sürekli egzersizlerde (MICT) ağırlıklı olarak Tip I (yavaş kasılan) kas lifleri ve oksidatif metabolizma ön planda yer alırken, HIIT uygulamalarında yüksek egzersiz şiddeti nedeniyle Tip II (hızlı kasılan) kas lifleri de aktif olarak sürece katılmaktadır (Gibala & McGee, 2008). Bu durum, dayanıklılık ve güç özelliklerinin aynı antrenman içerisinde geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Yüksek yoğunluklu yüklenmeler sırasında kas hücrelerinin enerji ihtiyacı artmakta ve buna bağlı olarak çeşitli hücre adaptasyon mekanizmaları aktive olmaktadır. Bu süreçte enerji metabolizmasıyla ilişkili sinyal yolları uyarılarak kas hücrelerinde yeni mitokondrilerin oluşumu desteklenmektedir (Little vd., 2010). Mitokondri sayısındaki bu artış, kasın enerji üretim kapasitesinin gelişmesine ve egzersize daha iyi uyum sağlamasına katkıda bulunmaktadır. Araştırmalar, HIIT uygulamalarının kasın oksidatif kapasitesini artırabildiğini ve dayanıklılık performansını geliştirebildiğini göstermektedir (Gibala & McGee, 2008). Ayrıca, HIIT'in mitokondriyal fonksiyonları destekleyerek enerji üretim süreçlerini geliştirebildiği ve kardiorespiratuvar uygunluk üzerinde olumlu etkiler sağlayabildiği bildirilmektedir (Hadjispyrou vd., 2023). Bu bulgular, HIIT'in enerji sistemleri ve nöromüsküler adaptasyonlar üzerindeki etkilerini desteklemektedir.

2.2. Zaman Verimliliği ve Modern Toplum:

Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman (HIIT) metodunun öne çıkan özelliklerinden biri, daha kısa sürede uygulanabilmesidir. Günümüzde birçok birey, yoğun yaşam koşulları nedeniyle egzersize yeterli zaman ayıramamaktadır. Bu durum, düzenli fiziksel aktiviteye katılımı sınırlandıran etkenlerden biri olarak gösterilmektedir (Trost vd., 2002). HIIT ise kısa sürede uygulanabilmesi ve etkili sonuçlar sunabilmesi nedeniyle zaman kısıtı yaşayan bireyler tarafından tercih edilebilen antrenman yöntemlerinden biridir (Gibala vd., 2012).

HIIT'in dikkat çeken özelliklerinden biri, daha kısa sürede uygulanabilmesine rağmen çeşitli fizyolojik adaptasyonlarla ilişkilendirilebilmesidir. Araştırmalar, HIIT uygulamalarının kardiyorespiratuvar uygunluk, metabolik sağlık ve fiziksel performans üzerinde olumlu sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir (Gibala & McGee, 2008). Bu özellikleri nedeniyle HIIT, egzersize ayıracak zamanı sınırlı olan bireyler arasında yaygın olarak kullanılmaktadır. HIIT protokollerinin sunduğu zaman avantajı, bireylerin egzersize katılımını ve programa devamlılığını destekleyebilmektedir. Güncel çalışmalar, HIIT uygulamalarında programa uyum oranlarının yüksek olduğunu ve bu oranların geleneksel orta şiddetli sürekli egzersizlerle (MICT) benzer düzeylerde bulunduğunu göstermektedir (Santos vd., 2023). Bu bulgular, HIIT'in zaman kısıtı yaşayan bireyler açısından uygulanabilir bir egzersiz seçeneği olduğunu desteklemektedir.

2.3. Sistemik Adaptasyonlar ve Biyometrik İzlemenin Stratejik Değeri

2.3.1. Kardiyovasküler ve Solunum Kapasitesindeki Yapısal Değişimler:

Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanlar, kalp-damar ve solunum sisteminde çeşitli fizyolojik uyumların oluşmasını desteklemektedir. Düzenli HIIT uygulamalarının kalp-solunum uygunluğunu (CRF) geliştirdiği ve özellikle VO_{2max} düzeyinde artış sağladığı bildirilmektedir (Poon vd., 2024). Kalp-solunum kapasitesindeki bu artış, dokulara oksijen taşınmasını daha etkili hale getirerek fiziksel performansın gelişimine katkı sağlamaktadır. HIIT sırasında uygulanan yüksek egzersiz şiddeti, kalp ve dolaşım sisteminde çeşitli fizyolojik değişimlerin gelişmesini tetiklemektedir. Bunun yanı sıra solunum sisteminde meydana gelen bu uyumlar, oksijen kullanım kapasitesinin artmasına yardımcı olmaktadır. Güncel derleme çalışmalarında da HIIT'in farklı yaş ve performans düzeylerindeki bireylerde kalp-solunum uygunluğunu artırmada etkili bir yöntem olduğu belirtilmektedir (Poon vd., 2024).

2.3.2. Otonom Sinir Sistemi ve HRV Dinamiği:

Kalp Atım Hızı Değişkenliği (Heart Rate Variability; HRV), otonom sinir sisteminin işleyişini değerlendirmede kullanılan fizyolojik parametrelerden biridir. HRV, ardışık kalp atımları arasındaki süre değişkenliğini ifade etmekte ve sempatik ile parasempatik sinir sistemi arasındaki dengeyi yansıtmaktadır. Otonom sinir sistemindeki değişimlerin takip edilmesinde kullanılan bu parametre, egzersize verilen fizyolojik yanıtların değerlendirilmesinde de sıklıkla tercih edilmektedir. Bu nedenle HRV, egzersizin kalp-damar sistemi üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Shaffer & Ginsberg, 2017).

Araştırmalar, yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanların HRV parametrelerini olumlu yönde etkileyebildiğini göstermektedir. Özellikle SDNN ve RMSSD değerlerindeki artışlar ile dinlenik kalp atım hızındaki azalma, kalp-damar sisteminin otonom fonksiyonlarında gelişme olduğunu kanıtlamaktadır (Songsorn vd., 2021). Elde edilen bu bulgular, vücudun egzersize uyum sağlama kapasitesi ve toparlanma sürecindeki iyileşmelerle ilişkilendirilmektedir.

2.4. Biyometrik Verilerin Rolü ve Giyilebilir Teknolojiler:

Biyometrik parametreler, egzersize verilen fizyolojik tepkilerin değerlendirilmesinde kullanılan önemli göstergelerdir. Kalp atım hızı, kalp atım hızı değişkenliği (HRV), oksijen satürasyonu ve enerji harcaması gibi veriler, bireyin antrenmana verdiği tepkinin takibini kolaylaştırmaktadır. HIIT uygulamalarının kardiyovasküler sistem ve iskelet kasında çeşitli fizyolojik değişikliklerle ilişkili olduğu, özellikle aerobik kapasite (VO_{2max}) ve enerji metabolizması üzerinde etkiler oluşturabildiği bildirilmektedir (MacInnis & Gibala, 2017). Elde edilen bu veriler, antrenman programlarının bireyin performans düzeyi ve toparlanma durumuna göre planlanmasına yardımcı olmaktadır.

Giyilebilir teknolojilerin yaygınlaşması, biyometrik verilerin izlenmesini daha kolay ve erişilebilir hale getirmiştir. Akıllı saatler ve benzeri cihazlar; günlük hareket miktarı, fiziksel aktivite düzeyi ve diğer fizyolojik parametrelerin düzenli olarak takip edilmesine imkan tanımaktadır. Bu teknolojilerin, bireylerin fiziksel aktivite farkındalığını artırabildiği ve egzersiz programlarına uyumu destekleyebildiği bildirilmektedir (Cebrick-Grossman & Fetherman, 2024). Güncel çalışmalar, giyilebilir cihazların farklı egzersiz ve HIIT protokolleri sırasında kardiyovasküler tepkilerin değerlendirilmesinde kullanılabildiğini göstermektedir (Seo, 2024). Bu durum, söz konusu teknolojilerin egzersiz ve antrenman süreçlerinde daha yaygın şekilde tercih edilmesine olanak sağlamaktadır.

2.5. Kardiyometabolik Dönüşüm: VO₂max, Laktat Kinetiği ve EPOC Fenomeni

2.5.1. Aerobik Tavan ve Mitokondriyal Gelişim

VO₂max, bireyin oksijen kullanma kapasitesini gösteren ve kardiyorespiratuvar uygunluğun değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan bir parametredir. Düzenli HIIT uygulamalarının VO₂max düzeyini artırabildiği ve kardiyorespiratuvar uygunluğu geliştirdiği bildirilmektedir (Poon vd., 2024). HIIT sırasında uygulanan yüksek yoğunluklu yüklenmeler, kas dokusunda çeşitli metabolik değişimlerle ilişkilendirilmektedir. Özellikle mitokondri sayısı ve oksidatif enzim aktivitesindeki artışlar, kasların oksijeni daha verimli kullanabilmesini desteklemektedir. Bu değişimler, enerji üretim kapasitesinin gelişmesi ve dayanıklılık performansının artmasıyla ilişkilendirilmektedir (Little vd., 2010). Merkezi ve periferik adaptasyonların birlikte gelişmesi sonucunda kalp-damar sisteminin oksijen taşıma kapasitesi ile kas dokusunun oksijen kullanma kapasitesi artabilmektedir. Bu değişimler, HIIT uygulamalarında gözlenen aerobik kapasite gelişiminin temel mekanizmaları arasında gösterilmektedir (Poon vd., 2024).

