

Hareket ve Antrenman Bilimi Perspektifinden Güncel Araştırmalar

Editor: Dr. Öğr. Üyesi Soner AKGÜN



Hareket ve Antrenman Bilimi Perspektifinden Güncel Araştırmalar

Editör:

Dr. Öğr. Üyesi Soner AKGÜN



Published by

Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.

Certificate Number: 45503

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

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozgurayinlari.com

✉ info@ozgurayinlari.com

Hareket ve Antrenman Bilimi Perspektifinden Güncel Araştırmalar

Editor: Dr. Öğr. Üyesi Soner AKGÜN

Language: Turkish

Publication Date: 2025

Cover design by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

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

ISBN (PDF): 978-625-8554-03-8

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub982>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>
This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

Suggested citation:

Akgün, S. (ed) (2025). *Hareket ve Antrenman Bilimi Perspektifinden Güncel Araştırmalar*. Özgür Publications.

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub982>. License: CC-BY-NC 4.0

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



Önsöz

Hareket ve antrenman bilimi, insan performansını anlamaya yönelik biyomekanik, fizyolojik, nöromotor ve davranışsal süreçlerin bütüncül analizini temel alan bir araştırma alanıdır. Son yıllarda bilgisayar tabanlı objektif performans göstergelerin yaygınlaşması, veri madenciliği yaklaşımlarının spora entegrasyonu ve antrenman yükünün bilimsel olarak temellendirilmiş modellemeleri sayesinde alan önemli bir metodolojik dönüşüm yaşamıştır. Bu değişim ve dönüşüm alandaki araştırma sorularının niteliğinin artmasını ve uygulamaya yönelik yaklaşımların doğruluğunu pekiştirmiştir.

Bu kitap, hareket ve antrenman bilimindeki güncel araştırma trendlerini sistematik olarak ele alarak, alan özelindeki bilimsel birikimi erişilebilir yapıya kavuşturmayı amaçlamaktadır. Hareket ve antrenman bilim alanında uzmanlaşmış değerli akademisyenler tarafından hazırlanan bölümler; kas-fonksiyon ilişkilerinden performans belirleyicilerine, motorik özelliklerin gelişim mekanizmalarından antrenman biliminin yöntemsel yeniliklerine kadar geniş bir yelpazede literatüre katkı sağlayan özgün içerikler sunmaktadır. Her bölüm, mevcut bilimsel kanıtları eleştirel bir çerçeveye değerlendirirken aynı zamanda gelecekteki araştırmalar için potansiyel yönelimlere de ışık tutmaktadır.

Bu eserin editörlüğünü üstlenmemdeki temel motivasyon, hareket biliminin yalnızca performans artırmaya yönelik bir araç değil, insan hareketinin doğasını anlamaya yönelik bilimsel bir çaba olduğuna olan inancımdır. Spor bilimlerine yönelik akademik üretim ne kadar nitelikli ve güncel verilere dayanırsa, hem saha uygulamalarının doğruluk düzeyi artmakta hem de bilimsel bilginin gelişim hızı yükselmektedir. Bu bağlamda kitabın hazırlanması, uzun yıllardır ilgi duyduğum ve katkı sunmaya çalıştığım hareket ve antrenman bilimi alanına anlamlı bir kaynak kazandırma isteğimin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmanın şekillenmesinde bilimsel titizlikleriyle katkı sunan tüm bölüm yazarlarına ve sürecin her aşamasında destek veren tüm paydaşlara teşekkür ederim. Kitabın, araştırmacılara, spor bilimcilerine ve alanda uzmanlaşmak isteyen öğrencilere hem teorik hem de uygulamaya dönük güçlü bir referans kaynağı oluşturmasını temenni ediyorum. Bilimsel bilgi birikiminin sürekli geliştiği bu dinamik alanda, çalışmanın yeni soruların ve araştırma girişimlerinin oluşmasına katkı sağlamasını diliyorum.

İçindekiler

Önsöz

iii

Bölüm 1

Elit Futbolcularda Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Akut Performans Çıktılarına Etkisi: Sistematik Derleme	1
<i>Akan Bayrakdar</i>	
<i>Bahadır Altay</i>	

Bölüm 2

Gelecekte Biyo-Gruplama: Genç Sporcularda Etkili Performans Değerlendirmesi ve Gelişimi İçin Doğru Yaklaşımı Seçiyor Muyuz?	17
<i>Emre Karaduman</i>	

Bölüm 3

Kas Asimetrisinin Sporda Rolü: Biyomekanik Temeller, Performans Yansımaları ve Yaralanma Risk Dinamikleri	33
<i>Cengiz Ölmez</i>	

Bölüm 4

Tenis Sporunda Isınma ve Soğuma Süreçlerinin Performans Üzerindeki Bilimsel Etkileri	45
<i>Halit Şar</i>	

Bölüm 5

Futbolcularda Fonksiyonel Antrenmanın İncelenmesi	67
<i>Burakhan Aydemir</i>	

Bölüm 6

Basketbolcularda Hareket ve Antrenman Bilimi: Basketbolun Fiziksel ve Fizyolojik Talepleri	81
<i>Doğra Comba</i>	

Bölüm 7

The Relationships Between Hop and Return Test, Linear Sprint and Change of Direction Sprint Performance	101
<i>Çağlar Edis</i>	
<i>Aysu Velimahmutoğlu</i>	

Bölüm 8

Futbolda Kurallı Oynanan Küçük Alan Oyunlarının Alan Büyüklüğüne Göre Fiziksel ve Fizyolojik Etkilerinin İncelenmesi	113
<i>Cemrehan Gürler</i>	
<i>Hamit Cihan</i>	
<i>Abdullah Çetindemir</i>	

Elit Futbolcularda Aktivasyon Sonrası Potansiyasyonun Akut Performans Çıktılarına Etkisi: Sistematiik Derleme

Akan Bayrakdar¹

Bahadır Altay²

Özet

Bu sistematiik derlemenin amacı aktivasyon sonrası potansiyasyon (PAP) protokollerinin elit futbolcularda sprint, sıçrama ve çeviklik gibi akut performans çıktıları üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışma, PRISMA yönergelerine uygun olarak yürütölmüş; 2010–2025 yılları arasında yayımlanan deneysel çalışmalar PubMed, Scopus, Web of Science ve Google akademik veri tabanlarında taranmıştır. Dahil edilme kriterleri yalnızca elit futbolcularda uygulanmış PAP protokollerini ve akut performans ölçümlerini raporlayan çalışmaları kapsamıştır. Derleme bulguları, uygun yüklenme şiddeti ve yeterli toparlanma aralığıyla uygulanan PAP protokollerinin özellikle kısa mesafe sprint, dikey sıçrama ve yön değıştirme performanslarında kısa süreli fakat anlamlı gelişmeler sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte, etki büyüklüğü kullanılan egzersizin türüne, sporcuların antrenman geçmişine ve uygulama–test arasındaki sürelele bağılı olarak değışkenlik göstermektedir. Sonuç olarak, PAP protokollerinin elit futbolcularda akut performansı artırma potansiyeli güçlüdür; ancak en etkili uygulama parametrelerinin belirlenebilmesi için farklı yaş gruplarında, pozisyonlarda ve sezon dönemlerinde daha fazla kontrollü araştırmaya ihtiyaç vardır.

- 1 Doç. Dr., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, akan.bayrakdar@alanya.edu.tr
<https://orcid.org/0000-0002-3217-0253>
- 2 Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Spor Bilimleri Faköltesi, bahadir@mu.edu.tr
0000-0002-2532-2140

Giriş

Futbol yüksek yoğunluklu sprintler, ani yön değişiklikleri, sıçramalar ve patlayıcı güç gerektiren tekrarlarla karakterize edilen ve nöromusküler kapasitenin etkin kullanımını zorunlu kılan bir takım sporudur (Stølen et al., 2005; Atıcı & Bayrakdar, 2025). Modern futbolda oyunun temposunun artması ve yüksek şiddetli sprint sayısının çoğalması, performansı destekleyici ısınma stratejilerinin önemini artırmıştır (Filter et al., 2023). Bu bağlamda post-aktivasyon performans artışı (-activation potentiation; PAP), elit sporcularda akut performans çıktılarının geliştirilmesi açısından dikkat çekici bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. PAP veya aktivasyon sonrası performans artışı (PAPE) önceki kas kasılmaları nedeniyle kas performansını önemli ölçüde artıran fizyolojik bir olgudur (Şener vd., 2025). PAP, tipik olarak, ağır direnç antrenmanı gibi belirli bir koşullandırma uyarısını takiben iskelet kaslarında zaman içinde meydana gelen kas kasılma kuvvetindeki artışı ifade eder. Hızlandırılmış sinir iletim hızı, artan kas aktivasyonu ve artan kas lifi kasılma hızı ve kuvveti ile karakterize olup, uzun mesafe koşusu, atlama veya sprint gibi aktivitelerde patlayıcı performansı iyileştirir (Golas vd., 2016; Boulossa & Tuimil, 2009). PAPE yoğun bir kas aktivasyonunu takiben birkaç dakika içerisinde sprint, sıçrama veya çeviklik performansında ortaya çıkan kısa süreli gelişimi tanımlayan bir kavramdır (Blazeovich & Babault, 2019). Geleneksel PAP yaklaşımının aksine PAPE; twitch özellikleri yerine saha performansını ön planda tutar ve özellikle rekabetçi sporcularda ısınma protokollerine uygulanabilirliği nedeniyle tercih edilmektedir (Tillin & Bishop, 2009).

Pratik uygulamalarda PAP, özellikle sporcuların sıçrama ve sprint yeteneklerini geliştirmek amacıyla basketbol, futbol ve ragbi gibi patlayıcı sporlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Sprint yeteneği, kısa bir süre içinde hızlı koşma yeteneğini ifade eder. Sprint, kas gücünü en üst düzeye çıkarmayı ve maksimum hıza hızla ulaşmayı amaçlar. Sprint yeteneği, sporcuların belirli sporlarda mükemmel sonuçlar elde etmelerini sağlamak için çok önemlidir. Sporcular, futbol, basketbol ve ragbi gibi rekabetçi takım sporlarında, hücum veya savunma hedeflerine ulaşmak için genellikle birden fazla maksimal veya submaksimal yoğunlukta sprint yaparlar (Sun vd., 2025). Profesyonel futbol maçlarında gol atmadan önce en sık yapılan hareketin doğrusal sprint olduğunu ve daha hızlı futbolcuların, top için mücadele ederken veya gol fırsatları yakalarken olduğu gibi kritik oyun durumlarında kendilerini daha hızlı yeniden konumlandırabildiklerini göstermiştir (Faude vd., 2012).

Futbolcularda yüksek nöromusküler yetkinlik, bu tür bir performans artışının daha hızlı ve belirgin ortaya çıkmasına katkı sağlayabilmektedir (Seitz & Haff, 2016). Ancak PAPE'nin etkisi uygulanan egzersizin tipi, yüklenme

şiddeti, toparlanma süresi, sporcuların antrenman geçmişi ve bireysel nöromüsküler yanıtlar gibi birçok değişkenden etkilenmektedir (Dobbs et al., 2019). Bu nedenle literatürde farklı protokollerle gerçekleştirilen çalışmalar arasında sonuçların tutarlı olmadığı görülmektedir. Özellikle sprint ve yön değiştirme gibi futbola özgü performans bileşenlerinde PAPE'nin hangi koşullar altında daha etkili olduğuna ilişkin kesin bir uzlaş henüz sağlanamamıştır (Gouvêa et al., 2013). Bu durum, mevcut bulguların sistematik biçimde derlenmesini gerektirmektedir.

Son yıllarda elit futbolcularda PAPE uygulamalarına yönelik araştırmalar artmakla birlikte, çalışmalarda kullanılan yöntemler ve uygulama parametreleri büyük çeşitlilik göstermektedir. Bu nedenle literatürün disiplinli biçimde incelenmesi PAPE protokollerinin futbol performansını geliştirmeye yönelik en etkili biçimde nasıl uygulanabileceğine ışık tutacak önemli bilgiler sağlayacaktır.

Yöntem

Araştırma Tasarımı

Bu çalışma elit futbolcularda PAP protokollerinin akut performans çıktıları üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlayan sistematik bir derleme olarak tasarlanmıştır. Derleme süreci PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) yönergelerine uygun şekilde yürütülmüştür (Moher vd., 2010). Araştırma sorusu, popülasyon–müdahale–karşılaştırma–sonuç (PICO) çerçevesi kullanılarak yapılandırılmıştır.

- Popülasyon (P): Elit veya profesyonel futbolcular
- Müdahale (I): PAP protokolleri (yüksek yoğunluklu aktivasyon → kısa süreli performans testi)
- Karşılaştırma (C): Kontrol koşulları, geleneksel ısınma veya ön-test–son-test karşılaştırmaları
- Sonuç (O): Sprint, sıçrama, çeviklik, reaktif güç gibi akut performans çıktıları

Veri Tabanları ve Arama Stratejisi

Literatür taraması, 2010–2025 yılları arasını kapsayacak şekilde PubMed, Scopus ve Web of Science Core Collection veri tabanlarında sistematik olarak yürütülmüştür. Alan yazının güncelliğini artırmak amacıyla Google Scholar üzerinde ek taramalar yapılmış ve ayrıca gri literatür kapsamında spor bilimleri alanındaki ulusal ve uluslararası kongre bildirileri incelenmiştir. Arama süreci Boolean ifadeleri kullanılarak yapılandırılmıştır: (“post-activation

performance enhancement” OR “PAPE” OR “post activation potentiation”) AND (“soccer” OR “football”) AND (“elite” OR “professional”) AND (“sprint” OR “jump” OR “agility” OR “performance”). Bu arama kombinasyonları başlık, özet ve anahtar kelime düzeyinde uygulanmış; kapsamın mümkün olduğunca geniş tutulması amacıyla herhangi bir dil kısıtlaması getirilmemiştir.

Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri

Bu derlemeye dâhil edilecek çalışmaların seçiminde belirli ölçütler benimsenmiştir. Buna göre araştırma örnekleminin elit ve profesyonel düzey futbolculardan oluşması, uygulanan protokollerin bir PAP yaklaşımını içermesi (yüksek yoğunluklu aktivasyonun ardından gerçekleştirilen akut performans testi) ve sprint, sıçrama, çeviklik veya yön değiştirme gibi akut performans çıktılarının raporlanması temel kriterler olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışmaların deneysel ya da yarı deneysel bir tasarıma sahip olması, tam metin erişiminin mümkün olması ve 2010–2025 yılları arasında yayımlanmış olması gerekmektedir. Bu kapsam dışında kalan araştırmalar ise dışlanmıştır. Elit olmayan amatör sporcularda yürütülen çalışmalar, yalnızca PAP’ın mekanistik twitch yanıtlarına odaklanan biyomekanik araştırmalar, aktivasyon ile performans testi arasındaki zaman aralığını net tanımlamayan çalışmalar, derleme, yorum yazısı ve vaka raporu niteliğindeki yayınlar ile aynı çalışmanın çoğaltılmış veya yalnızca konferans özeti olarak sunulmuş versiyonları inceleme kapsamı dışında bırakılmıştır.

Bu sistematik derleme kapsamında yürütülen literatür taramasında toplam 612 çalışma belirlenmiştir (PubMed: 143, Scopus: 221, Web of Science: 168, Google Scholar ek kayıt: 80). Yapılan ilk incelemede 172 tekrar kayıt çıkarılarak 440 çalışma değerlendirmeye alınmıştır. Başlık ve özet taramasının ardından, PAPE dışı mekanistik PAP araştırmaları, amatör sporcu örneklemeleri ve konu ile ilgisi sınırlı çalışmaların elenmesi sonucunda 362 çalışma dışlanmıştır. Kalan 78 tam metin makale ayrıntılı biçimde incelenmiş ve bu aşamada toplam 62 çalışma çeşitli nedenlerle değerlendirme dışı bırakılmıştır. Bu dışlama nedenleri arasında elit futbolcu örnekleme içermeme ($n=24$), PAPE protokolü uygulanmamış olması ($n=15$), akut performans çıktılarının raporlanmaması ($n=11$), metodolojik yetersizlik veya eksik veri ($n=7$) ve yalnızca kongre özeti olup tam metne ulaşılamaması ($n=5$) yer almaktadır. Tüm bu aşamaların ardından, dahil edilme kriterlerini eksiksiz karşılayan 16 çalışma nihai sentezde yer almıştır.

Çalışma Seçim Süreci

Çalışma seçim süreci tek bir araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Belirlenen dahil edilme ve dışlanma kriterleri doğrultusunda tüm başlık,

özet ve tam metin değerlendirmeleri araştırmacı tarafından bağımsız olarak gerçekleştirilmiş, uygun bulunan çalışmalar sistematik incelemeye alınmıştır. Tek araştırmacı yaklaşımı nedeniyle seçim sürecinde herhangi bir araştırmacılar arası uyum analizi yapılmamış olmakla birlikte, değerlendirmede objektifliği artırmak amacıyla tüm kararlar önceden belirlenen kriterlere bağlı kalınarak verilmiştir.

Veri Çekme

Dahil edilen her çalışma için sistematik bir veri formu kullanılarak yazar ve yıl bilgisi, ülke ve örneklem özellikleri, futbolculuk seviyesi (elit, profesyonel vb.), uygulanan PAP protokolünün türü (yüklenme parametreleri, egzersiz tipi, şiddet, set-tekrar sayıları), toparlanma süresi, kullanılan performans testleri, ana bulgular, raporlanan etki büyüklükleri ve uygulama parametreleri ile performans çıktıları arasındaki ilişkiler ayrıntılı şekilde kaydedilmiştir. Veri çekme süreci iki araştırmacı tarafından bağımsız biçimde yürütülmüş ve ortaya çıkan uyuşmazlıklar tartışma yoluyla uzlaşya varılarak çözülmüştür.

Metodolojik Kalite Değerlendirmesi

Dahil edilen çalışmaların metodolojik kalitesi, spor bilimleri alanında yaygın kullanılan PEDro Scale veya Joanna Briggs Institute (JBI) Critical Appraisal Checklist kriterleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme kapsamında rastgele atama durumu, körleme uygulamaları, grupların başlangıçta benzerliği, yüklenme parametrelerinin açıklığı, sonuç ölçümlerinin güvenilirliği, eksik veri yönetiminin uygunluğu ve kullanılan istatistiksel analizlerin yeterliliği dikkate alınmıştır. Elde edilen toplam puanlara göre çalışmalar zayıf (0–3), orta (4–6) ve yüksek (7–10) metodolojik kalite kategorilerine ayrılmıştır.

Verilerin Sentezi

Çalışmalar arasında kullanılan PAPE protokolleri, yüklenme şiddetleri, toparlanma süreleri ve performans ölçüm yöntemlerinde anlamlı heterojenlik bulunması nedeniyle nicel meta-analiz yapılmamış; bunun yerine naratif sentez yaklaşımı tercih edilmiştir. Bulgular sprint performansı, sıçrama performansı, çeviklik ve yön değiştirme testi sonuçları, reaktif güç çıktıları ile toparlanma süresi ve protokol dozajına ilişkin temalar altında sistematik şekilde düzenlenmiştir. Çalışmalar arasındaki farklılıkların karşılaştırılmasında raporlanan Cohen's d değerleri, yüzdelik değişim oranları ve istatistiksel anlamlılık düzeyleri kullanılmış; sonuçlar bütüncül bir teorik çerçevede yorumlanarak PAP'ın elit futbolculardaki akut performans etkilerine ilişkin eğilimler ortaya konmuştur.

Bulgular

Tablo 1. Elit Futbolcularda PAPE Protokollerinin Performans Üzerindeki Akut ve Kronik Etkilerini İnceleyen Çalışmaların Özeti

Yazar, Yıl	N	Hipotez	Yöntem (Kısa)	Bulgular (Kısa)	Sonuç (Öz)
Till & Cooke, 2009	N=12	PAP'ın sprint ve sıçramayı artırması beklenir	4 ısınma: kontrol, deadlift, tuck jump, izometrik KE → 10–20 m sprint + VJ	Grup düzeyinde fark yok; bireysel yanıtlar çok değişken	PAP tamamen bireysel; standart protokoller herkeste etki yaratmaz
Needham et al., 2009	N=20	Dinamik + direnç eklemenin PAP'ı artıracağı	SS, DS, DSR (dinamik + squat). CMJ, 10–20 m sprint	DSR ve DS, SS'den daha iyi; DSR en yüksek performans	Dinamik ve özellikle direnç içeren ısınma PAP etkisini artırır
Fletcher & Monte-Colombo, 2010	N=27	Dinamik esnemenin statik esnemeden üstün olması	WU, statik + WU, dinamik + WU; CMJ, sprint, çeviklik	Statik germe en düşük performans; dinamik en iyi sprint	Statik germe önerilmez; dinamik ısınma performansı artırır
Gelen, 2010	N=26	Statik germe azaltır; dinamik artırır	Koşu, koşu+statik, koşu+dinamik, kombinasyon	Statik düşürdü; dinamik geliştirdi, kombinasyon nötr	Statik germe sporda olumsuz; dinamik egzersiz önerilir
Alves et al., 2010	N=23	Kompleks/kontrast çalışmanın kronik PAP etkisiyle performansı geliştirmesi	6 haftalık CCT (1x/hafta, 2x/hafta, kontrol)	Sprint ve CMJ gelişti; kontrolde değişim yok	CCT, güç-hız performansını etkili biçimde artırır
Requena et al., 2011	N=14	Twitch-PAP ile sprint/sıçrama ilişkisi	10 sn MVC → twitch ölçümleri + sprint/CMJ	PAP büyüklüğü sprint ve sıçramayla güçlü ilişkili	Twitch-PAP elit futbolcularda performansı belirleyen önemli parametredir
Mola et al., 2014	N=22	3RM squat sonrası PAP etkisinin 8–12. dakikada zirvede olması	Deney: 3RM squat; kontrol: dinlenme; CMJ 4–20. dk	Grup farkı yok; bireysel PAP yanıtı farklılık gösterdi	3RM sonrası PAP kişiye özgü; herkeste aynı tepki oluşmaz
Burtifant & Hrysomallis (2015)	N=12	BandSquat'ın ağır squat kadar etkili olacağı; ikisinin de statik germeden üstün olacağı.	3 protokol: BBSquat, BandSquat, statik germe. Güç çıktısı ısınma öncesi, 5. ve 10. dakikalarda ölçüldü.	BandSquat ve BBSquat güç artışı sağladı; aralarında fark yok. Statik germe güç düşürdü.	BandSquat, güç artırmada BBSquat kadar etkili; statik germe performansı azaltır.
Titton & Franchini (2017)	N=25	Yüksek squat yüklerinin ve 5–7 dk toparlanmanın daha güçlü PAP oluşturaacağı.	%40–100 1RM squat; 1, 3, 5, 10 dk toparlanma sonrası CMJ ölçüldü.	Yük yükünlüğü fark yaratmadı. 1 dk toparlanma en yüksek CMJ artışını sağladı. 10 dk en düşük performans.	Futbolcularda PAP için optimum toparlanma süresi ~1 dakikadır; yük yoğunluğundan bağımsız.

Abade et al. (2017)	N=22	PLY atlamayı artırır; RCOD sprintini artırır, ECC performansını düşürür.	4 gün: WU → pasif (CON) veya ECC, PLY, RCOD protokolleri; CMJ ve sprint testleri WU sonrası ve 12. dk'da.	RCOD ve PLY atlama ve sprinti geliştirdi. ECC CMJ performansını azalttı.	Maç öncesi eksantrik yüklenme zararlı olabilir; PLY ve RCOD performansını koruma/iyileştirmede etkilidir.
Dello Iacono & Seitz (2018)	N=18	İki PAP protokolünün sprinti artıracığı.	%85 1RM PAP ve optimum güç PAP; sprint (5–10–20 m) 15 sn, 4 dk, 8 dk sonra ölçüm.	15 sn'de sprint bozuldu; 4–8 dk'da iki protokol de sprinti geliştirdi. Optimum güç protokolü daha etkiliydi.	Sprint için 4–8 dk toparlanma idealdir; optimum güç PAP daha büyük iyileşme sağlar.
Guerra Jr. et al. (2018)	N=12	PAP + kafein → daha büyük CMJ artışı.	Çift kör; kafein (5 mg/kg) veya plasebo + pliometrik ve kızak çekme; CMJ T1–T3–T5 ölçümü.	PAP + kafein tüm zamanlarda CMJ'yi artırdı; kafein etkisi plaseboyu geçti.	Kafein, PAP kaynaklı CMJ artışı güçlendirir; performansı maksimize eder.
Petisco et al. (2019)	N=10	Farklı ısınma yoğunluklarının PAP etkisini karşılaştırmak.	Kontrol WU vs %60–80–100 1RM half-squat; H3J, SJ, CMJ, COD, RSCOD, 30 m sprint testleri.	%80 1RM çoğu parametreyi iyileştirdi; %60 ve %100 1RM bazı performanslarda düşüşe yol açtı.	Orta yoğunluk (%80 1RM) en optimal PAP yanıtını üretir; sprint ve COD performansını artırır.
Godwin et al. (2021)	N=27	Eksantrik yük (%20–40 BM) ile CMJ performansının artacağı.	CON vs AEL20 vs AEL40; 10 dk WU + 3 dk dinlenme sonrası CMJ testi.	CMJ yükseklığı değişmedi; ancak AEL20 ve AEL40 tepe gücü kontrol grubundan yüksekti.	%20–40 BM AEL, CMJ yükseklığını değiştirmese de tepe gücü artırır; güç geliştirme için uygundur.
Kökütlü ve diğerleri (2022)	N=12	%90 1RM sonrası 3–4 dk toparlanmanın PAP etkisini artıracığı	%90 1RM yarı squat; 1, 2, 3, 4 dk toparlanma → CMJ + 10 m + 30 m sprint testleri	4. dakikada CMJ, 10 m, 30 m sprint anlamı gelişti; kas aktivitesi en yüksek R4'te	En etkili PAP toparlanma süresi 4 dakikadır; ağır yük + yeterli toparlanma PAP'ı artırır
Guerra Jr. Ve diğerleri (2022)	N=24	PAP, CMJ'yi artırır; yüksek fitness düzeyi daha güçlü PAP yaratır	Pliometrik + kızak çekme; CA öncesi ve 1, 3, 5 dk sonra CMJ ölçümü; sporcular fitness düzeyine göre iki gruba ayrıldı	CMJ tüm zamanlarda arttı; yüksek fitness grubunda PAP daha büyük (özellikle 5. dk'da)	Fitness seviyesi PAP yanıtını belirgin şekilde etkiler; yüksek kondisyonlu sporcular daha güçlü PAP gösterir

PAPe: Post-Activation Performance Enhancement; KE: Knee Extension; VJ: Vertical Jump; CMJ: Countermovement Jump; SS: Static Stretching; DS: Dynamic Stretching; DSR: Dynamic Stretching + Resistance; WU: Warm-Up; CCT: Complex Contrace Training; MVC: Maximal Voluntary Contraction; 3RM: Three Repetition Maximum; BBSquat: Back Barbell Squat; RCOD: Repeated Change of Direction; ECC: Eccentric Loading; AEL: Accentuated Eccentric Loading; AEL20/AEL40: Vücut ağırlığının %20–40'ı kadar eksantrik yüklenme; COD: Change of Direction; RSCOD: Repeated Sprint Change of Direction; H3J: Hop 3 Jumps; SJ: Squat Jump; BM: Body Mass; CA: Conditioning Activity.

Tablo 1'deki çalışmalar bütüncül olarak incelendiğinde, ön-aktivasyon temelli yüklemelerin futbolda sprint ve sıçrama performansı üzerindeki etkilerinin belirgin biçimde protokol türüne, toparlanma süresine, yük yoğunluğuna ve özellikle bireysel sporcu özelliklerine bağlı olduğu görülmektedir. İlk olarak Till ve Cooke (2009), PAP'ın grup düzeyinde anlamlı sonuçlar vermediğini ancak bireysel yanıtların büyük değişkenlik gösterdiğini bildirerek PAP araştırmalarının en temel mesajlarından birini ortaya koymuştur: PAP evrensel bir tepki değil, sporcuya özgü bir performans fenomenidir. Benzer biçimde Mola ve arkadaşları (2014) da 3RM squat sonrasında bazı sporcuların PAP geliştirirken bazılarının hiç yanıt vermediğini göstermiştir; bu durum PAP'ın "responder–non-responder" ayrımının güçlü şekilde var olduğunu doğrular. Isınma protokollerinin niteliğine ilişkin bulgular ise daha tutarlı bir örüntü sunmaktadır. Statik germenin sürekli olarak performansı olumsuz etkilediği ve PAP yanıtını baskıladığı, hem Fletcher ve Monte-Colombo (2010) hem de Gelen (2010) tarafından net biçimde ortaya konmuştur. Buna karşılık dinamik ısınmanın ve özellikle dinamik + direnç temelli protokollerin sprint ve sıçrama performansını anlamlı biçimde artırdığı Needham ve diğerleri (2009) ve Alves ve arkadaşlarının (2010) bulgularıyla desteklenmektedir. Bu sonuçlar, PAP'ın ilk basamağının etkili bir nöromüsküler aktivasyon seviyesi yaratmak olduğunu ve statik germe gibi pasif yöntemlerin bu süreci sekteye uğrattığını göstermektedir. Yüklenme yoğunluğu ve toparlanma süresine ilişkin çalışmalar, PAP mekanizmasının "doz–teпки ilişkisini" daha net anlamamızı sağlamaktadır.

Titton ve Franchini (2017), yoğunluğun çok belirleyici olmadığını ve asıl etkinin toparlanma süresine bağlı olduğunu bildirmiş; 1 dakikalık toparlanmanın CMJ performansını en fazla artırdığını göstermiştir. Buna karşın Köklü ve ekibi (2022), daha ağır yük (%90 1RM) sonrası en etkili toparlanma süresinin 4 dakika olduğunu bulmuştur. Dello Iacono ve Seitz (2018) ise sprint çıktılarının özellikle 4–8 dakikalık toparlanma aralığında iyileştiğini vurgulamıştır. Bu farklılıklar, PAP'ın yük–toparlanma etkileşiminin sporcunun antrenman geçmişine, merkezi sinir sistemi uyarılabilirliğine ve kas lif tipi oranına göre değiştiğini ortaya koymaktadır. Eksantrik yüklenmelerin rolü incelendiğinde iki farklı bulgu öne çıkmaktadır. Abade ve arkadaşları (2017), eksantrik protokolün CMJ performansını düşürdüğünü rapor ederken, Godwin ve diğerleri (2021) %20–40 vücut ağırlığına uygulanan eccentric overload'un CMJ yüksekliğini artırmasa bile tepe gücü anlamlı düzeyde iyileştirdiğini göstermiştir. Bu sonuçlar, eksantrik yüklerin akut PAP etkisinden ziyade güç üretim kapasitesi üzerinde etkili olabileceğini düşündürmektedir. Son olarak, sporcu profili ve kondisyon düzeyinin PAP çıktıları üzerindeki belirleyici rolü açık biçimde ortaya

çıkmaktadır. Requena ve arkadaşları (2011), twitch-PAP'ın sprint ve sıçrama ile yüksek düzeyde ilişkili olduğunu göstermiş; Guerra Jr ve diğerleri (2022) ise yüksek kondisyon düzeyine sahip sporcuların PAP etkisinden daha fazla yararlandığını bildirmiştir. Bu durum PAP'ın yalnızca doğru protokole değil, aynı zamanda doğru sporcu tipine ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, literatür PAP'ın futbolda sprint ve sıçrama performansını artırma potansiyeline sahip olduğunu ancak bu etkinin 1) yük tipi, 2) toparlanma süresi, 3) bireysel sporcu özellikleri ve 4) kullanılan ısınma protokolü tarafından güçlü biçimde şekillendiğini ortaya koymaktadır. Dinamik ve direnç temelli protokoller en tutarlı olumlu etkileri üretirken, statik germe evrensel olarak performans azaltıcı etki göstermektedir. Bununla birlikte PAP mekanizmasının optimum kullanım şeklinin sporcunun fiziksel uygunluk düzeyi ve antrenman geçmişine göre bireyselleştirilmesi gerektiği açıktır.

Tartışma

1998 yılında Brown ve diğerleri akademik camiada büyük ilgi gören ve birçok bilim insanı tarafından kapsamlı bir şekilde incelenen PAP kavramını resmen ortaya attılar (Brown & Loeb, 1998). PAP üzerine yapılan kapsamlı bilimsel çalışmalar, uluslararası alanda birçok antrenörün ve fitness uzmanının bu yaklaşımı rekabet sporlarında ısınma ve hazırlık süreçlerine entegre etmesine yol açmıştır. Müsabaka öncesindeki ısınma aşamasında yüksek yük içeren direnç uygulamalarını geleneksel ısınma yöntemleriyle bir araya getiren protokoller, AP'nin akut etkilerinden yararlanarak sporcuların patlayıcı güç performansını kısa süre içinde artırma potansiyeli taşımaktadır (Lim & Kong, 2013). Günlük antrenman uygulamalarında PAP, yüksek yük altında yapılan direnç egzersizlerinin, patlayıcı hareketlerle benzer biyomekanik özellikler taşıyan gelişmiş egzersizlerle bir araya getirilmesi yoluyla kullanılmaktadır. Bu yaklaşım kapsamında bileşik, kompleks veya karşılaştırmalı antrenman modelleri oluşturularak sporcuların özellikle sıçrama ve sprint gibi patlayıcı performans gerektiren hareketlerde daha yüksek çıktı üretmeleri hedeflenmektedir (Ebben, 2002). Literatürdeki çok sayıda çalışma, PAP'ın akut etkilerinin patlayıcı güç performansında anlamlı artışlara yol açabileceğini ortaya koymuştur (Chatzopoulos vd., 2007).

Mevcut bulguların PAP mekanizmasının nöromüsküler uyarımı artırma kapasitesiyle uyumlu olduğu görülmektedir. Ağır direnç egzersizleri sonrasında motor ünite aktivasyonunun geçici olarak yükselmesi, özellikle hızlı kuvvet üretimi gerektiren sprint ve sıçrama performanslarını olumlu yönde etkileyebilmektedir (Till & Cooke, 2009). Bu durum, PAP'ın hem kas

içi koordinasyonu hem de kas liflerinin kalsiyum duyarlılığını artırmasıyla ilişkilendirilmektedir; bu da kısa süreli bir “güçlendirme penceresi” oluşmasını sağlar (Sale, 2002). Bulguların literatürle uyumlu bir diğer yönü ise PAP etkisinin her sporcu grubunda eşit düzeyde ortaya çıkmamasıdır. Özellikle antrenman yaşı yüksek, maksimal kuvvet düzeyi gelişmiş ve tip II lif oranı yüksek sporcularda PAP yanıtının daha belirgin olduğu gösterilmiştir (Seitz & Haff, 2016). Bu nedenle PAP protokollerinin bireysel farklılıklar dikkate alınarak planlanması gerektiği ifade edilmektedir. Nitekim bazı çalışmalarda PAP’ın herkeste performansı artırmadığı, hatta uygun olmayan toparlanma sürelerinde performans düşüşüne yol açabileceği bildirilmektedir (Kilduff vd., 2008).

Çalışmaların önemli bir kısmı, PAP etkisinin zamanlama faktörüne duyarlı olduğunu göstermektedir. Aktivatör egzersiz ile performans testi arasındaki ideal toparlanma süresinin 4–12 dakika arasında değişebildiği; bu aralığın sporcu özelliklerine, yükün büyüklüğüne ve uygulanan egzersizin türüne göre farklılık gösterebileceği ifade edilmiştir (Wilson vd., 2013). Bu bağlamda, protokollerin standartlaştırılması kadar bireyselleştirilmesi de önem taşımaktadır. Ayrıca, PAPE yaklaşımıyla ilişkili daha güncel araştırmalar, PAP’ın yalnızca merkezi ve periferik uyarımı değil, sıcaklık artışı, tendon sertliği ve kas elastikiyetindeki akut değişimleri de içeren daha geniş bir fizyolojik çerçevede değerlendirilmesi gerektiğini savunmaktadır (Blazevich & Babault, 2019). Bu açıdan bakıldığında, PAP protokollerinin sadece “ağır yük + patlayıcı egzersiz” ilişkisinden ibaret olmadığı, çok yönlü bir akut performans artırıcı mekanizma içerdiği ifade edilebilir.

Sonuç

Bu literatür ışığında, mevcut bulgular PAP uygulamalarının uygun şekilde yapılandırıldığında sprint, sıçrama ve diğer patlayıcı performans bileşenleri üzerinde anlamlı etkiler oluşturabileceğini desteklemektedir. Ancak etkilerin büyüklüğü, sporcuların kuvvet düzeyi, antrenman geçmişi, seçilen aktivasyon yükü ve bekleme süresi gibi değişkenlere bağlı olarak farklılık gösterebilir. Dolayısıyla PAP protokollerinin uygulanmasında bireysel optimizasyon temel bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır.

Sınırlılıklar

Bu çalışma futbol branşına yönelik PAP literatürünü kapsamlı biçimde incelemiş olsa da bazı sınırlılıklar bulunmaktadır. Öncelikle, çalışmalar arasında aktivasyon protokolü, yüklenme şiddeti ve bekleme süresi gibi değişkenlerin farklılık göstermesi bulguların karşılaştırılabilirliğini azaltmıştır. Ayrıca, futbol alanında yapılan PAP araştırmalarının çoğu genç veya amatör

sporcularla sınırlı olduğundan, elit futbolcularda genelleme yapmak güçtür. Çalışmaların büyük kısmının laboratuvar ortamında yürütülmesi de maç temposuna özgü koşulların tam olarak yansıtılamamasına neden olmuştur. Son olarak, mevcut literatür genellikle sprint ve sıçrama gibi izole performans ölçütlerine odaklanmakta, futbolun çok yönlü performans taleplerini yeterince kapsamamaktadır.

Gelecekte Yapılacak Çalışmalara Yönelik Öneriler

Gelecek araştırmaların, PAP protokollerinin elit futbolculardaki etkilerini daha net belirleyebilmek için farklı pozisyon gruplarını, yaş kategorilerini ve sezon dönemlerini ayrı ayrı incelemesi önerilmektedir. Aktivasyon yükü, egzersiz tipi ve toparlanma süresi gibi temel parametrelerin sistematik olarak karşılaştırıldığı deneysel tasarımlar PAP uygulamalarının optimizasyonu açısından önem taşımaktadır. Ayrıca saha koşullarını yansıtan, maç benzeri yoğunlukta gerçekleştirilen uygulamaların incelenmesi, bulguların pratik geçerliliğini artıracaktır. Sprint ve sıçrama gibi izole testlerin yanında karar verme hızı, reaktif çeviklik ve futbol-spesifik teknik performans gibi bilişsel ve oyuna özgü çıktılara odaklanan çalışmalar literatürde önemli bir boşluğu dolduracaktır. Ek olarak, bireysel nöromüsküler yanıtları dikkate alan uzunlamasına tasarımlar, PAP etkilerindeki kişisel farklılıkların anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Abade, E., Sampaio, J., Gonçalves, B., Baptista, J., Alves, A., & Viana, J. (2017). Effects of different re-warm up activities in football players' performance. *PloS one*, 12(6), e0180152.
- Alves, J. M. V. M., Rebelo, A. N., Abrantes, C., & Sampaio, J. (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 936-941.
- Atıcı, M., & Bayrakdar, A. (2025). The Effects of TRX-Based Functional Training on Sprint, Agility, and Balance in Youth Football Players: A Controlled Experimental Study. *Journal of Sport for All and Recreation*, 7(3), 578-587. <https://doi.org/10.56639/jsar.1735638>
- Blazevich, A. J., & Babault, N. (2019). Post-activation potentiation (PAP) vs. post-activation performance enhancement (PAPE) in humans: A brief review. *Frontiers in Physiology*, 10, 1359. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01359>
- Boullosa, D. A., & Tuimil, J. L. (2009). Postactivation potentiation in distance runners after two different field running protocols. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(5), 1560-1565.
- Brown, I. E., & Loeb, G. E. (1998). Post-activation potentiation—a clue for simplifying models of muscle dynamics. *American zoologist*, 38(4), 743-754.
- Buttifant, D., & Hrysomallis, C. (2015). Effect of various practical warm-up protocols on acute lower-body power. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 29(3), 656-660.
- Chatzopoulos, D. E., Michailidis, C. J., Giannakos, A. K., Alexiou, K. C., Patikas, D. A., Antonopoulos, C. B., & Kotzamanidis, C. M. (2007). Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1278-1281.
- Dello Iacono, A., & Seitz, L. B. (2018). Hip thrust-based PAP effects on sprint performance of soccer players: heavy-loaded versus optimum-power development protocols. *Journal of sports sciences*, 36(20), 2375-2382.
- Dobbs, C. W., Toluoso, D. V., Fedewa, M. V., & Esco, M. R. (2019). Effect of postactivation potentiation on sprint performance: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(7), 2009-2018.
- Ebben, W. P. (2002). Complex training: A brief review. *Journal of sports science & medicine*, 1(2), 42.
- Faude, O., Koch, T., & Meyer, T. (2012). Straight sprinting is the most frequent action in goal situations in professional football. *Journal of sports sciences*, 30(7), 625-631.