2.5.2. Laktat Toleransı ve Anaerobik Eşik:

Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman (HIIT), organizmanın laktat üretimi ve kullanımına yönelik çeşitli fizyolojik uyumlar geliştirmesiyle ilişkilendirilmektedir. Düzenli HIIT uygulamaları sonucunda bireylerin yüksek yoğunluklu egzersizlere uyum kapasitesi artmakta ve laktat birikimine karşı tolerans gelişebilmektedir. Buna bağlı olarak anaerobik eşik daha yüksek egzersiz şiddetlerinde ortaya çıkabilmekte ve performansın sürdürülmesine katkıda bulunmaktadır. HIIT sırasında meydana gelen anaerobik glikolitik enerji katkısı ve laktat yanıtları, antrenmanın temel fizyolojik özellikleri arasında gösterilmektedir (Buchheit & Laursen, 2013). Güncel çalışmalar, laktatın yalnızca egzersiz sırasında ortaya çıkan bir metabolik atık olmadığını, aynı zamanda farklı dokular tarafından kullanılabilen önemli bir enerji kaynağı olduğunu göstermektedir. Laktat mekiği (lactate shuttle) mekanizması sayesinde çalışma sırasında üretilen laktat, farklı kas lifleri ve dokular arasında taşınarak enerji üretiminde kullanılabilir. Ayrıca laktat taşınmasında görev alan monokarboksilat taşıyıcılarının (MCT) etkinliği, bu sürecin daha verimli gerçekleşmesine katkı sağlamaktadır (Jacob vd., 2023). HIIT'in laktat metabolizması üzerindeki etkileri toparlanma sürecinde de görülmektedir. Yapılan araştırmalar, düzenli HIIT uygulamalarının yüksek yoğunluklu egzersiz sonrasında kandaki laktatın temizlenme hızını artırabildiğini göstermektedir.

Özellikle laktat klirensindeki (temizlenmesindeki) gelişmeler, toparlanma sürecinin desteklenmesine katkı sağlayabilmektedir (Xie vd., 2024).

2.5.3. Egzersiz Sonrası Oksijen Tüketimi (EPOC):

Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenmanın (HIIT) önemli metabolik etkilerinden biri, egzersiz sonrasında ortaya çıkan Aşırı Egzersiz Sonrası Oksijen Tüketimi (Excess Post-Exercise Oxygen Consumption; EPOC) yanıtıdır. EPOC, egzersiz sonrasında vücudun dinlenme düzeyindeki oksijen tüketiminin üzerine çıkan ek oksijen kullanımını ifade etmektedir. Bu süreçte organizma, egzersiz sırasında meydana gelen metabolik değişikliklerin normale döndürülmesi, enerji depolarının yeniden düzenlenmesi ve iç dengenin (homeostazın) yeniden sağlanması amacıyla ilave enerji harcamaktadır (Boutcher, 2011). Bu süreçte organizma; tükenen ATP ve kreatin fosfat depolarını yeniden sentezlemek, yükselen vücut sıcaklığını normale döndürmek ve metabolik dengeyi yeniden sağlamak amacıyla ek enerji harcamaktadır. Bu durum, egzersiz sonrasında oksijen tüketiminin ve enerji harcamasının bir süre daha yüksek seviyelerde devam etmesine neden olmaktadır. Bu nedenle EPOC, egzersiz sonrası enerji harcamasıyla ilişkili fizyolojik süreçlerden biri olarak kabul edilmektedir (Boutcher, 2011). EPOC'un büyüklüğü ve süresi büyük ölçüde egzersizin şiddetiyle ilişkilidir. Yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanların, orta şiddetli sürekli egzersizlere kıyasla daha yüksek egzersiz sonrası oksijen tüketimi oluşturabildiği bildirilmektedir. Güncel araştırmalar da HIIT sonrasında oluşan EPOC düzeyinin, toplam enerji harcamasının ve egzersiz sonrası yağ oksidasyonunun eş enerji harcamasına sahip sürekli egzersizlere göre daha yüksek olabileceğini göstermektedir (Jiang vd., 2024).

2.6. Metabolik Sağlık ve Klinik Uygulama Alanları

2.6.1. Glukoz Regülasyonu ve İnsülin Duyarlılığı:

Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman (HIIT), glukoz metabolizması ve insülin duyarlılığı üzerinde çeşitli fizyolojik etkiler oluşturabilmektedir. Düzenli HIIT uygulamaları, iskelet kaslarının glukozu kullanma kapasitesini artırarak kan şekeri kontrolünün iyileşmesine katkı sağlamaktadır. Bu süreçte kas hücrelerinde glukoz taşınmasından sorumlu olan GLUT-4 taşıyıcılarının aktivitesi artmakta ve glukozun hücre içerisine taşınması kolaylaşmaktadır. İnsülinin hücrel etkileri büyük ölçüde PI3K-AKT sinyal yolu (hücre büyümesi, sağkalımı ve metabolizmasını düzenleyen hücre içi sinyal iletim hattı) aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bu mekanizma, GLUT-4 taşıyıcılarının hücre zarına taşınmasını sağlayarak kas ve yağ dokusunda glukoz alımını artırmaktadır. İnsülin duyarlılığındaki artışın, glukoz homeostazı ve metabolik sağlık üzerinde

olumlu etkiler oluşturabildiği bildirilmektedir (Yang vd., 2023). Bununla birlikte, insülin direncinin gelişmesi GLUT-4 ekspresyonunda (hücre içindeki üretiminde/sentezinde) azalmaya ve hücrelerin glukoza verdiği yanıtın bozulmasına neden olabilmektedir. Güncel çalışmalar, insülin direncinin glukoz metabolizmasıyla ilişkili genlerin düzenlenmesini etkilediğini ve glukoz kullanımında önemli değişikliklere yol açtığını göstermektedir (Isidor vd., 2022).

2.6.2. Obezite Yönetimi ve Lipoliz:

Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman (HIIT), kısa sürede yüksek enerji harcaması sağlayabilmesi nedeniyle obezite yönetiminde kullanılan egzersiz yöntemlerinden biridir. Düzenli HIIT uygulamalarının vücut kompozisyonunu etkileyebildiği ve özellikle yağ kütlesinin azalmasıyla ilişkili olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle HIIT, fazla kilolu ve obez bireylerde vücut ağırlığının kontrol altına alınmasına yönelik uygulamalarda sıklıkla tercih edilmektedir (Trapp vd., 2008). HIIT sırasında ortaya çıkan yüksek enerji gereksinimi, organizmanın enerji üretim süreçlerini hızlandırmakta ve yağ kullanımını artıran fizyolojik mekanizmaları aktive etmektedir. Egzersiz sırasında ve sonrasında artan enerji ihtiyacı, yağ dokusundan serbest yağ asitlerinin dolaşıma katılmasını ve enerji üretiminde kullanılmasını artırmaktadır. Ayrıca düzenli uygulamalar sonucunda yağ yakımı kapasitesindeki artış, vücut yağ oranının azalmasıyla ilişkilendirilmektedir (Boutcher, 2011). Güncel araştırmalar, HIIT'in özellikle iç organ çevresi yağ dokusunun azaltılmasında etkili olduğunu göstermektedir. Fazla kilolu ve obez bireyleri kapsayan sistematik derleme ve ağ meta-analizi sonuçlarına göre HIIT; visseral yağ dokusu, vücut yağ oranı, beden kütle indeksi (BMİ) ve bel çevresi gibi antropometrik parametrelerde anlamlı iyileşmeler sağlayabilmektedir. Bu bağlamda HIIT, obeziteye bağlı metabolik risk faktörlerinin azaltılmasında kullanılan egzersiz yöntemlerinden biri olarak görülmektedir (Chen vd., 2024).

2.6.3. Kardiyak Rehabilitasyon ve Klinik Güvenlik:

Kardiyak rehabilitasyon programlarında kullanılan egzersiz uygulamaları, kalp hastalarının fonksiyonel kapasitesinin artırılması ve yaşam kalitesinin geliştirilmesinde önemli bir role sahiptir. Son yıllarda yüksek yoğunluklu aralıklı antrenmanların (HIIT), uygun klinik gözetim altında uygulandığında kardiyorespiratuvar uygunluğu (kalp-akciğer uyumunu) geliştirebildiği, yaşam kalitesini iyileştirebildiği ve kardiyak rehabilitasyon programlarında güvenle kullanılabildiği bildirilmektedir (Weston vd., 2014). Egzersiz temelli kardiyak rehabilitasyonun koroner kalp hastalarında kardiyovasküler mortaliteyi (kalp-damar hastalıklarına bağlı ölüm oranını), hastaneye yatış oranlarını ve tekrarlayan

kardiyak olayları azaltabildiği gösterilmiştir. Ayrıca bu uygulamaların yaşam kalitesinde belirgin iyileşme sağladığı ve kardiyak rehabilitasyon programlarının temel unsurlarından biri olduğu belirtilmektedir (Dibben vd., 2023). Kalp yetersizliği hastalarını kapsayan güncel meta-analiz sonuçları ise egzersiz temelli kardiyak rehabilitasyonun yeniden hastaneye yatış riskini azaltabildiğini, egzersiz toleransını (dayanıklılığını) artırdığını ve yaşam kalitesini geliştirdiğini göstermektedir. Bu sonuçlar, kardiyak rehabilitasyonun uygun hasta gruplarında güvenle uygulanabildiğini desteklemektedir (Yamamoto vd., 2024).