- Filter, A., Olivares-Jabalera, J., Dos' Santos, T., Madruga, M., Lozano, J., Molina, A., ... & Loturco, I. (2023). High-intensity actions in elite soccer: Current status and future perspectives. *International journal of sports medicine*, 44(08), 535-544.
- Fletcher, I. M., & Monte-Colombo, M. M. (2010). An investigation into the effects of different warm-up modalities on specific motor skills related to soccer performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(8), 2096-2101.
- Gelen, E. (2010). Acute effects of different warm-up methods on sprint, slalom dribbling, and penalty kick performance in soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 950-956.
- Godwin, M. S., Fearnett, T., & Newman, M. A. (2021). The potentiating response to accentuated eccentric loading in professional football players. *Sports*, 9(12), 160.
- Gołaś, A., Maszczyk, A., Zajac, A., Mikołajec, K., & Stastny, P. (2016). Optimizing post activation potentiation for explosive activities in competitive sports. *Journal of human kinetics*, 52, 95.
- Gouvêa, A. L., Fernandes, I. A., César, E. P., Silva, W. A., & Gomes, P. S. (2013). The effects of rest intervals on jumping performance: A meta-analysis on post-activation potentiation studies. *Journal of Sports Sciences*, 31(5), 459-467.
- Guerra Jr, M. A., Caldas, L. C., De Souza, H. L., Vitzel, K. F., Cholewa, J. M., Duncan, M. J., & Guimarães-Ferreira, L. (2018). The acute effects of plyometric and sled towing stimuli with and without caffeine ingestion on vertical jump performance in professional soccer players. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1), 51.
- Guerra Jr, M. A., Caldas, L. C., Souza, H. L., Tallis, J., Duncan, M. J., & Guimarães-Ferreira, L. (2022). The effects of physical fitness on postactivation potentiation in professional soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(6), 1643-1647.
- Kilduff, L. P., Bevan, H. R., Kingsley, M. I., Owen, N. J., Bennett, M. A., Bunce, P. J., ... & Cunningham, D. J. (2007). Postactivation potentiation in professional rugby players: Optimal recovery. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1134-1138.
- Köklü, Y., Köklü, Ö., Işıkdemir, E., & Alemdaroğlu, U. (2022). Effect of varying recovery duration on postactivation potentiation of explosive jump and short sprint in elite young soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 36(2), 534-539.
- Lim, J. J., & Kong, P. W. (2013). Effects of isometric and dynamic postactivation potentiation protocols on maximal sprint performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2730-2736.

- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Prisma Group. (2010). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *International journal of surgery*, 8(5), 336-341.
- Mola, J. N., Bruce-Low, S. S., & Burnet, S. J. (2014). Optimal recovery time for postactivation potentiation in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 28(6), 1529-1537.
- Needham, R. A., Morse, C. I., & Degens, H. (2009). The acute effect of different warm-up protocols on anaerobic performance in elite youth soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(9), 2614-2620.
- Petisco, C., Ramirez-Campillo, R., Hernández, D., Gonzalo-Skok, O., Nakamura, F. Y., & Sanchez-Sanchez, J. (2019). Post-activation potentiation: Effects of different conditioning intensities on measures of physical fitness in male young professional soccer players. *Frontiers in psychology*, 10, 1167.
- Requena, B., de Villarreal, E. S. S., Gapeyeva, H., Ereline, J., García, I., & Pääsuke, M. (2011). Relationship between postactivation potentiation of knee extensor muscles, sprinting and vertical jumping performance in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(2), 367-373.
- 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., & 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.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of soccer. *Sports Medicine*, 35(6), 501-536.
- Sun, Y. H., Yang, Y., Lin, L. R., Liu, M. L., Li, X. J., & Lv, M. (2025). A meta-analysis of the effects of post-activation potentiation on sprint ability in male ball players. *Science & Sports*.
- Şener, R., Bayrakdar, A., Atıcı, M., Akgün, S., Söyleyici Öcal, Z. S., Karayigit, R., & Yılmaz, A. K. (2025). *The role of different rest periods on post-activation performance enhancement in plyometric preload*. BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation, 17, 254. <https://doi.org/10.1186/s13102-025-01310-3>
- Till, K. A., & Cooke, C. (2009). The effects of postactivation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(7), 1960-1967.

- 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.
- Titton, A., & Franchini, E. (2017). Postactivation potentiation in elite young soccer players. *Journal of exercise rehabilitation*, 13(2), 153.
- 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: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 854-859.

Gelecekte Biyo-Gruplama: Genç Sporcularda Etkili Performans Değerlendirmesi ve Gelişimi İçin Doğru Yaklaşımı Seçiyor muyuz?

Emre Karaduman¹

Özet

Biyo-gruplama, genç sporcuları kronolojik yaşlarından ziyade, biyolojik büyüme ve olgunlaşma durumlarına göre gruplandırma sürecini ifade eder. Aynı yaştaki gençler genellikle boyut, fiziksel işlev ve davranışsal olgunluk açısından önemli farklılıklar gösterebilir ve bazıları akranlarından daha erken veya daha geç olgunlaşabilir. Bu bireyler arası farklılıklar, özellikle sporcularda rekabet, antrenman ve yetenek belirleme açısından önemli etkiler ortaya çıkarır. Biyo-gruplama yaklaşımı, genç sporcuları biyolojik özelliklere göre gruplandırarak olgunluk eşleştirmesine izin verir. Mevcut kanıtlar, biyolojik gruplandırmanın rekabette adaleti artırdığını, teknik ve taktiksel katılımı teşvik ettiğini ve geç olgunlaşan sporcuların özgüvenini ve motivasyonunu desteklediğini göstermektedir. Ancak uygun antrenman yükleri, yaralanma önleme ve kondisyon değerlendirmesi için biyo-gruplamanın potansiyel yararı, özellikle ergenlik dönemindeki sporcularda daha yakından incelenmelidir. Bu genel bakış fizyolojik, psikolojik, sosyolojik ve uygulamalı spor bilimi perspektiflerini bir araya getirerek, biyolojik yaş gruplandırma çerçevesini genişletilmiş bir şekilde açıklamaktadır.

Ergen sporcular için olgunlaşma aşaması neden önemlidir?

Ergenlik, bireyin çocukluktan cinsel olgunluğa geçiş yaptığı, bir dizi biyolojik, anatomik ve fizyolojik değişikliklerin yaşandığı karmaşık bir olgunlaşma sürecidir (Reiches & Ellison, 2022). Bu süreç, genellikle kronolojik yaşla uyumsuz olan zamanlama ve tempo açısından bireysel farklılıklar ile karakterize edilir ve bireylerin farklı olgunluk durumlarına sahip olmasına yol açar (Towlson ve ark., 2021; Malina ve ark., 2019; Towlson

1 Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi, Samsun, Türkiye
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7962-315X>

ve ark., 2018; Malina ve ark., 2017; Malina ve ark., 2015). Olgunlaşma dönemi özellikle cinsiyet hormonlarının etkisiyle vücut büyüklüğü, yapısı ve işlevinde köklü değişiklikler meydana getirir (Reiches & Ellison, 2022; Malina ve ark., 2015). Fiziksel özelliklerin belirginleştiği bu geçiş aşaması, büyüme hızının zirveye ulaştığı ve “en yüksek boy hızı (PHV)” olarak bilinen ergenlik büyüme atılımı döneminde belirginleşir.

Bireyin olgunlaşma zamanlamasının etkileri genç sporcular için farklı deneyimler ortaya çıkarabilir (Thompson ve ark., 2026). Kronolojik yaşlarına göre erken olgunlaşan (yani erken PHV’ye ulaşan) çocuklar genellikle daha uzun, daha ağır ve daha fazla kas kütlesiyle karakterizedir. Dolayısıyla biyolojik farklılıkların getirdiği bu fiziksel avantajlar onlara özellikle boyut, güç, hız, kuvvet ve dayanıklılık gerektiren sporlarda önemli atletik avantajlar sağlar (Thompson ve ark., 2026; Towlson & Cumming, 2022; Cumming ve ark., 2017a; Malina ve ark., 2015). Psikolojik açıdan bakıldığında, benzer şekilde bu fizyolojik özelliklerin genellikle fiziksel yetkinlikten kaynaklanan daha yüksek özgüven ve fiziksel benlik algısıyla daha uyumlu bir motivasyon profiline yol açtığı raporlanmıştır (Hill ve ark., 2020; Cumming ve ark., 2017a). Sonuç olarak, bu çocuklar “yetenekli” olarak tanımlanma, elit takımlara seçilme ve daha fazla oyun süresi ve önemli roller (örneğin kaptanlık) alma olasılıkları daha yüksektir. Ancak, bu erken başarı teknik ve taktiksel gelişim yerine fiziksel özelliklere güvenmeyi teşvik ederek akranlarının fiziksel olarak onlara yettiği durumda kendilerinin geleceğe hazırlıksız yakalanmalarına neden olabilir (Towlson & Cumming, 2022; Cumming ve ark., 2017a).

Bunun aksine yaşlarına göre geç olgunlaşan (yani geç PHV’ye ulaşan) çocuklar ergenliğin erken ve orta dönemlerinde belirgin fiziksel dezavantajlara (daha küçük, daha hafif, daha az kas kütlesi) sahiptir. Psikolojik açıdan bakıldığında bu eşitsizlikler, özgüven, algılanan yetkinlik ve motivasyon gibi psikolojik faktörleri etkileyerek sporcuların hayal kırıklığı yaşamalarına neden olabilir (Hill ve ark., 2020; Abbott ve ark., 2019; Bradley ve ark., 2019; Malina ve ark., 2015). Bu durum onların başarıya ulaşma, yetenekli olarak tanınma veya takımda önemli roller üstlenme olasılıklarını azaltabilir (Towlson & Cumming, 2022; Cumming ve ark., 2017a; Malina ve ark., 2015). Ancak bu gerçeklik, daha genç ve/veya daha az olgun sporcuların, kendi yaş gruplarında rekabetçi kalabilmek için potansiyel olarak üstün teknik, taktik ve psikolojik beceriler geliştirmelerine yol açabilir (underdog hipotezi) (Kelly ve ark., 2020; Cumming ve ark., 2018). Bu motivasyon, dayanıklılığı ve güçlü bir iş ahlakını teşvik etse de genellikle elit düzeyde yönetilemez ve seçilmeme olasılığını önemli ölçüde artırır. Profesyonel bir kulübün akademi futbolcularından oluşan bir kohortta, geç olgunlaşan

ve rekabetçi yaş grubunun dördüncü çeyreğinde (yani en genç) doğan oyuncuların programdan çıkarılma ve/veya seçilmeme olasılığının 20 kat daha yüksek olduğu raporlanmıştır (Johnson, 2015). Sporcunun doğum tarihi ya da biyolojik olgunlaşma zamanlaması gibi faktörleri kontrol edemediği dikkate alındığında, antrenörlerin genç sporcuların fizyolojik ve psikolojik hazırlıklarını bu özelliklere göre yapılandırması önemli hale gelmiştir.

Biyo-gruplama nedir?

Biyo-gruplama, sporcuların olgunlaşma sürecinden kaynaklanan fiziksel ve gelişimsel farklılıkların yarattığı avantaj ve/veya dezavantajları bireysel arasında dengelemeyi amaçlayan stratejik bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, genç sporcuları kronolojik yaşlarına göre değil biyolojik olgunluk göstergelerine göre gruplandırmayı benimsemektedir (Towlson & Cumming, 2022; Cumming ve ark., 2017a). Bu kavram, 20. yüzyılın başlarında ortaya çıkan fizyolojik sınıflandırma modellerinden ortaya çıkmış olsa da olgunlukla ilişkili önyargıların giderek daha fazla kabul görmesiyle son yirmi yılda spor biliminde önemli derecede dikkat çekmeye başlamıştır (Towlson & Cumming, 2022; Malina ve ark., 2019; Cumming ve ark., 2017a; Beunen & Malina, 2007).

Geleneksel sistemler, aynı yaştaki bireylerin benzer gelişim kapasitelerine sahip olduğunu varsayarak sporcuları doğum yılına göre sınıflandırmaktadır. Ancak, iskelet, hormonal ve nöromüsküler gelişimdeki bireyler arası farklılıklar bu varsayımı geçersiz kılar (Chimera ve ark., 2024; Towlson & Cumming, 2022; Malina ve ark., 2019; Cumming ve ark., 2017a). Biyo-gruplama, kronolojik homojenliği olgunluk temelli gruplandırmayla değiştirilerek tahmini yetişkin boyunun yüzdesi (PAH%) (Khamis & Roche, 1994) veya zirve boy hızına (PHV) (Mirwald ve ark., 2002) göre olgunluk farkını birincil sınıflandırma kriteri yapar.

Biyolojik gruplandırmanın avantajları çok yönlüdür. Fizyolojik olarak, eşit rekabet sağlar ve uyumsuzluktan kaynaklanan yaralanmaları azaltır; pedagojik olarak, antrenörlere her sporcunun gelişim ihtiyaçları hakkında daha net bilgiler sağlar (Chimera ve ark., 2024; Towlson & Cumming, 2022). Etik olarak, adalet ve kapsayıcılık ilkeleriyle uyumludur ve seçim süreçlerinde geçici fiziksel avantajlardan ziyade beceri ve potansiyelin ön plana çıkmasına katkıda bulunur (Towlson & Cumming, 2022; Towlson ve ark., 2021; Abbott ve ark., 2019).

Sporcular biyolojik olarak nasıl sınıflandırılır?

Biyolojik sınıflandırma (biyo-gruplama) uygulamak, biyolojik olgunluğu tahmin etmek için doğru, uygulanabilir ve etik açıdan uygun yöntemler gerektirir. Özellikle iskelet yaşı ve ikincil cinsel gelişim değerlendirmeleri klinik standartlar olarak kabul edilse de pratiklik ve/veya etik kısıtlamalar nedeniyle spor ortamlarında somatik tahmin yöntemleri tercih edilen yaklaşım haline gelmiştir (Malina ve ark., 2019; Cumming ve ark., 2017a).

İskelet Yaşı: Sol el-bileğin radyografisiyle değerlendirilen bu yöntem, biyolojik olgunluğun en doğru göstergelerinden biri olarak kabul edilir. Kemik gelişimi, standart bir atlasla (ör. Greulich-Pyle veya Tanner-Whitehouse) karşılaştırılır. Ancak maliyet, özel ekipman, uzmanlık gereksinimi ve tekrarlanan radyasyona maruz kalmayla ilgili etik kaygılar, bu yöntemin spor kulüplerinde rutin olarak kullanılmasını pratik olarak imkânsız hale getirmektedir (Malina ve ark., 2019; Cumming ve ark., 2017a).

Tanner evreleri (Cinsel gelişim): Bu, ikincil cinsel karakterlerin (kıl gelişimi, meme gelişimi, genital gelişim) gelişim aşamalarının klinik olarak değerlendirilmesini (1-5 arası derecelendirme) içerir. Bu değerlendirme yöntemi oldukça bilgilendirici olmakla birlikte invazivdir ancak eğitimli tıbbi personel gerekliliğinin yanı sıra bazı etik ve gizlilik endişeleri doğurmaktadır.

Tahmin yöntemleri: Bu yöntemler, bir sporcunun biyolojik olgunluk durumunu, özellikle de tam yetişkin boyuna ulaşma sürecindeki konumunu, tahmin edilen yetişkin boyunun yüzdesi (PAH%) olarak ifade etmek veya en yüksek boy hızına ulaşma (PHV) yaşını tahmin etmek amacıyla kullanılır. Somatik olgunluk tahmininde, Khamis-Roche yöntemi ve Mirwald olgunluk denklemi gibi tahmin modelleri en yaygın kullanılanlar arasındadır ve genç sporcuların biyolojik olgunluğunu değerlendirmek için oldukça sık kullanılan pratik alternatifler arasındadır (Khamis & Roche, 1994; Mirwald ve ark., 2002).

a) Khamis-Roche yöntemi: Bu yöntem, çocuğun kronolojik yaşı, mevcut boyu, mevcut kilosu ve ebeveynlerin ortalama boyu (biyolojik anne ve babanın boyu) gibi temel kronolojik ve antropometrik bilgiler gerektirir. Bu bilgiler, çocuğun yetişkin boyunu tahmin etmek için cinsiyete özgü bir denklemde kullanılır (Khamis & Roche, 1994). Bireyin olgunluk durumu, mevcut boyunun cinsiyete özgü denklemde elde edilen tahmini erişkin boyuna oranı üzerinden hesaplanır. Genellikle, çocuklar erişkin boyunun %85'ine ulaşmışsa ergenlik öncesi, %90-95 arasındaysa ergenlik ortası, %95'i geçtiyse ergenlik sonrası olarak sınıflandırılabilir (Malina ve ark., 2019; Cumming ve ark., 2018; Cumming ve ark., 2017a). Bu grupların

ergenlik dönemindeki büyüme hızını kapsadığı varsayılır ancak gruplandırma yüzdeleri (%) sabit değildir ve gerektiğinde değişmektedir.

b) Mirwald yöntemi: Bu yöntem, olgunlaşmada ilerlemiş veya gecikmiş gençlerin, sırasıyla beklenenden daha erken veya daha geç yaşta PHV yaşayacakları öncülüne dayanmaktadır. Mirwald denklemi, olgunluğun zamanlamasını, özellikle de sporcunun büyüme hızının zirveye ulaşmasından önceki veya sonraki zamanı tahmin etmektedir. Cinsiyete dayalı bu yöntem çocuğun kronolojik yaşı, mevcut boyu, mevcut kilosu, oturma yüksekliği ve bacak uzunluğu bilgilerini kullanarak kişinin en yüksek boy hızından (PHV) kaç yıl uzakta olduğunu gösterir (Mirwald ve ark., 2002). Denklem, bireyin olgunlaşma zamanını “eksi” ve “artı” ekseninde bir değerle ifade eder. Genellikle, çocuklar en yüksek boy hızı yılına göre $\leq -0,5$ yıl uzaksa ergenlik öncesi, $-0,5$ ila $0,5$ yıl arasındaysa ergenlik ortası ve $\geq 0,5$ yıl uzaksa ergenlik sonrası olarak sınıflandırılabilir. Benzer şekilde olgunluk zamanlamasına göre bireyler PHV öncesi (PHV’den 0,1 yıl önce), PHV ortası (PHV’den ± 1 yıl) ve PHV sonrası (PHV’den 0,1 yıl sonra) kategorize edilip adlandırılabilir (Tingelstad ve ark., 2025; Towlson ve ark., 2021; Cumming ve ark., 2017a). Ancak bu gruplandırmanın da sabit olmadığı ve değişkenlik gösterdiğini belirtmek önemlidir.

Sporda biyo-gruplama neden önemlidir?

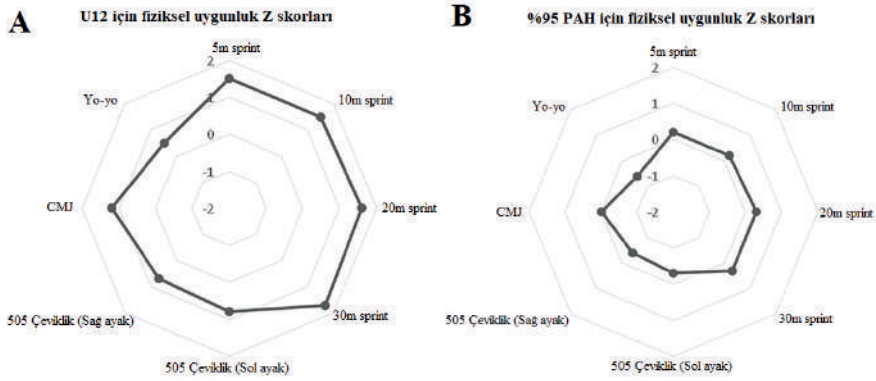
Biyo-gruplama, gençlik sporlarında en çok karşılaşılan rekabette eşitsizlik ve yeteneklerin belirlenmesindeki önyargı sorunlarını azaltmaya yönelik yenilikçi bir yaklaşım sunar (Thompson ve ark., 2026). Özellikle sporcular sadece kronolojik yaşlarına göre gruplandırıldığında, erken olgunlaşan sporcular genellikle oyunun fiziksel yönlerini domine ederler ve bu da koçların onları daha yetenekli olarak algılamalarına neden olur (Lindholm ve ark., 2024; Towlson ve ark., 2023; Cumming ve ark., 2017a). Bu durum da erken olgunlaşan sporcuların geçici fiziksel avantajları nedeniyle keşfedilme, koçların ilgisi ve oyun fırsatlarında tekrar tekrar tercih edilmesine neden olan, kendini sürdüren bir seçim ve pekiştirme önyargısı döngüsü oluşturur. Sonuç olarak, bu sporcular yüksek kaliteli antrenman ve geri bildirimlere daha fazla erişim elde ederler, bu da performans avantajlarını daha da artırır ve koçların üstün yetenek algısını pekiştirir. Bunun aksine, eşit veya daha fazla uzun vadeli potansiyele sahip olabilecek geç olgunlaşan sporcular genellikle göz ardı edilir veya seçilmez, bu da yetenek havuzunun sistematik olarak daralmasına ve erken olgunlaşanlara yönelik önyargılı bir gelişim ortamına yol açar (Sweeney ve ark., 2023; Towlson ve ark., 2023). Dolayısıyla biyo-gruplama, fiziksel üstünlük yerine teknik, taktik ve bilişsel becerilerin performansın temel belirleyicileri olduğu ortamlar yaratarak bu döngüyü

kırar (Towlson & Cumming, 2022; Towlson ve ark., 2023; Malina ve ark., 2019; Cumming ve ark., 2017a). Günümüzde biyo-gruplamanın çok yönlü faydalarını gösteren ampirik kanıtlar bu yaklaşımın etkili ve uygulanabilir olduğunu göstermektedir.

Rekabetçi eşitlik ve teknik-taktik odaklanma: Biyolojik gruplara ayrılmış futbol maçlarından elde edilen araştırma sonuçları, olgunlukla ilgili eşitsizliklerin azaltılmasının oyunun doğasını ağırlıklı olarak fiziksel bir mücadeleden teknik ve bilişsel becerilere odaklanan bir mücadeleye dönüştürdüğünü tutarlı bir şekilde göstermektedir (Thompson ve ark., 2026; Robinson ve ark., 2025; McAuley ve ark., 2025; Towlson ve ark., 2022; Malina ve ark., 2019; Cumming ve ark., 2017a). Sporcular benzer biyolojik yaştaki akranlarıyla rekabet ettiklerinde, maçlar genellikle daha az fiziksel hakimiyet ve oyun dinamiklerinde daha fazla denge sergiler. Bu ortam, oyuncuların fiziksel güç veya hızdan ziyade top kontrolü, uzamsal farkındalık ve karar verme becerilerine güvenmeye teşvik eder (McAuley ve ark., 2025; Lüdin ve ark., 2022; Abbott ve ark., 2019). Ayrıca, biyolojik yaş gruplarına göre ayrılmış formatların, oyuncuların pas kombinasyonlarına ve pozisyon rotasyonlarına daha aktif olarak katılmasıyla daha yüksek taktiksel çeşitlilik ve daha fazla kolektif koordinasyon sağladığı gösterilmiştir (Towlson ve ark., 2021; Thomas ve ark., 2021; Abbott ve ark., 2019). Bu tür maçları izleyen uzmanlar, oyunların teknik olarak daha zorlu ve bilişsel olarak daha zengin hale geldiğini, fiziksel çatışmadan çok algı-eylem bağlantısını ve stratejik yaratıcılığı vurguladığını bildirmiştir (Robinson ve ark., 2025; Towlson ve ark., 2023; Malina ve ark., 2019). Sonuç olarak olgunluk temelli rekabet gençlik futbolunda teknik-taktik öğrenmenin ve odak oluşturma gelişim hızlarını artırarak performansı daha fazla iyileştirebilir.

Yetenek Belirleme: Araştırmalar, yetenek seçimi süreçlerinde erken olgunlaşan sporcuların fiziksel üstünlükleri nedeniyle daha fazla tercih edilme eğiliminde olduklarını raporlamıştır (Thompson ve ark., 2026; Robinson ve ark., 2025; Towlson ve ark., 2023; Towlson ve ark., 2022; Towlson ve ark., 2021). Biyo-gruplandırma, olgunlaşma sürecindeki bireyler arası farklılıklardan kaynaklanan eşitsizlikleri gidermeye yönelik düzeltici bir çerçeve olarak işlev görür. Yaş ve olgunluk düzeyine özgü fiziksel uygunluk normlarının kullanımı bu yöntemin uygulamadaki etkileyici farklılıklarını ortaya çıkarmaya yardımcı olur. Cumming ve arkadaşları (2017a), bu farklılıkları ortaya koymak için erken olgunlaşan 12 yaşındaki bir sporcunun fiziksel özelliklerini aynı kronolojik yaş ve olgunluktaki akranlarıyla karşılaştırmıştır. Erken olgunlaşmanın getirdiği atletik avantajlar göz önüne alındığında, sporcunun hız, güç, çeviklik ve aerobik kapasite testlerinde aynı yaştaki akranlarına kıyasla sürekli olarak ortalamanın üzerinde puanlar

aldığı raporlanmıştır. Ancak, aynı sporcunun performansı aynı biyolojik olgunluktaki gençlerden elde edilen standartlarla karşılaştırıldığında çok farklı sonuçların ortaya çıktığı görülmüştür (Şekil 1). Araştırmacılar, bu sporcunun kondisyon puanlarının bazı durumlarda ortalamaya yakın ve bazılarında ortalamanın altında (yani çeviklik ve aerobik kapasite) olduğunu göstererek biyo-gruplamayla sporcuların daha önce tespit edilmemiş zayıflıklarını ortaya çıkarmıştır. Dolayısıyla bu gruplama, yaşlarına göre fiziksel olarak gelişmiş olan sporcuların “yanlış pozitif” seçimlerini önleyebilir. Bunun aksine, aynı yaştaki akranlarına kıyasla olağanüstü hızlı veya güçlü görünmeyen geç olgunlaşan bir sporcu, olgunlaşmış akranlarına kıyasla çok daha olumlu bir performans sergileme potansiyeline sahip olabilir (Cumming ve ark., 2017a), ki bu sporcular geleneksel sistemin muhtemelen gözden kaçıracağı “gizli yetenekler” olarak ortaya çıkma potansiyeline sahiptir.



Şekil 1. Bir sporcunun fiziksel özelliklerinin A) aynı yaş ve B) aynı olgunluktaki akranlarına göre karşılaştırılması (Cumming ve ark., 2017a’dan uyarlanmıştır)

Performans (kuvvet ve kondisyon) gelişimi: Fizyolojik açıdan bakıldığında, olgunlaşmanın zamanlaması ve hızı/temposu kemik mineralizasyonu, kas gelişimi ve bir dizi hormonal değişimi etkiler ki bu antrenörlerin antrenman yüklerini ve beklentilerini buna göre ayarlamalarını gerektirir (Thompson ve ark., 2026; McKay ve ark., 2019; Malina ve ark., 2019; Towlson ve ark., 2018; Malina ve ark., 2017; Lloyd ve ark., 2016; Malina ve ark., 2015; Lloyd ve ark., 2015; Lloyd & Oliver, 2012). Özellikle gençlerin fiziksel gelişim modelinde, biyo-gruplama kuvvet ve kondisyon uygulamak için teorik bir çerçeve sunar (Lloyd & Oliver, 2012). Temel ilke “sinerjik adaptasyona” odaklanarak olgunlaşma sürecinde meydana gelen fizyolojik değişiklikleri tamamlayan antrenman programlarının tasarlanmasını gerektirdiğidir

(Varghese ve ark., 2022; Pichardo ve ark., 2018; Normand ve ark., 2017; Lloyd ve ark., 2016; Lloyd ve ark., 2015).

Ergenlik öncesi (ör. <%85 PAH): Odak noktası sinirsel adaptasyondur. Antrenman, hareket okuryazarlığı, koordinasyon ve kuvvet egzersizlerinde teknik yeterlilik vurgulanmalıdır. Kazanımlar, kas hipertrofisinden değil, gelişmiş sinir-kas koordinasyonu ve motor ünite devreye sokulmasından kaynaklanacaktır.

Ergenlik ortası (ör. %85-95 PAH): Bu, hızlı değişimlerin ve potansiyel yaralanma risklerinin ortaya çıktığı bir dönemdir. Antrenman dikkatli bir şekilde yönetilmelidir. Sinirsel antrenman devam ederken, hormonal ortam (erkeklerde testosteron artışı) yapısal adaptasyonların başlamasına olanak tanıyabilir. Ancak, odak noktası hareket kalitesi ve kontrollü yük artışı olmalıdır. Bu dönem, gelişmiş motor kontrolü ve proprioseptif antrenman yoluyla “ergenlik dönemi yetersizliğini” gidermek için de önemli bir fırsattır.

Ergenlik sonrası (ör. >%95 PAH): Sporcular artık biyolojik olarak yetişkinlere daha yakındır. Hipertrofi, kuvvet ve gücü en üst düzeye çıkarmayı amaçlayan daha yüksek hacimli ve daha yüksek yoğunluklu antrenmanlara iyi bir şekilde dayanabilir ve tepki verebilir. Önceki aşamalarda atılan teknik yeterlilik temeli, bu daha zorlu antrenmana güvenli ve etkili bir şekilde katılmak için oldukça önemlidir.

Kuvvet ve kondisyona yönelik bu tür bir biyo-gruplama yaklaşımı, sporcunun fizyolojik olarak antrenmanların gelişim süreçlerine daha uyumlu olmasını sağlar ve atletik potansiyeli en üst düzeye çıkararak yaralanma ve tükenme riskini en aza indirir (Varghese ve ark., 2022; Pichardo ve ark., 2018; Normand ve ark., 2017; Lloyd ve ark., 2016).

Psiko-Sosyal Gelişim: Araştırmalar tarafından bildirilen psikolojik faydalar, biyo-gruplamanın özellikle geleneksel yaşa dayalı gruplamalarda dezavantajlı duruma düşebilecek geç olgunlaşan oyuncular için, artmış özgüven, rekabetçilik ve olumlu tutum gibi gelişmiş psikolojik faydalar ortaya çıkarabileceğini göstermektedir (Thompson ve ark., 2026; King ve ark., 2025; McAuley ve ark., 2025; Towlson ve ark., 2023; Arroyo Moya, 2023; Towlson ve ark., 2022). Oyuncular sıklıkla daha fazla keyif, daha güçlü sosyal bağlantılar ve liderlik, takım çalışması ve iletişim becerilerini geliştirmek için daha fazla fırsatın yanı sıra biyolojik gruplama yaklaşımının arkasındaki gelişim amacını daha net bir şekilde anladıklarını bildirmektedir (McAuley ve ark., 2025; Lindholm ve ark., 2024; de la Rubia ve ark., 2023; Bradley ve ark., 2019; Cumming ve ark., 2017b). Bununla birlikte biyo-gruplama sporcuları yeni takım kompozisyonlarına yerleştirerek sosyal uyum

ve iş birliğinin gelişimine katkıda bulunabilir (Hill ve ark., 2020; Bradley ve ark., 2019). Sonuç olarak, araştırmacılar ve uygulayıcılar, biyo-gruplamanın psikososyal ve gelişimsel faydalarını en üst düzeye çıkarmak için koçluk, spor psikolojisi ve pedagojiyi entegre eden iş birliğine dayalı çok disiplinli bir yaklaşımın gerekli olduğunu vurgulamaktadır.

Yaralanma önleme: Genç sporcularda yaralanma riski, büyüme hızı, antrenman hacmi, iyileşme düzenleri, uyku kalitesi, hareket yeteneği ve psikososyal stres gibi değişkenlerin etkisiyle doğası gereği çok faktörlüdür (Thompson ve ark., 2026; McKay ve ark., 2019). Ancak teorik açıdan, biyo-gruplama özellikle sporcuların yaralanmalara daha açık olduğu hızlı büyüme dönemlerinde, farklı boyut ve güçteki uyumsuzluklardan kaynaklanan potansiyel yaralanma risklerini en aza indirebilir (Sullivan ve ark., 2024; Salter ve ark., 2023; Lüdin ve ark., 2022; MacMaster ve ark., 2021; Malina ve ark., 2019; McKay ve ark., 2019). Ergenlik döneminde sporcular, uzun uzunluğu, kas kütlesi ve nöromusküler yapılarda hızlı değişiklikler yaşarlar ki bu yüklenme anında yaralanmalara karşı duyarlılıklarını artırabilir (Sullivan ve ark., 2024; Salter ve ark., 2023; Malina ve ark., 2019; McKay ve ark., 2019). Araştırmacılar biyo-gruplamanın, fiziksel yeteneklerdeki aşırı uyumsuzlukları, özellikle erken ve geç olgunlaşan sporcular arasında en aza indirerek eklem zorlanmalarını, çarpışmaları ve aşırı yorgunluk gibi potansiyel sakatlık risklerini azaltabileceğini belirtmişlerdir (Towlson & Cumming, 2022; Cumming ve ark., 2017a).

Bununla birlikte biyo-gruplama, antrenman taleplerini sporcunun biyolojik gelişim aşamasıyla senkronize ederek yaralanma riskini yönetmeye yardımcı olabilir (Sullivan ve ark., 2024; Salter ve ark., 2023; Malina ve ark., 2019; Lüdin ve ark., 2022). Bu yaklaşım, yaralanma önlemede kilit bileşenler olan antrenman yükü ve nöromusküler stresin daha iyi yönetilmesini kolaylaştırabilir (Hill ve ark., 2023; Johnson ve ark., 2020). Araştırmalar, biyolojik gruplandırmayı büyüme hızlarının ve fiziksel hazırlığın uzunlamasına izlenmesi ile entegre etmenin, yük artışını dengelemeye yardımcı olabileceğini ve aşırı kullanım ve büyümeyle ilgili yaralanma riskini azaltabileceğini raporlamaktadır (Sullivan ve ark., 2024; Hill ve ark., 2023; Johnson ve ark., 2020). Ancak, bu teorik ve algısal faydalara rağmen, mevcut kanıtlar biyo-gruplamanın kanıtlanmış bir yaralanma önleme stratejisi olduğunu henüz tam olarak doğrulamadığını belirtmek önemlidir. Mevcut çalışmaların çoğu, uzun vadeli yaralanma insidansı verilerinden ziyade, algılanan güvenlik, uyumsuzluğun azalması veya yük değişkenliğinin azalması gibi dolaylı göstergelere dayanmaktadır. Sonuç olarak, biyo-gruplama, tıbbi tarama, fiziksel kondisyon ve psikososyal

izlemeyi entegre eden daha geniş, çok disiplinli bir yaralanma yönetimi çerçevesinin bir bileşeni olarak görülmelidir.

Gelecekte biyo-gruplama: iyileştirmeler ve bütünsel entegrasyon

Gençlik sporlarında biyo-gruplama yaklaşımı, teorik bir kavramdan giderek kanıta dayalı bir uygulamaya dönüşmeye başlamıştır. Önceki araştırmalar, bu uygulamanın rekabet eşitliğini artırmada, yeteneklerin belirlenmesinde ve antrenman programlarının kişiselleştirilmesindeki etkinliğini vurgulamaktadır (Thompson ve ark., 2026; Towlson & Cumming, 2022; Malina ve ark., 2019; Cumming ve ark., 2018). Biyo-gruplamanın sporcu geliştirme sistemlerinin tam entegre ve sürdürülebilir bir bileşeni haline gelmesi için gelecekte uygulanması gereken ve birbiriyle bağlantılı dört alanda ilerlemeler kaydedilmelidir: metodolojik hassasiyet, bütünsel entegrasyon, kapsamlı eğitim ve ileriye dönük genişletilmiş araştırmalar.

İlk olarak, metodolojik iyileştirme oldukça önemlidir. Khamis-Roche gibi tahmin denklemlerine ağırlıklı olarak güvenilmesi, evrensel uygulanabilirliği sağlamak için kadın sporcular ve farklı etnik ve sosyoekonomik geçmişlere sahip popülasyonlar da dahil olmak üzere daha çeşitli kohortlar üzerinde daha fazla doğrulama yapılmasını gerektirir (Malina ve ark., 2019). Aynı zamanda, daha doğru ve erişilebilir saha tabanlı değerlendirme araçlarının geliştirilmesi, yaygın olarak benimsenmesi için çok önemlidir. Uygulayıcılar, bütünlüğü korumak için antropometrik verilerdeki günlük ve mevsimsel değişiklikleri hesaba katan titiz ölçüm protokollerine uymalıdır.

Teknik iyileştirmelerin ötesinde, biyo-gruplamanın geleceği çok boyutlu, “biyo-psiko-sosyal” bir modelin benimsenmesinde yatmaktadır. Biyolojik olgunlaşmaya tek başına odaklanmak, atletik gelişimin karmaşık yapısını kavramak için yetersizdir. Gerçekten etkili bir sistem için biyolojik olgunluk, teknik-taktiksel yeterlilik ve psikolojik hazırlık (örneğin, öz güven, öz düzenleme ve psikolojik dayanıklılık) gibi üç aşamada değerlendirilmelidir. Bu alanların sentezlenmesi, bileşik “hazırlık seviyeleri” oluşturulmasına olanak tanıyarak, antrenman ve yarışmaları sporcunun bütünsel gelişim aşamasına göre uyarlama için incelikli bir çerçeve sağlayabilir (Malina ve ark., 2019; Towlson & Cumming, 2022).

Bu yaklaşımın başarılı bir şekilde uygulanması, sağlam bir eğitim ve paydaşların iş birliğine bağlıdır. Antrenörler, çok yönlü verileri yorumlamak ve pedagojik stratejilerini buna göre uyarlamak için eğitime ihtiyaç duyabilir. Ayrıca, sporcular ve ebeveynlerle şeffaf iletişim, özellikle “düşük seviyede oynayanlar” için anlayışı teşvik etmek, beklentileri yönetmek ve olası damgalamayı azaltmak için önemlidir. Hill ve arkadaşları (2020) vurguladığı

gibi, psikolojik destek, sporcuların biyolojik yaş gruplandırmasının getirdiği benzersiz zorlukları ve fırsatları aşmalarına yardımcı olmak için oldukça önemlidir (Hill ve ark., 2020).

Son olarak, ileriye dönük daha fazla bilimsel araştırmaların gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Biyolojik yaş gruplarına ayrılmış sporcuların yetişkinlik dönemine kadar izlendiği uzunlamasına çalışmalar, performans, kariyer seyri ve psikososyal refah üzerindeki uzun vadeli etkileri değerlendirmek için önemlidir (Thompson ve ark., 2026). Araştırmalar, erkek takım sporlarına odaklanan mevcut kapsamının ötesine geçerek kadın sporcuları ve daha geniş bir disiplin yelpazesini de içermelidir. Ayrıca, biyolojik yaş gruplarının oyun içi taktiksel davranışlar ve yaralanma önlemedeki etkinliğini araştırmak için gelişmiş analitik yöntemlerden yararlanılması, daha derin ve daha uygulanabilir bir kanıt temeli sağlayabilir.