2.7. Küresel Literatür Eğilimleri ve Bibliyometrik Analiz

2.7.1. HIIT Literatüründeki Güncel Eğilimler

Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Antrenman (HIIT), son yirmi yılda egzersiz bilimi alanında yoğun ilgi gören araştırma konularından biri olmuştur. İlk dönem çalışmalarda HIIT'in temel olarak elit sporcuların performans gelişimi üzerindeki etkileri incelenirken, zamanla araştırma alanı genişleyerek halk sağlığı ve klinik uygulamaları da kapsayan çok yönlü bir yapıya dönüşmüştür. Özellikle obezite, kardiyovasküler (kalp-damar) sağlık, insülin direnci ve metabolik sendrom gibi sağlıkla ilişkili konuların HIIT araştırmalarında öne çıkması, bu alandaki bilimsel çalışmaların çeşitlenmesine katkı sağlamıştır (Li & Fang, 2024). Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalar, HIIT araştırmalarının sportif performansın ötesine geçerek kardiyometabolik sağlık alanına da yöneldiğini göstermektedir. Bu doğrultuda araştırmalar; glukoz regülasyonu, insülin duyarlılığı, vücut kompozisyonu , kardiyovasküler fonksiyonlar ve yaşam kalitesi gibi farklı biyometrik parametreler üzerinde yoğunlaşmaya başlamıştır. Ayrıca yaşlı bireyler, sedanter yaşam süren kişiler, obez bireyler ve kronik hastalığa sahip popülasyonlar üzerinde gerçekleştirilen çalışmaların sayısında da belirgin bir artış görülmektedir (You vd., 2021). Bilimsel yayın sayılarındaki sürekli artış ve araştırma konularındaki çeşitlenme, HIIT literatürünün disiplinler arası bir yapıya dönüştüğünü göstermektedir. Güncel bibliyometrik analizler; metabolik uyumlar, kardiyovasküler sağlık, insülin duyarlılığı, egzersiz performansı ve kişiselleştirilmiş antrenman planlarının araştırmalarda öne çıkan temalar arasında yer aldığını ortaya koymaktadır. Bu durum, HIIT'in günümüzde yalnızca performans geliştirme amacıyla değil, aynı zamanda koruyucu ve tedavi destekleyici bir egzersiz yöntemi olarak da değerlendirildiğini göstermektedir (Li & Fang, 2024).

2.7.2. Bibliyometrik Analizin Araştırmalardaki Rolü

Bibliyometrik analiz, egzersiz fizyolojisi alanındaki bilimsel yayınları ve araştırma eğilimlerini incelemek için kullanılan önemli bir yöntemdir. Bu yaklaşım, yalnızca yayın sayılarını inceleyen bir yöntem değil; aynı zamanda

araştırma eğilimlerini, yazar iş birliklerini, atıf ilişkilerini ve öne çıkan konuları sayısal veriler aracılığıyla değerlendiren kapsamlı bir analiz yaklaşımıdır (Donthu vd., 2021). Bu metodoloji, bilimsel veriler arasındaki ilişkileri analiz ederek literatürde daha az çalışılmış araştırma alanlarını belirlemekte ve gelecekte yapılacak çalışmalara yön göstermektedir. Söz konusu analiz tekniği, modern spor bilimlerinde hangi biyometrik verilerin ve egzersiz protokollerinin araştırmalarda öne çıktığını ortaya koymaktadır (Aria & Cuccurullo, 2017). Bilimsel çıktılar arasındaki bibliyografik eşleşmeleri ve atıf ağlarını görselleştirerek, HIIT literatürünün farklı disiplinlerle olan ilişkilerini, araştırma odaklarının zaman içerisindeki değişimini ve gelecekte öne çıkabilecek çalışma alanlarını ortaya koyabilmektedir. Gerçekten de HIIT alanında gerçekleştirilen bibliyometrik çalışmalar; metabolik hastalıklar, kardiyovasküler (kalp-damar) hastalıklar, yaşlanma, rehabilitasyon ve sağlık geliştirme uygulamalarının son yıllarda öne çıkan araştırma temaları arasında yer aldığını göstermektedir (You vd., 2021).

3. YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Bu çalışmada, 2020–2024 yılları arasında yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman (HIIT) alanında yayımlanan çalışmalar bibliyometrik analiz yöntemi ile incelenmiştir. Bibliyometrik analiz, belirli bir araştırma alanındaki bilimsel yayınların sayısal olarak değerlendirilmesine ve araştırma eğilimlerinin belirlenmesine olanak sağlayan bir yöntemdir. Çalışma kapsamında yayın sayıları, ülke dağılımları, anahtar kelime eğilimleri ve biyometrik parametrelerin literatürdeki dağılımları değerlendirilmiştir.

3.2. Veri Kaynağı ve Tarama Süreci

Araştırmannın veri kaynağı olarak Web of Science (WoS) Core Collection veri tabanı kullanılmıştır. Literatür taraması 2020–2024 yılları arasında yayımlanan çalışmaları kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Tarama sırasında “HIIT” OR “High-Intensity Interval Training” anahtar kelimeleri kullanılmıştır. Arama işlemi Topic (TS) alanı üzerinden yapılmıştır. Topic tarama yöntemi; başlık, özet, Author Keywords ve Keywords Plus alanlarını birlikte kapsadığı için çalışma konusu ile doğrudan ilişkili yayınlara ulaşılmasını sağlamaktadır. Tarama sonucunda toplam 3099 yayına ulaşılmıştır.

3.3. Veri Düzenleme ve Analiz Süreci

Web of Science veri tabanından elde edilen kayıtlar birden fazla dosya halinde dışa aktarılmış ve birleştirilerek tek bir veri seti oluşturulmuştur. Oluşturulan veri

seti bibliyometrik analizlerin gerçekleştirilmesi amacıyla VOSviewer yazılımına aktarılmıştır. Analiz sürecinde Author Keywords ve Keywords Plus alanları kullanılmıştır. Anahtar kelimeler arasındaki eş görülme ilişkileri incelenmiş ve literatürde öne çıkan kavramlar belirlenmiştir. Ayrıca yayın eğilimleri, ülke dağılımları ve biyometrik parametrelerle ilişkili anahtar kelimeler değerlendirilmiştir.

3.4. Dahil Etme ve Hariç Tutma Kriterleri

Araştırmaya yalnızca 2020–2024 yılları arasında yayımlanan çalışmalar dahil edilmiştir. Hakemli dergilerde yayımlanan özgün araştırma makaleleri değerlendirmeye alınmıştır. HIIT ile ilişkili çalışmalar analiz kapsamına dahil edilmiştir.

Konu ile doğrudan ilişkili olmayan yayınlar, konferans özetleri, editöre mektuplar ve kitap incelemeleri çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır.

3.5. Veri Değerlendirme Süreci

Çalışmada yayın yılları, ülke dağılımları, anahtar kelime yoğunlukları ve biyometrik parametre dağılımları değerlendirilmiştir. Biyometrik parametrelerle ilişkili anahtar kelimeler içeriklerine göre sınıflandırılmış ve kardiyovasküler, metabolik, antropometrik, performans ve nöromüsküler olmak üzere beş temel parametre grubu oluşturulmuştur. Anahtar kelime analizinde ilgili kavramların literatürdeki toplam görülme sıklıkları dikkate alınmıştır. Aynı çalışmada birden fazla parametrenin yer alması nedeniyle frekans değerleri, toplam yayın sayısından bağımsız olarak değerlendirilmiştir.

3.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmanın en önemli sınırlılığı, veri toplama sürecinin yalnızca Web of Science Core Collection veri tabanı ile sınırlandırılmış olmasıdır. Ayrıca araştırma yalnızca 2020–2024 yılları arasında yayımlanan çalışmaları kapsamaktadır. Daha önceki yıllarda yayımlanan çalışmalar değerlendirmeye alınmamıştır. Bunun yanında bibliyometrik analiz yöntemi, çalışmaların deneysel sonuçlarını veya metodolojik kalitesini değerlendirmekten çok literatürdeki genel eğilimleri ve araştırma odaklarını ortaya koymaktadır. Bu nedenle elde edilen bulgular, yayınların içeriksel etkilerinden ziyade literatürdeki dağılım ve eğilimleri yansıtmaktadır.