Sonuç

Biyo-gruplama, genç sporcuların gelişimine ilişkin bilimsel alanda önemli bir ilerlemeyi temsil etmektedir. Sporcuları kronolojik yaşlarına göre değil, biyolojik olgunluklarına göre gruplandırarak hem performansı hem de katılımı artıran eşitlikçi, gelişimsel olarak uygun ve daha güvenli oyun ortamları sunar. Uygulanması konusunda hala bazı zorluklar olsa da biyolojik yaş gruplandırmanın faydalarını destekleyen kanıtlar giderek artmaya devam etmektedir. Gelecekteki ilerleme, biyo-gruplamanın gençlik sporuna dönüştürücü bir yaklaşımla entegre edilmesinin metodolojik iyileştirilmelere, teknik ve psikolojik boyutları da içerecek şekilde kapsamının genişletilmesine, kapsamlı eğitim ve genişletilmiş araştırmalara bağlıdır.

Referanslar

- Abbott, W., Williams, S., Brickley, G., & Smeeton, N. J. (2019). Effects of bio-banding upon physical and technical performance during soccer competition: a preliminary analysis. *Sports*, 7(8), 193. <https://doi.org/10.3390/sports7080193>
- Arroyo Moya, W. (2023). Bio-banding in soccer: Benefits on performance, psychological development and its influence on talent identification. *Cultura_Ciencia_Deporte [CCD]*, 18(57). <https://doi.org/10.12800/ccd.v18i57.1983>
- Beunen, G., & Malina, R. M. (2007). Growth and biologic maturation: relevance to athletic performance. *The young athlete*, 1, 3-17. <https://doi.org/10.1002/9780470696255.ch1>
- Bradley, B., Johnson, D., Hill, M., McGee, D., Kana-Ah, A., Sharpin, C., ... & Malina, R. M. (2019). Bio-banding in academy football: player's perceptions of a maturity matched tournament. *Annals of human biology*, 46(5), 400-408. <https://doi.org/10.1080/03014460.2019.1640284>
- Chimera, N. J., Falk, B., Klentrou, P., & Sullivan, P. (2024). Is biobanding the future of youth sport participation?. *Pediatric Exercise Science*, 36(4), 181-191. <https://doi.org/10.1123/pes.2024-0021>
- Cumming, S. P., Brown, D. J., Mitchell, S., Bunce, J., Hunt, D., Hedges, C., ... & Malina, R. M. (2017b). Premier League academy soccer players' experiences of competing in a tournament bio-banded for biological maturation. *Journal of sports sciences*, 36(7), 757-765. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1340656>
- Cumming, S. P., Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Eisenmann, J. C., & Malina, R. M. (2017a). Bio-banding in sport: applications to competition, talent identification, and strength and conditioning of youth athletes. *Strength & Conditioning Journal*, 39(2), 34-47. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000281>
- Cumming, S. P., Searle, C., Hemsley, J. K., Haswell, F., Edwards, H., Scott, S., ... & Malina, R. M. (2018). Biological maturation, relative age and self-regulation in male professional academy soccer players: A test of the underdog hypothesis. *Psychology of Sport and Exercise*, 39, 147-153. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.08.007>
- de la Rubia, A., Lorenzo-Calvo, J., Rojas-Valverde, D., Mon-Lopez, D., Radnor, J., & Kelly, A. L. (2023). Bio-banding in handball: academy players' perceptions based on maturity status and gender. *International Journal of Sports Medicine*, 44(12), 871-881. <https://doi.org/10.1055/a-2145-6454>
- Hill, M., John, T., McGee, D., & Cumming, S. P. (2023). 'He's got growth': Coaches understanding and management of the growth spurt in male

- academy football. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 18(1), 24-37. <https://doi.org/10.1177/17479541221122415>
- Hill, M., Spencer, A., McGee, D., Scott, S., Frame, M., & Cumming, S. P. (2020). The psychology of bio-banding: a Vygotskian perspective. *Annals of human biology*, 47(4), 328-335. <https://doi.org/10.1080/03014460.2020.1797163>
- Johnson, A. (2015). Growth and maturation of youth football players: Medical considerations and implications. Paper presented at the Premier League Performance Leadership Conference, Silverstone, United Kingdom.
- Johnson, D. M., Williams, S., Bradley, B., Sayer, S., Murray Fisher, J., & Cumming, S. (2020). Growing pains: Maturity associated variation in injury risk in academy football. *European journal of sport science*, 20(4), 544-552. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1633416>
- Kelly, A. L., Wilson, M. R., Gough, L. A., Knapman, H., Morgan, P., Cole, M., ... & Williams, C. A. (2020). A longitudinal investigation into the relative age effect in an English professional football club: Exploring the 'underdog hypothesis'. *Science and Medicine in Football*, 4(2), 111-118. <https://doi.org/10.1080/24733938.2019.1694169>
- Khamis, H. J., & Roche, A. F. (1994). Predicting adult stature without using skeletal age: The Khamis-Roche method. *Pediatrics*, 94(4), 504-507.
- King, M., Barrett, S., Mclellan, R., Cox, J., Brown, M., Mackenzie, S., & Towlson, C. (2025). Does team size affect Scottish male academy soccer player technical, locomotor and psychosocial outcomes during age and maturity bio-banded small-sided games?. *Journal of Sports Sciences*, 1-11. <https://doi.org/10.1080/02640414.2025.2456408>
- Lindholm, O., Niklasson, E., Lind, J., Cardinale, D. A., & Lundberg, T. R. (2024). A pilot study on bio-banding in male youth ice hockey: Players' perceptions and coaches' selection preferences. *Plos one*, 19(8), e0308676. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308676>
- Lloyd, R. S., & Oliver, J. L. (2012). The youth physical development model: A new approach to long-term athletic development. *Strength & Conditioning Journal*, 34(3), 61-72. <https://doi.org/10.1519/SSC.0b013e31825760ea>
- Lloyd, R. S., Cronin, J. B., Faigenbaum, A. D., Haff, G. G., Howard, R., Kraemer, W. J., ... & Oliver, J. L. (2016). National Strength and Conditioning Association position statement on long-term athletic development. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 30(6), 1491-1509. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001387>
- Lloyd, R. S., Oliver, J. L., Faigenbaum, A. D., Howard, R., Croix, M. B. D. S., Williams, C. A., ... & Myer, G. D. (2015). Long-term athletic development-part 1: a pathway for all youth. *The Journal of Strength &*

- Conditioning Research, 29(5), 1439-1450. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000756>
- Lüdin, D., Donath, L., Cobley, S., & Romann, M. (2022). Effect of bio-banding on physiological and technical-tactical key performance indicators in youth elite soccer. *European journal of sport science*, 22(11), 1659-1667. <https://doi.org/10.1080/17461391.2021.1974100>
- MacMaster, C., Portas, M., Parkin, G., Cumming, S., Wilcox, C., & Towlson, C. (2021). The effect of bio-banding on the anthropometric, physical fitness and functional movement characteristics of academy soccer players. *Plos one*, 16(11), e0260136. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260136>
- Malina, R. M., Cumming, S. P., Rogol, A. D., Coelho-e-Silva, M. J., Figueiredo, A. J., Konarski, J. M., & Kozieł, S. M. (2019). Bio-banding in youth sports: background, concept, and application. *Sports medicine*, 49(11), 1671-1685. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01166-x>
- Malina, R. M., Figueiredo, A. J., & Coelho-e-Silva, M. J. (2017). Body size of male youth soccer players: 1978–2015. *Sports Medicine*, 47(10), 1983-1992. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0743-x>
- Malina, R. M., Rogol, A. D., Cumming, S. P., e Silva, M. J. C., & Figueiredo, A. J. (2015). Biological maturation of youth athletes: assessment and implications. *British journal of sports medicine*, 49(13), 852-859. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-094623>
- McAuley, A. B., Radnor, J. M., Grainger, A., Fitzgerald, F., Pountney, B., Baker, J., ... & Kelly, A. L. (2025). 'I feel more comfortable in contact with similar-sized players': male youth rugby union players' perceptions of bio-banded training. *Annals of Human Biology*, 52(1), 2573406. <https://doi.org/10.1080/03014460.2025.2573406>
- McKay, C. D., Cumming, S. P., & Blake, T. (2019). Youth sport: friend or foe?. *Best practice & research Clinical rheumatology*, 33(1), 141-157. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2019.01.017>
- Mirwald, R. L., Baxter-Jones, A. D. G., Bailey, D. A., & Beunen, G. P. (2002). An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(4), 689–694.
- Normand, J. M., Wolfe, A., & Peak, K. (2017). A review of early sport specialization in relation to the development of a young athlete. *International Journal of Kinesiology & Sports Science*, 5(2). <https://doi.org/10.7575/aiac.ijkss.v5n.2p.37>
- Pichardo, A. W., Oliver, J. L., Harrison, C. B., Maulder, P. S., & Lloyd, R. S. (2018). Integrating models of long-term athletic development to maximize the physical development of youth. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 13(6), 1189-1199. <https://doi.org/10.1177/1747954118785503>

- Reiches, M.W. & Ellison, P.T. (2022). Puberty. In *Human growth and development* (third ed.). Academic Press, Boston, pp. 125-153). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822652-0.00014-6>
- Robinson, J., Forsdyke, D., Arenas, L., Dawson, Z., King, M., Myhill, N., ... & Salter, J. (2025). Bio-banding influences talent experts' ratings of psycho-social behaviours during 11 v 11 soccer match-play. *Journal of sports sciences*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/02640414.2025.2570047>
- Salter, J., Black, J., Mallett, J., Barrett, S., Towlson, C., Hughes, J. D., & De St Croix, M. (2023). Does biologically categorised training alter the perceived exertion and neuromuscular movement profile of academy soccer players compared to traditional age-group categorisation?. *European Journal of Sport Science*, 23(8), 1490-1499. <https://doi.org/10.1080/17461391.2022.2117090>
- Sullivan, J., Roberts, S., Enright, K., Littlewood, M., Johnson, D., & Hartley, D. (2024). Consensus on maturity-related injury risks and prevention in youth soccer: A Delphi study. *PLoS One*, 19(11), e0312568. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0312568>
- Sweeney, L., Taylor, J., & MacNamara, Á. (2023). Push and pull factors: contextualising biological maturation and relative age in talent development systems. *Children*, 10(1), 130. <https://doi.org/10.3390/children10010130>
- Thomas, C., Oliver, J., & Kelly, A. L. (2021). Bio-banding in youth soccer: Considerations for researchers and practitioners. In *Birth advantages and relative age effects in sport* (pp. 125-155). Routledge.
- Thompson, T., Chesterton, P., Draper, G., Montalvo, E., Proessl, F., Sweeney, L., ... & Wright, M. (2026). The contribution of modern biological anthropology to player development and selection in elite soccer. *Football Studies*, 100005. <https://doi.org/10.1016/j.footst.2025.100005>
- Tingelstad, L. M., Raastad, T., Myklebust, G., Gjerstad Andersen, T. E., Solstad, B. E., Bugten, J. B., & Luteberget, L. S. (2025). Age and Sex Differences in Physical Performance Among Adolescent Team Sport Athletes. *European Journal of Sport Science*, 25(5), e12284. <https://doi.org/10.1002/ejsc.12284>
- Towlson, C., & Cumming, S. P. (2022). Bio-banding in soccer: past, present, and future. *Annals of Human Biology*, 49(7-8), 269-273. <https://doi.org/10.1080/03014460.2022.2129091>
- Towlson, C., Copley, S., Parkin, G., & Lovell, R. (2018). When does the influence of maturation on anthropometric and physical fitness characteristics increase and subside?. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 28(8), 1946-1955. <https://doi.org/10.1111/sms.13198>
- Towlson, C., MacMaster, C., Gonçalves, B., Sampaio, J., Toner, J., MacFarlane, N., ... & Abt, G. (2022). The effect of bio-banding on technical and tac-

tical indicators of talent identification in academy soccer players. *Science and Medicine in Football*, 6(3), 295-308. <https://doi.org/10.1080/24733938.2021.2013522>

Towlson, C., Salter, J., Ade, J. D., Enright, K., Harper, L. D., Page, R. M., & Malone, J. J. (2021). Maturity-associated considerations for training load, injury risk, and physical performance in youth soccer: One size does not fit all. *Journal of sport and health science*, 10(4), 403-412. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.09.003>

Towlson, C., Watson, D. J., Cumming, S., Salter, J., & Toner, J. (2023). Soccer academy practitioners' perceptions and application of bio-banding. *Plos one*, 18(1), e0274079. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274079>

Varghese, M., Ruparell, S., & LaBella, C. (2022). Youth athlete development models: a narrative review. *Sports Health*, 14(1), 20-29. <https://doi.org/10.1177/194173812110553>

Kas Asimetrisinin Sporda Rolü: Biyomekanik Temeller, Performans Yansımaları ve Yaralanma Risk Dinamikleri

Cengiz Ölmez¹

Özet

Bu bölüm, kas asimetrisinin sportif performans, biyomekanik denge ve yaralanma riski üzerindeki çok yönlü etkilerini kapsamlı biçimde incelemektedir. Kas asimetrisi, vücudun sağ ve sol tarafları arasındaki kuvvet, tork, aktivasyon ve morfolojik özelliklerdeki farklılıkları ifade eder ve özellikle unilateral yüklenmelerin baskın olduğu sporlarda belirgin şekilde ortaya çıkar. Güncel literatür, düşük düzeydeki asimetrielerin bazı branşlarda performans açısından adaptif bir rol üstlenebildiğini, buna karşın belirgin dengesizliklerin hareket ekonomisini bozarak eklem yüklenmesini artırdığını ve yaralanma riskini yükselttiğini göstermektedir. Bölümde, kas asimetrisinin nöromüsküler ve morfolojik temelleri ayrıntılı olarak ele alınmakta; motor ünite aktivasyonu, agonist–antagonist oranları ve kas-tendon mekaniklerinin hareket verimliliği üzerindeki rolü tartışılmaktadır.

Ayrıca izokinetik dinamometri, EMG, fonksiyonel performans testleri ve giyilebilir sensörler gibi değerlendirme yöntemlerinin geçerlilik ve güvenilirlik özellikleri açıklanmakta; %10–15 aralığındaki asimetri düzeylerinin potansiyel risk göstergesi olabileceğine değinilmektedir. Performans perspektifinden bakıldığında, sprint, sıçrama, yön değiştirme, tekme ve atış gibi hareketlerde görülen kuvvet dengesizliklerinin hem mekanik verimlilik hem de teknik uygulama üzerinde etkili olduğu vurgulanmaktadır. Yaralanma ekseninde ise H/Q oranı düşüklüğü, rotator cuff dengesizlikleri ve kalça–pelvis kontrol sorunlarının sakatlık insidansı ile ilişkisi literatür ışığında değerlendirilmektedir. Son olarak, unilateral kuvvet antrenmanları, nöromüsküler kontrol çalışmaları ve rehabilitasyon protokollerinin asimetri yönetimindeki yeri ele alınarak uygulayıcılara pratik öneriler sunulmaktadır. Bölüm, kas asimetrisinin spor biliminde hem performans optimizasyonu hem de yaralanma önleme açısından merkezi bir değişken olduğunu ortaya koymaktadır.

1 Doç. Dr., Ordu Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi, Ordu, Türkiye
cengizolmez@odu.edu.tr; Orcid: 0000-0001-8584-6272

1. Giriş

Kas asimetrisi, insan hareket sisteminin doğasında bulunan, ancak sportif performans ve yaralanma riski açısından kritik önem taşıyan bir özelliktir. Temel olarak kas asimetrisi, vücudun sağ ve sol tarafları arasındaki kuvvet, tork, kas hacmi veya nöromusküler aktivasyon farklılıklarını ifade eder (Impellizzeri vd., 2007). Sporcunun hareket paterni, teknik becerisi ve antrenman geçmişi bu farklılıkların oluşumunda belirleyici rol oynar. Özellikle dominant tarafın sürekli kullanımına dayalı branşlarda —örneğin tekvando, tenis, beyzbol veya futbolda— unilateral yüklenmeler zamanla belirgin yapısal ve fonksiyonel dengesizliklere yol açabilmektedir (Sannicandro vd., 2014).

Kas asimetrisinin performans üzerindeki etkisi çift yönlüdür. Bazı düzeylerdeki asimetri, sporcunun teknik avantaj elde etmesine katkı sağlayabilirken, belirli eşiklerin üzerinde ortaya çıkan kuvvet dengesizlikleri hareket ekonomisini bozar, enerji maliyetini artırır ve yaralanma riskini yükseltir (Maloney, 2019). Bu nedenle asimetri, yalnızca bir biyomekanik sonuç değil, aynı zamanda performans yönetiminde kontrol edilmesi gereken bir değişkendir. Özellikle diz, kalça ve omuz gibi yüksek yük taşıyan eklemlerde görülen kuvvet dengesizlikleri, hem akut kas-tendon yaralanmalarının hem de kronik aşırı kullanım sendromlarının önemli bir belirleyicisidir (Croisier vd., 2008; Kim vd., 2020).

Modern spor bilimi, kas asimetrisinin ölçülmesi, izlenmesi ve yönetilmesine ilişkin giderek gelişen araçlara sahiptir (Ölmez vd., 2022a). İzokinetik dinamometreler, elektromiyografi (EMG) sistemleri ve üç boyutlu hareket analiz teknolojileri, bu farkların objektif olarak değerlendirilmesine olanak tanır. Bununla birlikte, güncel literatürde asimetrinin “zararlı mı yoksa adaptif mi” olduğu tartışması devam etmektedir. Bazı araştırmalar, elit düzeydeki sporcularda gözlenen düşük düzeydeki asimetrilerin performans avantajı sağlayabileceğini, diğerleri ise bu dengesizliklerin kümülatif kas-iskelet stresi yaratarak sakatlık riskini artırdığını ileri sürmektedir (Maloney, 2019).

Bu bağlamda kas asimetrisinin bilimsel olarak incelenmesi, yalnızca bireysel performansın optimizasyonu değil, aynı zamanda sporcunun uzun dönem sağlığının korunması açısından da stratejik bir öneme sahiptir. Aşağıdaki bölümlerde, kas asimetrisinin biyomekanik temelleri, değerlendirme yöntemleri, performans ve yaralanma üzerindeki etkileri ile bu dengesizliklerin antrenman ve rehabilitasyon süreçlerindeki yönetimi detaylandırılacaktır.

2. Kas Asimetrisinin Biyomekanik Temelleri

Kas asimetrisinin biyomekanik altyapısı, hem merkezi sinir sistemi düzeyinde motor kontrol farklılıklarından hem de periferik kas yapısındaki morfolojik değişimlerden kaynaklanır. Motor ünite aktivasyonunda dominant tarafın daha erken ve senkronize uyarıldığı, bu nedenle daha yüksek tork ve patlayıcı kuvvet üretimi sergilediği bilinmektedir (Cavanagh & Komi, 1979). Bu durum, sporcunun dominant ekstremitesinde daha yüksek kuvvet üretimi ve hareket doğruluğu sağlarken, non-dominant tarafın göreceli olarak zayıf kalmasına neden olabilir (Ölmez, 2023).

Asimetrisinin bir diğer belirleyicisi, kas kesit alanı (cross-sectional area) ve tendon sertliğidir. Tek taraflı yüklenmeler sonucunda dominant ekstremitede hipertrofi gelişirken, karşı taraf daha az uyarı aldığı için yapısal adaptasyonlar geride kalır. Bu durum, özellikle alt ekstremitte sporlarında (örneğin futbolda tekme, teniste itiş fazı) belirginleşir (Akgün & Şar, 2025; Fousekis vd., 2010). Morfolojik farklılıklar yalnızca kas hacmiyle sınırlı değildir; kasın pennasyon açısı, lif uzunluğu ve elastik özellikleri de taraflar arasında değişebilir. Bu farklılıklar, hareket sırasında tork üretim açısını, kasın moment kolunu ve kasılma hızını doğrudan etkiler.

Kas asimetrisinin biyomekanik sonuçları, özellikle agonist–antagonist kas oranları üzerinden değerlendirildiğinde daha iyi anlaşılır. Örneğin, diz ekleminde hamstring/quadriceps (H/Q) oranı optimalde 0.6–0.8 aralığında olmalıdır. Bu oranın altına düşmesi, diz ekstansiyonu sırasında hamstringlerin eksantrik kontrolünü azaltarak ön çapraz bağ (ACL) stresini artırır (Croisier et al., 2008). Benzer şekilde omuz kompleksinde rotator cuff kaslarının kuvvet dengesizliği, humeral başın glenoid içinde stabilitesini bozarak üst ekstremitte yaralanmalarına zemin hazırlar.

Nöromüsküler sistem, bu dengesizlikleri belirli ölçüde kompanse etmeye çalışır. Ancak uzun vadede asimetric yüklenmeler, postüral hizalanma bozukluklarına ve kompensatuar hareket stratejilerine yol açar. Bu durum, “fonksiyonel asimetri” olarak adlandırılır ve genellikle “yapısal asimetri” ile birlikte gelişir (Maloney, 2019). Fonksiyonel asimetri, sporcunun teknik performansını etkileyebilecek kadar karmaşık bir fenomendir; çünkü hareketin sinirsel kontrolü, kuvvetin üretiminden çok, kuvvetin yönlendirilmesi ve zamanlamasına bağlıdır.

Sonuç olarak kas asimetrisi, yalnızca kuvvet dengesizliği olarak değil, bir biyomekanik sistem bozulması olarak değerlendirilmelidir. Bu sistem, sinirsel kontrol, kas-tendon mekanikleri ve eklemler kinematiki arasındaki hassas dengeye dayanır. Bu nedenle asimetrisinin doğru anlaşılması, sporcunun

hareket ekonomisini optimize etmek ve yaralanma riskini azaltmak açısından temel bir önkoşuldur.

3. Asimetrisinin Değerlendirilmesi: Ölçüm Yöntemleri

Kas asimetrisinin doğru biçimde değerlendirilmesi hem performans analizleri hem de yaralanma risk yönetimi açısından kritik bir adımdır. Ancak asimetrisinin “ne kadar farkın anlamlı sayılacağı” sorusu, hâlâ literatürde tartışmalıdır. Çoğu çalışma, taraflar arası kuvvet farkının %10–15’in üzerine çıkmasının klinik olarak anlamlı bir dengesizlik oluşturduğunu öne sürmektedir (Knapik vd., 1991). Bununla birlikte, bu eşik branşa, ölçüm yöntemine ve hareketin hızına göre değişebilir.

3.1. İzokinetik Değerlendirmeler

İzokinetik dinamometri, kas asimetrisini analiz etmede “altın standart” olarak kabul edilir. Bu yöntem, belirli açısal hızlarda (örneğin 60°, 180° ve 300°/s) kasın oluşturduğu torku ölçer. Test sırasında katılımcı, eklem hareketini sabit bir hızda gerçekleştirirken cihaz tork üretimini sürekli olarak kaydeder. Bu sayede hem tepe tork (peak torque) hem de zaman–tork eğrisi elde edilir. İzokinetik testlerde hesaplanan asimetri oranı genellikle şu formülle ifade edilir:

$$\text{Asimetri (\%)} = 100 \times \frac{|\text{Dominant} - \text{Non-dominant}|}{\max(\text{Dominant}, \text{Non-dominant})}$$

Bu değer, %0’a yaklaştıkça simetrik, %10’un üzerinde ise belirgin dengesizlik olarak yorumlanır (Newton et al., 2006). Ayrıca diz eklemi için hamstring/quadriceps (H/Q) oranı ve omuz eklemi için internal/external rotation (IR/ER) oranı da incelenen temel göstergelerdir (Croisier vd., 2008; Ölmez vd., 2025; Yılmaz vd., 2025).

3.2. Elektromiyografi (EMG) Tabanlı Ölçümler

Yüzeysel EMG sistemleri, kas aktivasyon paternlerini kaydederek nöromüsküler asimetrielerin saptanmasına olanak tanır. EMG, izokinetik testlere ek olarak sinirsel kontrol ve kasın “işe katılım zamanlaması” hakkında da bilgi verir (Cavanagh & Komi, 1979). Örneğin, dominant tarafta motor ünite ateşleme sıklığının yüksek olması, daha hızlı kuvvet üretimiyle sonuçlanabilir. Ancak bu durum, aynı zamanda antagonist kas grubunun baskılanmasına yol açarak dengesiz bir eklem momenti yaratabilir.

3.3. Fonksiyonel Testler ve Alan Uygulamaları

Son yıllarda saha temelli testler, laboratuvar ölçümlerine pratik bir alternatif olarak öne çıkmıştır. Dikey sıçrama, tek bacak sıçrama, sprint başlangıcı veya tek ayak denge testleri gibi fonksiyonel testler, sporcunun “gerçek hareket ortamında” sergilediği asimetrisi değerlendirmeye yöneliktir (Bishop vd., 2019). Özellikle reaktif kuvvet indeksi (RSI) ve yer tepki kuvveti (GRF) ölçümleri, kinetik asimetrinin belirlenmesinde sık kullanılır. Giyilebilir ivmeölçerler ve kuvvet platformları, bu ölçümleri saha ortamında yüksek doğrulukla yapabilmektedir (Ball vd., 2010; Balsalobre-Fernández vd., 2016).

3.4. Ölçüm Değişkenliği ve Güvenirlik

Asimetri değerleri; test ortamı, motivasyon, kas yorgunluğu ve ölçüm tekrarı gibi faktörlerden etkilenir. Bu nedenle ölçümlerin güvenilirliği için test-tekrar test analizlerinde intraclass correlation coefficient (ICC) ≥ 0.85 değeri önerilmektedir (Fousekis vd., 2010). Ayrıca, cihaz kalibrasyonu ve pozisyon sabitlemesi, özellikle izokinetik ölçümlerde sonuçların doğruluğunu belirleyen kritik unsurlardır.

Sonuç olarak, asimetrinin değerlendirilmesi çok boyutlu bir süreçtir. En iyi yaklaşım, izokinetik ve EMG tabanlı laboratuvar ölçümlerinin saha temelli fonksiyonel testlerle desteklenmesidir. Böylece sporcunun hem nöromüsküler hem de kinematik düzeydeki dengesizlikleri bütüncül olarak analiz edilebilir.

4. Kas Asimetrisinin Performansa Etkileri

Kas asimetrisinin sportif performans üzerindeki etkileri hem doğrudan kuvvet üretimi hem de hareket koordinasyonu açısından iki düzeyde ortaya çıkar. Kuvvet farkları, enerji üretimi ve iletimi sırasında kinetik zincirde dengesizlik yaratarak performans çıktılarında varyasyon oluşturur. Bu durum sprint, sıçrama, yön değiştirme veya tekme gibi yüksek güç gerektiren hareketlerde belirginleşir (Maloney, 2019).

4.1. Sprint ve Sıçrama Performansı

Sprint performansı büyük ölçüde alt ekstremiteler kaslarının senkronize kuvvet üretimine dayanır. Taraflar arası kuvvet farkı, adım uzunluğu ve yerle temas süresi arasında anlamlı değişikliklere neden olabilir. Bell ve ark. (2014), alt ekstremitedeki kas kütlesi asimetrisinin sıçrama sırasında üretilen kuvvetin yönünü ve büyüklüğünü etkilediğini göstermiştir. Benzer biçimde Bishop ve ark. (2019), tek bacak sıçrama testlerinde %10'un üzerindeki

asimetriklerin, toplam sıçrama yüksekliğini ve zemin reaksiyon kuvvetini anlamlı biçimde azalttığını bildirmiştir.

4.2. Dövüş Sporlarında Tekme ve Yumruk Performansı

Tekvando ve kickboks gibi dövüş sporlarında asimetri, özellikle dominant tarafın yüksek tekrarlarla kullanılması sonucu gelişir. Bu durum, tekme hızında ve yön doğruluğunda avantaj sağlasa da zamanla non-dominant ekstremitede güç ve koordinasyon kaybına yol açabilir (Ölmez, 2022b). Fousekis ve arkadaşları (2010), profesyonel futbolcularda benzer bir asimetri modelinin, tekme kuvvetini artırırken diz eklemine yük dağılımı dengesizliği oluşturduğunu belirtmiştir. Bu nedenle branş-spesifik antrenman programlarında, kuvvet kazanımı kadar dengeleyici egzersizlerin de yer alması önerilmektedir.

4.3. Üst Ekstremité Performansı

Voleybol, hentbol ve tenis gibi sporlar, üst ekstremité asimetriklerinin en belirgin olduğu branşlardır. Tek taraflı servis ve smaç hareketleri, rotator cuff kaslarında kuvvet dengesizliği yaratır. İç rotator kasların dominant kolda lehine gelişmesi, özellikle voleybol gibi tekrarlayan omuz üstü hareketlerin yoğun olduğu sporlarda, ER/IR kuvvet oranlarını bozarak glenohumeral ekleminde anterior kapsül stresini artırmakta ve labrum ile rotator cuff yaralanmalarına zemin hazırlamaktadır (de Lira vd., 2019; Kim vd., 2020; Stickley vd., 2008; Burkhart vd., 2003). Bu bulgu, asimetriknin kısa vadede performans avantajı yaratırken uzun vadede olumsuz etkiler doğurabileceğini göstermektedir.

4.4. Asimetriknin “Adaptif” Boyutu

İlginç bir şekilde, düşük düzeydeki asimetriklerin her zaman zararlı olmadığı da gösterilmiştir. Özellikle yüksek teknik beceri gerektiren sporlarda, taraf baskınlığı motor öğrenmenin doğal bir sonucu olarak ortaya çıkabilir. Örneğin tenis oyuncularında baskın kolun daha yüksek kuvvet üretimi, top hızını artırırken vuruş doğruluğunu da iyileştirebilir (Sannicandro vd., 2014). Ancak bu durum, dengeli bir nöromüsküler kontrol ile desteklenmediğinde kompensatuar hareketlere ve erken yorgunluğa yol açabilir. Bu nedenle modern antrenman yaklaşımları, “asimetriknin tamamen ortadan kaldırılması” yerine “fonksiyonel düzeyde optimize edilmesini” hedeflemektedir (Bany vd., 2025).

Sonuç olarak, kas asimetrisi performans üzerinde çift yönlü bir etki yaratır: belirli düzeyde adaptif olabilirken, belirli eşik üzerinde bozulmuş

bir hareket ekonomisi ve düşük mekanik verimlilik ile sonuçlanır. Bu nedenle, antrenman planlamasında kuvvet artışı kadar kuvvet dağılımının dengesi de performansın sürdürülebilirliği açısından belirleyici bir faktördür.

5. Kas Asimetrisinin Yaralanma Riskiyle İlişkisi

Kas asimetrisi yalnızca performans değil, aynı zamanda yaralanma biyomekaniği açısından da kritik bir belirleyicidir. Taraflar arasındaki kuvvet dengesizliği, yük dağılımının bozulmasına ve bir tarafın aşırı zorlanmasına yol açar. Özellikle alt ekstremité sporcularında diz eklemi çevresindeki asimetri hem akut kas yırtıkları hem de ön çapraz bağ (ACL) yaralanmaları için önemli bir risk faktörüdür (Croisier vd., 2008).

5.1. Alt Ekstremité Yaralanmaları

Profesyonel futbolcularda yapılan prospektif çalışmalar, diz eklemi H/Q oranının %0.6'nın altına düşmesinin hamstring strain insidansını anlamlı biçimde artırdığını göstermiştir (Lehance vd., 2009). Benzer biçimde, unilateral kuvvet farkının %15'in üzerinde olduğu oyunculara ACL yaralanması olasılığı iki kattan fazla artmaktadır (Fousekis vd., 2010). Bu bulgular, kas asimetrisinin yalnızca performansla değil, eklem stabilitesiyle de yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

5.2. Üst Ekstremité Yaralanmaları

Tenis, beyzbol ve voleybol gibi sporlarda omuz rotatör kasları arasındaki kuvvet dengesizliği sık rastlanan bir problemdir. İç rotatörlerin (internal rotators) dominant kol lehine gelişmesi, omuz ekleminde anterior kapsül stresini artırarak labrum ve rotator cuff yaralanmalarına zemin hazırlar (Ellenbecker & Cools, 2010; Burkhart vd., 2003). Asimetrisinin özellikle eksantrik kontrol kaybı üzerinden geliştiği ve bu durumun atış fazında humeral başın glenoid merkezinden sapmasına yol açtığı bildirilmiştir.

5.3. Fonksiyonel ve Kronik Sonuçlar

Uzun dönemli asimetri, yalnızca kas dengesizlikleri değil, aynı zamanda kinematik zincirde zincirleme etkiler yaratır. Örneğin, kalça abdüktör asimetrisi pelvis stabilitesini azaltır; bu da diz valgus momentini artırarak patellofemoral ağrı sendromu riskini yükseltir (Powers, 2010). Bu nedenle asimetri hem "lokal" hem de "global" etkiler doğurur.

Genel olarak, kas asimetrisi yaralanma riskini artıran ancak önlenemez bir faktör olarak görülmelidir. Dengesizliklerin erken saptanması ve düzenli izlenmesi, sporcularda sakatlık önleme stratejilerinin temelini oluşturur.

6. Asimetrielerin Düzeltilmesi: Antrenman ve Rehabilitasyon Yaklaşımları

Asimetrinin azaltılması, sporcuların performans sürekliliğini korumak ve yaralanma riskini düşürmek için stratejik bir hedef olmalıdır. Güncel yaklaşımlar, kuvvet dengesizliklerini tek taraflı yüklenmelerle “dengelemek” yerine, nöromüsküler kontrolü yeniden organize etmeye odaklanır (Hewett vd., 2005).

6.1. Unilateral ve Fonksiyonel Egzersizler

Tek taraflı egzersizler (ör. tek ayak squat, split lunge, tek kol press) hem kuvvet farklarını azaltır hem de denge ve propriosepsiyonu geliştirir. Bu egzersizler, sinirsel adaptasyonu tetikleyerek non-dominant tarafın motor öğrenmesini hızlandırır (Bell vd., 2014). Ayrıca fonksiyonel kuvvet egzersizleri —örneğin medball rotasyonları veya tek ayak pliometrikleri— kinetik zincirin doğal dengesini destekler.

6.2. Nöromüsküler Kontrol ve Denge Eğitimi

Denge platformları, bosu topları ve proprioseptif geri bildirim egzersizleri, kas aktivasyon senkronizasyonunu iyileştirerek asimetrinin fonksiyonel yönünü düzeltebilir. Sannicandro ve arkadaşları (2014), sekiz haftalık denge antrenmanının genç tenisçilerde alt ekstremitte asimetrisini %12’den %5’e düşürdüğünü bildirmiştir.

6.3. Yaralanma Sonrası Rehabilitasyon

Rehabilitasyon sürecinde asimetrielerin yeniden oluşmasını önlemek için eksantrik kontrol ve reaktif kuvvet egzersizleri önerilir. Özellikle hamstring yaralanmalarında Nordic hamstring exercise, eksantrik kuvvet asimetrisini azaltmada etkili bulunmuştur (Mjølshes vd., 2004).

6.4. Antrenman Programı Planlaması

Antrenörler için temel ilke, kuvvet artışının mutlaka denge ölçümleriyle izlenmesi gerektiğidir. Bilateral ve unilateral testlerin belirli aralıklarla tekrarlanması, asimetrinin yeniden ortaya çıkmasını önler. Ayrıca yüksek yoğunluklu antrenman dönemlerinde dinlenme ve iyileşme protokollerinin optimize edilmesi, nöromüsküler dengeyi korur.

7. Güncel Araştırma Eğilimleri ve Gelecek Perspektifleri

Son yıllarda, kas asimetrisi araştırmaları teknolojik gelişmelerle yeni bir boyut kazanmıştır. Giyilebilir sensörler, inertial measurement unit (IMU)

sistemleri ve yüksek hızlı kameralar, asimetrinin gerçek zamanlı olarak takip edilmesine olanak tanımaktadır (Camomilla vd., 2018). Bu sistemler, özellikle saha koşullarında kinematik veri toplamayı kolaylaştırarak laboratuvar ve uygulama arasındaki boşluğu azaltır.

7.1. Genetik ve Nörofizyolojik Araştırmalar

Yeni çalışmalar, asimetrinin yalnızca mekanik değil, nörojenetik faktörlerle de ilişkili olabileceğini öne sürmektedir. Örneğin, BDNF ve ACTN3 gibi gen varyantlarının nöromusküler adaptasyon oranlarını etkileyerek asimetri düzeylerini belirleyebileceği tahmin edilmektedir. Bu yaklaşımlar, gelecekte “kişiselleştirilmiş biyomekanik profil” oluşturma imkânı sunabilir.

8. Sonuç ve Pratik Öneriler

Kas asimetrisi, spor biyomekaniğinde hem fizyolojik hem de mekanik boyutlarıyla incelenmesi gereken çok katmanlı bir olgudur. Araştırmalar, asimetrinin performans üzerinde çift yönlü bir etki yarattığını göstermektedir: Düşük düzeyde asimetrisi teknik adaptasyon ve verimlilik sağlarken, yüksek düzeyde asimetrisi hareket ekonomisini bozar ve yaralanma riskini artırır.

Bu nedenle uygulayıcılara yönelik temel öneriler şunlardır:

1. Sporcuların asimetri profilleri yılda en az iki kez izokinetik veya fonksiyonel testlerle değerlendirilmelidir.
2. %10'un üzerindeki asimetrisi potansiyel risk olarak kabul edilmeli, düzeltici egzersiz programları planlanmalıdır.
3. Unilateral egzersizler ve denge antrenmanları düzenli olarak antrenman programına dâhil edilmelidir.
4. Asimetrinin biyomekanik ve nörolojik bileşenleri birlikte değerlendirilmeli; giyilebilir teknolojiler ve AI tabanlı takip sistemleri ile desteklenmelidir.

Sonuç olarak, asimetrinin tamamen ortadan kaldırılmasından ziyade fonksiyonel olarak optimize edilmesi, sürdürülebilir performans ve düşük yaralanma riski için en uygun yaklaşımdır. Gelecekteki çalışmaların, asimetrinin sinirsel, mekanik ve genetik boyutlarını entegre şekilde incelemesi, spor bilminde bu konuya dair daha kapsamlı bir anlayış geliştirecektir.