4. BULGULAR

Bu bölümde, Web of Science (WoS) veri tabanından elde edilen toplam 3100 çalışma bibliyometrik analiz kapsamında değerlendirilmiştir. Analiz sürecinde yayınların yıllara göre dağılımı, ülkeler bazındaki bilimsel üretim yoğunluğu, anahtar kelime eğilimleri ve biyometrik parametrelerin literatürdeki dağılımı incelenmiştir.

4.1. Yayınların Yıllara Göre Dağılımı ve Gelişim Eğilimleri

2020–2024 dönemini kapsayan veriler incelendiğinde, HIIT literatüründe küresel ölçekte düzenli bir artış olduğu görülmektedir. Özellikle son yıllarda, HIIT’in yalnızca atletik performansın geliştirilmesinde değil, aynı zamanda klinik rehabilitasyon uygulamalarında da yaygın olarak araştırıldığı dikkat çekmektedir. Bu durum, HIIT’e yönelik akademik ilginin farklı araştırma alanlarında giderek arttığını göstermektedir.

Tablo 1. Yayınların Yıllara Göre Dağılımı

Yıl	Yayın Sayısı (WoS)
2020	561
2021	594
2022	625
2023	640
2024	613

Not: 2024 yılı verileri Ekim ayı itibarıyla güncel indekslenen yayınları kapsamaktadır.

Tablo 1 verileri incelendiğinde, HIIT literatürünün 2020 yılından itibaren istikrarlı bir artış sergilediği saptanmaktadır. 2023 yılında yayın sayısındaki artışın en yüksek seviyeye ulaşması, HIIT'in sunduğu zaman verimliliği avantajına yönelik ilginin spor bilimleri alanında giderek arttığını göstermektedir. Bu artış, HIIT çalışmalarının güncelliğini ve akademik önemini koruduğunu ortaya koymaktadır.

4.2. Bilimsel Üretimin Coğrafi Dağılımı

Çalışmaların coğrafi dağılımı incelendiğinde, bilimsel üretimin gelişmiş araştırma altyapısına sahip ülkelerde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durum, araştırma kapasitesi yüksek ülkelerin HIIT alanındaki bilimsel üretime daha fazla katkı sağladığını göstermektedir.

Tablo 2. Ülkelere Göre Dağılım

Ülke	Yayın Sayısı	Yüzde (%)
ABD	540	17.419%
Çin	445	14.355%
Brezilya	318	10.258%
Kanada	270	8.710%
İran	265	8.548%

Not: Yüzde (%) değerleri, ilgili periyottaki ilk 5 ülkenin toplam yayın hacmi içindeki payını temsil etmektedir.

ABD ve Çin'in literatürdeki belirgin ağırlığı, bu ülkelerin yüksek araştırma kapasitesi ve bilimsel üretim hacmi ile ilişkilendirilebilir. Ayrıca, spor bilimleri ve egzersiz fizyolojisi alanlarında yürütülen çalışmaların yoğunluğu, HIIT araştırmalarında da bu ülkelerin öne çıkmasına katkı sağlamış olabilir. Bu

bulgular, ABD ve Çin'in HIIT literatürünün gelişiminde önemli bir konuma sahip olduğunu göstermektedir.

4.3. Anahtar Kelime Analizi

Anahtar kelime analizi, HIIT araştırmalarında öne çıkan konuları ve literatürün yoğunlaştığı temel fizyolojik alanları yansıtmaktadır.

Tablo 3. Anahtar Kelimeler

Anahtar Kelime	Frekans (n)
Obesity-related parameters	408
Body composition	302
Cardiorespiratory fitness	278
Insulin-related parameters	276
VO ₂ max	90

Not: n = ilgili anahtar kelimenin incelenen makalelerdeki toplam görülme sıklığını (frekans) ifade etmektedir.

Anahtar kelime frekansları incelendiğinde, en yüksek frekans değerlerinin “obesity-related parameters” (n=408), “body composition” (n=302), “cardiorespiratory fitness” (n=278) ve “insulin-related parameters” (n=276) kavramlarına ait olduğu görülmüştür. Elde edilen bulgular, 2020–2024 yılları arasında yayımlanan HIIT çalışmalarında obezite, vücut kompozisyonu, kardiyorespiratuvar uygunluk ve metabolik sağlıkla ilişkili konuların araştırmacılar tarafından sıklıkla ele alındığını göstermektedir. Ayrıca, “VO₂max” (n=90) anahtar kelimesinin de yüksek frekansa sahip olması, HIIT'in aerobik kapasite ve kardiyorespiratuvar performans üzerindeki etkilerine yönelik ilginin literatürde önemli bir yer tuttuğunu düşündürmektedir.

4.4. Biyometrik Parametrelerin Literatürdeki Dağılımı

Araştırmalarda değerlendirilen biyometrik değişkenlerin dağılımı, HIIT çalışmalarında hangi fizyolojik ve performansla ilişkili parametrelerin daha sık ele alındığını göstermektedir.

Tablo 4. Biyometrik Parametreler

Parametre Sınıfı	En Sık Kullanılan Değişkenler	Frekans (n)	Bilimsel Önemi
Kardiyovasküler	Kalp Atım Hızı (HR), Kan Basıncı, Kardiyorespiratuar Uygunluk (VO_{2max} /Aerobik Güç)	804	HIIT'in kardiyovasküler ve kardiyorespiratuar adaptasyonlarının değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.
Performans	Dayanıklılık, Egzersiz Kapasitesi, Atletik Performans, Fiziksel Performans, Sprint Performansı	792	Fiziksel performans ve egzersiz kapasitesindeki değişimlerin belirlenmesinde kullanılmaktadır.
Metabolik	İnsülin Duyarlılığı/Direnci, Glukoz Metabolizması, Laktat, Metabolik Sendrom	722	Metabolik sağlık ve glukoz metabolizmasına ilişkin değişimlerin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.

Parametre Sınıfı	En Sık Kullanılan Değişkenler	Frekans (n)	Bilimsel Önemi
Antropometrik	Vücut Yağ Yüzdesi, BMI, Vücut Kompozisyonu	662	Vücut kompozisyonu ve antropometrik değişimlerin değerlendirilmesini sağlamaktadır.
Nöromusküler	Kas Kuvveti, İskelet Kası, Kas Gücü	360	Kas fonksiyonu ve nöromusküler adaptasyonların değerlendirilmesinde kullanılmaktadır.

Not: Bir çalışma birden fazla parametre içerebildiği için toplam frekans değeri makale sayısından bağımsız olarak hesaplanmıştır.

Parametre sınıflarına göre yapılan değerlendirmede, en yüksek frekans değerinin kardiyovasküler parametrelere (n=804) ait olduğu görülmüştür. Bunu performans (n=792), metabolik (n=722), antropometrik (n=662) ve nöromusküler parametreler (n=360) takip etmektedir. Elde edilen bulgular, 2020–2024 yılları arasında yayımlanan HIIT çalışmalarının ağırlıklı olarak kardiyovasküler uygunluk, performans gelişimi ve metabolik sağlık üzerine yoğunlaştığını göstermektedir. Özellikle kardiorespiratuvar uygunluk, kalp atım hızı, insülin duyarlılığı ve glukoz metabolizması gibi değişkenlerin yüksek frekanslarda yer alması, HIIT'in sağlık ve performansla ilişkili fizyolojik etkilerinin araştırmalarda önemli bir yer tuttuğunu ortaya koymaktadır. Buna karşılık nöromusküler parametrelerin diğer sınıflara göre daha düşük frekans değerine sahip olması, bu alandaki çalışmaların daha sınırlı kaldığını düşündürmektedir.

5. Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada 2020–2024 yılları arasında yayımlanan HIIT araştırmaları bibliyometrik açıdan değerlendirilmiş ve literatürde öne çıkan araştırma eğilimleri ile biyometrik parametreler incelenmiştir. Elde edilen bulgular, bu dönemde HIIT'e yönelik akademik ilginin devam ettiğini ve araştırmaların farklı alanlara yöneldiğini göstermektedir. Yayın sayılarındaki artış da HIIT'in spor bilimleri alanında güncelliğini koruyan araştırma konularından biri olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırma sonuçlarına göre kardiyovasküler parametreler literatürde en yüksek frekansa sahip değişken grubu olarak belirlenmiştir. Kardiyorespiratuvar uygunluk, kalp atım hızı ve kan basıncı ile ilişkili değişkenlerin sık şekilde incelenmesi, HIIT'in kardiyovasküler sistem üzerindeki etkilerine yönelik ilginin devam ettiğini göstermektedir. Kardiyovasküler parametrelerin ardından performans ve metabolik parametrelerin de yüksek frekanslarda yer alması, HIIT araştırmalarının yalnızca performans gelişimine değil, aynı zamanda sağlıkla ilişkili fizyolojik değişimlere de odaklandığını göstermektedir. Dayanıklılık, egzersiz kapasitesi ve performans ile ilişkili değişkenlerin yüksek frekansta yer alması, HIIT'in performans gelişimi amacıyla kullanımının araştırmalardaki önemini koruduğunu ortaya koymaktadır. Atakan vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada da HIIT'in egzersiz kapasitesi ve fiziksel uygunluk üzerindeki etkilerinin sıklıkla araştırıldığı belirtilmiştir. Elde edilen bulgular, önceki çalışmaların sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Anahtar kelime analizinde kardiyorespiratuvar uygunluk ve VO_{2max} ile ilişkili kavramların öne çıkması da bu sonucu desteklemektedir. VO_{2max} , kardiyorespiratuvar uygunluğun değerlendirilmesinde en sık kullanılan göstergelerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle hem anahtar kelime analizinde hem de biyometrik parametre dağılımında kardiyovasküler değişkenlerin ön plana çıkması beklenen bir sonuç olarak değerlendirilebilir.

Metabolik parametrelerin yüksek frekansta yer alması da araştırmanın önemli bulgularından biridir. Özellikle insülin ile ilişkili parametreler, glukoz metabolizması ve metabolik sendrom kavramlarının sık şekilde kullanılması, HIIT'in metabolik sağlık üzerindeki etkilerine yönelik ilginin arttığını göstermektedir. Yang vd. (2023), glukoz metabolizması ve insülin duyarlılığının metabolik sağlık açısından önemli göstergeler olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Chen vd. (2024) de HIIT uygulamalarının obezite ve vücut kompozisyonu ile ilişkili değişkenler üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceğini bildirmiştir. Bu çalışmalar, elde edilen metabolik bulguları destekler niteliktedir.

Anahtar kelime bulguları ile biyometrik parametre dağılımı birlikte değerlendirildiğinde, sonuçların genel olarak birbirini desteklediği

görülmektedir. Obezite, vücut kompozisyonu, insülin ile ilişkili parametreler ve kardiyorespiratuar uygunluk gibi kavramların anahtar kelime analizinde öne çıkması; kardiyovasküler, performans ve metabolik parametrelerin yüksek frekanslarda yer almasıyla uyumludur. Bu durum, son yıllardaki HIIT araştırmalarının hem performans gelişimi hem de sağlıkla ilişkili fizyolojik değişimler üzerine yoğunlaştığını göstermektedir.

Çalışmaların ülkelere göre dağılımında ABD ve Çin'in öne çıktığı görülmüştür. Bu durum, söz konusu ülkelerin spor bilimleri alanındaki araştırma kapasitesi ve bilimsel üretim düzeyi ile ilişkili olabilir. You vd. (2021) tarafından yapılan bibliyometrik çalışmada da HIIT araştırmalarının belirli ülkelerde yoğunlaştığı belirtilmiştir. Mevcut çalışmanın bulguları da önceki bibliyometrik araştırmaların sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Sonuç olarak, 2020–2024 yılları arasında yayımlanan HIIT araştırmalarının performans, kardiyovasküler sağlık ve metabolik sağlık üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Elde edilen bulgular, HIIT'in yalnızca performans geliştirmeye yönelik bir antrenman yöntemi olarak değil, farklı fizyolojik sistemler üzerindeki etkileri nedeniyle geniş bir araştırma alanı olarak ele alındığını göstermektedir. Ayrıca anahtar kelime analizi ve biyometrik parametre dağılımı birlikte değerlendirildiğinde, literatürde öne çıkan araştırma eğilimlerinin birbiriyle uyumlu olduğu anlaşılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975.
- Atakan, M. M., Li, Y., Koşar, Ş. N., Turnagöl, H. H., & Yan, X. (2021). Evidence-based effects of high-intensity interval training on exercise capacity and health: A review with historical perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 7201.
- Boutcher, S. H. (2011). High-intensity intermittent exercise and fat loss. *Journal of Obesity*, 2011, 868305.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013a). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I. *Sports Medicine*, 43(5), 313–338.
- Buchheit, M., & Laursen, P. B. (2013b). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II. *Sports Medicine*, 43(10), 927–954.
- Cebrick-Grossman, J. A., & Fetherman, D. L. (2024). A worksite intervention program for obese sedentary women using wearable technology. *Workplace Health & Safety*, 72(7), 298–306.
- Chen, X., He, H., Xie, K., Zhang, L., & Cao, C. (2024). Effects of various exercise types on visceral adipose tissue in individuals with overweight and obesity: A systematic review and network meta-analysis. *Obesity Reviews*, 25, e13666.
- Clarivate. (2026). *Web of Science Core Collection*. Retrieved June 2026, from <https://www.webofscience.com>
- Dibben, G. O., Faulkner, J., Oldridge, N., Rees, K., Thompson, D. R., Zwisler, A.-D., & Taylor, R. S. (2023). Exercise-based cardiac rehabilitation for coronary heart disease: A meta-analysis. *European Heart Journal*, 44(6), 452–469.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133, 285–296.
- Gibala, M. J., & McGee, S. L. (2008). Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: A little pain for a lot of gain? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(2), 58–63.
- Hadjispyrou, S., Dinas, P. C., Delitheos, S. M., Koumprentziotis, I.-A., Chrysanthopoulos, C., & Philippou, A. (2023). The effect of high-intensity interval training on mitochondrial-associated indices in overweight and obese adults: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Bioscience (Landmark Edition)*, 28(11), 281.

- Isidor, M. S., Dong, W., Servin-Urbe, R. I., Villarroel, J., Altıntaş, A., Ayala-Summano, J. T., Varela-Echavarría, A., Barrès, R., Stephanopoulos, G., Macotella, Y., & Emanuelli, B. (2022). Insulin resistance rewires the metabolic gene program and glucose utilization in human white adipocytes. *International Journal of Obesity*, 46(3), 535–543.
- Jacob, N., So, I., Sharma, B., Marzolini, S., Tartaglia, M. C., Oh, P., & Green, R. (2023). Effects of high-intensity interval training protocols on blood lactate levels and cognition in healthy adults: Systematic review and meta-regression. *Sports Medicine*, 53(5), 977–991.
- Jiang, L., Zhang, Y., Wang, Z., & Wang, Y. (2024). Acute interval running induces greater excess post-exercise oxygen consumption and lipid oxidation than isocaloric continuous running in men with obesity. *Scientific Reports*, 14, 9178.
- Laursen, P. B., & Jenkins, D. G. (2002). The scientific basis for high-intensity interval training. *Sports Medicine*, 32(1), 53–73.
- Li, Y., & Fang, J. (2024). The impact of high-intensity interval training on women's health: A bibliometric and visualization analysis. *Medicine*, 103(39), e39855.
- Little, J. P., Safdar, A., Wilkin, G. P., Tarnopolsky, M. A., & Gibala, M. J. (2010). A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis. *The Journal of Physiology*, 588(6), 1011–1022.
- MacInnis, M. J., & Gibala, M. J. (2017). Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of Physiology*, 595(9), 2915–2930.
- Martin-Smith, R., Cox, A., Buchan, D. S., Baker, J. S., Grace, F., & Sculthorpe, N. (2020). High intensity interval training (HIIT) improves cardiorespiratory fitness (CRF) in healthy, overweight and obese adolescents: A systematic review and meta-analysis of controlled studies. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2955.
- Poon, E. T.-C., Li, H.-Y., Gibala, M. J., Wong, S. H.-S., & Ho, R. S.-T. (2024). High-intensity interval training and cardiorespiratory fitness in adults: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 34, e14652.
- Santos, A., Braaten, K., MacPherson, M., Vasconcellos, D., Vis-Dunbar, M., Lonsdale, C., Lubans, D., & Jung, M. E. (2023). Rates of compliance and adherence to high-intensity interval training: A systematic review and meta-analyses. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 20, 134.

- Seo, M.-W. (2024). Acute response of different high-intensity interval training protocols on cardiac auto-regulation using wearable device. *Sensors*, 24(14), 4758.
- Shaffer, F., & Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in Public Health*, 5, Article 258.
- Songsorn, P., Somnarin, K., Jaitan, S., & Kupradit, A. (2022). The effect of whole-body high-intensity interval training on heart rate variability in insufficiently active adults. *Journal of Exercise Science & Fitness*, 20(1), 48–53.
- Trapp, E. G., Chisholm, D. J., Freund, J., & Boutcher, S. H. (2008). The effects of high-intensity intermittent exercise training on fat loss. *International Journal of Obesity*, 32(4), 684–691.
- Trost, S. G., Owen, N., Bauman, A. E., Sallis, J. F., & Brown, W. (2002). Correlates of adults' participation in physical activity: Review and update. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(12), 1996–2001.
- Weston, M., Wisløff, U., & Coombes, J. S. (2014). High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease. *British Journal of Sports Medicine*, 48(16), 1227–1234.
- Xie, H., Mao, X., & Wang, Z. (2024). Effect of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on blood lactate clearance after high-intensity test in adult men. *Frontiers in Physiology*, 15, 1451464.
- Yamamoto, S., Okamura, M., Akashi, Y. J., Tanaka, S., Shimizu, M., Tsuchikawa, Y., Ashikaga, K., Kamiya, K., Kato, Y., Nakayama, A., Makita, S., & Isobe, M. (2024). Impact of long-term exercise-based cardiac rehabilitation in patients with chronic heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Circulation Journal*, 88(9), 1360–1371.
- Yang, W., Jiang, W., & Guo, S. (2023). Regulation of macronutrients in insulin resistance and glucose homeostasis during type 2 diabetes mellitus. *Nutrients*, 15(21), 4671.
- You, Y., Li, W., Liu, J., Li, X., Fu, Y., & Ma, X. (2021). Bibliometric review to explore emerging high-intensity interval training in health promotion: A new century picture. *Frontiers in Public Health*, 9, 697633.