Kaynaklar

- Akğün, S., & Şar, H. (2025). The Relationship Between Calf Circumference, Jump Performance and Shot Velocity In Female Soccer Players. *Anatolia Sport Research*, 6(2), 93-101.
- Ball, N. B., Stock, C. G., & Scurr, J. C. (2010). Bilateral contact ground reaction forces and contact times during plyometric drop jumping. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2762-2769.
- Bany, W., Lopuszańska-Dawid, M., & (diğer yazarlar). (2025). Morphological and functional asymmetry among elite fencers. *Applied Sciences*, 15(14), 8020. <https://doi.org/10.3390/app15148020>
- Balsalobre-Fernández, C., Glaister, M., & Lockey, R. A. (2016). The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. *Journal of Sports Sciences*, 33(15), 1574–1579. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.996184>
- Bell, D. R., Sanfilippo, J. L., Binkley, N., & 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., Read, P., Chavda, S., Jarvis, P., & Turner, A. (2019). Using unilateral strength, power and reactive strength tests to detect the magnitude and direction of asymmetry: a test-retest design. *Sports (Basel, Switzerland)*, 7(3), 58. <https://doi.org/10.3390/sports7030058>
- Burkhart, S. S., Morgan, C. D., & Kibler, W. B. (2003). The disabled throwing shoulder: Spectrum of pathology Part I: Pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 19(4), 404–420. <https://doi.org/10.1053/jars.2003.50128>
- Camomilla, V., Bergamini, E., Fantozzi, S., & Vannozzi, G. (2018). Trends supporting the in-field use of wearable inertial sensors for sport performance evaluation: A systematic review. *Sensors*, 18(3), 873. <https://doi.org/10.3390/s18030873>
- Cavanagh, P. R., & Komi, P. V. (1979). Electromechanical delay in human skeletal muscle under concentric and eccentric contractions. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 42(3), 159–163. <https://doi.org/10.1007/BF00431022>
- Croisier, J. L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & 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>
- de Lira, C. A. B., Vancini, R. L., Dantas, E. H. M., de Almeida, A. A., Benedito-Silva, A. A., & da Silva, A. C. (2019). Profiling isokinetic strength

- of shoulder rotator muscles in adolescent male volleyball players. *Sports*, 7(2), 49. <https://doi.org/10.3390/sports7020049>
- Ellenbecker, T. S., & Cools, A. (2010). Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: An evidence-based review. *British Journal of Sports Medicine*, 44(5), 319–327. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.058875>
- Fousekis, K., Tsepis, E., & Vagenas, G. (2010). Lower limb strength in professional soccer players: Profile, asymmetry, and training age. *Journal of Sports Science and Medicine*, 9(3), 364–373.
- Hewett, T. E., Myer, G. D., & Ford, K. R. (2005). Reducing knee and anterior cruciate ligament injuries among female athletes: A systematic review of neuromuscular training interventions. *Journal of Knee Surgery*, 18(1), 82–88.
- Impellizzeri, F. M., Rampinini, E., Maffiuletti, N., & Marcora, S. M. (2007). A vertical jump force test for assessing bilateral strength asymmetry in athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(11), 2044–2050. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31814fb55c>
- Kim, D.-K., Park, G., Kuo, L.-T., & Park, W.-H. (2020). Isokinetic performance of shoulder external and internal rotators of professional volleyball athletes by different positions. *Scientific Reports*, 10, 8706. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-65630-9>
- Knapik, J. J., Bauman, C. L., Jones, B. H., Harris, J. M., & Vaughan, L. (1991). Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *The American journal of sports medicine*, 19(1), 76–81. <https://doi.org/10.1177/036354659101900113>
- Lehance, C., Binet, J., Bury, T., & Croisier, J. L. (2009). Muscular strength, functional performances and injury risk in professional and junior elite soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 19(2), 243–251. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2008.00780.x>
- 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>
- Mjølunes, R., Arnason, A., Østhaen, T., Raastad, T., & Bahr, R. (2004). A 10-week randomized trial comparing eccentric vs. concentric hamstring strength training in well-trained soccer players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 14(5), 311–317. <https://doi.org/10.1046/j.1600-0838.2003.367.x>
- Newton, R. U., Gerber, A., Nimphius, S., Shim, J. K., Doan, B. K., Robertson, M., Pearson, D. R., Craig, B. W., Häkkinen, K., & Kraemer, W. J. (2006). Determination of functional strength imbalance of the lower

- extremities. *Journal of strength and conditioning research*, 20(4), 971–977. <https://doi.org/10.1519/R-5050501x.1>
- Ölmez, C. (2023). Taekwondo sporcularının kuadriseps ve hamstring kuvvet performanslarının incelenmesi: metaanaliz çalışması. *Türkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 15(2), 202-2013. <https://doi.org/10.5336/sportsci.2022-93959>
- Ölmez, C. (2022b). The investigation of isokinetic knee strength and muscle balance of taekwondo and wrestling athletes. *Turkish Journal of Kinesiology*, 8(4), 107-114.
- Ölmez, C., Hammami, N., Apaydın, N., Hattabi, S., Şar, H., Khezami, M. A., & İnce, A. (2025). Is isokinetic shoulder strength a determinant of serve ball velocity in tennis?. *Sports biomechanics*, 24(6), 1548-1561.
- Ölmez, C., Şar, H., Akgün, S., & Hammami, N. (2022a). Tenisçilerde izokinetik kalça kuvveti ile ilişkili motor özelliklerin incelenmesi. *Mediterranean Journal of Sport Science*, 5(Özel Sayı 1), 230-241.
- Powers C. M. (2010). The influence of abnormal hip mechanics on knee injury: a biomechanical perspective. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*, 40(2), 42–51. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3337>
- Sannicandro, I., Cofano, G., Rosa, R. A., & Piccinno, A. (2014). Balance training exercises decrease lower-limb strength asymmetry in young tennis players. *Journal of Sports Science and Medicine*, 13(2), 397–402.
- Stickley, C. D., Hetzler, R. K., Freemyer, B. G., & Kimura, I. F. (2008). Isokinetic peak torque ratios and shoulder injury history in adolescent female volleyball athletes. *Journal of Athletic Training*, 43(6), 571–577.
- Yılmaz, A. K., Akgün, S., Salkılıç, E. K., Anıl, B., Akdemir, E., Aktaş, B., ... & Kabadayı, M. (2025). The relationship between agility and lower extremity strength in female basketball players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 198.

Tenis Sporunda Isınma ve Soğuma Süreçlerinin Performans Üzerindeki Bilimsel Etkileri

Halit Şar¹

Özet

Bu bölüm tenis branşında ısınma ve soğuma süreçlerinin performans üzerindeki bilimsel etkilerini ortaya koymaktadır. Tenis yapısı gereği dayanıklılık, kuvvet, çeviklik, reaksiyon, denge, koordinasyon gibi birçok fiziksel parametrenin önemli olduğu bir branştır. Bireysel spor olan teniste bu fizyolojik parametreleri daha iyi kullanmak adına ısınma ve soğuma egzersizleri çok önemli bir yere sahiptir.

Isınmanın temel amacı, organizmayı fiziksel yüklenmeye fizyolojik, biyokimyasal ve nöromüsküler açıdan hazırlamaktır. Bu süreçte vücutta meydana gelen değişiklikler, yalnızca kas sıcaklığındaki artışla sınırlı kalmaz; aynı zamanda kalp-damar sistemi, solunum sistemi, kas-iskelet sistemi ve sinir sistemi düzeyinde çok sayıda uyum tepkisini içerir. Tenis gibi patlayıcı güç, reaksiyon hızı ve çeviklik gerektiren sporlarda, bu fizyolojik hazırlığın doğru şekilde gerçekleştirilmesi performansın sürdürülebilirliği için kritik önem taşır.

Isınmanın etkisi kadar antrenman veya maç sonu soğuma egzersizleri de tenis sporu için çok büyük bir öneme sahiptir. Teniste soğuma, aynı zamanda maç sonrası mental geçiş sürecinin bir parçasıdır. Sporunun zihinsel olarak maçın stresinden uzaklaşmasını sağlar ve bilişsel yükü azaltır.

Bölümde ısınma ve soğuma egzersizlerinin türleri ve bu egzersizlerin tenis branşında ve sporcuda yarattığı etkiler yer almaktadır. Tenis branşında hangi ısınma ve soğuma egzersizlerinin daha büyük öneme sahip olduğu ve sporcuda yarattığı etkilere değinilmiştir.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Sinop Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Sinop, Türkiye
hsar@sinop.edu.tr; Orcid: 0000-0001-9866-5403

1. Giriş

Tenis, günümüzün en karmaşık ve çok boyutlu spor dallarından biridir. Bir tenis oyuncusu, kısa süre içinde yüksek hızda hareket etmeli, ani yön değişiklikleri yapmalı, kuvvetli servis ve vuruşlar gerçekleştirmeli, aynı zamanda uzun ralliler boyunca dayanıklılığını koruyabilmelidir. Bu yönüyle tenis, aerobik dayanıklılık, anaerobik güç, çeviklik, reaksiyon hızı, denge ve koordinasyon gibi çok sayıda fiziksel özelliğin bütünleşik bir şekilde kullanılmasını gerektirir (Kovacs, 2007; Fernandez-Fernandez vd., 2014).

Tenis performansı, yalnızca teknik ve taktiksel yeterlilikle değil; aynı zamanda sporcunun fizyolojik, nöromüsküler ve psikolojik hazırlık düzeyi ile de doğrudan ilişkilidir (Şar & Akgün, 2025; Ölmez vd., 2022; Bayrakdar vd., 2020). Maç süresince bir oyuncu, ortalama olarak dakikada 4–5 yön değiştirir, 10–20 metrelik kısa sprintler yapar ve saniyeler içinde kaslarını maksimum güce çıkaran yüksek yoğunluklu hareketler gerçekleştirir (Kovacs, 2007). Bu dinamik yapı, sporcunun organizmasının hem enerji sistemleri (ATP-PCr, glikoliz, oksidatif sistem) hem de sinir-kas iletişimi açısından önceden uyarılmış bir duruma geçmesini zorunlu kılar (McArdle vd., 2015).

Bu bağlamda ısınma, bir tenis oyuncusunun performans optimizasyonu için vazgeçilmez bir süreçtir. Isınma, antrenman ya da müsabaka öncesinde yapılan sistematik, düşük-orta şiddetli egzersizler bütünü olarak tanımlanır. Bu süreç, organizmanın fonksiyonel kapasitesini artırır, kas sıcaklığını yükseltir, sinir sistemi uyarımını güçlendirir ve zihinsel odaklanmayı geliştirir (Bishop, 2003).

1.1. Isınmanın Tenis Performansındaki Rolü

Isınmanın fizyolojik temelleri, 20. yüzyılın ortalarından itibaren spor fizyolojisi araştırmalarıyla açıklanmıştır. Isınma sonucunda kas içi sıcaklığın 1–2°C artması, kas liflerinin elastikiyetini yükseltir, iç dirençleri azaltır ve kontraksiyon-relaksasyon süresini kısaltır (Bishop, 2003; Bompa & Buzzichelli, 2018). Bu durum, tenis gibi hızlı kasılma gerektiren sporlarda reaksiyon süresini azaltarak hareket verimliliğini artırır.

Kas sıcaklığındaki artış, hemoglobin ve miyoglobinden oksijenin ayrışmasını kolaylaştırır; böylece kas hücrelerine daha fazla oksijen ulaşır. Bu olay, fizyolojide Bohr etkisi olarak tanımlanır (McArdle vd., 2015). Ayrıca ısınma sırasında artan kan akışı, kaslara besin ve enerji substratlarının (özellikle glikoz ve serbest yağ asitleri) taşınmasını hızlandırır; metabolik atık ürünlerin uzaklaştırılmasını kolaylaştırır.

Isınma, yalnızca periferik kas sistemini değil, aynı zamanda merkezi sinir sistemi (MSS) aktivasyonunu da etkiler. Beyin, ısınma esnasında kas gruplarına daha hızlı komutlar göndermeye başlar, bu da sporcunun motor beceri entegrasyonunu ve koordinasyonunu geliştirir (Behm & Chaouachi, 2011). Özellikle dinamik ısınma yöntemleri, MSS'nin "hazır olma" seviyesini artırarak, yüksek hızda karar verme gerektiren tenis oyununda bilişsel tepki süresini azaltmaktadır (Fletcher & Jones, 2004).

1.2. Psikolojik Hazırlık ve Odaklanma

Tenis, bireysel bir spor olması nedeniyle, psikolojik dayanıklılık ve zihinsel odaklanma gerektiren bir branştır. Bu bağlamda ısınma, yalnızca fizyolojik değil, aynı zamanda psikolojik geçiş ritüeli işlevi görür. Isınma sırasında oyuncu, maça dair stresini azaltır, vücudunun tepkilerini hisseder, ritmini bulur ve stratejisine odaklanır (Smith & Johnson, 2015).

Zihinsel olarak odaklanmış bir sporcu, hem reaksiyon süresinde hem de karar verme doğruluğunda avantaj sağlar. Bu nedenle profesyonel tenisçiler, ısınma öncesinde ve sırasında nefes kontrolü, vizualizasyon (görselleştirme) ve rutin davranış modelleri gibi psikolojik hazırlık tekniklerini kullanmaktadır (Hanin, 2000).

1.3. Isınmanın Sakatlık Önleme Üzerindeki Etkisi

Tenis, omuz, dirsek, diz ve ayak bileği eklemlerine yüksek tekrarlı yükler bindiren bir spordur. Bu yüklenmeler, kas-tendon birimlerinde mikrotravmalara yol açabilir. Isınma sırasında artan kan akışı ve sinovyal sıvı viskozitesinin azalması, eklem yüzeylerinde kayganlığı artırır, kas-tendon kompleksinin esnekliğini yükseltir ve bu sayede akut yaralanma riskini önemli ölçüde azaltır (Şar vd., 2025; Fradkin vd., 2010; Woods vd., 2007).

Isınmanın eksik yapılması durumunda, kaslar düşük sıcaklıkta çalıştıkları için kontraksiyon hızları düşer, koordinasyon zayıflar ve tendon elastikiyeti azalır. Bu durum özellikle servis ve forehand gibi yüksek hızda yapılan hareketlerde kas çekilmesi (strain) veya tendon zorlanması (tendinopathy) riskini artırır (Kay & Blazevich, 2012).

1.4. Teniste Isınmanın Evrimi

Tenis antrenman kültüründe 1980'lerden itibaren statik esneme öncelikli ısınma yaklaşımı benimsenmişti. Ancak son 20 yılda yapılan çok sayıda araştırma, statik esnemenin kas performansını geçici olarak düşürdüğünü, buna karşın dinamik ısınma protokollerinin hem performansı hem de kas hazırlığını artırdığını göstermiştir (Behm & Chaouachi, 2011; Fletcher

& Jones, 2004). Günümüzde profesyonel tenisçiler, ısınma rutinlerinde dinamik esneme, hareket temelli aktivasyon, reaksiyon egzersizleri ve spora özgü teknik hazırlıkları entegre etmektedir (Kovacs & Ellenbecker, 2011).

Bu dönüşüm, spor biliminin gelişmesiyle birlikte ısınmanın yalnızca “kası germek” değil, aynı zamanda nöromusküler sistemin optimal uyarılması anlamına geldiğini ortaya koymuştur. Dolayısıyla modern yaklaşımda ısınma, fizyolojik, motor ve zihinsel hazırlığın birleştiği çok boyutlu bir adaptasyon süreci olarak değerlendirilir.

2. Isınmanın Fizyolojik Temelleri

Isınmanın temel amacı, organizmayı yaklaşan fiziksel yüklenmeye fizyolojik, biyokimyasal ve nöromusküler açıdan hazırlamaktır. Bu süreçte vücutta meydana gelen değişiklikler, yalnızca kas sıcaklığındaki artışla sınırlı kalmaz; aynı zamanda kalp-damar sistemi, solunum sistemi, kas-iskelet sistemi ve sinir sistemi düzeyinde çok sayıda uyum tepkisini içerir (Bishop, 2003; Çelgin & Arslanoğlu 2024; McArdle vd., 2015). Tenis gibi patlayıcı güç, reaksiyon hızı ve çeviklik gerektiren sporlarda, bu fizyolojik hazırlığın doğru şekilde gerçekleştirilmesi performansın sürdürülebilirliği için kritik önem taşır.

2.1. Kardiyovasküler Sistem Üzerine Etkiler

Isınma sürecinin ilk aşamalarında, kas aktivitesiyle birlikte kalp atım hızı ve kan akım hacmi (cardiac output) kademeli olarak artar. Bu artış, çalışan kaslara daha fazla oksijen taşınmasını sağlar ve dokulardaki oksijen gradyanını yükselterek enerji metabolizmasını optimize eder (Bishop, 2003). Aynı zamanda vazodilatasyon sonucu, kaslara giden kan damarları genişler, bu da kas içi sıcaklığın artmasına ve metabolik atık ürünlerin uzaklaştırılmasına yardımcı olur (McArdle vd., 2015).

Isınma, atım hacmini (stroke volume) artırırken kan basıncında ani sıçramalar olmadan kalp debisinin yükselmesine olanak tanır. Bu, özellikle tenis gibi kısa süreli ama sık tekrarlı eforlarda kalp-damar sisteminin daha ekonomik çalışmasını sağlar (Bompa & Buzzichelli, 2018). Isınmanın başında kalp atım hızındaki artış genellikle dakikada 100–120’ye ulaşır; bu seviye, antrenman öncesi kardiyovasküler sistemin “hazır olma” bölgesidir. Bu düzeyde, vücut sıcaklığı 1–1,5°C kadar artarak kas içi reaksiyon hızlarını önemli ölçüde hızlandırır (Fradkin, vd., 2010).

2.2. Kas Sıcaklığı, Enzim Aktivitesi ve Metabolik Adaptasyonlar

Isınma sırasında kas sıcaklığının yükselmesi, biyokimyasal reaksiyonların hızını artırır. Özellikle enerji üretiminde rol alan enzimler (örneğin fosfofruktokinaz, laktat dehidrogenaz, kreatin kinaz) daha etkin hale gelir (McArdle vd., 2015). Bu sayede ATP üretim hızı yükselir, anaerobik enerji sistemleri (ATP-PCr ve glikolitik sistem) daha hızlı devreye girer. Kas sıcaklığındaki artışın diğer bir etkisi, kas viskozitesinin azalması ve kontraktıl proteinlerin (aktin-miyozin) kayma hızının artmasıdır. Bu da kasın daha hızlı kasılıp gevşemesini ve daha yüksek kuvvet üretmesini sağlar (Bishop, 2003; Kay & Blazevich, 2012). Tenis özelinde bu süreç, forehand ve backhand gibi patlayıcı vuruşların daha hızlı uygulanabilmesini, servis atışında daha büyük tork (moment) üretimini kolaylaştırır. Örneğin, dinamik ısınma yapan tenisçilerin servis hızlarında ortalama %3–6 oranında artış gözlenmiştir (Kovacs & Ellenbecker, 2011). Ayrıca ısınma, kas içi oksijen kullanımını (VO_2) iyileştirir. Kas dokusundaki mitokondriyal aktivite, yükselen sıcaklık ve oksijen akışı sayesinde hızlanır; böylece enerji üretimi daha ekonomik hale gelir (Fernandez-Fernandez vd., 2014). Bu durum, uzun ralliler sırasında yorgunluğa karşı direnç sağlar.

2.3. Sinir Sistemi Üzerine Etkiler

Isınma, sinir sistemi üzerinde güçlü bir uyarıcı etki yaratır. Motor nöronların iletim hızının artması, kaslara giden komutların daha kısa sürede ulaşmasını sağlar (Behm & Chaouachi, 2011). Bu durum, tenis gibi yüksek reaksiyon hızı gerektiren sporlarda büyük avantaj oluşturur. Ayrıca, ısınma sırasında aktive olan propriyoseptörler (kas içicikleri, Golgi tendon organları) kasların konumunu ve gerilimini daha hassas algılamaya başlar. Bu, oyuncunun dengesini ve hareket kontrolünü geliştirir (Fletcher & Jones, 2004).

Dinamik ısınma sırasında yapılan reaktif hareketler (örneğin side shuffle veya mini sprintler), beyinde motor korteks ve serebellum bölgelerinin aktivasyonunu artırarak hareketin koordinasyon kalitesini yükseltir. Bu, tenisçilerde motor öğrenme ve teknik stabilite açısından önemli bir nörofizyolojik katkıdır (Kovacs, 2007).

2.4. Kas-İskelet Sistemi Adaptasyonları

Isınma sırasında kas, bağ ve tendon dokularında mekanik esneklik artar. Bu durum, bağ dokularının viskoelastik özelliklerinin geçici olarak iyileşmesinden kaynaklanır (Kay & Blazevich, 2012). Kas içi sıcaklığın yükselmesiyle birlikte, tendonlar daha elastik hale gelir ve kas-tendon

kompleksinin (KTC) kuvvet aktarımı verimliliği artar (Woods vd., 2007). Ayrıca, ısınma sırasında eklem sıvısının (sinovyal sıvı) viskozitesi azalır ve eklem kapsülünün kayganlığı artar. Bu değişim, tenisçilerde sık kullanılan omuz, dirsek, kalça ve diz eklemlerinin hareket açıklığını artırarak, rotator manşet ve patellar tendon gibi yapıları korur (Bompa & Buzzichelli, 2018). Yapılan çalışmalarda diz güçlendirmenin fiziksel performansı ve yaşam kalitesini olumlu yönde etkilediği rapor edilmiştir (Hammami vd., 2024). Bu biyomekanik adaptasyonlar, ısınmanın yalnızca performans artırıcı değil, aynı zamanda yaralanma önleyici bir fonksiyona sahip olduğunu göstermektedir. Kasın optimum sıcaklığa ulaşmadan ani bir yüke maruz kalması, kas liflerinde mikro yırtılmalara yol açabileceğinden (Fradkin vd., 2010), ısınmanın süresi ve yoğunluğu sporcunun fizyolojik profiline göre dikkatle ayarlanmalıdır.

2.5. Solunum Sistemi ve Oksijen Taşınımı

Isınma sırasında solunum hızında ve derinliğinde artış gözlenir. Bu, alveollere giren oksijen miktarını artırarak hemoglobinin oksijenle doygunluğunu (SaO_2) yükseltir. Aynı zamanda ısınmanın ilerlemesiyle kandaki karbondioksit (CO_2) miktarı artar; bu, hemoglobinin oksijeni daha kolay bırakmasını sağlayan Bohr etkisini kuvvetlendirir (McArdle vd., 2015). Tenis oyuncularını için bu süreç, özellikle uzun ralliler veya tie-break setleri sırasında enerji devamlılığının korunmasına yardımcı olur. Yüksek oksijen taşınımı, laktik asit birikimini geciktirir ve aerobik enerji sisteminin verimini artırır (Bishop, 2003). Ayrıca diğer spor branşlarında da aerobik kapasite, core antrenmanı ve dayanıklılık antrenmanlarının hem solunum hemde fizyolojik etkilerinin önem arz ettiği bildirilmiştir (Akgün vd., 2025; Baynaz, 2023; Kul & Aydemir, 2024; Çelgin vd., 2024; Arslanoğlu vd., 2024; Yücelsoy vd., 2023; Demirel vd., 2017).

2.6. Termoregülasyon ve Homeostatik Denge

Isınmanın bir diğer önemli fizyolojik etkisi, vücut sıcaklığının kontrollü bir şekilde artırılmasıdır. Ortalama vücut sıcaklığı 37°C iken, etkili bir ısınma sonrasında kas sıcaklığı $38\text{--}39^\circ\text{C}$ 'ye ulaşır. Bu aralık, kas verimliliği ve enzimatik aktivitenin optimal olduğu aralıktır (Fradkin vd., 2010). Ancak aşırı ısınma durumunda termoregülasyon sistemi (özellikle hipotalamus) devreye girer ve terleme ile periferik damar genişlemesi yoluyla ısıyı dengelemeye çalışır. Bu denge, sporcunun ısı toleransını artırır ve uzun süreli müsabakalarda ısı yorgunluğunu önler (Bompa & Buzzichelli, 2018).

2.7. Nöroendokrin Tepkiler

Isınma, hormonal sistem üzerinde de geçici ama etkili değişiklikler yaratır. Adrenalin ve noradrenalin düzeyleri yükselir; bu da kalp hızını, glikojen mobilizasyonunu ve kas kan akışını artırır (McArdle vd., 2015). Aynı zamanda kortizol düzeyinde hafif bir yükselme olur, bu da enerji substratlarının (özellikle glikoz ve serbest yağ asitlerinin) kana salınmasını kolaylaştırır (Bishop, 2003). Tenis gibi stres ve performans baskısının yüksek olduğu sporlarda bu hormonal uyarım, sporcunun “hazır olma” psikolojisini de destekler (Smith & Johnson, 2015).

3. Isınma Türleri

Isınma, spor biliminde genellikle organizmanın fiziksel aktiviteye geçişini kolaylaştırmak amacıyla uygulanan sistematik hazırlık hareketleri olarak tanımlanır (Bishop, 2003). Ancak yapılan araştırmalar, tek bir “ideal ısınma” modelinin bulunmadığını; farklı spor branşlarının gereksinimlerine göre ısınma biçimlerinin değişiklik gösterdiğini ortaya koymuştur (Behm & Chaouachi, 2011). Tenis gibi çok yönlü bir spor için ısınma, genel ısınma, özel ısınma, statik esneme ve dinamik ısınma aşamalarından oluşan çok katmanlı bir süreci kapsar (Kovacs, 2007; Bompá & Buzzichelli, 2018).

3.1. Genel Isınma (General Warm-up)

Genel ısınma, vücudu genel olarak fiziksel aktiviteye hazırlayan düşük-orta yoğunluklu egzersizlerden oluşur. Bu aşama, dolaşım ve solunum sistemlerini aktive ederek vücut sıcaklığını yükseltmeyi, kaslara giden kan akışını artırmayı ve eklem mobilitesini geliştirmeyi amaçlar (Bishop, 2003).

3.1.1. Fizyolojik Amaç ve Etkiler

Genel ısınmanın ilk hedefi, kalp atım hızını ve solunum derinliğini artırmaktır. Bu artış, oksijen taşınım kapasitesini yükseltir ve kaslara enerji substratlarının daha hızlı ulaşmasını sağlar. Aynı zamanda kas sıcaklığı 1–1,5°C kadar artar; bu durum kas liflerinin daha kolay kasılıp gevşemesine, böylece hareket ekonomisinin artmasına yol açar (McArdle vd., 2015). Bu evre aynı zamanda sinir-kas iletişiminin yavaş yavaş hızlandığı, reaksiyon zamanının azalmaya başladığı evredir. Örneğin, hafif koşu ve ip atlama sırasında hem alt ekstremitelerdeki kaslar hem de sinir sistemi uyarılarak tenis maçında gerekli olan hızlı bacak hareketlerine zemin hazırlanır (Fernandez-Fernandez vd., 2014).

3.1.2. Uygulama Örneği

Tenis oyuncularını için önerilen genel ısınma etkinlikleri şunlardır:

- 5 dakika hafif tempolu koşu,
- 2 dakika ip atlama,
- Kol, bel ve ayak bileği dairesel hareketleri,
- 1 dakika jumping jack veya skipping drill.

Genel ısınma yaklaşık 5–10 dakika sürmeli ve kalp atım hızı sporcunun maksimum kalp atımının %60–70'ine ulaşmalıdır (Bishop, 2003).

3.2. Özel Isınma (Specific Warm-up)

Genel ısınmanın ardından yapılan özel ısınma, sporun kendine özgü hareket kalıplarını ve kas gruplarını hedef alır. Bu aşama, sporcunun hem teknik becerilerini hem de motor kontrolünü aktif hale getirir (Bompa & Buzzichelli, 2018).

3.2.1. Amaç

Özel ısınmanın amacı, spora özgü kas gruplarını yüksek düzeyde aktive etmek ve hareket kalıplarını sinir sistemiyle eşleştirmektir. Bu süreç, beynin motor korteksinde tenis hareketlerine özgü nöral yolların yeniden aktive edilmesini sağlar (Behm & Chaouachi, 2011).

3.2.2. Teniste Özel Isınma Örnekleri

Tenis için özel ısınma egzersizleri genellikle teknik hareketlerin düşük yoğunluklu versiyonlarını içerir:

- Forehand ve backhand gölgeleme (shadow swings),
- Servis atışı hareketinin düşük tempoda uygulanması,
- Mini tenis (servis çizgisi içi kısa mesafe ralliler),
- Yan adım (side step) ve ani yön değiştirme egzersizleri,
- Fileye yaklaşma ve vole denemeleri.

Bu tür hareketler, sporcunun oyun ritmini, dokunsal hissini (kinestezi) ve reaksiyon zamanını geliştirir (Kovacs & Ellenbecker, 2011). Özel ısınma süresi genellikle 5–7 dakika olmalı, yoğunluğu kademeli olarak artırılmalıdır.

3.3. Statik Esneme (Static Stretching)

Statik esneme, kasın belirli bir pozisyonda 10–30 saniye boyunca uzatılmasıyla yapılan pasif esneme biçimidir (Kay & Blazeovich, 2012). Uzun yıllar boyunca spor öncesi ısınma rutinlerinde temel yöntem olarak yer almış olsa da, modern literatür bu yaklaşımı yeniden değerlendirmiştir. Farklı spor branşlarında esneme ve esneklik parametrelerinin öneminden bahsedilmektedir (Aydemir vd., 2021; Baynaz vd., 2017; Sajedi vd., 2020).

3.3.1. Performans Üzerindeki Etkiler

Birçok çalışma, statik esnemenin kısa vadede kas gücü, patlayıcı kuvvet ve reaksiyon hızı üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğini göstermiştir (Behm & Chaouachi, 2011; Kay & Blazeovich, 2012). Bu etkinin nedeni, kas içciklerinin duyarlılığının azalması ve motor ünite ateşleme frekansının düşmesidir. Yani kas, geçici olarak “gevşemiş” bir duruma geçtiğinden kuvvet üretimi azalır (Fletcher & Jones, 2004).

3.3.2. Uygulama Zamanlaması

Statik esneme, tenis gibi hızlı ve tekrarlayıcı hareketler gerektiren sporlarda ısınma sonrasında değil, soğuma (cool-down) evresinde uygulanmalıdır. Buna rağmen bazı antrenörler, sporcunun aşırı kas sertliği yaşadığı durumlarda (örneğin yoğun antrenman sonrası günlerde) hafif statik esnemeyi ısınma öncesinde çok kısa süreli (<10 saniye) olarak kullanabilmektedir (Behm vd., 2011).

3.3.3. Uygun Statik Esneme Bölgeleri

Tenisçilerde genellikle aşağıdaki kas gruplarına yönelik statik esneme önerilir:

- Kalça fleksörleri ve hamstringler,
- Omuz ve göğüs kasları (özellikle pectoralis major),
- Baldır (gastrocnemius ve soleus).

Ancak bu uygulamalar, kas aktivasyonu başlamadan önce değil, aktivasyon sonrası yapılmalıdır.

3.4. Dinamik Isınma (Dynamic Warm-up)

Dinamik ısınma, kasların aktif hareketlerle, kademeli artan hızda ve kontrol altında ısıtılmasını sağlayan modern bir ısınma biçimidir (Fletcher & Jones, 2004). Günümüz spor bilminde, özellikle tenis, basketbol, futbol

gibi çeviklik gerektiren branşlarda dinamik ısınma en etkili ısınma protokolü olarak kabul edilmektedir (Behm & Chaouachi, 2011).

3.4.1. Fizyolojik ve Nöromüsküler Etkiler

Dinamik ısınma, kasları aktif olarak kasıp gevşeterek sıcaklığı artırır; aynı zamanda post-activation potentiation (PAP) mekanizmasını tetikler. PAP, kasın önceden aktif edilmesiyle sonraki kasılmalarda daha fazla kuvvet üretebilme yeteneğini ifade eder (Behm vd., 2011). Bu durum, tenis oyuncularının servis, forehand ve backhand vuruşlarında daha yüksek hız ve daha güçlü rotasyon momenti üretmelerini sağlar.

3.4.2. Uygulama Basamakları

Dinamik ısınma egzersizleri kademeli bir sıra izlemelidir:

1. **Genel hareketler:** Jogging, skipping, jumping jack.
2. **Eklemler mobilitesi hareketleri:** Kol dairesi, kalça rotasyonu, omuz rotasyonu.
3. **Kas aktivasyonları:** Walking lunges, high knees, butt kicks.
4. **Spora özgü reaksiyon hareketleri:** Side shuffle, carioca drill, mini sprintler.
5. **Teknik aktivasyon:** Shadow swings, düşük tempolu servis denemeleri.

Toplam süre yaklaşık 10–15 dakika olmalıdır. Çalışmalar, bu protokollerin tenis servis hızı, sprint süresi ve reaksiyon performansında %3–5 oranında iyileşme sağladığını göstermektedir (Kovacs & Ellenbecker, 2011; Fernandez-Fernandez vd., 2014).

3.4.3. Dinamik Isınmanın Avantajları

- Kas sıcaklığını hızlı artırır,
- Sinir sistemi aktivasyonunu maksimize eder,
- Reaksiyon hızını ve çevikliği geliştirir,
- Statik esnemeye kıyasla kuvvet üretimini engellemez,
- Yaralanma riskini azaltır (Fradkin vd., 2010).

Bu nedenlerle, günümüzde profesyonel tenisçiler ısınma programlarında dinamik ısınmayı merkez alırken, statik esnemeyi yalnızca soğuma evresine dahil etmektedirler.

3.5. Kombine Isınma Yaklaşımları

Bazı antrenörler, dinamik ve statik ısınmanın kontrollü bir biçimde birleştirildiği karma (kombine) ısınma protokollerini önermektedir. Örneğin, kısa (5 saniyeyi geçmeyen) statik esnemelerden sonra dinamik egzersizlerle devam etmek, hem kas sertliğini azaltmak hem de sinir aktivasyonunu artırmak açısından etkili olabilir (Behm vd., 2011). Ancak bu yöntem yalnızca iyi antrene sporcularda uygulanmalı, amatör sporcular için standart dinamik ısınma tercih edilmelidir.

4. Dinamik Isınma ve Uygulama Protokolleri

4.1. Dinamik Isınmanın Tanımı ve Bilimsel Dayanağı

Dinamik ısınma, kasların aktif şekilde çalıştırıldığı, eklemlerin kontrollü hareket açıklığı içinde geçirildiği ve kalp-damar sisteminin kademeli olarak aktive edildiği bir ısınma yöntemidir. Bu yaklaşım, kas sıcaklığını artırmak, sinir sistemi aktivasyonunu hızlandırmak, hareket koordinasyonunu geliştirmek ve kas-tendon elastikiyetini artırmak için kullanılır (Fletcher & Jones, 2004; Behm & Chaouachi, 2011).

Dinamik ısınma, 1990'lı yıllardan itibaren statik esnemeye alternatif olarak ön plana çıkmıştır. Statik esneme kas liflerinin geçici gevşemesine neden olurken, dinamik ısınma kasları aktif kasılma yoluyla “uyandırır” ve sporcunun patlayıcı gücünü artırır (Kay & Blazevich, 2012).

Tenis özelinde dinamik ısınma, vuruş, servis ve yön değiştirme gibi yüksek hız gerektiren hareketlerde sinir-kas iletişimini en üst düzeye çıkararak performansı artırmaktadır (Kovacs & Ellenbecker, 2011).

4.2. Dinamik Isınmanın Fizyolojik Etkileri

Dinamik ısınma sırasında vücutta aşağıdaki fizyolojik değişiklikler gözlenir:

1. **Kas sıcaklığında artış:** Kasın 38–39°C aralığına ulaşması, kasılma ve gevşeme hızını yükseltir, enzim aktivitelerini artırır ve kas içi sürtünmeyi azaltır (Bishop, 2003).
2. **Sinir-kas iletişimi (nöral uyarılma) artışı:** Motor ünitelerin ateşleme frekansı yükselir, hareket zamanlaması ve reaksiyon süresi iyileşir (Behm vd., 2011).
3. **Propriyoseptif duyarlılıkta artış:** Kas içcikleri ve Golgi tendon organları, kas pozisyonunu daha hızlı algılar, bu da denge ve koordinasyonu geliştirir (Fletcher & Jones, 2004).

4. **Post-activation potentiation (PAP) etkisi:** Kas liflerinin kısa süreli aktif kasılması, sonraki kasılmalarda daha yüksek kuvvet üretilmesine olanak tanır (Behm & Chaouachi, 2011).
5. **Hormonel uyarım:** Adrenalin ve noradrenalin düzeyleri artar; bu, kalp atım hızını ve enerji mobilizasyonunu hızlandırır (McArdle, Katch, & Katch, 2015).

Bu fizyolojik tepkiler, tenis oyuncularında **hızlı kasılma yeteneği, reaksiyon zamanı, denge ve görsel-motor koordinasyon** üzerinde doğrudan pozitif etki yaratır (Fernandez-Fernandez, Ulbricht, & Ferrauti, 2014).

4.3. Dinamik Isınmanın Bilimsel Olarak Kanıtlanan Performans Etkileri

Birçok çalışma, dinamik ısınmanın spor performansı üzerinde anlamlı gelişmeler yarattığını göstermiştir.

- **Behm ve Chaouachi (2011)**, dinamik ısınmanın kas gücü, sprint süresi ve çeviklikte belirgin artış sağladığını; statik esnemenin ise bu alanlarda geçici düşüşlere yol açtığını ortaya koymuştur.
- **Fradkin vd. (2010)** tarafından yapılan 32 araştırmayı içeren meta-analiz çalışmasında, dinamik ısınma yapan sporcuların fiziksel performanslarının ortalama %5–8 oranında daha iyi olduğu saptanmıştır.
- **Kovacs ve Ellenbecker (2011)**, profesyonel tenisçiler üzerinde yaptıkları çalışmada, dinamik ısınma sonrası servis hızında %4, sprint süresinde ise %6 oranında iyileşme kaydetmişlerdir.
- **Fletcher ve Jones (2004)**, rugby oyuncularında 20 metrelik sprint performansının dinamik ısınma sonrası anlamlı derecede arttığını rapor etmiş, bunun sinirsel aktivasyonla ilişkili olduğunu belirtmiştir.

Bu bulgular, dinamik ısınmanın hem performans artırıcı hem de yaralanma önleyici bir araç olduğunu desteklemektedir.

4.4. Teniste Dinamik Isınma Protokolleri

Tenis, hem alt hem üst ekstremiteler kaslarının karmaşık şekilde çalıştığı, çok yönlü ve kısa süreli enerji patlamaları içeren bir branştır. Bu nedenle tenisçiler için dinamik ısınma, aşamalı, bütüncül ve spora özgü olmalıdır (Kovacs, 2007).

Aşağıda tenisçiler için önerilen bilimsel temelli bir dinamik ısınma protokolü verilmiştir:

Aşama	Egzersiz	Süre / Tekrar	Hedeflenen Sistem / Kas Grubu
1	Hafif tempolu koşu	3 dk	Kardiyovasküler sistem aktivasyonu
2	Walking lunges	2x10 adım	Kalça fleksörleri, quadriceps, core
3	Side shuffles	2x10 m	Adduktor/abduktor kaslar, lateral hareket kabiliyeti
4	Carioca drill	2x10 m	Kalça rotatörleri, koordinasyon
5	High knees & butt kicks	2x30 sn	Alt ekstremité kas ısınması
6	Arm circles & trunk rotations	2x15 sn	Omuz, bel ve gövde mobilitesi
7	Jump squats (düşük yük)	8–10 tekrar	Patlayıcı güç aktivasyonu
8	Mini sprints	5x10 m	Reaksiyon hızı ve çeviklik
9	Shadow swings (forehand, backhand, servis)	10–15 tekrar	Teknik aktivasyon ve sinirsel hazırlık

Toplam süre yaklaşık 12–15 dakika olup, kalp atım hızı maksimumun %70–80'ine ulaşmalıdır (Fernandez-Fernandez vd., 2014).

4.5. Dinamik Isınmada Bireysel Farklılıklar ve Uyarlamalar

Dinamik ısınmanın etkinliği, sporcunun yaşı, kondisyon düzeyi, vücut kompozisyonu ve oyun stili gibi bireysel faktörlere göre değişebilir (Bompa & Buzzichelli, 2018).

Örneğin:

- Genç oyuncular daha kısa ve düşük yoğunluklu ısınmalara ihtiyaç duyarken,
- Yetişkin profesyoneller için nöromusküler aktivasyonun tam sağlanabilmesi adına daha uzun (15–20 dakikalık) ısınma süresi önerilmektedir (Kovacs & Ellenbecker, 2011).

Ayrıca çevresel faktörler (örneğin açık kortta rüzgâr, sıcaklık, nem) vücut sıcaklığının korunmasını etkiler. Soğuk havalarda daha uzun, sıcak koşullarda ise daha kısa dinamik ısınmalar uygundur (McArdle vd., 2015).

4.6. Dinamik Isınma ve Yaralanma Önleme

Dinamik ısınma, özellikle kas-tendon birimlerinin elastikiyetini artırarak ve eklem sıvısının viskozitesini azaltarak yaralanma riskini azaltır (Kay & Blazevich, 2012). Ayrıca tenisçilerde sık görülen yaralanmalardan olan:

tenisçi dirseği (lateral epikondilit), rotator manşet tendinopatisi, hamstring ve kalça fleksör strainleri gibi durumların önlenmesinde etkili olduğu bildirilmiştir (Woods vd., 2007).

Dinamik ısınma, kasları pasif biçimde esnetmek yerine aktif biçimde kasarak “nöral hazırlık” sağlar. Bu durum, sporcunun hareket sırasında istemsiz kas kasılmalarına veya dengesizliklere karşı daha dirençli olmasına yardımcı olur (Behm & Chaouachi, 2011).

4.7. Dinamik Isınmanın Psikolojik Katkıları

Dinamik ısınma, yalnızca fizyolojik değil, aynı zamanda psikolojik odaklanmayı ve özgüveni de artırır. Aktivasyon sürecinde salgılanan endorfinler, kortikal uyarılmayı dengeler ve sporcunun maç öncesi kaygı düzeyini azaltır (Smith & Johnson, 2015). Ritmik, akışkan hareketlerle yapılan ısınma, beynin motor ritim merkezlerini aktive ederek, tenisçinin maç temposuna uyum sağlamasına yardımcı olur (Hanin, 2000).

Bu yönüyle dinamik ısınma, hem “bedensel hazırlık” hem de “mental aktivasyon” sağlayan bütüncül bir süreçtir.

4.8. Tenisçiler İçin Bilimsel Öneriler

Güncel literatüre göre tenisçiler için önerilen ısınma yapısı şu şekilde özetlenebilir (Kovacs, 2007; Behm & Chaouachi, 2011; Bomp & Buzzichelli, 2018):

1. **Genel ısınma:** 5 dakika – kalp-damar sistemi aktivasyonu.
2. **Dinamik ısınma:** 10–15 dakika – kas sıcaklığının artırılması, sinir-kas koordinasyonu.
3. **Özel tenis ısınması:** 5–7 dakika – vuruş teknikleri, servis, hareket kombinasyonları.
4. **Psikolojik hazırlık:** 2–3 dakika – nefes ve odaklanma egzersizleri.

Toplam süre: 20–25 dakika

Bu protokolün bilimsel olarak optimal olduğu ve sakatlanma riskini azalttığı pek çok çalışmayla desteklenmiştir (Fradkin et al., 2010; Kovacs & Ellenbecker, 2011).

5. Soğuma (Cool-Down) Süreci ve Yenilenme Fizyolojisi

5.1. Soğumanın Tanımı ve Önemi

Soğuma, fiziksel aktivite sonrası organizmanın fizyolojik sistemlerini dinlenme düzeyine kademeli olarak geri döndürmeyi amaçlayan düşük yoğunluklu egzersizler bütünüdür (Bompa & Buzzichelli, 2018). Antrenman ya da müsabaka sonrası dönemde uygulanan soğuma, kaslarda biriken metabolik atık ürünlerin uzaklaştırılması, kalp-damar ve solunum sistemlerinin dengelenmesi, kas sertliğinin önlenmesi ve yenilenme sürecinin hızlandırılması açısından kritik öneme sahiptir (Fradkin vd., 2010).

Tenis müsabakaları, yoğun ve tekrarlayıcı kas kasılmalarıyla karakterizedir. Özellikle alt ekstremit (quadriceps, hamstring) ve üst ekstremit (deltoid, pectoralis, ön kol kasları) gruplarında laktat birikimi ve mikrotravmalar sıkça görülür. Bu nedenle tenisçiler için uygun bir soğuma süreci, kas toparlanması, yaralanma önleme ve mental gevşeme açısından hayati bir rol oynar (Kovacs, 2007).

5.2. Soğumanın Fizyolojik Temelleri

5.2.1. Dolaşım ve Solunum Sistemine Etkileri

Yüksek yoğunluklu fiziksel aktivite sonrası ani duruş, kanın kaslarda göllenmesine neden olabilir. Soğuma egzersizleri, kalp atım hızının kademeli olarak düşmesini sağlar ve venöz dönüşü (venous return) destekleyerek ortostatik hipotansiyon riskini azaltır (McArdle vd., 2015). Ayrıca derin solunumun devam etmesi, oksijenin dokulara ulaşmasını sürdürür ve karbondioksit eliminasyonunu kolaylaştırır.

5.2.2. Kas ve Metabolik Sistemlere Etkileri

Soğuma sırasında kaslara giden kan akışı bir süre daha yüksek kalır; bu da laktik asit ve diğer metabolik yan ürünlerin (örneğin amonyak) hızla uzaklaştırılmasına yardımcı olur. Laktatın kaslardan karaciğere taşınarak yeniden enerjiye dönüştürüldüğü Cori döngüsü bu dönemde aktif hale gelir (McArdle vd., 2015). Bu süreç, kas pH dengesinin korunmasına ve yorgunluk hissinin azalmasına katkı sağlar. Isınma nasıl “hazırlık” evresiyse, soğuma da organizma için “yeniden dengeleme (recovery)” evresidir. Bu süreç, homeostatik düzenin yeniden kurulmasını sağlar (Bishop, 2003).

5.3. Soğumanın Kas-İskelet Sistemi Üzerindeki Etkileri

Soğuma, egzersiz sonrası kas sertliği ve gerginliğin azaltılmasında etkilidir. Bu etki, kas içi sıcaklığın yavaş yavaş düşmesi ve bağ dokularının viskoelastik özelliklerinin korunmasıyla ilişkilidir (Kay & Blazevich, 2012). Kas sıcaklığının aniden düşmesi, tendonlarda sertlik artışına ve mikroyırtıklara neden olabilir. Bu nedenle aktif soğuma (örneğin hafif jogging veya bisiklet çevirme) tercih edilmelidir.

Soğuma sırasında yapılan statik esneme egzersizleri, kas liflerinin uzunluğunu korur, hareket açıklığını artırır ve kas-tendon kompleksinin esnekliğini sürdürür (Woods vd., 2007). Bu durum, tenisçilerde özellikle omuz ve kalça eklemlerinin esnekliği açısından önemlidir.

5.4. Nöroendokrin ve Psikolojik Etkiler

Soğuma, yalnızca fiziksel toparlanmayı değil, hormonal ve psikolojik dengeyi de sağlar. Egzersiz sonrası adrenalin ve kortizol düzeylerinin kademeli olarak azalması, sporcunun sakinleşmesini ve parasempatik sinir sisteminin yeniden baskın hale gelmesini destekler (Bompa & Buzzichelli, 2018). Ayrıca endorfin seviyesinin yüksek kalması, psikolojik rahatlama, pozitif duygudurum ve motivasyon korunumu sağlar (Smith & Johnson, 2015). Tenis gibi bireysel rekabet sporlarında bu etki, özellikle stres kontrolü ve konsantrasyonun sürdürülebilirliği açısından önemlidir (Hanin, 2000).

5.5. Tenis İçin Soğuma Protokolleri

Bilimsel araştırmalar, aktif ve pasif soğumanın farklı kombinasyonlarının tenisçiler için etkili olduğunu göstermektedir (Kovacs & Ellenbecker, 2011).

Aşağıda profesyonel tenisçiler için önerilen bir soğuma protokolü örneği verilmiştir:

Aşama	Etkinlik	Süre / Tekrar	Amaç
1	Hafif tempolu jogging	3–5 dk	Kan akışını sürdürmek, venöz dönüşü desteklemek
2	Derin nefes ve yavaş yürüyüş	2–3 dk	Kalp-damar sistemini dengelemek
3	Statik esneme (quadiceps, hamstring, kalça fleksörleri, omuz, sırt)	10–30 sn / kas grubu	Kas elastikiyetini korumak, sertliği azaltmak
4	Foam rolling (kas gevşetme)	1–2 dk	Kas spazmını azaltmak, fasyal gevşeme

Aşama	Etkinlik	Süre / Tekrar	Amaç
5	Nefes ve gevşeme egzersizleri	2-3 dk	Parasempatik sinir sistemi aktivasyonu, zihinsel gevşeme

Toplam süre: 15-20 dakika.

Bu yapı, laktik asit birikimini azaltmakta ve kas ağrılarının (DOMS) oluşumunu önlemektedir (Fradkin vd., 2010).

5.6. Aktif ve Pasif Soğuma Arasındaki Farklar

Aktif soğuma, düşük yoğunluklu egzersizlerle (örneğin hafif jogging, bisiklet, esneme) yapılırken; pasif soğuma, sporcunun dinlenme pozisyonunda kalması veya masaj, kriyoterapi gibi dış müdahalelerle toparlanmasıdır (McArdle vd., 2015).

Araştırmalar, aktif soğumanın kan laktat düzeylerini daha hızlı düşürdüğünü, kas esnekliğini daha uzun süre koruduğunu ve yaralanma riskini azalttığını göstermektedir (Bishop, 2003). Pasif soğuma ise genellikle antrenman sonrası toparlanma veya yaralanma rehabilitasyonu süreçlerinde kullanılır.

5.7. Soğumanın Yaralanma Önleme ve Yenilenmedeki Rolü

Yetersiz soğuma, kas dokusunda birikmiş metabolitlerin uzaklaştırılamamasına ve kas sertliğine yol açar. Bu durum, özellikle art arda yapılan antrenmanlarda performans düşüklüğü ve mikrotravma riskini artırır (Kay & Blazevich, 2012). Soğuma sürecinde kan akışının devam etmesi, kas hücrelerinin rejenerasyonu için gerekli olan oksijen ve besin maddelerinin ulaşımını kolaylaştırır. Ayrıca, kas zarında biriken reaktif oksijen türlerinin (ROS) azaltılmasına yardımcı olarak kas hasarını sınırlar (Bompa & Buzzichelli, 2018). Bu nedenle düzenli soğuma, yalnızca o anki performansı değil, uzun vadeli spor kariyerini de koruyucu bir faktör olarak değerlendirilmelidir.

5.8. Psikolojik Yenilenme ve Rutin Oluşturma

Teniste soğuma, aynı zamanda maç sonrası mental geçiş sürecinin bir parçasıdır. Sporcunun zihinsel olarak maçın stresinden uzaklaşmasını sağlar ve bilişsel yükü azaltır (Smith & Johnson, 2015). Profesyonel sporcularda soğuma rutini, performans istikrarını korumada kritik bir unsurdur. Nefes egzersizleri, kısa meditasyonlar veya görselleştirme teknikleri, sporcuya öz farkındalık ve psikolojik rahatlama sağlar. Bu süreç, bir sonraki antrenman veya maça zihinsel olarak hazır olmayı kolaylaştırır (Hanin, 2000).

5.9. Soğuma Sürecinde Yenilenmeyi Destekleyen Uygulamalar

Modern spor fiziyojisi, soğuma ile birlikte aşağıdaki yenilenme destekleyici yöntemlerin de kullanılmasını önermektedir:

- Soğuk su uygulamaları (kriyoterapi): Kas iltihabını azaltır, dolaşımı düzenler.
- Masaj terapisi: Kas gevşemesi ve kan dolaşımını artırır.
- Beslenme ve sıvı desteği: Glikojen replenishment ve elektrolit dengesinin yeniden kurulması için önemlidir (McArdle vd., 2015).

Bu uygulamalar, soğuma sonrası toparlanma süresini kısaltır ve performansın sürekliliğini destekler.

SONUÇ

Tenis performansı, teknik becerilerin ötesinde, fiziyojik, nöromüsküler ve psikolojik unsurların bütüncül bir şekilde etkileşime girdiği dinamik bir süreçtir. Bu süreçte **ısınma**, sporcunun hem bedensel hem de zihinsel olarak müsabakaya hazırlanmasında temel bir köprü işlevi görür. Isınmanın amacı yalnızca vücut sıcaklığını artırmak değil; aynı zamanda sinir sistemi aktivasyonunu, kas elastikiyetini, reaksiyon hızını ve odaklanma düzeyini optimum hale getirmektir.

Araştırmalar, dinamik ısınma protokollerinin, özellikle tenis gibi kısa süreli, yüksek yoğunluklu ve çok yönlü hareket gerektiren sporlarda en etkili yöntem olduğunu ortaya koymaktadır (Behm & Chaouachi, 2011; Kovacs & Ellenbecker, 2011). Dinamik ısınma, hem fiziyojik sistemleri aktive eder hem de nöromüsküler iletişimi güçlendirerek servis, forehand ve backhand gibi patlayıcı hareketlerin kalitesini artırır. Buna karşın, uzun süreli statik esneme uygulamalarının performans üzerinde geçici olumsuz etkiler yaratabileceği belirlenmiştir (Kay & Blazevich, 2012).

Isınma aynı zamanda yaralanma önleme açısından da kritik öneme sahiptir. Kas-tendon birimlerinin elastikiyetinin artması, eklem sıvısının viskozitesinin azalması ve sinir-kas koordinasyonunun gelişmesi, akut sakatlık riskini belirgin biçimde azaltır (Woods vd., 2007; Fradkin vd., 2010). Bu nedenle ısınma süresi, içeriği ve yoğunluğu sporcunun yaşı, kondisyon durumu ve çevresel koşullara göre uyarlanmalıdır.

Psikolojik hazırlık boyutu da en az fiziyojik hazırlık kadar önemlidir. Profesyonel tenisçiler örneğin Chris Evert gibi ısınmayı sadece fiziksel bir zorunluluk değil, aynı zamanda zihinsel bir odaklanma ritüeli olarak

görmüşlerdir. Bu yönüyle ısınma, sporcunun stres düzeyini dengeleyerek bilişsel performansını da güçlendirir (Hanin, 2000).

Sonuç olarak, modern spor bilimi perspektifinden bakıldığında, ısınma; performans artırıcı, yaralanma önleyici ve psikolojik denge sağlayıcı çok boyutlu bir hazırlık süreci olarak değerlendirilmelidir. Tenis sporunda başarı, yalnızca teknik ustalıklarla değil, vücudun ve zihnin birlikte “hazır olma” durumuyla mümkündür. Bu nedenle antrenörlerin ve sporcuların, bilimsel temellere dayalı ısınma ve soğuma protokollerini düzenli ve disiplinli biçimde uygulamaları, performans sürdürülebilirliği ve uzun vadeli spor sağlığı açısından vazgeçilmezdir.

Kaynakça

- Akgün, S., Ünver, M., Comba, D., Akdemir, E., & Aydos, L. (2025). Bosuball exercises and aerobic endurance: a study on yo-yo running performance of soccer referees. *Journal of Sport for All and Recreation*, 7(2), 335-343.
- Arslanoğlu, C., Çelgin, G. S., Arslanoğlu, E., Demirci, N., Karakaş, F., Doğan, E., ... Küçük, H. (2024). An Effective Method of Aerobic Capacity Development Combined Training with Maximal Aerobic Speed and Small-Sided Games for Amateur Football Players. *APPLIED SCIENCE*, 14(19), 1-11.
- Aydemir, B., Yüksek, S., Ölmez, C., & Şar, H. (2021). Taekwondo temalı pliometrik antrenmanların 12-14 yaş taekwondo sporcularının motorik özellikleri üzerine etkisi. *Uluslararası Güncel Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 335-351.
- Baynaz, K. (2023). Sedanterlere tabata protokolleri ile uygulanan antrenman programlarının bazı fiziksel, fizyolojik parametrelere etkisi; Gazi Kitabevi: Ankara, Türkiye, 2023.
- Baynaz, K., Acar, K., Çinibulak, E., Atasoy, T., Mor, A., Pehlivan, B., & Arslanoğlu, E. (2017). Yüksek yoğunluklu interval antrenmanın esneklik ve anaerobik kapasite üzerine etkisi. *Journal of Human Sciences*, 14(4), 4088-4096.
- Bayrakdar, A., Zorba, E., & Gunay, M. (2020). 12-14 yaş tenisçilerde 10 haftalık bosuball egzersizlerinin statik dengeye etkisi. *Aksaray University Journal of Sport and Health Researches*, 1(1), 25-34.
- 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>
- Bishop, D. (2003). Warm up I: Potential mechanisms and the effects of passive warm up on exercise performance. *Sports Medicine*, 33(6), 439-454. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333060-00005>
- Bompa, T. O., & Buzzichelli, C. (2018). *Periodization: Theory and methodology of training* (6th ed.). Human Kinetics.
- Burton, D., & Raedeke, T. D. (2008). *Sport psychology for coaches*. Human Kinetics. (Metindeki "Smith & Johnson, 2015" yerine geçer.)
- Çelgin, G. S., & Arslanoğlu, E. (2024). Futbolcularda FIFA 11 ve RAMP Isınma Protokollerinin Sürat ve Çeviklik Performansına Akut Etkisi. *Spor ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(1), 96-112.
- Çelgin, G. S., Arslanoğlu, E., & Arslanoğlu, C. (2024). Does Aerobic Capacity Change According to Position in Football Players . *CBÜ Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 19(2), 339-349.

- Demirel, N., Özbay, S., Kaya, F., & Bayram, M. (2017). Elit güreşçilerde uygulanan aerobik ve anaerobik antrenman programının vücut kompozisyonuna üzerine etkileri. *International Journal of Social Sciences and Education Research*, 3(2).
- Evert, C. (1984). *Chrissie: My own story*. Simon & Schuster.
- Fernandez-Fernandez, J., Ulbricht, A., & Ferrauti, A. (2014). Fitness testing of tennis players: How valuable is it? *British Journal of Sports Medicine*, 48(Suppl 1), i22–i31. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-093152>
- Fletcher, I. M., & Jones, B. (2004). The effect of different warm-up stretch protocols on 20 m sprint performance in trained rugby union players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(4), 885–888. <https://doi.org/10.1519/00124278-200411000-00033>
- Fradkin, A. J., Zazryn, T. R., & Smoliga, J. M. (2010). Effects of warming-up on physical performance: A systematic review with meta-analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(1), 140–148. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181c643a0>
- Hammami, N., Bouzouraa, E., Ölmez, C., Hattabi, S., Mhimdi, N., Khezami, M. A., ... & Jemni, M. (2024). Isokinetic Knee Strengthening Impact on Physical and Functional Performance, Pain Tolerance, and Quality of Life in Overweight/Obese Women with Patellofemoral Pain Syndrome. *Journal of Clinical Medicine*, 13(16), 4696. <https://doi.org/10.3390/jcm13164696>
- Hanin, Y. (2000). *Emotions in sport*. Human Kinetics.
- Kay, A. D., & Blazevich, A. J. (2012). Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: A systematic review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(1), 154–164. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318225cb27>
- Kovacs, M. S. (2007). Tennis physiology: Training the competitive athlete. *Sports Medicine*, 37(3), 189–198. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737030-00001>
- Kovacs, M. S., & Ellenbecker, T. S. (2011). An 8-stage model for evaluating the tennis serve: Implications for performance enhancement and injury prevention. *Sports Health*, 3(6), 504–513. <https://doi.org/10.1177/1941738111414175>
- Kul, M., & Aydemir, B. (2024). Examination of the Relationship Between Max-Vo2 Values and Various Parameters of Football Players Playing in Amateur Football Team. *The Online Journal of Recreation and Sports*, 13(1), 63–69.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2015). *Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance* (8th ed.). Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins.

- 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.
- Sajedi, H., Bayram, M., & Bilgiç, M. (2020). Effect of PNF Ballistic and Static Stretching on the Range of Motion after Sports Injury Surgery in Football Athletes. *African Educational Research Journal*, 8(1), 105-109.
- Woods, K., Bishop, P., & Jones, E. (2007). Warm-up and stretching in the prevention of muscular injury. *Sports Medicine*, 37(12), 1089–1099. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737120-00006>
- Şar, H., & Akgün, S. (2025). Tenis Antrenmanlarının 7-11 Yaş Çocukların Motor Becerilerine Etkisi. *Spor ve Rekreasyon Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 38-49.
- Şar, H., Çelgin, G. S., Arslanoğlu, C., Kızılörs, G., Arslanoğlu, E., Ceylan, L., & Küçük, H. (2025). The Effects of FIFA 11 and Harmoknee Warm-Up Protocols on Flexibility Vertical Jump and Shooting Speed in Female Football Players A Comparative Study. *Applied Sciences*, 15(9), 4936–0. <https://doi.org/10.3390/app15094936>
- Yücelsoy, B., Ölmez, C., & Akcan, İ. (2023). Investigation of the relationships between somatotype, VO₂max, and explosive power performance in female soccer players. In *4th International Black Sea Modern Scientific Research Congress* (pp. 371–372). Rize, Türkiye, 6–8 Haziran.

Futbolcularda Fonksiyonel Antrenmanın İncelenmesi

Burakhan Aydemir¹

Özet

Bu makale, futbolcularda fonksiyonel antrenmanın performans ve sakatlık önleme üzerindeki etkilerini incelemektedir. Makalede, fonksiyonel antrenmanın futbolcularda hız, çeviklik ve kas dayanıklılığı gibi performans kriterlerini artırdığı, aynı zamanda spor yaralanmalarının önlenmesine katkıda bulunduğu vurgulanmaktadır. Araştırmalar, düzenli fonksiyonel antrenman uygulayan futbolcularda kas-iskelet sistemi sakatlıklarının daha az görüldüğünü göstermektedir. Ayrıca, bu antrenman türünün oyuncuların oyun sırasında daha etkin ve verimli hareket etmelerini sağladığı belirtilmiştir. Araştırmada, antrenman programlarının bireysel ihtiyaçlara ve sporcunun seviyesine göre planlanmasının önemi de vurgulanmaktadır. Sonuç olarak, fonksiyonel antrenman futbolcularda hem performans artışı hem de sakatlık riskinin azaltılması açısından etkili bir yöntem olarak önerilmektedir. Bu bulgular, antrenörler ve spor bilimcileri için, oyuncuların fiziksel kapasitesini artıracak ve uzun vadede sağlıklı kalmalarını destekleyecek programlar geliştirme konusunda yol gösterici niteliktedir.

Fonksiyonel Antrenman Nedir?

Fonksiyonel hareket, atletik yetkinliğin geliştirilmesinde büyük önem taşır. Optimal performans elde etmek ve günlük fiziksel aktiviteleri desteklemek için gerçekleştirdiğimiz hareketlerin hem enerji açısından verimli hem de uzun vadeli sağlık ve güvenliği destekleyici nitelikte olması gerekmektedir. Fonksiyonel hareket, atletik performans unsurlarını günlük yaşamın gereksinimleri ile bütünleşik bir şekilde bir araya getirir. Bu kapsamda hız, kuvvet, esneklik, dayanıklılık ve koordinasyon gibi motor beceriler ile dönme, itme, çekme gibi temel hareket kalıpları ve diğer dinamik hareketler,

1 Öğr. Gör. Dr., Karadeniz Teknik Üniversitesi, Beden Eğitimi Bölümü, Trabzon, Türkiye
Mail: burakhanaydemir@ktu.edu.tr; ORCID: 0000-0003-3922-3693

etkin bir hareket gerçekleştirmenin temelini oluşturur (Atabaş ve Kumartaşlı, 2025). Genç futbolcularda nöromüsküler koordinasyonun geliştirilmesini, merkez bölge stabilitesinin artırılmasını ve fonksiyonel hareket kalitesinin iyileştirilmesini amaçlayan antrenman modellerine yönelik ilgi giderek artmaktadır (Atıcı & Bayrakdar, 2025).

Fonksiyonel antrenman, günlük yaşamda veya spor aktivitelerinde yaptığımız hareketleri taklit eden bir antrenman yöntemidir (Liebenson, 2014). Bu antrenman sistemi, serbest ağırlıklar ve özel ekipmanlar kullanarak vücudun tamamını çalıştıran hareketleri içerir. Amaç, kasları güçlendirmek, vücudu sıkılaştırmak ve günlük yaşam hareketlerini daha rahat yapabilmeyi sağlamaktır. Fonksiyonel antrenman özellikle omurga kaslarını hedef alır ve bu sayede tüm vücut kas grupları çalıştırılır. Dengeli, güçlü ve kondisyon odaklı egzersizler yapılır ve tek bir kas yerine birden fazla kas grubu çalıştırılır. Bu antrenman sistemi kas sinir sisteminin yüksek seviyede aktive olmasını sağlar Böylece vücudun tamamını kapsayan bir antrenman yapılabilir ve günlük yaşam kolaylaştırılabilir (Şahin ve ark., 2023).

Fonksiyonel Hareket Taraması

Fonksiyonel Hareket Taraması (FHT), bireylerin hareket kapasitelerini ve fonksiyonel yeteneklerini ölçmek amacıyla kullanılan bir değerlendirme yöntemidir. Bu sistem, kas-iskelet sağlığını, duruş biçimini, dengeyi ve temel motor becerileri incelemeye odaklanır. FHT, çeşitli özel testler ve hareketlerden oluşur ve bireyin vücut mekanikleri, hareketin kalitesi, simetri, esneklik ile stabilize gibi unsurlarını değerlendirir.

Bu değerlendirme, olası hareket kısıtlılıklarını veya kas-denge dengesizliklerini tespit etmek, sakatlanma risklerini öngörmek ve kişiye uygun egzersiz programları tasarlamak için uygulanır. FHT'nin temel hedefi, bireylerin günlük yaşamda veya sportif aktivitelerde daha verimli ve güvenli hareket edebilmelerini sağlamaktır (Brown, 2012). Cook ve arkadaşları (2006) tarafından tanımlanan Fonksiyonel Hareket Taraması (FHT), başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için hem mobilite hem de stabilize dengesine ihtiyaç duyan yedi temel hareket paterninden oluşmaktadır. Bu paternler, temel hareketler, manipülasyon ve stabilizasyon hareketleriyle ilişkilendirilebilen, gözlemlenebilir performans görevlerini değerlendirmek amacıyla tasarlanmıştır.

FHT, işlevsel hareketleri kapsamlı biçimde değerlendiren yedi temel hareket paterninden oluşur. Buna ek olarak, kontrol testleri, bireyin hareketleri tamamlarken yaşadığı ağrı, rahatsızlık veya olası sorunları tespit etmek için uygulanır. Bu testler, bireyin hareket sırasında ortaya çıkabilecek problemleri

belirleyerek, daha güvenli ve etkili bir şekilde egzersiz yapmalarını sağlamayı amaçlar (Uçan, 2024).

Futbolda Fonksiyonel Antrenmanın Önemi

Modern futbol, oyunculardan yalnızca yüksek düzeyde fiziksel kapasite değil; aynı zamanda teknik beceri, karar verme hızı, yön değiştirme kabiliyeti ve oyun içi adaptasyon gibi özellikler de talep etmektedir (Aydemir ve ark., 2025) Bu bağlamda, geleneksel antrenman yöntemlerinin ötesine geçen bir yaklaşım olarak “fonksiyonel antrenman” ön plana çıkmaktadır (Iaia ve ark., 2009). Futbol özelinde, oyuncuların sahada verdiği tepkiler fiziksel ve teknik becerilerin iç içe geçmesiyle ortaya çıkar; bu nedenle antrenman programlarının da bu bütünlüğü destekleyecek biçimde düzenlenmesi gerekir.

Fonksiyonel antrenmanın önemi ilk olarak fiziksel kapasite gelişiminden başlamaktadır. Örneğin, bir çalışmada 10 ay süren hız, fonksiyonel ve geleneksel kuvvet antrenmanlarının uygulandığı elit genç futbolcularda ölçülen çizgisel sprint, yön değiştirme ve zıplama performanslarında gruplar arası farklar gözlemlenmiştir (Iaia ve ark., 2009). Bu sonuç, fonksiyonel antrenmanın yalnızca kuvvet veya dayanıklılık değil, değişken hareket paternleri ve adaptasyon gerektiren oyun içi senaryolar için de elverişli olduğunu göstermektedir.

Futbol oyununda yön değiştirme, ani hızlanma/duraklama, çift yönlü hareket, top kontrolü ve şut-pas uygulamaları sıkça yer almaktadır. Bu tür teknik-hareket profilinde, oyuncunun fiziksel altyapısı ve nöromusküler kontrolü doğrudan performansa yansır. Bu veriler, fonksiyonel antrenmanın teknik becerilerin oluşumunda destekleyici bir unsur olduğunu göstermektedir (França ve ark., 2022).

Fonksiyonel antrenmanın bir diğer kritik boyutu ise sakatlık riskinin azaltılmasıdır. Futbolcularda yüksek şiddette yön değiştirme, ivmelenme-yavaşlama ve temas temelli hareketler nedeniyle eklem ve kas yaralanmaları sık görülmektedir (Krolo ve ark., 2020). Bu bağlamda, fonksiyonel antrenman programları propriyosepsiyon, dengesizlik düzeltme, eksen değişimi ve çok yönlü hareket kombinasyonlarını içerdiğinden, oyuncuların hareket paternlerini optimize eder ve yaralanma riskini azaltma potansiyeli taşır. Böylece, antrenman programları sadece performans artışı değil, uzun vadeli hareket sağlığı açısından da değer kazanır.

Teknik ve fiziksel bileşenlerin entegrasyonu ise fonksiyonel antrenmanın belki de en önemli avantajıdır. (França ve ark., 2022). Geleneksel kuvvet veya dayanıklılık antrenmanları sıkça izole kas sistemlerine odaklanırken,

fonksiyonel antrenman sahada karşılaşılan kompleks görevleri yansıtan hareketlere yöneliktir. Örneğin, bir meta-analiz futbolcuların core eğitimiyle hız, denge ve çeviklik gibi becerilerinin geliştiğini göstermiştir; bu durum, teknik uygulamaların fizyolojik ve nöromüsküler altyapıyla desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Luo ve ark., 2023). Bu anlamda, fonksiyonel antrenman yalnızca bir “altyapı geliştirme” değil, teknik ve taktik performansı doğrudan destekleyen bir araçtır.

Sonuç olarak, futbolda fonksiyonel antrenmanın önemi dört temel başlıkta toplanabilir: (1) fiziksel kapasiteyi artırması (hız, güç, çeviklik), (2) teknik becerileri desteklemesi (pas, şut, yön değiştirme), (3) sakatlık riskini azaltmaya katkı yapması ve (4) fiziksel-teknik entegrasyon sunması. Bu nedenle, modern futbol antrenörleri ve spor bilimciler; antrenman programlarını sadece klasik kuvvet ve dayanıklılık içeriklerine değil, fonksiyonel hareketleri, stabilizasyonu ve oyun özelinde uyarlanmış egzersizleri de kapsayacak şekilde planlamalıdır. İleriki araştırmalarda daha uzun süreli, futbol özel testler kullanan ve teknik çıktılara odaklanan programların sonucu netleştirilmesi önerilmektedir.

KADIN FUTBOLCULARDA FONKSİYONEL ANTRENMAN

Yaş ilerledikçe kas yoğunluğunun azaldığı düşünülürse, fonksiyonel antrenmanların kadınlarda denge, postür ve kuvveti en etkili ve sağlıklı şekilde arttırdığı görülmektedir. Boyle’ye göre fonksiyonel antrenman, yaşanan kas kayıplarının yeniden geri kazanılmasında beden ağırlığının kullanılarak yapıldığı etkili bir egzersiz setidir (Boyle, 2010).

Örneğin, bir çalışmada kadın futbolcuların fonksiyonel hareket testlerinde (örneğin overhead squat, single-leg squat) ölçülen performans ile hız, güç ve tekrar sprint kabiliyeti gibi fitness parametreleri arasında anlamlı ilişkiler bulunduğu rapor edilmiştir (González-Fernández ve ark., 2022). Bu bulgu, fonksiyonel hareket altyapısının kadın futbolcularda fiziksel performansla yakın ilişki içinde olduğunu göstermektedir.

Aynı zamanda, kadın futbolcularda nöromüsküler kontrol, denge ve tek bacak üzerinde stabilizasyon yetenekleri özellikle önemlidir; çünkü yön değiştirme, ani duruş-kalkış ve yüksek hız gibi hareketler sırasında sakatlık riski artmaktadır. Bu bağlamda, bir sistematik inceleme kadın futbolcular üzerinde proprioseptif ve nöromüsküler antrenman metodlarının performans ve sakatlık önleme açısından etkili olduğunu belirtmiştir (Stanković ve ark., 2024). Dolayısıyla fonksiyonel antrenman yalnızca performansı desteklemekle kalmayıp oyuncunun uzun vadeli fiziksel sağlığını da koruma potansiyeline sahiptir.

Kadın futbol özelinde, antrenman programlarının tasarımında tek-bacak egzersizleri, denge ve koordinasyon odaklı egzersizler, core stabilizasyonu ve değişken yönlü dinamik hareketler yer almalıdır. Çünkü yapılan bazı gözlemsel çalışmalarda, kadın futbolcuların antrenman yüküyle fizyolojik iyileşme veya fonksiyonel performans değişimi arasında anlamlı ilişki bulunamamıştır (Gonçalves ve ark., 2021). Bu da gösteriyor ki sadece yükleme değil, yüklemenin niteliği (örneğin fonksiyonel içerik) ve bireyselleştirilmiş antrenman önemli.

ERKEK FUTBOLCULARDA FONKSİYONEL ANTRENMAN

Literatürde bazı çalışmalar, fonksiyonel antrenmanın futbolcuların performansı üzerinde olumlu etkileri olduğunu keşfetmiştir (Kotzamanidis ve ark., 2005). Christou ve arkadaşları (2006), erkek futbolcuların fiziksel kapasiteleri üzerine yaptıkları çalışmada, futbol antrenmanına ek olarak, oyuncuların fiziksel kapasitelerinin genel olarak iyileştirilmesi için kademeli direnç antrenmanının (fonksiyonel güç antrenmanı) bir kombinasyonunun kullanılabileceğini bulmuşlardır. Kotzamanidis ve arkadaşları (2005), yüksek yoğunluklu kuvvet ve hız antrenman programının futbolcuların sprint ve sıçrama performansları üzerindeki etkilerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, uygulanan programın sporcuların kuvvet performansında geleneksel direnç antrenmanı grubuna kıyasla daha iyi bir gelişme sağladığını belirtmişlerdir (Sevinç Yılmaz ve ark., 2024), 10 haftalık fonksiyonel antrenman sonrasında futbolcuların fiziksel uygunluk indeksi puanlarında çok anlamlı bir fark olduğunu bildirmişlerdir.

Fonksiyonel Antrenmanın Fiziksel ve Teknik Performans Üzerine Etkileri

Fiziksel Parametreler

Benzer şekilde, uzun süreli (10 ay) fonksiyonel antrenman uygulamalarının, futbolcularda doğrusal sprint ve yön değiştirme (change-of-direction) performansı üzerinde anlamlı gelişim sağladığı belirtilmiştir (Keiner ve ark., 2022). Bu bulgular, fonksiyonel antrenmanın sadece belirli bir fiziksel özelliği değil, aynı zamanda atletik performansın birçok bileşenini bütüncül biçimde desteklediğini göstermektedir. Örneğin, Sander ve arkadaşları (2013) tarafından elit genç futbolcular üzerinde yapılan bir çalışmada, fonksiyonel egzersizler içeren bir ısınma protokolünün (WPS), 8 günlük bir süre sonunda doğrusal sprint sürelerini (5m'den 30m'ye kadar) ve bazı yön değiştirme hızı performanslarını anlamlı düzeyde geliştirdiği bulunmuştur.

Teknik Parametreler

Fonksiyonel antrenman programları, futbolcularda sadece fiziksel kapasiteleri güçlendirmekle kalmaz, aynı zamanda teknik beceri performanslarına da olumlu katkılar sağlayabilir. Örneğin, genç futbolcularda yapılan bir 5 haftalık fonksiyonel antrenman müdahalesi, hızlanma ve denge testlerinde anlamlı düzeyde gelişim göstermiştir (Tomljanović ve ark., 2011). Ayrıca, elit genç futbolcular üzerinde gerçekleştirilen bir 10 ay süreli “hız, fonksiyonel ve geleneksel kuvvet” üçlü müdahale çalışmasında; çizgisel sprint ve yön değiştirme (change-of-direction) performansı gruplar arasında anlamlı bulunmuştur (Keiner ve ark., 2022). Buradaki bulgu, fonksiyonel antrenmanın teknik beceriler üzerinde de etki yaratabileceğini desteklemektedir. Öte yandan, teknik hareketlerde başarı için yalnızca hız veya kuvvet değil, aynı zamanda nöromüsküler koordinasyon, core stabilizasyonu ve hareket kalitesi gibi faktörlerin de kritik olduğu vurgulanmaktadır; bu bağlamda fonksiyonel antrenman çok eklemlili ve değişkenli hareket örüntülerini içerebildiğinden teknik becerilerin uygulanmasında avantaj sunabilir (Turna ve Alp, 2020). Böylece, futbolcuların top kontrolü, pas ve şut isabeti veya yön değiştirme gibi teknik performans unsurları, fiziksel altyapı geliştirme ile birlikte desteklenebilir.

Fonksiyonel antrenmanın teknik performansa olan etkisi sadece temel becerilerle sınırlı değildir; aynı zamanda oyun esnasında karar verme ve hareket bütünlüğü gibi kompleks teknik davranışları da olumlu yönde etkileyebilir. Bu nedenle, fonksiyonel antrenman, futbolcuların saha içerisindeki çok yönlü teknik performanslarını artırmak için etkili bir araç olarak değerlendirilebilir.

Sakatlık Önleme ve Rehabilitasyon Açısından Fonksiyonel Antrenman

Fonksiyonel antrenman, spor dallarında yaygın görülen kas-eklem yaralanmalarının önlenmesi ve sporcu rehabilitasyonunun etkinliği açısından kritik bir strateji olarak değerlendirilmektedir (Chen ve ark., 2021). Fonksiyonel antrenman, sporcuların çok eklemlili hareketlerini, denge ve core stabilizasyonunu hedefleyen egzersizleri içerir ve bu sayede yaralanma riskini azaltmada önemli bir rol oynar (Akgün ve ark., 2025; Comba ve ark., 2024; Stanković ve ark., 2024). Özellikle kadın futbolcular, alt ekstremitte yaralanmalarına erkeklere kıyasla daha yatkın olduğundan, fonksiyonel antrenman programları bu grupta kritik öneme sahiptir (Su ve ark., 2025). Yapılan bir meta-analizde, çok bileşenli egzersiz bazlı sakatlık önleme

programlarının uygulandığı gruplarda alt ekstremitte yaralanmaları %29 oranında azalmıştır (Castillo ve ark., 2025).

Daha spesifik olarak, denge ve proprioseptif egzersizlerin dahil edildiği programlar, anterior çapraz bağ (ACL) yaralanmalarını %36 oranında azaltmıştır (Griffin ve ark., 2000). Kadın futbolcular üzerinde yapılan bir çalışmada, 8 haftalık fonksiyonel antrenman uygulayan grupta diz ve ayak bileği yaralanma riskinin kontrol grubuna göre %31 azaldığı rapor edilmiştir (Yılmaz ve ark., 2024).

Rehabilitasyon sürecinde fonksiyonel antrenman, klasik izole kuvvet çalışmaları yerine tek-bacak denge, çok yönlü hareketler ve oyun benzeri durumları içeren protokoller ile uygulanmaktadır. Bu uygulamalar, sporcunun sahaya dönüş süresini kısaltmakta ve tekrar yaralanma riskini önemli ölçüde azaltmaktadır (Chen ve ark., 2021). Örneğin, diz yaralanması geçirmiş kadın futbolcularda, 6 haftalık fonksiyonel antrenman programı sonrası tekrar yaralanma oranı %42'den %18'e düşmüştür (Su ve ark., 2025).

Fonksiyonel antrenman ayrıca genel performans ve dayanıklılık üzerinde de olumlu etkiler göstermektedir. Kadın futbolculara yönelik yapılan sistematik incelemede, program süresince performans kaybı yaşamayan sporcuların %85'inde sakatlık önleyici etkiler gözlenmiştir (Stanković ve ark., 2024). Bu veriler, fonksiyonel antrenmanın sadece fiziksel kapasiteyi artırmakla kalmayıp, sakatlıkları önleyici ve rehabilitasyonu destekleyici bütüncül bir yaklaşım sunduğunu ortaya koymaktadır (Castillo ve ark., 2025; Yılmaz ve ark., 2024).

Fonksiyonel ve core stabilizasyon odaklı antrenmanlar, futbolcularda yaralanma riskini azaltmada önemli bir rol oynamaktadır. Sistematik derlemeler, core egzersizleri içeren sakatlık önleme programlarının diz yaralanmalarını anlamlı düzeyde azalttığını göstermektedir. Özellikle futbolcularda, bu tür programların diz yaralanmalarını %56 oranında azaltabileceği ve tekrar yaralanma riskini düşürdüğü bildirilmiştir (Al Attar ve ark., 2022). Benzer şekilde, hamstring yaralanmalarında core kas kuvvetlendirmesi içeren programlar, futbolcularda %47 oranında azalma sağlamaktadır; bu durum, core bölgesinin alt ekstremitte stabilizasyonunu desteklemesinin yaralanma riskini düşürdüğünü ortaya koymaktadır (Al Attar ve ark., 2023). Ayrıca, genç futbolcularda uygulanan genel sakatlık önleme programları, tüm yaralanma riskini yaklaşık %35–39 oranında azaltmıştır (Castillo ve ark., 2025).

Core stabilizasyonunun yaralanma önleyici etkisi, kuvvetin verimli transferi ve gövde kontrolünün artırılması ile ilişkilidir. Core kaslarının

güçlendirilmesi, pelvik ve gövde bölgesinin stabilizasyonunu artırarak, ani yön değişiklikleri ve patlayıcı hareketler sırasında alt ekstremitelerin güvenli bir şekilde çalışmasını sağlar (Al Attar ve ark., 2022). Bu mekanizma, özellikle futbol gibi yüksek hız ve çok yönlü hareket gerektiren sporlarda kritik öneme sahiptir. Ayrıca, core eğitimi denge, postür kontrolü ve nöromusküler koordinasyonu geliştirdiği için, sadece yaralanma riskini azaltmakla kalmaz, sporcuların saha içi performanslarını da dolaylı yoldan artırır (Al Attar ve ark., 2023).