9. Bölüm

Life Kinetik Antrenmanlarının Biyomotor Performans Üzerindeki Etkileri

Salih DEMİR¹, Zeynep Hazal ATEŞ²

Özet

Life Kinetik, hareket, bilişsel görevler ve görsel algı çalışmalarını bir araya getiren bütüncül bir antrenman yaklaşımıdır. Bu yöntem, motor öğrenme ve nöroplastisite ilkelerine dayanmakta olup bireylerin alışılmış hareket kalıplarının dışına çıkarılarak yeni sinirsel bağlantılar oluşturmalarını hedeflemektedir. Life Kinetik uygulamalarında bireylerden motor görevleri yerine getirirken dikkat, hafıza, karar verme, problem çözme ve algılama gibi bilişsel süreçleri eş zamanlı olarak kullanmaları beklenmektedir. Yöntem; yakalama, fırlatma, dengeleme, yön değiştirme, el-göz koordinasyonu ve çift görev uygulamaları gibi çok sayıda aktiviteyi içermektedir. Egzersizlerin sürekli değiştirilmesi ve bireyin farklı uyaranlarla karşılaşması, öğrenme süreçlerini destekleyen temel özellikler arasında yer almaktadır. Bu nedenle Life Kinetik yalnızca fiziksel performansı değil, aynı zamanda bilişsel performansı geliştirmeyi amaçlayan bir sistem olarak değerlendirilmektedir. Life Kinetik uygulamaları çocuklar, genç sporcular, yetişkinler, yaşlı bireyler ve özel gereksinimli bireyler dâhil olmak üzere geniş bir popülasyonda kullanılabilir. Uygulamaların bireyin yaşına, performans düzeyine ve bilişsel kapasitesine göre uyarlanabilmesi yöntemin önemli avantajlarından biridir. Ayrıca nörolojik rehabilitasyon ve zihinsel yetersizliği bulunan bireylerde de olumlu sonuçlar bildirilmiştir. Literatürde yer alan çalışmalar, Life Kinetik antrenmanlarının çeviklik, denge, koordinasyon, reaksiyon süresi, dikkat, görsel-motor performans, el-göz koordinasyonu ve dikey sıçrama gibi birçok biyomotor özellik üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Bununla birlikte kuvvet, sürat ve dayanıklılık gibi temel biyomotor özellikler üzerindeki etkilerine ilişkin kanıtların henüz sınırlı olduğu belirtilmektedir. Genel olarak mevcut bulgular, Life Kinetik antrenmanlarının biyomotor performansın geliştirilmesinde etkili ve uygulanabilir bir yöntem olduğunu göstermektedir.

¹ Gümüşhane Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Bölümü, salihdemir@gumushane.edu.tr, <https://orcid.org/0009-0008-8249-4097>

² Gümüşhane Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Bölümü, zeynephazalulutas@gumushane.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0734-2973>

Anahtar Kelimeler: Life Kinetik, biyomotor performans, motorik özellikler, sportif performans.

1. Life Kinetik

Spor performansının değerlendirilmesinde fiziksel özelliklerin yanı sıra dikkat, algılama, karar verme, reaksiyon süresi ve koordinasyon gibi bilişsel süreçlerin de önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir. Özellikle son yıllarda spor bilimlerinde fiziksel ve bilişsel süreçlerin birlikte geliştirilmesini amaçlayan antrenman yaklaşımlarına olan ilgi artmıştır. Bu yaklaşımlardan biri olan Life Kinetik, hareket, bilişsel görevler ve görsel algı çalışmalarını bir araya getiren bütüncül bir eğitim modeli olarak tanımlanmaktadır (Demirakca vd., 2016; Lutz, 2014).

Life Kinetik yaklaşımının temelinde motor öğrenme ve nöroplastisite kavramları yer almaktadır. Motor öğrenme sürecinin beyinde yeni sinirsel bağlantıların oluşmasına veya mevcut bağlantıların yeniden düzenlenmesine katkı sağladığı, bu süreçte nöronlar arasında gerçekleşen sinaptik değişimlerin öğrenmenin biyolojik temelini oluşturduğu bildirilmektedir (Beckmann & Schöllhorn, 2006). Kawashima (2005) tarafından ortaya konulan beyin egzersizi yaklaşımı da zihinsel süreçlerin uyarılması ve bilişsel fonksiyonların geliştirilmesine yönelik uygulamaların önemini vurgulamaktadır.

Life Kinetik, Alman antrenör Horst Lutz tarafından geliştirilmiş bir eğitim sistemi olup, hareket ile bilişsel süreçlerin eş zamanlı olarak kullanılmasına dayanmaktadır. Life Kinetik uygulamaları bireyleri alışılmış rutin hareket kalıplarının dışına çıkararak yeni hareket deneyimleriyle karşılaştıran ve bu sayede öğrenme süreçlerinin desteklendiğini bir yaklaşım olarak adlandırılabilir (Lutz, 2010). Bu yaklaşımın temel amacı, bireyin hareket ve düşünme süreçlerini eş zamanlı olarak aktive ederek sinir sisteminin farklı bölgeleri arasında yeni bağlantıların kurulmasını desteklemektir (Arslan, 2022). Life Kinetik çalışmalarında bireylerden motor görevleri yerine getirirken aynı zamanda dikkat, hafıza, problem çözme ve karar verme gibi bilişsel süreçleri kullanmaları beklenmektedir (Lutz, 2014).

Life Kinetik eğitimi, hareket egzersizleri, bilişsel görevler ve görsel algı çalışmalarının birleşiminden oluşan çok bileşenli bir sistem olarak tanımlanmaktadır. Bu sistem içerisinde yakalama, fırlatma, yön değiştirme, dengeleme, el-göz koordinasyonu ve çift görev uygulamaları gibi çeşitli aktiviteler yer almaktadır (Demirakca vd., 2016; Komarudin, 2019). Özellikle görsel algı süreçlerinin ve çevresel farkındalığın geliştirilmesi Life Kinetik uygulamalarının temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Murata vd., 2023). Hareketlerin farklı uzuv kombinasyonlarıyla gerçekleştirilmesi,

sürekli değişen görevlerin kullanılması ve bireyin alışık olmadığı durumlarla karşılaştırılması yöntemin karakteristik özellikleri arasında gösterilmektedir (Lutz, 2014).

Literatürde Life Kinetik uygulamalarının dikkat, konsantrasyon, algılama, reaksiyon süresi ve karar verme süreçleri üzerinde olumlu etkiler oluşturabileceği bildirilmektedir (Lutz, 2014; Lutz, 2017). Lutz (2011), Life Kinetik uygulamalarının sinirsel öğrenme süreçlerini uyardığını, yeni sinir ağlarının oluşumunu desteklediğini ve görsel sistem performansını geliştirebildiğini ifade etmektedir. Ayrıca düzenli Life Kinetik uygulamalarına katılan bireylerde dikkat düzeyi, odaklanma becerisi ve konsantrasyon kapasitesinde gelişmeler görüldüğü belirtilmektedir (Lutz, 2011). Benzer şekilde Life Kinetik eğitiminin bilişsel-motor koordinasyon eğitiminin bir formu olduğu ve hareket ile bilişsel süreçlerin bütünleşik biçimde geliştirilmesini hedeflediği ifade edilmektedir (Komarudin, 2019).

Life Kinetik uygulamalarının yalnızca bilişsel süreçler üzerinde değil, aynı zamanda sportif performansla ilişkili çeşitli özellikler üzerinde de etkili olabileceği bildirilmektedir. Yarım ve ark. (2019), Life Kinetik çalışmalarının algılama, dikkat, muhakeme ve problem çözme becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabileceğini belirtmektedir. Lutz (2017) ise düzenli Life Kinetik uygulamalarının reaksiyon hızını artırabileceğini ve performans sırasında ortaya çıkan hata oranlarını azaltabileceğini ifade etmektedir. Spor ortamlarında çevresel uyaranların hızlı biçimde algılanması, uygun kararların verilmesi ve bu kararların motor davranışlara dönüştürülmesi performansın önemli belirleyicileri arasında yer almaktadır. Bu nedenle Life Kinetik yaklaşımının özellikle sporcular açısından dikkat, reaksiyon zamanı, koordinasyon ve karar verme gibi performans göstergeleriyle ilişkilendirildiği görülmektedir (Yarım vd., 2019; Arslan, 2022).