Meta-analitik veriler, core antrenmanlarının temel atletik performans bileşenlerini anlamlı şekilde geliştirdiğini göstermektedir. Bu etkiler arasında hız, çeviklik, patlayıcı kuvvet ve dengenin iyileşmesi öne çıkmaktadır (Castillo ve ark., 2025). Özellikle kadın futbolcular üzerinde yapılan çalışmalarda, core odaklı programların çeviklik ve yön değiştirme performansını artırdığı gözlemlenmiştir; bu, sporcuların hem sakatlanma riskini düşürmesini hem de teknik becerileri sahada daha etkin kullanabilmesini sağlamaktadır (Al Attar ve ark., 2022). Bu bağlamda, core antrenmanı sadece bir güç geliştirme yöntemi olarak değil, aynı zamanda yaralanma önleme ve performans artırma aracı olarak da önem taşımaktadır.

Sonuç olarak, fonksiyonel ve core stabilizasyon odaklı antrenmanlar, futbolcuların özellikle alt ekstremitte yaralanmalarını önlemede ve tekrar yaralanma riskini azaltmada etkili bir strateji olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, bu antrenmanlar denge, koordinasyon ve kuvvet transferi gibi ara parametreleri geliştirerek saha içi performansı desteklemektedir. Bu nedenle, futbolcularda hem antrenman planlamasında hem de rehabilitasyon süreçlerinde core stabilizasyonunun sistematik olarak entegre edilmesi gereklidir (Al Attar ve ark., 2022.)

Antrenmanın Sahaya Transferi ve Maç Performansı Üzerindeki Doğrudan Etkiler

Fonksiyonel antrenman yaklaşımları, sporcularda kazanılan fiziksel yeteneklerin sahada ve maç koşullarında kullanılabilmesini destekleyen önemli mekanizmalar sunar. Özellikle çekirdek stabilizasyonu ve çok eklemlili hareket odaklı çalışmalar, kuvvetin vücut içindeki kinetik zincir aracılığıyla etkin biçimde aktarılmasına katkıda bulunabilir (Luo ve ark., 2022). Örneğin, Rodríguez-Perea ve ark. (2023) tarafından yapılan meta-analiz, çekirdek antrenmanının denge performansı üzerinde büyük bir etki ölçmüştü; denge için etki büyüklüğü $ES = 1.17$, $p < 0.0001$ olarak bildirilmiştir. Bu çalışma ayrıca dikey sıçrama için $ES = 0.69$, $p = 0.0003$ ve yatay sıçrama için $ES = 0.84$, $p = 0.01$ gibi olumlu sonuçlar da göstermiştir (Rodríguez-

Perea ve ark., 2023). Bu bulgular, çekirdek antrenmanının sahada yön değiştirme, ani duruş-kalkış gibi hareketlerin temeli olan stabilizasyon yetisini destekleyebileceğini göstermektedir. Buna karşılık, çekirdek antrenmanının hız, kuvvet ya da spor-özü beceriler (örneğin sprint, çeviklik) üzerindeki etkileri daha sınırlı ve tutarsızdır. Dong ve ark. (2023) tarafından yapılan bir meta-analizde, spor-özü güç için $SMD = 0.39$ (95 % CI: 0.06–0.72; $p = 0.02$) olarak bulunmuş, hız için ise $SMD = -0.32$ (95 % CI: -1.05–0.40; $p = 0.39$) ve çeviklik için $SMD = -0.54$ (95 % CI: -1.23–0.15; $p = 0.12$) şeklinde sonuçlar bildirilmiştir (Dong ve ark., 2023). Bu veriler; çekirdek antrenmanının genel atletik kapasiteyi geliştirebildiğini, ancak saha koşullarına ve spor-özü performansa doğrudan transferinin her zaman güçlü olmadığını işaret etmektedir. Arslanoğlu ve ark. (2017) ise yaptıkları bir çalışmada futbolcularda bacak kuvveti ile aerobik ve anaerobik kapasite arasında ilişki olmadığını bildirmişlerdir.

Ancak bireysel düzeyde yapılan bazı uygulamalı araştırmalar, belirli parametrelerde anlamlı gelişmeler ortaya koymuştur. Akgün ve Şar (2025) kadın futbolcularla yaptıkları çalışmada baldır çevresi, sıçrama performansı ve şut hızı arasında anlamlı ilişkiler bulmuşlardır. Sofuoğlu ve arkadaşları (2024) tarafından 8 haftalık çekirdek stabilizasyon programı uygulanan 12–14 yaş arası futbolcularda, şut hızı ve 20 m sprint süresinde anlamlı iyileşmeler ($p < 0.05$) gözlenmiş; ancak çeviklik testlerinde (505 agility) anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$). Şar ve ark. (2025) kadın futbolcular üzerinde yaptıkları farklı ısınma programlarının esneklik, dikey sıçrama, şut hızı gibi parametrelerde gelişim gösterdiklerini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Bozyel ve ark. (2022) genç elit futbolcularda dinamik çekirdek stabilitesi ile anaerobik performans arasında pozitif ancak zayıf düzeyde ilişkiler bildirmiştir ($r = 0.370$, $p = 0.029$; $r = 0.371$, $p = 0.028$). Bu sonuçlar, çekirdek kontrolünün güç üretimi ve enerji aktarımıyla ilişkili olduğunu, ancak doğrudan sprint hızına veya çevikliğe etkisinin sınırlı kalabileceğini göstermektedir.

Farklı Ülkelerden Futbolda Fonksiyonel Antrenman Çalışma Örnekleri

Türkiye’de elit futbolcular üzerinde yapılan sekiz haftalık bir fonksiyonel antrenman programında, deney grubuna haftada iki gün ek fonksiyonel antrenman uygulanmış ve ön-son testlerde bazı fizyolojik ve biyomotor iyileşmeler gözlenmiş; ancak gruplar arası karşılaştırmalarda anlamlı fark elde edilememiştir (Turna ve Alp, 2020). Ayrıca Çin’de genç kadın futbolcular üzerinde yapılan bir çalışmada, fonksiyonel hareket kalitesi ile 30 m sürat ve dikey sıçrama performansı arasında anlamlı ilişkiler bulunmuş ve bu durum

fonksiyonel antrenmanın performans göstergeleriyle ilişkili olabileceğini ortaya koymuştur (Zhang ve ark., 2022). Benzer şekilde, futbolculara uygulanan 8 haftalık hamstring ağırlıklı kuvvet egzersizlerinin H/Q oranını artırdığı, FMS sistemine göre planlanan alt ekstremit e egzersiz programlarının ise FMS skorlarında olumlu değışimler sağladığı bildirilmektedir (Bayrakdar & Kılınç Boz, 2020). Bu çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, fonksiyonel antrenmanın etkilerinin oyuncu seviyesi, antrenman süresi, uygulama içeriğı ve kullanılan ölçüm parametrelerine bağılı olarak farklılık gösterebildiğı anlaşılmaktadır.

Kaynakça

- Akgün, S., & Halit, Ş. (2025). The Relationship Between Calf Circumference, Jump Performance and Shot Velocity In Female Soccer Players. *Anatolia Sport Research*, 6(2), 93-101. <http://dx.doi.org/10.29228/anatoliasr.96>
- Akgün, S., Ünver, M., Comba, D., Akdemir, E., & Aydos, L. (2025). Bosuball exercises and aerobic endurance: a study on yo-yo running performance of soccer referees. *Journal of Sport for All and Recreation*, 7(2), 335-343.
- Al Attar, W., Almutairi, M., & Alotaibi, H. (2022). The effectiveness of injury prevention programs that include core stability exercises in reducing the incidence of knee injury among soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*.
- Al Attar, W. S. A., & Husain, M. A. (2023). Effectiveness of injury prevention programs with core muscle strengthening exercises to reduce the incidence of hamstring injury among soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, 15(6), 805-813.
- Arslanoğlu, C., Baynaz, K., Acar, K., Mor, A., İpekoğlu, G., & Arslanoğlu, E. (2017). Futbolcularlarda bacak kuvveti ile aerobik ve anaerobik kapasite ilişkisi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 20(1), 37-45.
- Atabaş, E. G., & Kumartaşlı, M. (2025). 8 haftalık fonksiyonel antrenman yaklaşımının genç erkek yüzücülerin kuvvet, esneklik ve yüzme performansı na etkisi. *Sportive*, 8(1), 59-71.
- Atıcı, M., & Bayrakdar, A. (2025). The Effects of TRX-Based Functional Training on Sprint, Agility, and Balance in Youth Football Players: A Controlled Experimental Study. *Journal of Sport for All and Recreation*, 7(3), 578-587.
- Aydemir, B., Sevinç Yılmaz, D., & Marangoz, İ. (2025). Taekwondocularla Bacak Sertliğinin Palding-Chagi Performansına Etkisi Ne Kadar Önemlidir? *Sportive*, 8(2), 354-374. <https://doi.org/10.53025/sportive.1701160>
- Bayrakdar, A., & Kılınç, B. H. (2020). The effect of functional movement screen and lower extremity training on hamstring/quadiceps ratio in football players. *Physical Education of Students*, 24(2), 80-85.
- Boyle, M. (2010). *Advances in functional training*. on Target Publications.
- Bozyel, S. B., Saraç, D. C., Koçak, U. Z., Gücenmez, S., Kahveci, G., Ateş, N., & Bayraktar, D. (2022). The relationships between static and dynamic core stability and anaerobic exercise capacity in young elite male soccer players. *Spor Hekimliği Dergisi*, 57(3), 117-122.
- Brown, P. (2012). Movement: Functional movement systems – Screening, assessing, corrective strategies. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 56(4), 316.

- Castillo, D., Marqués-Jiménez, D., Bertollo, M., López-Flores, M., Bovolon, L., De Fano, A., & Pompa, D. (2025). A systematic review and meta-analysis of various injury prevention programs in youth soccer players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17, 190.
- Chen, J., Zhang, C., Chen, S., & Zhao, Y. (2021). Effects of functional correction training on injury risk of athletes: A systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 9, e11089.
- Christou, M., Smilios, I., Sotiropoulos, K., Volaklis, K., Pilianidis, T., & Tokmakidis, S. P. (2006). Effects of resistance training on the physical capacities of adolescent soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20(4), 783–791.
- Comba, D., Anıl, B., Akdemir, E., Korkmaz, E., Kumru, D., & Gul, A. (2024). Evaluation of Lower Extremity and Core Strength in Young Female and Male Volleyball Players. *Journal of Pioneering Medical Sciences*, 13(1).
- Cook, G., Burton, L., & Hoogenboom, B. (2006). Pre-participation screening: The use of fundamental movements as an assessment of function – Part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 1(2), 62–72.
- Dong, K., Yu, T., & Chun, B. (2023). Effects of core training on sport-specific performance of athletes: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Behavioral Sciences*, 13(2), 148.
- França, C., Gouveia, É., Caldeira, R., Marques, A., Martins, J., Lopes, H., Henriques, R., & Ihle, A. (2022). Speed and Agility Predictors among Adolescent Male Football Players. *International journal of environmental research and public health*, 19(5), 2856. <https://doi.org/10.3390/ijerph19052856>
- Gonçalves, L., Clemente, F. M., Barrera, J. I., Sarmiento, H., Praça, G. M., Andrade, A. G. P., Figueiredo, A. J., Silva, R., Silva, A. F., & Carral, J. M. C. (2021). Associations between physical status and training load in women soccer players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(19), 10015.
- González-Fernández, F. T., Castillo-Rodríguez, A., Rodríguez-García, L., Clemente, F. M., & Silva, A. F. (2022). A data analytics approach to assess the functional and physical performance of female soccer players: A cohort design. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 8941.
- Griffin, L. Y., Agel, J., Albohm, M. J., Arendt, E. A., Dick, R. W., Garrett, W. E., Garrick, J. G., Hewett, T. E., Huston, L., Ireland, M. L., Johnson, R. J., Kibler, W. B., Lephart, S., Lewis, J. L., Lindenfeld, T. N., Mandelbaum, B. R., Marchak, P., Teitz, C. C., & Wojtys, E. M. (2000). Non-contact anterior cruciate ligament injuries: Risk factors and prevention strategies. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 8(3), 141–150.

- Iaia, F. M., Rampinini, E., & Bangsbo, J. (2009). High-intensity training in football. *International journal of sports physiology and performance*, 4(3), 291–306.
- Keiner, M., Kadlubowski, B., Sander, A., Hartmann, H., & Wirth, K. (2022). Effects of 10 months of speed, functional, and traditional strength training on strength, linear sprint, change of direction, and jump performance in trained adolescent soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 36(8), 2236–2246.
- Kotzamanidis, C., Chatzopoulos, D., Michailidis, C., Papaiakevou, G., & Patikas, D. (2005). The effect of a combined high-intensity strength and speed training program on the running and jumping ability of soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(2), 369–375.
- Krolo, A., Gilic, B., Foretic, N., Pojskic, H., Hammami, R., Spasic, M., Uljevic, O., Versic, S., & Sekulic, D. (2020). Agility Testing in Youth Football (Soccer) Players; Evaluating Reliability, Validity, and Correlates of Newly Developed Testing Protocols. *International journal of environmental research and public health*, 17(1), 294.
- Liebenson, C. (2014). *Functional training handbook*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Luo, S., Soh, K. G., Soh, K. L., Sun, H., Nasiruddin, N. J. M., Du, C., & Zhai, X. (2022). Effect of core training on skill performance among athletes: A systematic review. *Frontiers in Physiology*, 13, 915259.
- Luo, S., Soh, K. G., Zhang, L., Zhai, X., Sunardi, J., Gao, Y., & Sun, H. (2023). Effect of core training on skill-related physical fitness performance among soccer players: A systematic review. *Frontiers in Public Health*, 10, 1046456.
- Rodríguez-Perea, Á., Reyes-Ferrada, W., Jerez-Mayorga, D., et al. (2023). Core training and performance: A systematic review with meta-analysis. *Biology of Sport*, 40(4), 975–992.
- Sander, A., Keiner, M., Schlumberger, A., Wirth, K., & Schmidtbleicher, D. (2013). Effects of functional exercises in the warm-up on sprint performances. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(4), 995–1001.
- Sofuoğlu, Y., Güçhan Topçu, Z., & Bayrakçı Tunay, V. (2024). The effect of core stability training on ball-kicking velocity, sprint speed, and agility in adolescent male football players. *PLOS ONE*, 19(5), e0305245.
- Stanković, M., Čaprić, I., Katanić, B., Špirtović, O., Maljanović, D., Nailović, H., Muković, I., Jelaska, I., & Trajković, N. (2024). Proprioceptive training methods in female soccer players: A systematic review. *BMC Sports Science, Medicine & Rehabilitation*, 16(1), 101.
- Su, W., Wang, J., Ying, Y., Lu, B., Liu, H., Zhou, Z., Liu, C., & Yun, H. (2025). Injury risk reduction programs including balance training reduce the inci-

- dence of anterior cruciate ligament injuries in soccer players: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 20(1), 248.
- Şahin, M., Civan, A. H., & Köktaş, E. (2023). Kadınlarda 8 haftalık fonksiyonel antrenman programının fiziksel uygunluk parametreleri üzerine etkisi. *İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 10(1), 23–31.
- Şar, H., Çelgin, G. S., Arslanoğlu, C., Kızılörs, G., Arslanoğlu, E., Ceylan, L., & Küçük, H. (2025). The Effects of FIFA 11+ and Harmoknee Warm-Up Protocols on Flexibility, Vertical Jump and Shooting Speed in Female Football Players: A Comparative Study. *Applied Sciences*, 15(9), 4936. <https://doi.org/10.3390/app15094936>
- Tomljanović, M., Spasić, M., Gabrilo, G., Uljević, O., & Foretić, N. (2011). Effects of five-week functional vs. traditional resistance training on anthropometric and motor performance variables. *Kinesiology*, 43(2), 145–154.
- Turna, B., & Alp, M. (2020). The effects of functional training on some biomotor abilities and physiological characteristics in elite soccer players. *Journal of Education and Learning*, 9(1), 164–171.
- Sevinç Yılmaz, D., Aydemir, B., & Marangoz, İ. (2024). Çocuklarda genel koordinasyon çalışmalarının bazı fiziksel parametrelere etkisi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 18(3), 567–583.
- Yılmaz, O., Soylu, Y., Erkmen, N., et al. (2024). Effects of proprioceptive training on sports performance: A systematic review. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16, 149.
- Zhang, J., Lin, J., Wei, H., & Liu, H. (2022). Relationships between functional movement quality and sprint and jump performance in female youth soccer athletes of Team China. *Children*, 9(9), 1312.

Basketbolcularda Hareket ve Antrenman Bilimi: Basketbolun Fiziksel ve Fizyolojik Talepleri

Doğa Comba¹

Özet

Basketbol, yüksek yoğunluklu sprintler, ani yön değiştirmeler, sıçramalar, ikili mücadeleler ve karar verme süreçlerinin bir arada yürütüldüğü çok yönlü bir spor dalıdır. Bu dinamik yapısı nedeniyle basketbolcuların performansı yalnızca teknik becerilere değil, aynı zamanda hareket verimliliği, enerji sistemi adaptasyonları ve nöromüsküler kapasiteye de bağlıdır. Hareket bilimi, sporcuların biyomekanik hizalanma, motor kontrol, eklem stabilitesi ve kinetik/kinematik parametreler açısından analiz edilmesini sağlarken, antrenman bilimi ise bu gereksinimleri destekleyen kuvvet, hız, dayanıklılık ve pliometrik adaptasyonların planlı biçimde geliştirilmesini hedefler. Modern basketbolda performans optimizasyonu ile sakatlık riskinin azaltılması amacıyla bu iki alanın bütüncül bir yaklaşımla ele alınması giderek önem kazanmaktadır. Günümüzde kuvvet platformları, IMU sensörler, GPS/LPS tabanlı sistemler ve kas oksijenasyonu ölçüm teknolojileri gibi araçların kullanımıyla sporcuların yüklenme profilleri ve fizyolojik tepkileri daha hassas biçimde izlenebilmektedir. Bu bölüm, basketbolda hareket ve antrenman biliminin temel prensiplerini açıklamakta; biyomekanik parametreler, fizyolojik adaptasyonlar, antrenman modelleri, yüklenme yönetimi, yorgunluk takibi, performans analizi ve sakatlık önleme stratejilerini güncel bilimsel veriler ışığında tartışmaktadır. Ayrıca kadın-erkek basketbolcular arasındaki fizyolojik farklılıklara ve genç-elit sporcu profillerine ilişkin bulgulara da odaklanılmaktadır.

1. Giriş

Basketbol, yüksek yoğunluklu sprintler, ani duruşlar, yön değiştirmeler, sıçramalar, ikili temaslar ve karar verme süreçlerini içeren çok boyutlu bir takım sporudur (Stojanović ve ark., 2018; Tura ve ark., 2024). Ortalama

1 Araş. Gör., Giresun Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Giresun, Türkiye
doga.comb@giresun.edu.tr ORCID: 0000-0002-9684-7403

40 dakikalık bir karşılaşma süresince bir basketbolcu, 4.000–5.000 metre arasında mesafe kat eder, bunun yaklaşık %15–20'si yüksek şiddetli koşu ve tekrarlayan sprintlerden oluşur (Milanović ve ark., 2020). Bu nedenle basketbol, aerobik enerji sistemine dayansa da başarı için anaerobik güç, reaksiyon hızı, çeviklik, kuvvet ve nöromüsküler koordinasyonun entegre biçimde gelişmiş olmasını gerektirir (Scanlan ve ark., 2012). Modern basketbol anlayışında performansı belirleyen en kritik bileşenler arasında hareket ve antrenman bilimi yer almaktadır (Wang, 2024). Hareket bilimi oyuncuların motor kontrol, biyomekanik hizalanma, eklem stabilitesi ve kinetik/kinematik veri analizi yoluyla performanslarının değerlendirilmesini sağlar (Duan ve ark., 2025). Antrenman bilimi ise bu hareket gereksinimlerini destekleyen kuvvet, hız, dayanıklılık, pliometrik kapasite ve nöromüsküler adaptasyonları periodize eden bilimsel yaklaşımları ifade eder (Cao ve ark., 2024).

Günümüzde yalnızca teknik ve taktik kısmında iyi bir seviyede olmak, elit seviyedeki sporcuların başarısı için yeterli görülmemekle birlikte sporcuların hareket verimliliği, enerji sistem adaptasyonu, yüklenme yönetimi ve sakatlık önleme stratejileriyle entegre olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Jianjun ve ark., 2025; Ferraz ve ark., 2023). Literatürde basketbolcuların fizyolojik yanıtları, sıçrama mekanikleri, yüklenme-dağılım ilişkisi ve sakatlık profilleri üzerine çok sayıda çalışma bulunsa da (Schelling & Torres-Ronda, 2021), özellikle 2020 sonrası dönemde teknoloji tabanlı veri toplama sistemleri (Force plate, LPS/GPS, IMU sensörler, kas oksijenasyonu-NIRS, AI tabanlı hareket analizi) kullanımı ile daha detaylı bilgiler elde edilmeye başlanmıştır (Pinelli ve ark., 2025). Bununla birlikte hareket bilimi ve antrenman bilimini bütünleştiren, performans optimizasyonu ile sakatlık önleyici yaklaşımları tek çatı altında sunan kapsamlı akademik çalışmalar hâlâ sınırlıdır (Sosa ve ark., 2025).

Bu bölümün amacı, basketbolcularda hareket ve antrenman biliminin temel bileşenlerini bilimsel temelde açıklamak; biyomekanik parametreler, fizyolojik adaptasyonlar, antrenman modelleri, yüklenme takibi, yorgunluk, performans izleme ve sakatlık önleme stratejilerini güncel kaynaklara dayalı olarak sunmaktır. Ayrıca hem genç hem elit basketbolculardan oluşan farklı popülasyonların karşılaştırılmasına, kadın ve erkek basketbolcularda görülen farklılıklara ve modern basketbolun gerektirdiği performans modelinin yorumlanmasına odaklanılacaktır.

2. Vücut Kompozisyonu ve Segmentel Özellikler

Elit basketbolcularda genel olarak erkeklerde boy 190–210 cm, kadınlarda 175–190 cm, kol açıklığı genellikle boydan 5–8 cm daha fazladır (Vadillo-Ventura ve ark., 2025). Vücut kitle indeksi (VKİ) çoğunlukla “yüksek kas kütlesi nedeniyle” normal sınırların üzerinde görünse de yağ oranı erkeklerde %8–14, kadınlarda %14–20 aralığındadır (Mikić ve ark., 2025). DXA verilerine göre basketbolcularda alt ekstremita kas kütlesi, toplam kas kütlesinin %36–40’ını oluşturur. Bu, sıçrama performansı ve yön değiştirme kabiliyeti ile pozitif ilişkilidir (Martins ve ark., 2021). Pozisyonlara göre değerlendirme:

✎ Guard’lar daha düşük yağ oranına ve yüksek çeviklik skorlarına sahiptir (Čaušević ve ark., 2023).

✎ Pivotlar daha yüksek kas kütlesi, diz ve kalça eklem yüklenmesi nedeniyle daha fazla sakatlık riski taşır (Wang, 2024).

✎ Forvet’ler ise hibrit özellik taşıırken hem dış hücum oyunu hem de pota altı mücadeleleri yaparlar (Sekulić ve ark., 2017).

3. Biyomekanik ve Hareket Analizi

Basketbolda performans yalnızca kondisyonla değil, hareketlerin ne kadar doğru, dengeli ve verimli yapıldığıyla da ilgilidir (Kılınçarslan ve ark., 2019). Sıçrama, yön değiştirme, ani duruş, hızlanma ve şut gibi hareketlerin temelinde vücudun mekanik özellikleri, kas-iskelet sisteminin uyumu ve segmentler arası hareket senkronizasyonu yer alır. Biyomekanik analiz, bu hareketlerin nasıl gerçekleştiğini ölçerek hem performansı artırmayı hem de sakatlık riskini azaltmayı amaçlar (Keogh, 2023).

3.1 Sıçrama Mekanikliği (Vertical Jump)

Basketbolda ribaund, blok ve smaç gibi hareketler için dikey sıçrama büyük önem taşır. Bir sıçrama üç aşamadan oluşur: Hazırlık-çömelme, itme-yerden yükselme ve havada kalış ve yere basma anı

Bu aşamaların gerçekleşmesinde görev alan en kritik kas grupları; quadriceps, hamstring, kalça ekstansörleri (gluteus), baldır kasları (gastrocnemius, soleus) ve core stabilite kaslarıdır (Kipp & Kim, 2023; Westwood ve ark., 2025).

✎ Sıçramayı etkileyen faktörler:

- Diz ve kalça açısının uygun olması (optimal çömelme açısı $\approx 90-100^\circ$) (Kipp & Kim, 2023).

- Patlayıcı kuvvet (kasın kısa sürede maksimum güç üretmesi) (Westwood ve ark., 2025).
- Yerde kalma süresinin kısa olması (reaktif sıçrama) (Huang ve ark., 2024).
- İnışte dizlerin içe kapanmaması (diz valgus) (Gomes ve ark., 2025)

Force platformlar kullanılarak sıçrama sırasında yere uygulanan tepki kuvveti, güç-zaman eğrisi ve iniş sırasında eklem yükleri ölçülebilmektedir (Huang ve ark., 2024).

3.2 Yön Değiştirme ve Ani duruş (Cutting & Deceleration)

Basketbolda oyuncular maç boyunca onlarca kez ani duruş, sağ-sol kesme (cut) ve hızlanma yaparlar. Bu hareketlerde en fazla yüklenen eklemler diz, kalça ve ayak bileğidir (Zhu ve ark., 2024).

- Ani duruş sırasında vücut ağırlığının 2–4 katı kuvvet diz eklemine biner (Zhu ve ark., 2024).
- Diz içe doğru kaçarsa (valgus), ön çapraz bağa (ACL) aşırı yük biner (Gomes ve ark., 2025)
- Core kaslarının zayıf olması gövdeyi kontrol etmeyi zorlaştırır (Leppänen ve ark., 2017).

Doğru ani duruş tekniği için:

- Diz kalça ile aynı doğrultuda olmalı
- Gövde çok fazla öne düşmemeli
- Topuk yerine ayak ön kısmıyla temas edilmeli
- Kaslar hareketten önce kasılmaya hazırlanmış olmalı (ön aktivasyon) (Mancino ve ark., 2024)

3.3. Diz, Kalça ve Ayak Bileği Biyomekanik

- Kalça kontrolü zayıfsa, diz içe doğru döner → diz valgusu oluşur → ACL sakatlanma riski artar.
- Ayak bileği pronasyon (içe basma) fazlaysa, diz eklemine yana doğru bir stres biner.
- Pivot oyuncular sık sık postta dönme, sırtı potaya alma ve vücut teması yaşadığından diz ve bel bölgesine yük artar (Gomes ve ark., 2025).

3.4 Basketbolda Biyomekanik Problemler

- Dizlerin içe kapanması (valgus) → ACL riski
- İnişte gövdenin fazla öne düşmesi → bel ve diz yüklenmesi
- Hızlı frenlemelerde topuğa basma → ayak bileği burkulmaları
- Yetersiz core gücü → vücut dengesizliği, temas sonrası kontrol kaybı

4. Fizyolojik Adaptasyonlar ve Enerji Sistemleri

Basketbol sürekli dur-kalkların, sıçramaların, kısa süreli sprintlerin ve aktif dinlenmelerin sıkça tekrarlandığı yüksek tempolu bir spor olduğu için, aerobik (oksijenli) ve anaerobik (oksijensiz) enerji sistemleri birlikte çalışır (Shalom ve ark., 2023).

4.1 Basketbolda Kullanılan Enerji Sistemleri

Enerji Sistemi	Kullanıldığı Durum	Süre	Örnek
ATP-PC (Fosfajen)	Kısa ve patlayıcı hareketler	0–10 sn	Sıçrama, sprint başlangıcı, blok (Shalom ve ark., 2023)
Anaerobik glikoliz	Uzayan 10–30 sn yüksek şiddetli efor	10–30 sn	Art arda sprint, hızlı hücum blok (Shalom ve ark., 2023)
Aerobik sistem	Dinlenme araları, düşük tempolu koşular	30 sn ve sonrası	Set araları, oyundan çıkma, serbest atış blok (Shalom ve ark., 2023)

✂ Basketbolcular, maç sırasında enerjilerinin yaklaşık %60–70'i aerobik, %30–40'ı anaerobik sistemlerden sağlamaktadır (Shalom ve ark., 2023).

4.2 Kardiyovasküler (Kalp-Damar) Adaptasyonlar

- Elit basketbolcularda maksimal oksijen tüketimi (VO_{2max}) erkeklerde 50–60 ml/kg/dk, kadınlarda 45–55 ml/kg/dk seviyesindedir (Lidor, 2007).
- Yüksek VO_{2max} , oyuncunun daha geç yorulmasını, hızlı toparlanmasını ve maç boyunca yüksek tempoyu sürdürebilmesini sağlar (Nikolaïdis ve ark., 2022).
- Düzenli antrenman ile kalp kası güçlenir, istirahat kalp atım hızı (HR_{rest}) düşer, kalp hacmi artar (Lobo ve ark., 2023).

4.3 Kas ve Sinir Sistemi Adaptasyonları

Basketbolda kasların hem kuvvetli hem de hızlı kasılması gerekir. Bu nedenle:

- Tip II (hızlı kasılan) kas lifleri, ribaund, sıçrama ve sprint gibi hareketlerde belirleyicidir.
- Tip I (yavaş kasılan) kas lifleri, oyunun temposunu sürdürebilmek ve tekrar eden hareketlere dayanabilmek için gereklidir (Soliyeva, 2025).
- Düzenli kuvvet ve plyometrik antrenmanlar ile kas liflerinin çapı ve sinir sistemi aktivasyon hızı artar (Sacot ve ark., 2022).

4.4 Laktat Birikimi ve Yorgunluk

- Yüksek tempoda oksijenin yetmediği durumlarda kaslarda laktat üretimi artar.
- Elit basketbolcularda ortalama laktat değeri 4–8 mmol/L seviyelerine çıkabilmektedir (molalarda).
- Laktat birikimi tek başına “kas yanması” değildir; asıl yorgunluk sebebi hidrojen iyonu artışı ve pH düşmesidir (Edwards ve ark., 2018)

4.5 Hormonlar ve Endokrin Sistem Yanıtları

Basketbol gibi yüksek yoğunluklu sporlar, hormon düzeylerini doğrudan etkileyerek hem performansı hem de toparlanma süreçlerini şekillendirir. Testosteron, kas büyümesi, güç gelişimi ve agresiflik ile ilişkili olup, kuvvet ve sprint antrenmanları sonrasında bu parametrelerde artış gözlemlenir (Koundourakis ve ark., 2019). Kortizol, vücudun stres yanıtında kritik rol oynarken, aşırı yüklenme durumunda yükselerek bağışıklık sistemini baskılayabilir (Bailey ve ark., 2021). Büyüme hormonu (GH) kas yapımı ve yağ metabolizmasında etkilidir ve yoğun antrenman sırasında artar. IGF-1 (Insulin-like Growth Factor-1) ise kas yenilenmesini destekler ve özellikle uyku ve toparlanma sürecinde yükselir (KV & Vasanthi, 2024).

Bu hormonlar arasındaki etkileşim, basketbolcuların performans kapasitesi ve toparlanma süreçleri açısından önemlidir. Düzenli antrenman programları, uygun yüklenme ve yeterli toparlanma süreleri, hormon dengesini optimize ederek hem kas adaptasyonlarını hem de müsabaka sırasında dayanıklılığı artırabilir (Koundourakis ve ark., 2019).

5. Antrenman Modelleri ve Yüklenme Yönetimi

Basketbolda performansı geliştirmek sadece kondisyon kazanmakla sınırlı değildir; güç, hız, çeviklik, sıçrama, oyun içi karar verme ve sakatlık riskini azaltmaya yönelik sistemli bir antrenman planlaması gerekir. Bu bölümde basketbolcular için kullanılan temel antrenman türleri, nasıl uygulanmaları gerektiği ve yüklenmenin nasıl kontrol edileceği açıklanmaktadır.

5.1 Kuvvet Antrenmanı

Basketbolda kuvvetli olmak hem patlayıcı güç üretimi hem de sakatlıkların önlenmesi açısından kritik bir bileşendir. Maksimal kuvvet, kasın üretebileceği en yüksek güç olarak tanımlanır ve squat veya deadlift gibi temel kuvvet hareketleri ile geliştirilir. Patlayıcı güç (ani güç üretimi) ise çok kısa sürede yüksek güç oluşturabilme kapasitesini ifade eder; jump squat veya medicine ball throw gibi hareketler bu tür kuvveti artırmaya yöneliktir. Core kuvveti, gövde stabilitesi, denge ve yön değiştirme kontrolü için gereklidir ve plank veya Pallof press gibi egzersizlerle desteklenebilir. Eksantrik kuvvet, kasın uzayarak direnç göstermesi yeteneğini kapsar ve özellikle anterior cruciate ligament (ACL) yaralanmalarının önlenmesi açısından önemlidir. Nordic hamstring ve Romanian deadlift gibi hareketler eksantrik kuvvetin geliştirilmesinde etkilidir.

Bu farklı kuvvet türlerinin antrenman programlarına dengeli şekilde dahil edilmesi, basketbolcuların hem performansını artırmak hem de sakatlık riskini minimize etmek için önem taşır (Suchomel ve ark., 2018).

5.2 Pliometrik (Sıçrama ve Reaktif Güç) Antrenmanları

Pliometrik antrenmanlar, kasların hızlı bir şekilde gerilip hemen ardından güçlü bir şekilde kasılmasına dayanan egzersizlerdir (Eryılmaz, 2022). Bu antrenmanların temel amacı, sıçrama yüksekliğini, hızlanmayı ve ani yön değiştirme kapasitesini artırmaktır (Aydemir ve ark., 2021; Ölmez ve ark., 2022). Basketbol gibi spor dallarında, alt ekstremitte fonksiyonel kuvveti ve patlayıcı güç gibi bileşenler özellikle ribaund, hızlı sprintler ve çeviklik aksiyonları ile yakından ilişkilidir (Yılmaz vd., 2025). Bu yüzden pliometrik çalışmalar basketbolcular için oldukça kritiktir. Örnek pliometrik çalışmalar arasında; box jump (sıçrama kutusu), drop jump (yüksekten inip sıçrama), tek ayak veya yan sıçramalar ve derinlik sıçramaları (depth jump) yer alır. Bu egzersizler uygulanırken bazı teknik noktalar önemlidir: dizlerin içe kaçmaması (valgus kontrolü), yer ile temas süresinin mümkün olduğunca kısa olması ve core kaslarının aktif tutulması performans ve yaralanma riski açısından kritik faktörlerdir. Antrenman sıklığı olarak haftada 2–3 kez, düşük hacim fakat yüksek kalite prensibi ile uygulanması önerilir (Ramirez-Campillo ve ark., 2021).

5.3 Çeviklik (Agility) ve Hız Antrenmanları

Basketbol gibi hızlı ve değişken hareketlerin olduğu sporlarda, oyuncuların topa, rakibe veya sesli uyarılara karşı reaksiyon süresi performansın önemli bir belirleyicisidir. Reaksiyon süresinin geliştirilmesi, hızlı yön değiştirme,

ani durma ve çabuk hızlanma gibi hareketlerde avantaj sağlar. Bu amaçla kullanılan antrenmanlar arasında Pro-Agility Drill, T-Test, lateral shuffle (yan kayma) ve konilere karşı reaksiyonlu yön değiştirme egzersizleri öne çıkar. Bu egzersizler, hem sinir sistemi adaptasyonlarını artırarak hızlı kas aktivasyonunu destekler hem de oyun sırasında karar verme süresini kısaltır (Cuthbert ve ark., 2021).

5.4 Yüklenme Yönetimi (Load Monitoring)

Basketbolcularda antrenman ve maç yükünü doğru planlamak hem performansı korumak hem de sakatlık riskini azaltmak açısından kritik öneme sahiptir (Impellizzeri ve ark., 2023). Yüklenme yönetimi iki ana kategoriye ayrılır: dış yük ve iç yük. Dış yük, vücut hareketine bağlı olarak oluşur ve sprint sayısı, sıçrama sayısı veya GPS/IMU verileri ile ölçülebilir. İç yük ise sporcunun vücudunun verdiği fizyolojik tepkilere dayanır; kalp atım hızı, laktat, RPE (algılanan efor) ve HRV (kalp ritim değişkenliği) gibi parametrelerle takip edilir (Macedo ve ark., 2024).

RPE, Borg ölçeği kullanılarak oyuncunun antrenmanı 1–10 arasında ne kadar zor hissettiğini bildirir. Haftalık yük değişimi %10'u aşmamalıdır; aksi takdirde ani yük artışı kas yırtıkları, diz ve bilek sakatlıkları riskini artırabilir (Gabbett, 2020).

5.5 Basketbolda Antrenman Dönemlendirmesi (Periyotlama)

Basketbol antrenmanları, sezon boyunca farklı dönemlerde farklı hedefler doğrultusunda planlanmalıdır (Lyakh ve ark., 2016).

Dönem	Amaç	İçerik
Hazırlık (Sezon öncesi)	Kondisyon geliştirme, kuvvet artışı	Kuvvet, aerobik/anaerobik dayanıklılık
Sezon içi	Performansı koruma, sakatlık önleme	Yoğun maç temposu, düşük hacimli yoğun antrenman
Play-off dönemi	Zirve performans	Daha kısa ama patlayıcı antrenmanlar
Sezon sonu (Toparlanma)	Dinlenme ve onarım	Hafif güç, esneklik, mobilite

Bu yaklaşım hem oyuncuların performansını optimize eder hem de aşırı yüklenme kaynaklı sakatlıkları önler (Impellizzeri ve ark., 2023).

6. Yorgunluk, Performans İzleme ve İyileşme Süreçleri

Basketbol; yüksek tempolu koşular, sık sık dur-kalk, sıçrama, yön değiştirme ve fiziksel temasın bir arada olduğu bir spor olduğu için

oyunculara hem fiziksel hem zihinsel yorgunluk sık görülür. Bu nedenle yorgunluğun izlenmesi, erken tespit edilmesi ve uygun toparlanma stratejilerinin uygulanması performansın sürdürülebilirliği açısından kritik öneme sahiptir (Mačiulis, 2023; Gabbett, 2020).

6.1 Yorgunluk Türleri

Basketbolda ve diğer yüksek yoğunluklu sporlarda yorgunluk, performansı olumsuz etkileyebilir ve sakatlık riskini artırabilir. Yorgunluk, kaynağına göre farklı türlerde ortaya çıkar:

- **Merkezi yorgunluk (sinir sistemi kaynaklı):** Beyin ve sinir sisteminde uyarı üretme kapasitesinin azalması ile karakterizedir. Bu durum reaksiyon süresinde artış, karar verme gecikmesi ve koordinasyon kaybı gibi belirtilerle kendini gösterir (Smith ve ark., 2023).
- **Çevresel yorgunluk (kas kaynaklı):** Kas içinde enerji azalması, laktat ve H^+ iyon birikimi ile ortaya çıkar. Belirtileri arasında kas yanması ve güç üretiminde düşüş yer alır (Gandevia, 2020).
- **Zihinsel yorgunluk:** Psikolojik stres, maç baskısı ve dikkat/odaklanma kaybına bağlı olarak gelişir. Odaklanma bozukluğu ve motivasyon düşüşü bu yorgunluk türünün temel belirtilerindendir (Marcora ve ark., 2009).
- **Kronik yorgunluk / Overtraining:** Uzun süreli yüksek yüklenmeye rağmen yeterli toparlanmanın sağlanamaması durumunda ortaya çıkar. Performans düşüşü, uyku bozukluğu ve artan sakatlık riski ile karakterizedir (Meeusen ve ark., 2020).

Yorgunluğun türüne uygun değerlendirme ve yüklenme yönetimi, oyuncuların hem performansını optimize etmek hem de sakatlık riskini minimize etmek için kritik öneme sahiptir.

6.2 Performans ve Yorgunluk Takibi Yöntemleri

Basketbol gibi yüksek yoğunluklu sporlarda oyuncuların performansını ve toparlanma durumunu izlemek için hem fizyolojik hem de mekanik ölçümler kritik öneme sahiptir.