Life Kinetik uygulamalarının bir diğer özelliği, egzersizlerin sürekli değiştirilmesi ve bireyin otomatikleşmiş hareket kalıplarından uzaklaştırılmasıdır. Lutz (2014), uygulamalar sırasında mükemmel hareket performansının değil, yeni uyaranlarla karşılaşmanın ve farklı hareket deneyimlerinin ön planda tutulduğunu belirtmektedir. Bu nedenle bireyler her uygulamada yeni görevlerle karşılaşmakta ve değişen koşullara uyum sağlamaya çalışmaktadır. Egzersizlerin bilişsel görevlerin zorlaştırılması veya hareket yapısının değiştirilmesi yoluyla daha karmaşık hale getirilebildiği ifade edilmektedir (FIFA, 2019; Lutz, 2014). Bu yaklaşımın bireylerin yeni durumlara uyum sağlama becerilerini desteklediği ve öğrenme süreçlerini teşvik ettiği bildirilmektedir (Yarım vd., 2019).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, Life Kinetik uygulamalarının dikkat, reaksiyon zamanı, koordinasyon, denge, çeviklik ve görsel-motor performans gibi birçok değişken üzerinde incelendiğini göstermektedir (Demirakca vd., 2016; Komarudin, 2019; Yarım vd., 2019). Bununla birlikte Life Kinetik antrenmanlarının sportif performansın temel bileşenleri arasında yer alan biyomotor özellikler üzerindeki etkilerinin ortaya konulmasına yönelik çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda Life Kinetik uygulamalarının biyomotor performans üzerindeki etkilerinin incelenmesi, mevcut literatürün değerlendirilmesi ve elde edilen bulguların sistematik biçimde ortaya konulması önem taşımaktadır.

2. Life Kinetik Antrenmanlarının Çalışma Alanları

Life Kinetik uygulamalarının temel amacı, bireyin bilişsel süreçlerini ve beyin aktivitesini desteklemektir. Bu nedenle yöntem, beynin aktif olarak kullanıldığı eğitim, sağlık, günlük yaşam ve spor gibi birçok farklı alanda uygulanabilmektedir. Özellikle spor ortamlarında algılama, dikkat, görsel algı, işitsel algı, hafıza ve karar verme gibi bilişsel süreçlerin performans üzerindeki belirleyici rolü, Life Kinetik uygulamalarının önemini artırmaktadır. Life Kinetik egzersizleri, motor görevler ile bilişsel görevlerin bütünleştirilmesine dayanmakta ve bireyin farklı uyaranlara uyum sağlama becerisini geliştirmeyi amaçlamaktadır. Uygulamalar sırasında renkli çemberler, kurdeleler, ipler, göz bantları, farklı boyut ve özelliklere sahip toplar gibi çeşitli materyaller kullanılmaktadır. Kullanılan araç ve gereçler, egzersizlerin ilgi çekici ve değişken bir yapıda olmasına katkı sağlarken, uygulamanın gerçekleştirildiği spor branşına göre de farklılık gösterebilmektedir. Örneğin futbol branşında top temel materyal olarak kullanılırken, raket sporlarında raket ve branşa özgü ekipmanlar egzersizlerin bir parçası olarak kullanılabilir (Mugan, 2019).

3. Life Kinetik Antrenmanları Kimlere Uygulanabilir

Life Kinetik egzersizleri, bilişsel görevler, algısal uyaranlar ve koordinatif hareketlerin bireyin özelliklerine göre uyarlanabilmesine olanak sağlayan esnek bir yapıya sahiptir. Bu nedenle yöntem, çocuklardan yetişkinlere, yaşlı bireylerden elit sporculara kadar geniş bir uygulama alanına sahiptir. Literatürde Life Kinetik uygulamalarının ilkökul çağındaki çocuklarda temel motor becerilerin geliştirilmesinde kullanıldığı (Tuna et al., 2025), genç sporcularda bilişsel işlevler, dikkat, denge ve sportif performansın geliştirilmesine katkı sağladığı (Komarudin, 2019; Yarıyan ve ark., 2025), yetişkin bireylerde ise bilişsel ve motor performansın desteklenmesinde etkili bir yöntem olarak değerlendirildiği bildirilmektedir. Ayrıca Life Kinetik yönteminin egzersiz

içeriğinin bireyin yaşına, performans düzeyine ve bilişsel kapasitesine göre kolaylaştırılabilmesi veya zorlaştırılabilmesi, farklı yaş gruplarında güvenli ve uygulanabilir bir eğitim modeli olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Nitekim güncel derleme çalışmalarında Life Kinetik uygulamalarının çocuklar, öğrenciler, sedanter bireyler, yaşlılar ve profesyonel sporcular dâhil olmak üzere çok farklı popülasyonlarda kullanılabildiği belirtilmektedir (Boyanmış & Akın, 2025).

Son yıllarda yöntemin yalnızca sağlıklı bireylerle sınırlı kalmadığı, zihinsel yetersizliği bulunan bireylerde bilişsel ve motor performansın geliştirilmesine yönelik uygulamalarda da kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Özşengezer ve Top (2025), hafif zihinsel engelli bireylerde uygulanan Life Kinetik egzersizlerinin motor beceriler ve bilişsel sağlık üzerinde olumlu etkiler oluşturduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde bilişsel ve motor görevlerin birlikte kullanıldığı egzersiz yaklaşımlarının nörolojik rehabilitasyon alanında da kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Büttiker ve arkadaşları (2024), inme geçiren bireylerde uygulanan bilişsel-motor egzersiz programlarının rehabilitasyon sürecine katkı sağlayabileceğini belirtmiştir. Ayrıca otizm spektrum bozukluğu bulunan bireylerde fiziksel aktivite temelli uygulamaların yaşam kalitesi ve motor gelişim üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu rapor edilmiştir (Elmas, 2024). Bu durum, Life Kinetik egzersizlerinin bireyin özelliklerine göre uyarlanabilen yapısı sayesinde yalnızca performans geliştirme amacıyla değil, aynı zamanda özel gereksinimli ve klinik popülasyonlarda destekleyici bir uygulama olarak da değerlendirilebileceğini göstermektedir.

4. Biyomotor Özellikler Üzerine Yapılmış Bazı Life Kinetik Çalışmaları

Bu derleme çalışması kapsamında, Life Kinetik antrenmanlarının biyomotor özellikler üzerindeki etkilerini inceleyen literatür sistematik bir tarama yöntemiyle ele alınmıştır. İlgili çalışmaların tespiti için PubMed, Web of Science, Scopus, Google Scholar ve Türkiye Akademik Arşiv Sistemi (ULAKBİM) ve Ulusal Tez Merkezi veri tabanları; 'Life Kinetik', 'beyin temelli antrenman', 'biyomotor özellikler', 'motorik beceriler' ve 'nöromüsküler eğitim' anahtar kelimeleri kullanılarak taranmıştır.

Tarama sürecinde, son 10 yıla ait (2016-2026) yayımlanmış, tam metnine erişilebilen ve deneysel tasarıma sahip çalışmalar temel alınmış; mükerrer kayıtlar çıkarılarak çalışmaların yöntem kısımları, örneklem özellikleri ve uygulanan test protokolleri açısından sistematik bir şekilde sentezlenmiştir.

Tablo 1. Life Kinetik Antrenmanlarının Biyomotor Performans Üzerindeki Etkilerine İlişkin Çalışmalar

Araştırma	Katılımcılar / Uygulama	Temel Bulgular
Yarayan ve ark. (2025)	10-13 Yaş Aralığında Amatör Eskrim Sporcuları	Life Kinetik antrenmanları sonucunda Stroop testi, çeviklik ve dikey sıçrama performansında anlamlı gelişmeler belirlenmiştir. Ayrıca denge, propiosepsiyon ve bilişsel işlevlerde olumlu değişimler rapor edilmiştir.
Arslan (2022)	10–14 Yaş Aralığında Futbolcular	Life Kinetik uygulamaları sonrasında çeviklik, dikey sıçrama, esneklik, 20 m sürat, uzun atlama, top sürme, pas ve şut performanslarında anlamlı gelişmeler tespit edilmiştir.
Taş (2025)	12 Yaşında Futbolcular	Temel antrenmanlara eklenen Life Kinetik çalışmalarının sprint ve çeviklik performansını anlamlı düzeyde geliştirdiği belirlenmiştir.
Şirin ve Erdoğan (2025)	10-14 Yaş Aralığında Futbolcular	Life Kinetik uygulamaları sonucunda el kavrama kuvveti, koordinasyon ve 30 m sprint performansında anlamlı iyileşmeler elde edilmiştir.
Güler (2025)	14 Yaşında Futbolcular	Life Kinetik antrenmanları sonrasında 20 m sürat performansında anlamlı gelişmeler belirlenmiştir.
Ünal (2025)	9–13 Yaş Erkek Yüzücüler	Sekiz haftalık Life Kinetik antrenmanlarının koordinasyon, dikkat ve genel yüzme performansını olumlu yönde etkilediği rapor edilmiştir.
Aydın ve Mavi Var (2024)	Lise Kız Öğrencileri	Life Kinetik uygulamalarının reaksiyon süresi, denge ve el-göz koordinasyonu üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu belirlenmiştir.
Özşengezer ve Top (2022)	10-14 Yaş Aralığında Haifi Zihinsel Yetersizliği Bulunan Bireyler	Göz-motor koordinasyonu, şekil-zemin ayırımı, görsel algı, çift yönlü koordinasyon, el-kol koordinasyonu ve denge değişkenlerinde anlamlı gelişmeler tespit edilmiştir.
Korkmaz ve Karabulak (2023)	12-13 Yaş Aralığında Futbolcular	Life Kinetik çalışmaları sonrasında denge, reaksiyon süresi ve teknik performans göstergelerinde anlamlı gelişmeler rapor edilmiştir.
Yılmaz (2024)	9-13 Yaş Aralığında Judocular	Denge, kuvvet, esneklik, çeviklik, el-göz koordinasyonu, dikey sıçrama ve özel judo kondisyon performansında anlamlı gelişmeler belirlenmiştir.
Demir ve Demir (2026)	10–12 yaş kadın voleybolcular	Life Kinetik antrenmanlarının dikey sıçrama ve koordinasyon performansını anlamlı düzeyde geliştirdiği tespit edilmiştir.