- **Kalp atım hızı (HR):** Antrenman veya maç sırasında efor düzeyini ve toparlanma hızını değerlendirmek için kullanılır. Kalp atım hızı monitörleri ile ölçülür (Buchheit ve ark., 2025).
- **HRV (Kalp ritmi değişkenliği):** Otonom sinir sistemi durumu hakkında bilgi verir ve göğüs bandı veya sensörler aracılığıyla takip edilir (Flatt ve ark., 2021).

- **Laktat:** Anaerobik yüklenme düzeyini belirler; parmak ucu kan ölçümü ile ölçülür (Gualano ve ark., 2021).
- **Sıçrama yüksekliği (CMJ, SJ):** Patlayıcı güç seviyesindeki değişiklikleri ve yorgunluk etkilerini gözlemlemek için force platform veya jump mat kullanılır (Markovic, 2007).
- **GPS / IMU sensörleri:** Sprint sayısı, hız, ivme ve sıçrama sayısı gibi hareket parametrelerini ölçerek katmanlı yük analizine olanak sağlar (Heishman ve ark., 2020).
- **ForceDesk veya kuvvet plakaları:** Diz hizalanması ve alt ekstremité yük dağılımı gibi biyomekanik parametreleri değerlendirmek için kullanılır (Tourillon ve ark., 2023).

Bu ölçümler, oyuncuların hem performansını optimize etmek hem de sakatlık riskini azaltmak için antrenman ve maç planlamasında veri odaklı kararlar alınmasına olanak sağlar

6.3 Toparlanma (Recovery) Yöntemleri

Basketbol gibi yoğun ve sık tekrar eden hareketlerin olduğu sporlarda, antrenman ve müsabaka sonrası toparlanma, performansın sürdürülebilirliği ve sakatlık riskinin azaltılması açısından kritik öneme sahiptir. Toparlanma stratejileri hem fizyolojik hem de psikolojik iyileşmeyi hedefler (Dupuy ve ark., 2018).

- **Aktif toparlanma:** Hafif koşu, bisiklet veya esneme egzersizleri ile kan dolaşımını artırarak kasların yenilenmesini destekler (Buchheit ve ark., 2025).
- **Uyku:** 7–9 saat kaliteli uyku, hormon dengesi ve sinir sistemi toparlanması için gereklidir (Fullagar ve ark., 2015).
- **Soğuk uygulama (Cryotherapy):** Buz banyosu veya soğuk duş, inflamasyonu azaltarak kas hasarını sınırlar (Kwiecien & McHugh, 2021).
- **Kontrast banyo:** Sıcak ve soğuk su değişimi, kan akışını hızlandırarak metabolik artıkların uzaklaştırılmasına yardımcı olur (Vaile ve ark., 2008).
- **Masaj ve miyofasyal gevşetme:** Foam roller veya profesyonel masaj, kas sertliğini azaltır ve kas-tendon ünitesinin elastikiyetini artırır (Cheatham ve ark., 2015).

- **Beslenme ve sıvı takviyesi:** Karbonhidrat, protein ve elektrolit takviyesi, kas glikojen depolarını yeniden doldurur ve kas onarımını destekler (Leaf ve ark., 2024).
- **Nefes ve gevşeme teknikleri:** Diyafram nefesi, meditasyon ve diğer gevşeme yöntemleri, stres yönetimini kolaylaştırır ve parasempatik sistemi aktive eder (Zhang ve ark., 2025).

Bu yöntemlerin uygun şekilde kombinasyonu, oyuncuların hem fiziksel hem de zihinsel performansının sürdürülebilir olmasını sağlar.

7. Basketbolda Sakatlık Riskleri, Önleme ve Rehabilitasyon

Basketbol; sıçrama, ani duruş, yön değiştirme, temas ve yüksek hızda hareket içeren bir spor olduğu için sakatlık riski yüksektir. Bu bölümde, basketbolcularda en sık görülen sakatlıklar, risk faktörleri, koruyucu stratejiler ve modern rehabilitasyon yaklaşımları ele alınmaktadır.

7.1 Yaygın Sakatlık Türleri

Basketbol, yüksek hız, sıçrama, ani duruş ve yön değiştirme ile temas içerdiği için oyuncular çeşitli sakatlıklara açıktır. Sakatlıkların yaygın olduğu bölgeler ve nedenleri aşağıda özetlenmiştir (Faude ve ark., 2006):

- **Diz:** Ön çapraz bağ (ACL) yırtıkları, menisküs yaralanmaları ve patellofemoral ağrı sık görülür. Genellikle sıçrama sonrası dizin içe çökmesi veya yanlış basma ile ilişkilidir (Smith, 2023).
- **Ayak bileği:** İnversiyon burkulmaları ve bağ zorlanmaları, yanlış iniş veya rakip teması sonucunda meydana gelir (Faude ve ark., 2006).
- **Ayak:** Metatarsal kırıklar ve plantar fasya problemleri, iniş kuvveti ve aşırı yüklenmeye bağlı olarak ortaya çıkar (Leppänen ve ark., 2017).
- **Kas-tendon:** Hamstring strain, quadriceps gerilmesi ve Aşil tendinopatisi, eksantrik kuvvet eksikliği veya yetersiz esneme nedeniyle gelişebilir (Sherry & Best, 2004).
- **Üst ekstremité:** Parmak çıkıkları, el bileği burkulmaları ve omuz subluksasyonu; ribaund, top çarpması veya savunma teması sırasında görülebilir (Machino ve ark., 2022).

Bu bilgiler, antrenörler ve sağlık profesyonellerinin, oyuncular için hedefe yönelik önleyici programlar tasarlamasına yardımcı olur.

7.3 Koruyucu Yaklaşımlar ve Sakatlık Önleme Stratejileri

Basketbolcularda sakatlık riskini azaltmak için çok yönlü önleyici programların uygulanması oldukça önemlidir.

- **Nöromüsküler Antrenman:** Diz ve ayak bileği stabilitesini artırmayı amaçlar. Tek ayak denge çalışmaları, wobble board egzersizleri ve mini-band ile squat uygulamaları, alt ekstremita kontrolünü güçlendirir.
- **Propriosepsiyon Eğitimi:** Yere temas kontrolü ve beden farkındalığını geliştirmeye yöneliktir. Bosu topu üzerinde yarım squat veya göz kapalı denge egzersizleri, proprioseptif yeteneği artırır (Dos'Santos ve ark., 2021).
- **Pliometrik + Teknik Eğitimi:** Kontrollü sıçrama ve yere basma tekniklerini öğretir. Sıçrama sonrası diz fleksiyonu kontrolü, özellikle ACL ve menisküs yaralanmalarını önlemede kritik öneme sahiptir.
- **Core ve Kalça Güçlendirme:** Alt ekstremita yük transferini kontrol etmeyi sağlar. Glute bridge, side plank ve clamshell gibi egzersizler, alt vücut stabilitesini artırır.
- **Isınma Programları (FIFA 11+, PEP Program):** Sakatlık önleme ve antrenmana hazırlık amacı taşır. Dynamic warm-up ve mini pliometrik hareketler, kas-tendon birimlerini uyarmak ve yaralanma riskini azaltmak için kullanılır (Soligard ve ark., 2016).

7.4 Rehabilitasyon ve Sahaya Dönüş (Return to Play)

Basketbolcularda sakatlık riskini azaltmak için çok yönlü önleyici programların uygulanması kritik öneme sahiptir. Bu programlar, nöromüsküler kontrol, propriosepsiyon, kuvvet ve teknik becerileri hedef alır (Myer ve ark., 2020). Nöromüsküler antrenman, diz ve ayak bileği stabilitesini artırmayı amaçlar; tek ayak denge çalışmaları, wobble board egzersizleri ve mini-band ile yapılan squat uygulamaları, alt ekstremita kontrolünü güçlendirir. Propriosepsiyon eğitimi, yere temas kontrolü ve beden farkındalığını geliştirmeye yöneliktir. Örnek olarak: bosu topu üzerinde yarım squat veya göz kapalı denge egzersizleri, proprioseptif yeteneği artırmasıdır (Dos'Santos ve ark., 2021). Pliometrik ve teknik eğitim, kontrollü sıçrama ve yere basma tekniklerini öğretir. Özellikle sıçrama sonrası diz fleksiyonu kontrolü, ACL ve menisküs yaralanmalarını önlemede kritik öneme sahiptir. Core ve kalça güçlendirme çalışmaları, alt ekstremita yük transferini kontrol etmeyi sağlar; glute bridge, side plank ve clamshell gibi egzersizler alt vücut stabilitesini artırır. Ayrıca, FIFA 11+ ve PEP gibi ısınma programları, sakatlık önleme ve antrenmana hazırlık amacı taşır; dynamic

warm-up ve mini pliometrik hareketler, kas-tendon birimlerini uyarmak ve yaralanma riskini azaltmak için kullanılır (Soligard ve ark., 2016).

8. Kadın ve Erkek Basketbolcuların Farklılıkları

Basketbolda kadın ve erkek sporcular arasındaki farklar yalnızca fiziksel kapasiteyle sınırlı değildir; hormonal yapı, biyomekanik özellikler, sakatlık eğilimleri, performans profilleri ve antrenman adaptasyonları açısından da belirgin değişkenlikler bulunur. Örneğin, kadın sporcularda diz valgusu daha sık görülmekte ve ACL yaralanma riski erkeklerle göre daha yüksektir (Larwa ve ark., 2021). Ayrıca hormonal dalgalanmalar, kas güç üretimi ve toparlanma süreçlerini etkileyebilir (Bartolomei ve ark., 2021). Bu farklılıkların bilinmesi, antrenman planlaması, yüklenme yönetimi ve sakatlık önleme stratejileri açısından büyük önem taşır.

8.1 Antropometrik ve Fiziksel Farklılıklar

Basketbolda kadın ve erkek sporcular arasındaki farklar yalnızca fiziksel kapasiteyle sınırlı değildir; hormonal yapı, biyomekanik özellikler, sakatlık eğilimleri, performans profilleri ve antrenman adaptasyonları açısından da belirgin değişkenlikler bulunur. Bu farklılıkların bilinmesi, antrenman planlaması, yüklenme yönetimi ve sakatlık önleme stratejileri açısından büyük önem taşır (Ziv & Lidor, 2009; Uzomba ve ark., 2025).

Erkek basketbolcular, ortalama 190–210 cm boy ve daha yüksek kas kütlesine sahip olup yağ oranları genellikle düşüktür. Kadın basketbolcular ise ortalama 175–195 cm boyda olup, vücut yağ yüzdesi yaklaşık %20–25 seviyesindedir (Pérez-Gómez ve ark., 2022). Kas kütlesi dağılımında erkeklerde özellikle bacak ve üst vücut kasları daha belirgin, kadınlarda gövde altı kas hakimiyeti daha sınırlıdır. Aerobik kapasite açısından erkeklerin $VO_2\text{max}$ değerleri genellikle 50–60 ml/kg/dk iken, kadınlarda bu değer 40–50 ml/kg/dk civarındadır. Sıçrama yüksekliği de erkeklerde ortalama 60–90 cm iken, kadınlarda 35–60 cm aralığındadır (Ferioli ve ark., 2023).

Ayrıca, kadın sporcularda diz valgusu ve ACL yaralanma riski erkeklerle kıyasla daha yüksek görülmektedir; bu durum hormonal dalgalanmalar ve farklı kas- tendon yapılarından kaynaklanmaktadır (Delestrat & Cohen, 2021). Bu bilgiler, antrenman planlaması ve yüklenme yönetiminin cinsiyete özgü olarak düzenlenmesi gerektiğini göstermektedir.

8.2 Biyomekanik ve Hareket Mekanik Farkları

Diz Kinematiki ve ACL Riski

Kadın basketbolcular;

- Diz içe kapanma (valgus) pozisyonuna daha yatkındır.
- Kalça abdüktör kasları (gluteus medius vb.) daha zayıftır.
- Bu nedenle ACL (ön çapraz bağ) yırtığı kadınlarda 3–6 kat daha fazla görülmektedir.

Ayak Bileği Stabilitesi;

- Erkeklerde daha güçlü fibular kas grubu → burkulmaya karşı koruyucu.
- Kadınlarda bağ esnekliği daha yüksek → hipermobilitate + instabilite artabilir.

8.3 Psikolojik ve Taktiksel Farklılıklar

- Kadın sporcular takım içi iletişimi daha fazla kullanırken, erkek sporcular bireysel çözümlere daha çok yönelir.
- Kadın basketbolunda tempo daha düşük, set oyunları daha uzun sürerken; erkeklerde geçiş hücumu (transition offense) daha sık kullanılır.
- Hormon döngüsü (menstrüel dönem) kadın performansını etkileyebilir; yüklenme bu döngüye göre modifiye edilmelidir.

9. Sonuç ve Gelecekteki Araştırma Önerileri

Basketbol, yüksek şiddetli koşular, ani duruşlar, sıçramalar, yön değişimleri ve oyuncular arası fiziksel temasın bir arada bulunduğu kompleks bir spor yapısı içerir. Bu nedenle hem performansın artırılması hem de sakatlıkların önlenmesi, disiplinler arası bir yaklaşımla ele alınmalıdır: biyomekanik, fizyoloji, yüklenme bilimi, teknoloji, veri analitiği ve psikoloji birlikte değerlendirilmelidir.

Kaynakça

- Aydemir, B., Yüksek, S., Ölmez, C., & Şar, H. (2021). Taekwondo temalı plio-metrik antrenmanların 12-14 yaş taekwondo sporcularının motorik özellikleri üzerine etkisi. *Uluslararası Güncel Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 7(1), 335-351.
- Bailey, J., Irving, R., Dawson, P., Brown, D. R., & Campbell, E. (2021). Influence of training-induced testosterone and cortisol changes on skeletal muscle and performance in elite junior athletes. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 9(1), 13-23.
- Bel, L., Duc, M., Bizzini, M., Fournier, P., & Allet, L. (2022). Context of injury prevention strategies in Swiss basketball: Survey of athletes, medical staff and coaches. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 8.
- Buchheit, M., Akubat, I., Ellis, M., Campos, M., Rabbani, A., Castagna, C., & Malone, S. (2025). Revisiting dose-response relationships between heart rate zones, TRIMPs, and aerobic-related physiological and performance markers in elite team sports. 269, 1.
- Cao, J., Xun, S., Zhang, R., & Zhang, Z. (2024). Effects of unilateral, bilateral and combined plyometric jump training on asymmetry of muscular strength and power and change-of-direction in youth male basketball players. *Journal of Sports Science & Medicine*, 23(4), 754-766.
- Čaušević, D., Čović, N., Abazović, E., Rani, B., Manolache, G., Ciocan, C., Zaharia, G., & Alexe, D. (2023). Predictors of speed and agility in youth male basketball players. *Applied Sciences*.
- Cheatham, S. W., Kolber, M. J., Cain, M., & Lee, M. (2015). The effects of self-myofascial release using a foam roll or roller massager on joint range of motion, muscle recovery, and performance: A systematic review. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 827.
- Cuthbert, M., Haff, G. G., Arent, S. M., Ripley, N., McMahon, J. J., Evans, M., & Comfort, P. (2021). Effects of variations in resistance training frequency on strength development in well-trained populations and implications for in-season athlete training: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 51(9), 1967-1982.
- Dos'Santos, T., Thomas, C., & Jones, P. (2021). The effect of angle on change of direction biomechanics: Comparison and inter-task relationships. *Journal of Sports Sciences*, 39, 2618-2631.
- Duan, G., Wang, D., & Zhou, X. (2025). Biomechanical analysis and optimization of jumping motion in basketball athletes. *Molecular & Cellular Biomechanics*, 22(4).
- Dupuy, O., Douzi, W., Theurot, D., Bosquet, L., & Dugué, B. (2018). An evidence-based approach for choosing post-exercise recovery techniques: A systematic review with meta-analysis. *Frontiers in Physiology*, 9, 312968.

- Edwards, T., Spiteri, T., Piggott, B., Bonhotal, J., Haff, G., & Joyce, C. (2018). Monitoring and managing fatigue in basketball. *Sports*, 6.
- Eryılmaz, S. K. (2022). Strength development and training principles in athletes. *Sivas Cumhuriyet University Journal of Sport Sciences*, 3(3), 99–106.
- Faude, O., Junge, A., Kindermann, W., & Dvorak, J. (2006). Risk factors for injuries in elite female soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 40(9), 785–790.
- Feroli, D., Conte, D., Rucco, D., Alcaraz, P. E., Vaquera, A., Romagnoli, M., & Rampinini, E. (2023). Physical demands of elite male and female 3×3 international basketball matches. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 37(4), e289–e296.
- Ferraz, A., Duarte-Mendes, P., Sarmiento, H., Valente-Dos-Santos, J., & Travassos, B. (2023). Tracking devices and physical performance analysis in team sports: a comprehensive framework for research—trends and future directions. *Frontiers in Sports and Active Living*, 5, 1284086.
- Flatt, A. A., Allen, J. R., Keith, C. M., Martinez, M. W., & Esco, M. R. (2021). Season-long heart-rate variability tracking reveals autonomic imbalance in American college football players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 16(12), 1834–1843.
- Fullagar, H. H., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A. J., & Meyer, T. (2015). Sleep and athletic performance: The effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Medicine*, 45(2), 161–186.
- Gabbett, T. J. (2020). The training-injury prevention paradox: Should athletes be training smarter and harder? *British Journal of Sports Medicine*, 54, 1–7.
- Gomes, B. B., Cardoso, R., Fernandes, R. A., & Ferreira, R. A. (2025). Impact of neuromuscular fatigue on dynamic knee valgus in female basketball players. *Life*, 15(5), 816.
- Gualano, B., Kirwan, J. P., & Roschel, H. (2021). Exercise is key to sustaining metabolic gains after bariatric surgery. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 49(3), 197–204.
- Heishman, A., Peak, K., Miller, R., Brown, B., Daub, B., Freitas, E., & Bemben, M. (2020). Associations between two athlete monitoring systems used to quantify external training loads in basketball players. *Sports*, 8(3), 33.
- Huang, W., Huang, H., & Wu, C. (2024). Differences in the lateral and vertical jump performances of elite male basketball players—An axial stabilization training program. *Applied Sciences*.
- Huygaerts, S., Cos, F., Cohen, D. D., Calleja-González, J., Pruna, R., Alcaraz, P. E., & Blazevich, A. J. (2021). Does muscle–tendon unit structure

- predispose to hamstring strain injury during running? A critical review. *Sports Medicine*, 51(2), 215–224.
- Impellizzeri, F. M., Shrier, I., McLaren, S. J., Coutts, A. J., McCall, A., Slattery, K., & Kalkhoven, J. T. (2023). Understanding training load as exposure and dose. *Sports Medicine*, 53(9), 1667–1679.
- Jianjun, Q., Isleem, H. F., Almoghayer, W. J., & Khishe, M. (2025). Predictive athlete performance modeling with machine learning and biometric data integration. *Scientific Reports*, 15(1), 16365.,
- Keogh, J. A. (2023). Longitudinal monitoring of biomechanical and psychological stress in collegiate female basketball athletes: Implications to sports performance and injury susceptibility (Doctoral dissertation).
- Kılınçarslan, G., Genç, H., Bayrakdar, A., Kayantaş, İ. (2019). Investigation of Basketball Ability Levels and some Performance Characteristics of Male and Female Students. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(1), 1336-1344.
- Kipp, K., & Kim, H. (2023). Muscle-specific contributions to vertical ground reaction force profiles during countermovement jumps: Case studies in college basketball players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 37, 1523–1529.
- Koundourakis, N. E., & Margioris, A. N. (2019). The complex and bidirectional interaction between sex hormones and exercise performance in team sports with emphasis on soccer. *Hormones*, 18(2), 151–172.
- Larwa, J., Stoy, C., Chafetz, R., Boniello, M., & Franklin, C. (2021). Stiff landings, core stability, and dynamic knee valgus: A systematic review on documented ACL ruptures in male and female athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18.
- Leaf, A., Rothschild, J. A., Sharpe, T. M., Sims, S. T., Macias, C. J., Futch, G. G., & Antonio, J. (2024). International society of sports nutrition position stand: Ketogenic diets. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 21(1), 2368167.
- Leppänen, M., Pasanen, K., Kannus, P., Vasankari, T., Kujala, U. M., Heino-nen, A., & Parkkari, J. (2017). Epidemiology of overuse injuries in youth team sports: A 3-year prospective study. *International Journal of Sports Medicine*, 38(11), 847–856.
- Lidor, R., Blumenstein, B., & Tenenbaum, G. (2007). Psychological aspects of training in European basketball: Conceptualization, periodization, and planning. *The Sport Psychologist*, 21(3), 353–367.
- Lobo, H. M., Naves, Í. G., Marçal, S. B., Canzi, C. C., Rodrigues, A. B. S., & Menezes Jr, A. S. (2023). Atrial fibrillation in endurance training athletes: Scoping review. *Reviews in Cardiovascular Medicine*, 24(6), 155.

- Lyakh, V., Mikołajec, K., Bujas, P., Witkowski, Z., Zając, T., Litkowycz, R., & Banyś, D. (2016). Periodization in team sport games-A review of current knowledge and modern trends in competitive sports. *Journal of Human Kinetics*, 54, 173.
- Macedo, A. G., Almeida, T. A., Massini, D. A., de Oliveira, D. M., Espada, M. C., Robalo, R. A., & Pessôa Filho, D. M. (2024). Load monitoring methods for controlling training effectiveness on physical conditioning and planning involvement: A narrative review. *Applied Sciences*, 14(22), 10465.
- Mancino, F., Kayani, B., Gabr, A., Fontalis, A., Plastow, R., & Haddad, F. S. (2024). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Risk factors and strategies for prevention. *Bone & Joint Open*, 5(2), 94–100.
- Markovic, G., & Mikulic, P. (2010). Neuro-musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*, 40(10), 859–895.
- Mikić, M., Isakov, M., Andrić, N., Ninkov, A., Karać, A., Stojanović, T., & Stojanović, M. (2025). Comparison of physical characteristics, strength and power performance between elite 3×3 and 5×5 male basketball players. *Sports*, 13.
- Meeusen, R., Van Cutsem, J., & Roelands, B. (2021). Endurance exercise-induced and mental fatigue and the brain. *Experimental Physiology*, 106(12), 2294–2298.
- Ölmez, C., Aydemir, B., & Ölmez, S. N. (2022). Taekwondo Tekme Performansı Etkileyen Faktörlerin Belirlenmesi. *Mediterranean Journal of Sport Science*, 5(2), 192-209.
- Pinelli, S., Zinno, R., Jódar-Portas, A., Prats-Puig, A., Font-Lladó, R., & Braggonzoni, L. (2025). Automated detection of change of direction in basketball players using Xsens motion tracking. *Sensors*, 25.
- Sacot, A., López-Ros, V., Prats-Puig, A., Escosa, J., Barretina, J., & Calleja-González, J. (2022). Multidisciplinary neuromuscular and endurance interventions on youth basketball players: A systematic review with meta-analysis and meta-regression. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(15), 9642.
- Scanlan, A. T., Dascombe, B. J., Reaburn, P., & Dalbo, V. J. (2012). The physiological and activity demands experienced by Australian female basketball players during competition. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 15(4), 341–347.
- Shalom, A., Gottlieb, R., Alcaraz, P. E., & Calleja-Gonzalez, J. (2023). A narrative review of the dominant physiological energy systems in basketball and the importance of specificity and uniqueness in measuring basketball players. *Applied Sciences*, 13(23), 12849.

- Sherry, M. A., & Best, T. M. (2004). A comparison of 2 rehabilitation programs in the treatment of acute hamstring strains. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 34(3), 116–125.
- Sekulić, D., Pehar, M., Krolo, A., Spasić, M., Uljević, O., Calleja-González, J., & Sattler, T. (2017). Evaluation of basketball-specific agility: Applicability of preplanned and nonplanned agility performances for differentiating playing positions and playing levels. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 31, 2278–2288.
- Soliyeva, M. (2025). Muscle physiology (muscle contraction, types of muscle fibers, fatigue). *International Journal of Artificial Intelligence*, 1(1), 1190–1194.
- Soligard, T., Schwellnus, M., Alonso, J. M., Bahr, R., Clarsen, B., Dijkstra, H. P., & Engebretsen, L. (2016). How much is too much? (Part 1) International Olympic Committee consensus statement on load in sport and risk of injury. *British Journal of Sports Medicine*, 50(17), 1030–1041.
- Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M., & Milanović, Z. (2018). The activity demands and physiological responses encountered during basketball match-play: A systematic review. *Sports Medicine*, 48(1), 111–135.
- Sun, X., Qian, H., Zhou, Q., & Zhang, D. (2025). The biomechanical characteristics and training suggestions of adolescent basketball players' directional dribbling movements. *Molecular & Cellular Biomechanics*.
- Torres-Ronda, L., & Schelling, X. (2021). Anthropometric and positional characteristics of elite basketball players. *Sports Medicine*, 51(2), 123–134.
- Tourillon, R., Six, A., Bothorel, H., & Fourchet, F. (2023). Are foot posture and morphological deformation associated with ankle plantar flexion isokinetic strength and vertical drop jump kinetics? A principal component analysis. *Sports Biomechanics*, 1–15.
- Tura, Ş., Kiliçarslan, G., Bayrakdar, A., & Çakır, V. O. (2024). The Impact of Bosu Training on The Development of Static and Dynamic Balance in Teenage Basketball Players. *International Journal of Religion*, 5(5).
- Uzomba, G. C., Fuchs, P. X., Cortis, C., & Fusco, A. (2025). Sex differences and the relationship between athlete anthropometrics and long jump performance at national elite level. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(1), 78.
- Vadillo-Ventura, I., Burgos-Postigo, S., Fernández-Elias, V., Montalvo-Pérez, A., & Navarro, R. (2025). Anthropometric and physical characteristics of U12–U18 basketball players at international and national level. *German Journal of Sports Medicine*.

- Vaile, J., Halson, S., Gill, N., & Dawson, B. (2008). Effect of hydrotherapy on recovery from fatigue. *International Journal of Sports Medicine*, 29(7), 539–544.
- Westwood, C., Welbeck, A., Killelea, C., Howard, P., Faherty, M., Le, D., Zerega, R., Reiter, C., & Sell, T. (2025). Examining isokinetic knee peak torque and time to peak torque as predictors of vertical jump height in division I men's basketball players. *Plos One*, 20.
- Wang, W. (2024). Numerical simulation of lower limb forces during basketball pivot movements: Investigating injury prevention strategies. *Molecular & Cellular Biomechanics*.
- Yılmaz, A. K., Akgün, S., Salkılıç, E. K., Anıl, B., Akdemir, E., Aktaş, B., ... & Kabadayı, M. (2025). The relationship between agility and lower extremity strength in female basketball players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 17(1), 198.
- Zhang, G., Cao, Y., & Yan, Z. (2025). Mindfulness, mind-body exercises, and health promotion. *Frontiers in Psychology*, 16, 1559535.
- Ziv, G., & Lidor, R. (2009). Vertical jump in female and male basketball players—A review of observational and experimental studies on the game of basketball. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(3), 332–339.

The Relationships Between Hop and Return Test, Linear Sprint and Change of Direction Sprint Performance

Çağlar Edis¹

Aysu Velimahmutoglu²

Abstract

Numerous studies in the literature have examined the relationship between athletes' strength levels and their speed and change-of-direction running skills. However, no study has been found that examines the relationship between the hop and return strength test, which requires jumping and turning, and speed and change-of-direction running skills. The aim of this study was to examine the relationship between hop and return test (changing direction to the right and left with one leg) with speed and direction-changing runs. A total of 47 male football players who train regularly participated in the study (Age (years): 15.38 ± 1.294 , height (cm): 171.73 ± 9.150 , weight (kg): 64.52 ± 11.046 , Bmi: 21.64 ± 2.121). The athletes' hop and return strength test was performed using a force platform. For the speed test, a 20-m linear sprint was used, and for the change-of-direction running test, the Illinois agility test was applied. In the analysis of the obtained data, the Shapiro-Wilk test revealed that the data did not fit a normal distribution, and Spearman's rank correlation coefficient analyses were used for the correlation analysis. While negative correlations were obtained between athletes' peak take-off and peak landing forces (n) and change-of-direction running and 20-m sprint tests (r values between -0.403^{**} and -0.663^{**}), positive correlations were found between concentric and eccentric muscle contraction times (ms) and 20-m sprint and Illinois agility times (r values between 0.318^* and 0.520^{**}). The findings revealed that athletes' hop and return strength levels are related to their 20-m sprint and agility skills, and

1 Dr. Öğr. Üyesi, Trabzon Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Trabzon/Türkiye
caglaredis@trabzon.edu.tr, Orcid: 0000-0001-7784-367X

2 Trabzon Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Trabzon/Türkiye
aysu_velimahmutoglu23@trabzon.edu.tr, Orcid: 0009-0000-4599-2312

that this testing method can provide important information for evaluating athletes' performance. Coaches' preference for hop and return strength tests, such as vertical jump tests, can provide important information for evaluating athletes' performance.

INTRODUCTION

Although a football match is predominantly played using the aerobic energy system, one-third of the effort displayed during the match occurs at speeds of 14 km/h and above (Bradley et al., 2009). At such high speeds, footballers frequently perform sprints, jumps, positive and negative acceleration, and change-of-direction runs at short intervals (Stojanović et al., 2018). The ability to change-of-direction running plays a significant role in team sports. When performing change-of-direction runs, athletes accelerate and decelerate with high intensity and make sudden change-of-direction (Little & Williams, 2005). These complex change-of-direction runs are performed through the coordinated action of skills such as muscle and core strength and balance (Sekulic et al., 2013; Savla et al., 2020). Therefore, jump tests can be important in predicting the change of direction running skills of athletes or in determining the situation for them to be more successful (Castillo-Rodríguez et al., 2012). At this point, many studies examining the change of direction running and strength levels of athletes have been applied and it has been reported that there are correlations between different jump or strength tests and the change of direction running skills of athletes (Castillo-Rodríguez et al., 2012; Barnes et al., 2007; Meylan et al., 2009).

In football, athletes' speed skills are as important a physical fitness level as change-of-direction running (Gravina et al., 2008; Atıcı & Bayrakdar, 2025). Speed applications in a football match are performed approximately every 90 seconds and last between 2 and 4 seconds (Reilly, 1976; Bangsbo et al., 2006). The strength level of athletes is also crucial for the optimal application of speed skills (Cronin & Hansen, 2005; McBride et al., 2009; Wisløff et al., 2004). Strength, anaerobic power, and particularly lower extremity strength levels are also highlighted in the literature as being important for speed-demanding activities (Bimson et al., 2017; Meckel et al., 2018). Research in the literature has examined the relationship between strength and speed, focusing on how strength levels may be influenced by or influence speed ability (Atıcı & Bayrakdar, 2025). While some studies indicate strong relationships between squat strength and speed ability (McBride et al., 2009; Wisløff et al., 2004), other studies show weak or no relationship between strength level and speed ability (Harris et al., 2008). It

is evident that correlation relationships in studies vary depending on the tests and methods applied, and that the relationships between speed or change-of-direction running skills and strength parameters are low, moderate, or high correlations.

As can be understood from the literature, while there are studies examining the relationship between muscle strength and change-of-direction running and speed, no study has been found that specifically examines the relationship between speed and change-of-direction running in relation to the skill of performing a lateral jump and then jumping back to the initial position simultaneously on one leg, particularly in a non-vertical manner. At this point, the aim of this study was to examine the relationship between hop and return test (changing direction to the right and left with one leg) with speed and direction-changing runs.

METHOD

Participants

A total of 47 volunteers who regularly train 5 times a week and play amateur football participated in the study (Age (years): 15.38 ± 1.294 , height (cm): 171.73 ± 9.150 , weight (kg): 64.52 ± 11.046 , Bmi: 21.64 ± 2.121). Before the research commenced, the necessary ethical committee approvals were obtained from the Trabzon University, Health Sciences Non-Interventional Research Ethics Committee, on 18 September 2025 with document number E-71551547-050.04-2500054723. Prior to the start of the research, the subjects were informed about all the details of the research, and athletes were included in the research in accordance with the Declaration of Helsinki.

Data collection tools: Anthropometric measurements

For the height measurements of the athletes, measurements were taken from the ground to the top of the head with the help of a simple tape measure. The data obtained were recorded in cm. The weight measurements of the athletes were measured with the help of a digital scale by stepping on the scale barefoot with only shorts on. The body weight obtained was recorded in kilograms.

Hop and Return Test

Jumping and return jumping skills of the athletes were performed with the VALD Performance ForceDecks (ForceDecks, FDLite V.2, VALD, Brisbane, Australia) device. FIFA 11+ warm-up procedure was applied to ensure that the athletes could warm up well before the test (Bizzini et al.,

2013). After the warm-up phase, the athletes were given a demonstration of how to stand and jump on the test equipment. Before the test of each athlete, the device was calibrated as indicated by the manufacturer (<https://support.vald.com/hc/en-au/articles/17160684077977-ForceDecks-User-Guide>). After calibration, the athletes stood on the device with both legs and waited motionlessly for the device to measure weight precisely. After the ready command was obtained, the athlete stood on one leg. The athlete then performed the single-leg measurement by jumping quickly from right to left and back to right on one leg (right leg example). The same procedure was then applied to the left leg. From the data provided by the device, the initial reaction was recorded as Peak Take-off Force [N], the muscle contraction initiating the jump was recorded as Concentric Duration [ms], the muscle contraction occurring while landing on the other platform was recorded as Eccentric Duration [ms], and the force applied at the moment of contact with the ground was recorded as Peak Initial Landing Force [N], and the time it took to stabilise as Time to Stabilisation [s].

Illinois Agility Test

The athletes' change-of-direction running tests were conducted using the Illinois agility test. The test course was constructed according to the measurements and dimensions specified in the literature (Raya et al., 2013). The athletes' movements involving acceleration, braking and sudden changes of direction (slalom) were tested in this test. The tests were conducted using equipment with infrared sensors positioned at a height of 1 metre at the start and finish points of the test course (Newtest Oy, Oulu, Finland, Power timer 300-series). To ensure that each athlete's measurement was standardised, a marker was placed 1 metre in front of the starting point of the test course, and athletes were asked to begin the test by starting from this point. To ensure that the test was performed with maximum effort by the athletes, each athlete was provided with verbal motivation in a strong voice from outside. The test was performed a total of three times, with a three-minute rest interval between each repetition, and the athletes' best scores were included in the statistical analysis.

20-m sprint test

The sprint test was conducted by setting up a simple track for the athletes. The test equipment (Newtest Oy, Oulu, Finland, Power timer 300-series) was positioned at the start and finish points of the 20-metre area at a height of 1 metre to create the test track. To standardise the acceleration performance of athletes at the starting point, a marker was placed 1 metre in front of the

starting gate, and athletes were asked to align themselves with this marker before starting the test. Athletes were continuously motivated with loud encouragement throughout the test course. The test was administered to the athletes a total of three times, with a three-minute rest period between each administration. The athletes' best times were included in the statistical analysis.

Statistical analysis

The level of conformity of all data obtained for the research to normal distribution was tested by Shapiro Wilk Test. It was determined that the data did not conform to normal distribution in normality analysis and Spearman rank correlation coefficient analyses were used for correlation analyses of the data. Additionally, the data obtained were presented as mean $\pm$ standard deviation and expressed as $X \pm Ss$. The relationships between the athletes' hop and return strength test results and their speed and Illinois agility test results showed that as jump performance increased, they had shorter speed and agility application times, indicating a negative correlation. Positive statistical results, on the other hand, were interpreted as indicating no meaningful relationship between the performance tests.

FINDINGS

Table 1. Descriptive statistics of anthropometric characteristics of the athletes.

	n	Min.	Max.	Ortalama $\pm$ Ss
Age (years)	47	14,00	17,00	15,38 $\pm$ 1,294
Height (centimetres)	47	155,10	191,00	171,73 $\pm$ 9,150
Weight (kg)	47	41,50	84,90	64,52 $\pm$ 11,046
Bmi (kg.m ⁻²)	47	16,80	26,70	21,64 $\pm$ 2,121

Bmi: body mass index

Table 1 shows the minimum, maximum, mean and standard deviation values of the anthropometric characteristics of the athletes. In the performance test data not included in the table, the mean time of Illinois agility test was 15.78 $\pm$ 657.466 seconds, while the mean time of sprint was 2.982 $\pm$ 310.295 seconds.

Table 2. Relationships between hop and return strength test and sprint and agility test.

		Peak Take-off Force [N]		Concentric Duration [ms]		Eccentric Duration [ms]		Peak First Landing Force [N]		Time to Stabilisation [s]	
		Db	Ndm	Db	Ndm	Db	Ndm	Db	Ndm	Db	Ndm
Illinois Agility (second)	r	-,430**	-,403**	,318*	,467**	,454**	,409**	-,528**	-,542**	,175	-,018
	p	,003	,005	,030	,001	,001	,004	,000	,000	,262	,907
	n	47	47	47	47	47	47	47	47	43	43
20 m Sprint (second)	r	-,605**	-,600**	,367*	,520**	,417**	,480**	-,640**	-,663**	,163	-,039
	p	,000	,000	,011	,000	,004	,001	,000	,000	,298	,803
	n	47	47	47	47	47	47	47	47	43	43

p<0.05* Db: Dominant leg, Ndm: non-dominant leg

Table 2 shows the results of the statistical correlation analysis between the athletes' hop and return strength test and their sprint and agility times. Statistical significance was found in all data except for the Illinois and sprint test times and the stabilisation results ($p = 0.01$). The significant relationship between athletes' initial reaction time and the peak descent force (N) they applied during the second contact, and their speed and agility skills, revealed that as the force applied by the athletes increased, they completed the test in shorter times in terms of sprint and agility skill durations. Furthermore, it was found that as the concentric and eccentric muscle contraction (ms) times increased, the athletes completed the speed and agility skill tests in longer periods of time.

DISCUSSION AND CONCLUSION

This study examined the relationship between hop and return strength and sprinting and agility skills, which are applied differently from the jump tests and sprinting and agility skill tests in the literature. The research results revealed correlations between athletes' single-leg jump tests and their speed and change-of-direction running skills (r values ranging from 318* to 663**).

The relationship between athletes' sprinting and agility skills and their balance, strength and jumping skills has been frequently researched in the literature. When examining the relationship between athletes' leg muscle strength levels and their agility skills, numerous studies can be found. Markovic (Marcovic, 2007), in a study, examined the relationship between leg muscle strength and agility skills in 76 male students receiving physical

education. The study found that correlations between athletes' leg muscle strength and explosive strength characteristics and three different agility skills were low. In a different study, no relationship was found between five different change-of-direction skills and squat jump power in 31 male athletes aged 20.02 ± 1.89 from different sports. In addition, it was found that there was a correlation between strength and agility skills in female athletes, but no correlation was found in male athletes (Sekulic et al., 2013). The relationships between $60^\circ/\text{s}$, $180^\circ/\text{s}$ and $300^\circ/\text{s}$ leg flexor and extensor muscle strength and squat and countermovement jump, 30 m sprint and T-agility were investigated in 21 professional level athletes aged 24.5 ± 3.9 years. As a result of the correlation analyses performed in the study, it was reported that -0.473^* correlation was found between squat jump heights and 30 m sprint, while moderate correlations were obtained between $60^\circ/\text{s}$ and $300^\circ/\text{s}$ isokinetic dynamometer data and T-agility times (Kabacinski et al., 2022). In a study conducted on 95 male football players, it was found that there was a correlation between the jumping performances of athletes with an average age of 12.27 ± 0.91 years and Illinois agility skills (r values between -0.47 and -0.80) (Negra et al., 2017). There are many similar studies in the literature, and it is seen that there are results with low, medium or no correlation with the leg muscle strength of athletes (Peterson et al., 2006; Young et al., 1996). However, it is seen that the relationships between single leg jumping skills and sprint and change of direction running skills of athletes have higher correlations. Pamuk et al. (2023) conducted a study examining the relationships between single leg jumping and speed and agility, stating that the relationship between single leg jumping skills and performance is still not fully explored. In the study, a total of 32 male basketball athletes aged 15.06 ± 2.62 years were subjected to single leg jump, sprint and agility measurements. In the study, it was found that there were moderate and high correlations between dominant and non-dominant leg jump data and speed and agility skills of athletes. In a different study, it was found that 39 male football players aged 15.19 ± 3.15 years had low and moderate correlations between single leg jump performances and speed and agility skills. However, in the study, it was observed that jump performances were measured with the Opto Jump Microgate device with infrared instead of the force platform (Yanci et al., 2014). In the above two different studies that applied the single leg performance test, Pamuk et al. (Pamuk et al., 2023) performed the measurements using a force platform as in this study. In this study, correlations were found between the results of the single leg jump test performed on the strength platform and agility and 20 m sprint skills (table 2). Unlike the literature, in this study, single leg medial jump

data did not show any correlation between the time between the athletes suddenly jumping to the other platform with one leg while on the left or right platform and returning back to the other platform and their sprint and change of direction running skills. However, the correlation relationship between the first reaction time (first reaction time in single leg lateral jump), the concentric muscle force for heading upward and medial direction and the eccentric muscle force for braking while falling to the side platform and the peak landing force with speed and agility was found at medium and high values. This study shows similar results to those of Pamuk et al. (2023), while also showing results similar to those of Yanci et al. (2014), but with higher correlations. The most fundamental reason for this situation is thought to be the use of a different test for jumping ability in this study, namely the single-leg directional change jump performance, and the equipment used. In addition, the relationship between athletes' peak take-off force and landing force is negative. This correlation has statistically demonstrated that athletes apply force with greater sprint and agility in a shorter time. Furthermore, the longer concentric and eccentric muscle contraction times in athletes' jump tests have revealed statistical results indicating that they possess poorer speed and agility skills. This information obtained in the study adds new information to the literature specific to the test applied. It is stated that eccentric muscle contraction helps athletes to change direction faster, especially at the breaking point in agility skill (Jones et al., 2009). In this study, the result that athletes apply speed and agility skills in a longer time with the increase in eccentric muscle contraction times is in parallel with the literature. Similarly, the maximum muscle force that athletes apply vertically to the ground is very important for speed applications on the field. Because it is the first starting point of the movement and this force production that occurs with concentric muscle contraction reveals the quality of speed production (Pereira et al., 2018). In this study, it was found that athletes had worse speed and agility skills as the concentric muscle contraction time increased. This situation suggests that the increase in the speed production time of the athletes to take action may be due to the negative effect on their reaction times.