5. Sonuç

Bu derleme kapsamında incelenen çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, Life Kinetik antrenmanlarının biyomotor özelliklerin geliştirilmesinde olumlu etkiler oluşturduğu görülmektedir. Mevcut bulgular, Life Kinetik uygulamalarının özellikle koordinasyon, denge, çeviklik, reaksiyon zamanı, el-göz koordinasyonu, propriosepsiyon ve patlayıcı güç gibi performansın temel bileşenleri üzerinde gelişim sağlayabildiğini göstermektedir.

Hareket, bilişsel görevler ve görsel algı çalışmalarının bütünlük olarak kullanılması, bireylerin çevresel uyaranları daha etkili algılamasına ve uygun motor yanıtlar üretmesine katkı sağlayarak biyomotor performansın desteklenmesine yardımcı olmaktadır. Literatürde yer alan araştırmaların büyük çoğunluğunda koordinatif yetenekler ve nöromotor kontrol gerektiren özelliklerde olumlu sonuçlar rapor edilmiş olup, Life Kinetik antrenmanlarının özellikle koordinasyon, denge ve çeviklik gibi merkezi sinir sistemi kontrolünün ön planda olduğu biyomotor özellikler üzerinde daha belirgin etkiler oluşturduğu görülmektedir. Bununla birlikte kuvvet, sürat ve dayanıklılık gibi temel biyomotor özellikler üzerindeki etkilerine ilişkin bulguların henüz sınırlı olduğu ve mevcut sonuçların kesin bir yargıya ulaşmak için yeterli olmadığı söylenebilir. Sonuç olarak mevcut literatür, Life Kinetik antrenmanlarının biyomotor performansın geliştirilmesinde etkili ve uygulanabilir bir yöntem olduğunu ortaya koymakta, ancak yöntemin farklı biyomotor özellikler üzerindeki etkilerinin daha net anlaşılabilmesi için daha fazla deneysel ve uzun süreli araştırmaya ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

KAYNAKLAR

- Arslan, Y. (2022). 10-14 Yaş Futbolcularda Life Kinetik Egzersizlerinin Teknik Beceri ve Motor Beceri Performansına Etkisi.
- Aydın, Ş., & Mavi Var, S. (2024). Lise öğrencilerine uygulanan life kinetik antrenmanların bazı motorik ve bilişsel beceriler üzerine etkisi. Duvar Yayınları.
- Beckmann, H., & Schöllhorn, W. I. (2006). Differenzielles lernen im kugelstoßen. *Leistungssport*, 36(4), 44-50.
- Boyanmış, H., & Akın, M. (2025). Combining mind and movement: A review of the effects of Life Kinetik exercises. *Journal of Education and Recreation Patterns*, 6(1), 1–15.
- Büttiker, J., Marks, D., Hanke, M., Ludyga, S., Marsico, P., Eggimann, B., & Giannouli, E. (2024). Cognitive-motor exergame training on a variable surface in stroke patients: Study protocol for a randomized controlled trial. *Frontiers in Neurology*, 15, 1402145. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1402145>
- Demir, O., & Demir, S. (2026). 10-12 Yaş Aralığındaki Kadın Voleybolcularda Life Kinetik Antrenmanının Atletik Performansa Etkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 15(1), 90-98.
- Demirakca, T., Cardinale, V., Dehn, S., Ruf, M., & Ende, G. (2016). The exercising brain: Changes in functional connectivity induced by an integrated multimodal cognitive and whole-body coordination training. *Neural plasticity*, 2016(1), 8240894.
- Elmas, Ö. F. (2024). Otizm spektrum bozukluğu olan bir bireyde fiziksel aktivitenin yaşam kalitesi üzerine etkisi: Vaka çalışması (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Harran Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- FIFA (2019). Life Kinetik: Brain training for the pros. FIFA Magazine. Erişim adresi: <http://www.fifa.com.tr/magazine>
- Güler, F. (2025). Genç futbolcularda life kinetik antrenmanları ile FİFA 11+ programının temel teknik ve biyomotorik özellikler üzerine etkisi.
- Kawashima, R. (2005). *Train your brain: 60 days to a better brain*. Kumon Publishing North America.
- Komarudin, M. (2019). Life kinetic training in improving the cognitive functions. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Sports Sciences and Health (ICSSH 2018)* (pp. 107–110). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/icssh-18.2019.25>
- Korkmaz, N., & Karabulak, A. (2023). LIFE KİNETİK BECERİ ÇALIŞMALARIN GENÇ FUTBOLCULARDA DENGİ, TEKNİK VE REAKSİYON SÜRESİ ÜZERİNE ETKİLERİ. *Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, (1), 21-32.

- Lutz, H. (2010). Besser fußball spielen mit life kinetik: das sensationelle gehirn-und bewegungstraining. (No Title).
- Lutz, H. (2011). Life kinetik & wetenschappelijk onderzoek research en samenstelling. *Ebenhausen, Seminarzentrum Isartal*, 1-8.
- Lutz, H. (2014). Summary of Scientific References By Horst Lutz.
- Lutz, H. (2017). *Life kinetik: Bewegung macht hirn*. Meyer & Meyer Verlag.
- Mugan, G. (t.y.). Haftalık Life Kinetik Antrenmanlarının 12-14 Yaş Eskrimcilerde Hamle Hareketi Hızı Ve Bazı Kinematik Parametrelere Etkileri, Basılmamış. *Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara*.
- Murata, Y., Wachi, M., Jiromaru, T., Onishi, H., Fujitani, R., Noguchi, S., & Furu, M. (2023). The Effect of Life Kinetik® Training on Visual Function. *Rigakuryoho Kagaku*, 38(4), 289-293.
- Özşengezer, N., & Top, E. (2025). Hafif zihinsel engelli bireylerde Life Kinetik egzersizlerinin motor beceriler ve bilişsel sağlık üzerindeki etkileri: Kontrollü bir çalışma. *International Journal of Developmental Disabilities*, 1–13. <https://doi.org/10.1080/20473869.2025.2514631>
- Şirin, H., & Erdoğan, R. (2025). Genç Erkek Futbolcularda Yaşam Kinetik Egzersizlerinin Zihinsel Dayanıklılık ve Temel Motor Beceriler Üzerindeki Etkisi. *Akdeniz Spor Bilimleri Dergisi* , 8 (3), 567-581. <https://doi.org/10.38021/asbid.1731993>
- Taş, A. (2025). Futbolda temel antrenmanlara ek life kinetik çalışmaların görsel algı reaksiyonu ve çabukluk ile sprint ve çeviklik performansına etkilerinin incelenmesi (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). *Mersin Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin*.
- Tuna, B., Apak, M., Sağlam, Ç. K., & Sevilmiş, E. (2025). Effect of Life Kinetic exercises on fundamental motor skills with the MOBAK-3 test battery. *Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación*, (62), 732-738.
- Ünal, Y. (2025). 9-13 yaş erkek yüzücülere uygulanan life-kinetik egzersizlerin yüzme performansı, koordinasyon ve dikkat üzerine etkisi (Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Kış Sporları ve Spor Bilimleri Enstitüsü).
- Yarayan YE, Keskin K, Çelik OB, Güder BC, Kurtipek S, Aslan M, et al. Life Kinetik eğitiminin ergenlik öncesi dönemdeki amatör eskrim sporcularında denge, çeviklik, sıçrama, propriosepsiyon ve bilişsel işlev üzerindeki etkisi: randomize kontrollü bir çalışma *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation* 2025;17(1):146. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-00846-3>

- Yarım, İ., Çetin, E., & Orhan, Ö. (2019). Life kinetiğın performans sporcuları üzerine etkileri. *Journal of Sport Sciences Research*, 4(2), 181-186.
- Yılmaz, A. (2024). *Life kinetik antrenmanlarının judocuların motorik ve teknik gelişimleri üzerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.