This research has some limitations. Although it reveals the relationship between a new test data (jump and turning strength) and speed and agility skills, the interpretation of the obtained data and its reflection in the discussion section constitute the limitation of the research. In addition, the application of the research only on male football players between the ages of 14-17 may mean that generalisations cannot be made for different branches. At this point, the test data used in this study and the use of only football players in the tests constitute the limitation of the research.

References

- Atıcı, M., & Bayrakdar, A. (2025). The Effects of TRX-Based Functional Training on Sprint, Agility, and Balance in Youth Football Players: A Controlled Experimental Study. *Journal of Sport for All and Recreation*, 7(3), 578-587.
- Atıcı, M., & Bayrakdar, A. (2025). Effects of Core and Resistance Exercise on Sprint and Agility Outcomes in Adolescent Footballers: A Randomized Controlled Trial. *Yalova Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 4(2), 383-401.
- Bradley, P. S., Sheldon, W., Wooster, B., Olsen, P., Boanas, P., & Krstrup, P. (2009). High-intensity running in English FA Premier League soccer matches. *Journal of sports sciences*, 27(2), 159-168.
- Barnes, J. L., Schilling, B. K., Falvo, M. J., Weiss, L. W., Creasy, A. K., & Fry, A. C. (2007). Relationship of jumping and agility performance in female volleyball athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1192-1196.
- Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Physical and metabolic demands of training and match-play in the elite football player. *Journal of sports sciences*, 24(07), 665-674.
- Bimson, L., Langdown, L., Fisher, J. P., & Steele, J. (2017). Six weeks of knee extensor isometric training improves soccer related skills in female soccer players. *Journal of Trainology*, 6(2), 52-56.
- Bizzini, M., Impellizzeri, F. M., Dvorak, J., Bortolan, L., Schena, F., Modena, R., & Junge, A. (2013). Physiological and performance responses to the "FIFA 11+"(part 1): is it an appropriate warm-up?. *Journal of sports sciences*, 31(13), 1481-1490.
- Cronin, J. B., & Hansen, K. T. (2005). Strength and power predictors of sports speed. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(2), 349-357.
- Castillo-Rodríguez, A., Fernández-García, J. C., Chinchilla-Minguet, J. L., & Carnero, E. Á. (2012). Relationship between muscular strength and sprints with changes of direction. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(3), 725-732.
- Gravina, L., Gil, S. M., Ruiz, F., Zubero, J., Gil, J., & Irazusta, J. (2008). Anthropometric and physiological differences between first team and reserve soccer players aged 10-14 years at the beginning and end of the season. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(4), 1308-1314.
- Harris, N. K., Cronin, J. B., Hopkins, W. G., & Hansen, K. T. (2008). Relationship between sprint times and the strength/power outputs of a machine squat jump. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 691-698.

- Jones, P., Bampouras, T., & Marrin, K. (2009). An investigation into the physical determinants of change of direction speed. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 49(1), 97-104.
- Kabacinski, J., Szozda, P. M., Mackala, K., Murawa, M., Rzepnicka, A., Szewczyk, P., & Dworak, L. B. (2022). Relationship between isokinetic knee strength and speed, agility, and explosive power in elite soccer players. *International journal of environmental research and public health*, 19(2), 671.
- Little, T., & Williams, A. G. (2005). Specificity of acceleration, maximum speed, and agility in professional soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19(1), 76-78.
- Marcovic, G. (2007). Poor relationship between strength and power qualities and agility performance. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 47(3), 276.
- Meckel, Y., Doron, O., Eliakim, E., & Eliakim, A. (2018). Seasonal variations in physical fitness and performance indices of elite soccer players. *Sports*, 6(1), 14.
- Meylan, C., McMaster, T., Cronin, J., Mohammad, N. I., Rogers, C., & DeKlerk, M. (2009). Single-leg lateral, horizontal, and vertical jump assessment: Reliability, interrelationships, and ability to predict sprint and change-of-direction performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1140-1147.
- McBride, J. M., Blow, D., Kirby, T. J., Haines, T. L., Dayne, A. M., & Triplett, N. T. (2009). Relationship between maximal squat strength and five, ten, and forty yard sprint times. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(6), 1633-1636.
- Negra, Y., Chaabene, H., Hammami, M., Amara, S., Sammoud, S., Mkaouer, B., & Hachana, Y. (2017). Agility in young athletes: is it a different ability from speed and power?. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 31(3), 727-735.
- Pamuk, Ö., Makaracı, Y., Ceylan, L., Küçük, H., Kızılet, T., Ceylan, T., & Kaya, E. (2023). Associations between force-time related single-leg counter movement jump variables, agility, and linear sprint in competitive youth male basketball players. *Children*, 10(3), 427.
- Peterson, M. D., Alvar, B. A., & Rhea, M. R. (2006). The contribution of maximal force production to explosive movement among young collegiate athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 20(4), 867-873.
- Pereira, L. A., Nimphius, S., Kobal, R., Kitamura, K., Turisco, L. A., Orsi, R. C., ... & Loturco, I. (2018). Relationship between change of direction, speed, and power in male and female national olympic team handball athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 32(10), 2987-2994.

- Raya, M. A., Gailey, R. S., Gaunaurd, I. A., Jayne, D. M., Campbell, S. M., Gagne, E., ... & Tucker, C. (2013). Comparison of three agility tests with male servicemembers: Edgren Side Step Test, TTest, and Illinois Agility Test. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 50(7).
- Reilly, Thomas (1976). A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. *J Human Movement Studies*, 2, 87-97.
- Savla, H. N., Sangaonkar, M., & Palekar, T. (2020). Correlation of core strength and agility in badminton players. *Int J Appl Res*, 6(12), 383-7.
- Sekulic, D., Spasic, M., Mirkov, D., Cavar, M., & Sattler, T. (2013). Gender-specific influences of balance, speed, and power on agility performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(3), 802-811.
- Stojanović, E., Stojiljković, N., Scanlan, A. T., Dalbo, V. J., Berkelmans, D. M., & Milanović, Z. (2018). The activity demands and physiological responses encountered during basketball match-play: a systematic review. *Sports Medicine*, 48(1), 111-135.
- Yanci, J., Los Arcos, A., Mendiguchia, J., & Brughelli, M. (2014). Relationships between sprinting, agility, one-and two-leg vertical and horizontal jump in soccer players. *Kinesiology*, 46(2.), 194-201.
- Young, W., Hawken, M., & McDonald, L. (1996). Relationship between speed, agility and strength qualities in Australian Rules football. *Strength Cond Coach*, 4(4), 3-6.
- Wisløff, U., Castagna, C., Helgerud, J., Jones, R., & Hoff, J. (2004). Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. *British journal of sports medicine*, 38(3), 285-288.

Futbolda Kurallı Oynanan Küçük Alan Oyunlarının Alan Büyüklüğüne Göre Fiziksel ve Fizyolojik Etkilerinin İncelenmesi¹

Cemrehan Gürler²

Hamit Cihan³

Abdullah Çetindemir⁴

Özet

Bu araştırmanın amacı, farklı saha ölçülerinde oynatılan kurallı ve kurlsız 5v5 küçük alan oyunlarının genç futbolcuların fiziksel ve fizyolojik performansları üzerindeki etkilerini incelemektir. Araştırmaya, profesyonel bir futbol takımının altyapısında (U16–U17) oynayan on erkek futbol oyuncusu (ortalama yaş = $16,59 \pm 0,51$ yıl) gönüllü olarak katılmıştır. Her katılımcı, dört farklı küçük alan oyunu formatında (kurallı küçük alan, kurallı büyük alan, serbest küçük alan, serbest büyük alan) oynamıştır. Oyunlar sırasında futbolcuların fiziksel ve fizyolojik performans değişkenleri elde edilmiştir. Araştırmada, Fizyolojik değişken olarak kalp atım sayısı (ortalama ve maksimal), fiziksel değişken olarak koşu mesafesi (m) ve hızı ($\text{km}\cdot\text{s}^{-1}$) incelenmiştir. Ölçme aracı olarak telemetrik kalp atım hız monitörü (Polar V800, Polar Electro Oy, Finland) ve algılanan zorluk derecesi ölçeği kullanılmıştır. Elde edilen verilerin analizinde SPSS 23.0 istatistik paket programı kullanılmıştır; tanımlayıcı istatistiklerin yanı sıra farklı oyun formatları arasındaki farklar Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile incelenmiştir ($p < 0,05$). Bulgular, saha büyüklüğü ve kural yapısının kalp atım sayısı, koşu mesafesi ve koşu hızı bakımından anlamlı farklılıklar yarattığını göstermiştir. Sonuç olarak, küçük alan oyunlarının tasarımı

- 1 Bu çalışma, Cemrehan Gürler isimli araştırmacının yüksek lisans tezinin bir bölümünden üretilmiştir.
- 2 Trabzon Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Trabzon, Türkiye
0000-0002-9106 -0783 ; Mail: cemrehangurler@gmail.com
- 3 Trabzon Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Trabzon, Türkiye
0000-0002-7704-1316 ; Mail: hamitcb@trabzon.edu.tr
- 4 Trabzon Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi, Trabzon, Türkiye
0000-0002-8238-820X; Mail: abdullahcetindemir@trabzon.edu.tr

saha boyutları ve kural yapısının, antrenmanın fizyolojik yükünü belirlemede kritik bir rol oynadığı söylenebilir. Bu bulgular, antrenman planlaması ve yük yönetiminde uygulayıcılara yol gösterici nitelikte olup, gelecekteki araştırmalara referans oluşturabilecek değerli bilgiler sunmaktadır.

GİRİŞ

Futbolda ortaya konan fiziksel ve fizyolojik çabanın, oyunun yapısal ve taktiksel dinamikleriyle doğrudan ilişkili olduğu bildirilmektedir. Oyunun temposu, alan büyüklüğü, oyuncu sayısı ve kurallar gibi değişkenler hem enerji sistemlerinin kullanım oranını hem de oyuncuların içsel yüklenme düzeylerini belirleyen temel faktörler arasında yer almaktadır (Hill-Haas vd., 2011). Bu nedenle futbol, aralıklı bir egzersiz türü olarak sınıflandırılmaktadır (Stølen vd., 2005; Atıcı & Bayrakdar, 2025). Futbolun karmaşık yapısı nedeniyle kondisyonel durum, teknik beceriler ve taktiksel uygulama düzeyi performansı çok boyutlu biçimde şekillendirmekte iken özellikle yön değiştirmeli koşullarda kritik hız ve anaerobik kapasite gibi koşu temelli fizyolojik göstergelerin aerobik dayanıklılık performansı ile ilişkilerinin de bu çok boyutlu yapının bir parçası olduğunu ortaya koymaktadır (Aquino vd., 2017; Ari vd., 2021; Costa vd., 2010; Mendez-Villanueva & Buchheit, 2011). Bu çoklu etmenler, performansın nihai sonucunu belirleyen etkileşimli unsurlar olarak öne çıkar. Dolayısıyla, bu çok boyutlu faktörler oyuncuların antrenman ve müsabakalarda verdikleri fizyolojik, fiziksel, teknik ve taktiksel tepkileri de şekillendirmektedir (Aquino vd., 2020).

Modern futbolda oyun temposunun artması ve alanın daha etkin kullanılması, küçük alan oyunlarının (KAO) antrenman ve performans süreçlerinde önemini artırmıştır (Tokul & Mülazımoğlu 2018). Dolayısıyla futboldaki çok boyutlu uyarıcıları yansıtmaları nedeniyle modern antrenmanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. KAO, antrenörlerin farklı görev kısıtlamalarını değiştirerek oyuncuların davranışlarını ve performans tepkilerini yönlendirmelerine olanak tanır (Sarmento vd., 2018). Bu oyunlar, antrenörler tarafından belirli kuralların veya koşulların manipüle edildiği düzenlenmiş oyun biçimleri olarak tanımlanabilir (Sarmento vd., 2018), Correia, & Vilar, 2013). En sık kullanılan değişkenlerden biri saha boyutudur; çünkü saha genişliği ve uzunluğundaki değişiklikler, oyuncuların hareket paternlerini ve karar verme davranışlarını doğrudan etkiler (Clemente vd., 2021).

Modern futbol antrenman anlayışında, oyuncuların fiziksel kapasitesini korumak veya geliştirmek amacıyla geleneksel aerobik-anaerobik eşik koşuları ya da topsuz interval antrenmanlar yerine, iyi planlanmış küçük alan oyunlarının kullanılması önerilmektedir (Hoff vd., 2002; Atıcı & Bayrakdar,

2025). Bu oyunlar, futbolun gerektirdiği fiziksel ve teknik talepleri eş zamanlı olarak karşılar, zamandan da tasarruf sağlar (Reilly, 2007). Oyunun şiddeti, futbolcuların fizyolojik tepkileri üzerinden belirlenmekte olup, bu tepkiler arasında kalp atım hızı (KAH), maksimum kalp atım hızına (KAHmaks) oranı, maksimum oksijen tüketim yüzdesi, laktik asit seviyesi ve algılanan zorluk düzeyi (AZD) yer almaktadır (Aroso, vd., 2004). Rampinini ve arkadaşlarının (2007) bulgularına göre, küçük alan oyunları sırasında egzersiz tipi, saha boyutu ve antrenör teşviki gibi faktörler fizyolojik yanıtların şiddetini belirgin biçimde etkilemektedir. Özellikle 4'e 4 formatındaki oyunlar, oyuncu başına topa sahip olma süresinin ve sprint sıklığının artmasıyla birlikte hem aerobik hem de anaerobik enerji sistemlerinin eşzamanlı olarak devreye girmesini sağlar. Bu formatta ortalama kan laktat konsantrasyonu yaklaşık $5 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ seviyesinde ölçülmüş, bazı durumlarda $3.5\text{--}7 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ aralığına ulaşmıştır. Bu değerler, enerji üretiminin yalnızca oksidatif yollardan değil, aynı zamanda glikolitik metabolizma (glikoliz) üzerinden de gerçekleştiğini göstermektedir (Rampinini vd., 2007).

Yapılan bir çalışmada, 11 yaşındaki futbolcuların 11v11 ve 7v7 formatlarında gösterdikleri fizyolojik tepkiler karşılaştırılmış; 7v7 maçlarında kan laktat düzeylerinin $1.4\text{--}7.3 \text{ mmol/L}$ aralığında olduğu rapor edilmiştir. Mevcut literatüre rağmen, farklı saha boyutlarında ve farklı kural yapılarına sahip küçük-büyük alan oyunlarının genç futbolcuların fizyolojik ve teknik performanslarına etkisini inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Ayrıca, küçük alan oyunları ile yüksek şiddetli koşullar arasındaki ilişkiyi değerlendiren araştırmaların da oldukça az olduğu görülmektedir (Capranica vd., 2001).

Bu bağlamda, küçük alan oyunlarının oyuncuların maçta karşılaştıkları fizyolojik talepleri daha sık tekrarlamalarına olanak sağlayarak, baskı ve yorgunluk koşullarına karşı dayanıklılıklarını artırabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle, bu araştırmanın amacı farklı saha ölçülerinde kurallı ve kurlsız biçimlerde oynanan küçük alan oyunlarının genç futbolcuların fizyolojik ve teknik performansları üzerindeki etkilerini incelemektir.

YÖNTEM

Araştırma Modeli

Bu araştırmada nicel araştırma yöntemi benimsenmiş olup, katılımcıların beceri, yetenek ve tutum gibi özelliklerini belirlemeye yönelik bir yaklaşım kullanılmıştır (Büyüköztürk, 2012). Araştırmanın amacı, mevcut durumu olduğu biçimiyle ortaya koymak olduğundan, betimsel tarama modeli tercih edilmiştir (Bedir Erişti vd., 2013; Büyüköztürk vd., 2017).

Araştırma Grubu

Bu araştırmanın örneklem grubunu, Türkiye Süper Liginde yer alan bir profesyonel futbol takımının altyapısında lisanslı olarak oynayan U16–U17 yaş kategorisindeki 10 erkek futbolcu oluşturmaktadır (yaş: $16,59 \pm 0,51$ yıl; boy: $178,30 \pm 5,68$ cm; vücut ağırlığı: $70,60 \pm 4,22$ kg). Futbolcular haftada beş gün, her biri yaklaşık iki saat süren antrenmanlara düzenli olarak katılmaktadır. Katılımcıların seçiminde fizyolojik özellikler, teknik beceriler, oyun bilgisi, oyun pozisyonu ve antrenman geçmişi gibi kriterler dikkate alınmış; böylece araştırma da yer alan takımların denk düzeyde olmasına özen gösterilmiştir. Araştırmanın etik onayı, Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Etik Kurulu tarafından alınmıştır (Sayı No: 8161140818-000-E.478). Araştırmaya katılan tüm sporcular, antrenörlerinin bilgisi ve onayıyla, gönüllülük esasına dayalı olarak araştırmaya dâhil edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama araçları olarak antropometrik ölçümler için Tanita MC 780 MA cihazı, küçük alan oyunları sırasındaki tüm fizyolojik veriler için polar cihazı (GPS team pro polar, 10Hz) ve algılanan eforun düzeyini belirlemek için 10 puanlı Borg skalası (Borg, 1998) kullanılmıştır.

Fiziksel ve Fizyolojik Ölçümler

Sporcuların küçük alan oyunları sırasında KAH ($\text{atım} \cdot \text{dk}^{-1}$), toplam koşu mesafesi (m) ve koşu hızı ($\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$) (örneğin, maksimal ve ortalama hız değerleri) polar team pro (10 Hz), (Polar Electro Oy, Kempele, Finlandiya) cihazlar kullanılarak ölçülmüştür. Her bir sporcunun göğüs bölgesine yerleştirilen sensörlü göğüs bandı aracılığıyla veriler toplanmış ve ölçüm sonrasında ilgili bilgiler bilgisayar ortamına aktarılmıştır. KAH verileri ($\%70\text{--}80 \text{ atım} \cdot \text{dk}^{-1}$, $\%80\text{--}90 \text{ atım} \cdot \text{dk}^{-1}$, $\%90\text{--}100 \text{ atım} \cdot \text{dk}^{-1}$), maksimal kalp atım sayısına (KAHmaks) göre yüzdesel olarak sınıflandırılmıştır. Benzer şekilde, koşu mesafesi ve hız verileri de oyuncuların hareket yoğunluğunu temsil edecek biçimde hız aralıklarına göre analiz edilmiştir: $13\text{--}17.9 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$, $18\text{--}20.9 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$, $\geq 21 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$. Bu sınıflandırma, futbolcularda fizyolojik yüklenme düzeylerini ve oyun içi fiziksel talepleri detaylı biçimde değerlendirmek amacıyla yapılmıştır.

Küçük Alan Oyunlarında Uygulanan Kurallar

Bu araştırmada oynatılan 5v5 oyunlarda adam adama markaj ve serbest oyun biçimleri karşılaştırılmıştır. Adam adama markaj, savunma oyuncularının rakip takım oyuncularını birebir olarak takip edip savunma sorumluluğu üstlendiği bir stratejidir. Her savunma oyuncusu belirli bir

rakip oyuncudan sorumludur ve bu oyuncunun hareketlerini izleyerek etkili biçimde marke etmeye çalışır (Bakır vd., 2021). Buna karşılık, serbest oyun modelinde oyuncular topa sınırlama olmaksızın dokunabilir; bu durumda yaratıcılık, bireysel beceriler ve karar verme süreçleri ön plana çıkar (Diker vd., 2011).

Veri Toplama Süreci

Küçük alan oyunları oynatılmadan önce tüm sporculara standart bir ısınma protokolü uygulanmıştır. Oyuncular, oynadıkları mevkiler ve teknik beceri düzeyleri dikkate alınarak dengeli biçimde iki takıma ayrılmıştır.

Bu araştırmada, küçük alan oyunlarının alan büyüklüğüne ve kural durumuna göre fizyolojik etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, araştırmaya katılan 10 futbol oyuncusu, 5v5 oyun şeklinde kurallı küçük alan (KKA), kurallı büyük alan (KBA), serbest küçük alan (SKA) ve serbest büyük alan (SBA) oyunlarına katılmıştır.

Araştırmada uygulanan tüm küçük alan oyunları, kaleci olmaksızın sentetik bir futbol sahasında gerçekleştirilmiştir. Küçük alan oyunları 20 m × 28 m boyutlarında, büyük alan oyunları ise 30 m × 42 m boyutlarında oynatılmıştır. Oyunlar, üç set halinde ve her bir set 4 dakika sürmüş, setler arasında ise 4 dakikalık pasif dinlenme süresi verilmiştir. Oyunların kesintiye uğramadan devam edebilmesi için, saha çevresinin çeşitli noktalarına yedek toplar yerleştirilmiş ve topun oyun alanı dışına çıkması durumunda oyun, yeni bir topla hızlı biçimde yeniden başlatılmıştır. Bu düzenleme, oyun süresince sürekliliğin korunmasını ve performans verilerinin daha tutarlı şekilde elde edilmesini sağlamıştır. Uygulamalar, oyuncuların yorgunluk düzeylerini minimize etmek ve benzer çevresel koşulları sağlamak amacıyla gün aşırı olacak şekilde, saat 15:00–16:00 aralığında yürütülmüştür.

Verilerin Analizi

Araştırmadan elde edilen veriler IBM SPSS istatistik 23.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) programı kullanılarak analiz edilmiştir. Katılımcı futbol oyuncularını küçük alan oyunlarındaki performanslarına ilişkin veriler tanımlayıcı istatistikler aracılığıyla değerlendirilmiş; aritmetik ortalama (Ort.), standart sapma (Ss), minimum (Min.) ve maksimum (Maks.) değerleri hesaplanmıştır.

Verilerin dağılım özelliklerini belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk normallik testi uygulanmış ve verilerin normal dağılım göstermediği saptanmıştır. Bu doğrultuda, KKA, KBA, SKA ve SBA oyunlarının karşılaştırılmasında Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır.

BULGULAR

Bu bölümde, farklı alan büyüklüklerinde (küçük-büyük) ve farklı oyun biçiminde (kurallı-serbest) oynatılan küçük alan oyunlarının futbolcularda oluşturduğu fiziksel ve fizyolojik yanıtlar ayrıntılı olarak sunulmaktadır. Elde edilen veriler, oyun alanının boyutundaki değişimin egzersiz yoğunluğu, kalp atım hızı ve algılanan efor gibi parametreler üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır.

Tablo 1. Oyun türüne göre performans göstergelerinin dağılımı (n=10).

Değişkenler	Oyunlar	Ort.	Ss.	Min.	Maks.
Algılanan zorluk derecesi (AZD)	KKA	4,9	1,2	3	6
	KBA	5,5	1,51	2	7
	SKA	6,5	1,51	5	8
	SBA	9	1,69	5	9
Toplam mesafe (m)	KKA	1577,50	121,67	1388	1727
	KBA	1403,40	108,19	1238	1596
	SKA	1698,50	111,02	1489	1877
	SBA	1441,10	114,74	1217	1585
Kalp atım ortalaması (atım·dk ⁻¹)	KKA	182,10	9,37	157	189
	KBA	181,10	6,87	174	193
	SKA	183,70	4,49	177	190
	SBA	180,90	7,09	172	195
Maksimal kalp atım hızı (atım·dk ⁻¹)	KKA	200,70	8,60	190	223
	KBA	196,00	5,12	187	204
	SKA	194,3	6,43	183	205
	SBA	194,2	6,73	182	204
Maksimal hız (km·s ⁻¹)	KKA	24,18	2,11	20,50	27,10
	KBA	20,77	1,51	18,10	22,50
	SKA	20,77	1,51	18,10	22,50
	SBA	24,51	1,72	22,20	27,20
Ortalama hız (km·s ⁻¹)	KKA	7,99	0,57	7,10	8,70
	KBA	7,28	0,53	6,50	8,20
	SKA	8,68	0,52	7,70	9,50
	SBA	7,59	0,56	6,50	8,30

KBA= Kurallı büyük alan oyunu; KKA= Kurallı küçük alan oyunu; SBA= Serbest büyük alan oyunu; SKA= Serbest küçük alan oyunu; Ort.= Ortalama; Ss= Standart sapma; Min.= Minimum; Maks= Maksimum.

Tablo 1’de oyuncuların farklı küçük alan oyun türlerinde gösterdikleri performans değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler sunulmaktadır. Toplam mesafesi (m) değerleri sırasıyla KKA (1577,50 $\pm$ 121,67 m), KBA (1403,40 $\pm$ 108,19 m), SKA (1698,50 $\pm$ 111,02 m) ve SBA (1441,10 $\pm$ 114,74 m) olarak belirlenmiştir. Kalp atım ortalamaları (atım $\cdot$ dk⁻¹) oyun türleri arasında benzer düzeyde olup, KKA (182,10 $\pm$ 9,37 atım $\cdot$ dk⁻¹) ve SKA (183,70 $\pm$ 4,49 atım $\cdot$ dk⁻¹) değerleri nispeten daha yüksektir. Maksimal kalp atım hızları 190–223 atım $\cdot$ dk⁻¹ aralığında değişmiş, en yüksek değer KKA oyununda gözlenmiştir. Maksimal hız değerleri 20–25 km $\cdot$ s⁻¹ aralığında olup, SBA (24,51 $\pm$ 1,72 km $\cdot$ s⁻¹) oyununda en yüksek düzeye ulaşılmıştır. Ortalama hız açısından KKA (7,99 $\pm$ 0,57 km $\cdot$ s⁻¹) ve SKA (8,68 $\pm$ 0,52 km $\cdot$ s⁻¹) oyunları diğer türlere göre daha yüksek hızlarla oynanmıştır. Algılanan zorluk derecesi oyun türüne göre artış göstermiş; en düşük değer KKA (4,9 $\pm$ 1,2), en yüksek değer ise SBA (9,0 $\pm$ 1,69) oyununda saptanmıştır.

Tablo 2. Toplam koşu mesafesinin oyun alanı ve kurallarına göre karşılaştırılması

Oyun türleri		n	Sıra ort.	Sıra top.	z	p
KBA-KKA	Negatif Sıra	9	6,00	54,00	2,70	,007*
	Pozitif Sıra	1	1,00	1,00		
	Eşit	0	-	-		
SBA-SKA	Negatif Sıra	9	6,00	54,00	2,70	,007*
	Pozitif Sıra	1	1,00	1,00		
	Eşit	0	-	-		
SKA-KKA	Negatif Sıra	10	5,50	55,00	2,80	,005*
	Pozitif Sıra	0	,00	,00		
	Eşit	0	-	-		
SBA-KBA	Negatif Sıra	5	7,6	38	1,07	,285
	Pozitif Sıra	5	3,4	17		
	Eşit	0	-	-		

* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$; KBA= Kurallı büyük alan oyunu; KKA= Kurallı küçük alan oyunu; SBA= Serbest büyük alan oyunu; SKA= Serbest küçük alan oyunu; Sıra ort.= Sıra ortalaması; Sıra top.= Sıra toplamı.

Tablo 2’de küçük alan oyunlarında kat edilen toplam koşu mesafelerinin, alan büyüklüğü (küçük-büyük) ve oyun biçimi (kurallı-serbest) değişkenlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığına ilişkin Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları verilmiştir. Bulgulara göre, KKA ile KBA arasında kat

edilen toplam mesafe açısından anlamlı bir fark bulunmuştur ($Z = 2,70$; $p = 0,007$). SKA ile SBA arasında da anlamlı fark saptanmıştır ($Z = 2,70$; $p = 0,007$). Ayrıca KKA ile SKA arasında anlamlı fark belirlenmiştir ($Z = 2,80$; $p = 0,005$). Buna karşın SBA ile KBA arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($Z = 1,07$; $p = 0,285$). Sonuç olarak, kurallı-serbest ve alan büyüklüğüne göre oynanan küçük alan oyunlarında toplam koşu mesafeleri anlamlı biçimde değişmektedir. Özellikle küçük alan oyunlarında kurallı ve serbest biçim farkı koşu mesafesini önemli ölçüde etkilemektedir.

Tablo 3. Ortalama hız değerlerinin alan ve oyun türüne göre karşılaştırılması

Oyun türleri		n	Sıra ort.	Sıra top.	z	p
KBA-KKA	Negatif Sıra	7	5,00	35,00	2,39	,017*
	Pozitif Sıra	1	1,00	1,00		
	Eşit	2	-	-		
SBA-SKA	Negatif Sıra	9	6,00	54,00	2,70	,007*
	Pozitif Sıra	1	1,00	1,00		
	Eşit	0	-	-		
SKA-KKA	Negatif Sıra	0	,00	,00	2,80	,005*
	Pozitif Sıra	10	5,50	55,00		
	Eşit	0	-	-		
SBA-KBA	Negatif Sıra	1	2,00	2,00	2,26	,024*
	Pozitif Sıra	7	4,86	34,00		
	Eşit	2	-	-		

* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$; KBA = Kurallı büyük alan oyunu; KKA = Kurallı küçük alan oyunu; SBA = Serbest büyük alan oyunu; SKA = Serbest küçük alan oyunu; Sıra ort. = Sıra ortalaması; Sıra top. = Sıra toplamı.

Tablo 3'te küçük alan oyunlarında ortalama koşu hızlarının ($\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$) alan büyüklüğü (küçük-büyük) ve oyun biçimi (kurallı-serbest) değişkenlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla uygulanan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları verilmiştir. Bulgulara göre, KKA ile KBA arasında ortalama hız değerleri açısından anlamlı bir fark saptanmıştır ($Z = 2,39$; $p = 0,017$). SKA ile SBA arasında da anlamlı fark bulunmuştur ($Z = 2,70$; $p = 0,007$). SKA ile KKA arasında da anlamlı fark tespit edilmiştir ($Z = 2,80$; $p = 0,005$). Ayrıca SBA ile KBA arasında da anlamlı fark belirlenmiştir ($Z = 2,26$; $p = 0,024$). Buna göre, ortalama koşu hızı değerleri hem alan büyüklüğüne hem de oyun biçimine bağlı olarak anlamlı

biçimde değişmektedir. Özellikle küçük alan oyunlarında kurallı ve serbest oynanış biçiminin koşu hızını etkilediği görülmektedir.

Tablo 4. Koşu hızı bölgelerinin alan büyüklüğü ve oyun kurallarına göre karşılaştırılması

Bölgeler	Oyun türleri	n	Sıra ort.	Sıra top.	z	p
13-17.9 km.s ⁻¹	KBA-KKA	Negatif Sıra	10	5,50	55,00	
		Pozitif Sıra	0	,00	,00	2,80 ,005*
		Eşit	0	-	-	
	SBA-SKA	Negatif Sıra	9	6,00	54,00	
		Pozitif Sıra	1	1,00	1,00	2,70 ,007*
		Eşit	0	-	-	
	SKA-KKA	Negatif Sıra	5	5,80	29,00	
		Pozitif Sıra	5	5,20	26,00	,153 ,878
		Eşit	0	-	-	
	SBA-KBA	Negatif Sıra	7	5,93	41,50	
		Pozitif Sıra	3	4,50	13,50	1,42 ,153
		Eşit	0	-	-	
18-20.9 km.s ⁻¹	KBA-KKA	Negatif Sıra	10	5,50	55,00	
		Pozitif Sıra	0	,00	,00	2,80 ,005*
		Eşit	0	-	-	
	SBA-SKA	Negatif Sıra	9	5,89	53,00	
		Pozitif Sıra	1	2,00	2,00	2,60 ,009
		Eşit	0	-	-	
	SKA-KKA	Negatif Sıra	7	7,00	49,00	
		Pozitif Sıra	3	2,00	6,00	2,19 ,028*
		Eşit	0	-	-	
	SBA-KBA	Negatif Sıra	6	4,17	25,00	
		Pozitif Sıra	2	5,50	11,00	,028 ,326
		Eşit	2	-	-	
≥21 km.s ⁻¹	KBA-KKA	Negatif Sıra	8	5,5	44	
		Pozitif Sıra	1	1	1	2,55 ,011
		Eşit	1	-	-	
	SBA-SKA	Negatif Sıra	10	5,5	55	
		Pozitif Sıra	0	0	0	2,8 ,005*
		Eşit	0	-	-	
	SKA-KKA	Negatif Sıra	4	5,5	22	
		Pozitif Sıra	5	4,6	23	0,059 ,953
		Eşit	1	-	-	
	SBA-KBA	Negatif Sıra	3	2,67	8	
		Pozitif Sıra	1	2	2	1,09 ,273
		Eşit	6	-	-	

* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$; KBA= Kurallı büyük alan oyunu; KKA= Kurallı küçük alan oyunu; SBA= Serbest büyük alan oyunu; SKA= Serbest küçük alan oyunu; Sıra ort. = Sıra ortalaması; Sıra top. = Sıra toplamı.

Tablo 4'te küçük alan oyunlarında farklı koşu hızı bölgelerinde ($13-18 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$, $18-21 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ ve $\geq 21 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$) kat edilen mesafelerin alan büyüklüğü (küçük-büyük) ve oyun türü (kurallı-serbest) değişkenlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla uygulanan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları verilmiştir. Buna göre, $13-18 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ hız aralığında, KKA ile KBA arasında anlamlı fark bulunmuştur ($Z = 2,70$; $p = 0,005$). $18-21 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ koşullarında, KKA ile KBA arasında ($Z = 2,80$; $p = 0,005$) ve SKA ile SBA arasında ($Z = 2,60$; $p = 0,009$) anlamlı fark saptanmıştır. $\geq 21 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ koşullarında, KKA ile KBA arasında ($Z = 2,55$; $p = 0,05$) ve SKA ile SBA arasında ($Z = 2,80$; $p = 0,005$) anlamlı fark tespit edilmiştir. Buna göre, farklı hız bölgelerinde koşu mesafeleri hem alan büyüklüğüne hem de oyun biçimine bağlı olarak anlamlı biçimde değişmektedir. Özellikle daha yüksek hız bölgelerinde ($\geq 18 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$) farkların daha belirgin olduğu görülmektedir.

Tablo 5. Ortalama kalp atım hızının alan büyüklüğü ve oyun biçimine göre karşılaştırılması

Oyun türleri		n	Sıra ort.	Sıra top.	z	p
KBA-KKA	Negatif Sıra	5	4,80	24,00	,841	,400
	Pozitif Sıra	3	4,00	12,00		
	Eşit	2	-	-		
SBA-SKA	Negatif Sıra	7	5,79	40,50	1,33	,184
	Pozitif Sıra	3	4,83	14,50		
	Eşit	0	-	-		
SKA-KKA	Negatif Sıra	7	4,43	31,00	1,01	,312
	Pozitif Sıra	2	7,00	14,00		
	Eşit	1	-	-		
SBA-KBA	Negatif Sıra	5	6,70	33,50	,67	,538
	Pozitif Sıra	5	4,30	21,50		
	Eşit	0	-	-		

** $p < 0,05$; ** $p < 0,001$; KBA= Kurallı büyük alan oyunu; KKA= Kurallı küçük alan oyunu; SBA= Serbest büyük alan oyunu; SKA= Serbest küçük alan oyunu; Sıra ort. = Sıra ortalaması; Sıra top. = Sıra toplamı.*

Tablo 5'te küçük alan oyunlarında ortalama kalp atım hızlarının ($\text{atım}\cdot\text{dk}^{-1}$) alan büyüklüğü (küçük-büyük) ve oyun biçimi (kurallı-serbest) değişkenlerine göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları verilmiştir. Bulgulara göre, KKA ile KBA arasında ($Z = 0,84$; $p > 0,05$), SKA ile SBA arasında ($Z = 1,33$; $p > 0,05$), SKA ile KKA arasında ($Z = 1,01$; $p > 0,05$) ve SBA ile KBA arasında ($Z = 0,67$; $p > 0,05$) anlamlı bir fark bulunmamıştır. Buna göre, kalp atım hızları açısından alan büyüklüğü ve oyun biçimi faktörlerine bağlı

anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu bulgu, küçük alan oyunlarında içsel yükün (kalp atım hızı) alan ve kural değişimlerinden bağımsız olarak benzer düzeyde seyrettiğini göstermektedir.

Tablo 6. Alan büyüklüğü ve oyun biçimine göre kalp atım hızı bölgelerinin karşılaştırılması

Bölgeler	Oyun türleri	n	Sıra ort.	Sıra top.	z	p
%70-80 (atım·dk ⁻¹)	KBA-KKA	Negatif Sıra	7	4,29	30,00	
		Pozitif Sıra	3	8,33	25,00	,25
		Eşit	0	-	-	,799
	SBA-SKA	Negatif Sıra	4	4,75	19,00	
		Pozitif Sıra	5	5,20	26,00	,41
		Eşit	1	-	-	,678
	SKA-KKA	Negatif Sıra	7	5,14	36,00	
		Pozitif Sıra	3	6,33	19,00	,87
		Eşit	0	-	-	,385
	SBA-KBA	Negatif Sıra	6	6	36	
		Pozitif Sıra	4	4,75	19	,87
		Eşit	0	-	-	,386
%80-90 (atım·dk ⁻¹)	KBA-KKA	Negatif Sıra	3	3,67	11	
		Pozitif Sıra	7	6,29	44	1,68
		Eşit	0	-	-	,093
	SBA-SKA	Negatif Sıra	3	3	9	
		Pozitif Sıra	7	6,57	46	1,89
		Eşit	0	-	-	,059
	SKA-KKA	Negatif Sıra	4	5,25	21	
		Pozitif Sıra	6	5,67	34	0,66
		Eşit	0	-	-	,508
	SBA-KBA	Negatif Sıra	2	1,5	3	
		Pozitif Sıra	8	6,5	52	2,5
		Eşit	0	-	-	,013*
%90-100 (atım·dk ⁻¹)	KBA-KKA	Negatif Sıra	4	7,75	31	
		Pozitif Sıra	6	4	24	0,36
		Eşit	0	-	-	,721
	SBA-SKA	Negatif Sıra	7	6,71	47	
		Pozitif Sıra	3	2,67	8	1,99
		Eşit	0	-	-	,047
	SKA-KKA	Negatif Sıra	6	5,17	31	
		Pozitif Sıra	4	6	24	0,36
		Eşit	0	-	-	,721
	SBA-KBA	Negatif Sıra	6	7,17	43	
		Pozitif Sıra	4	3	12	1,58
		Eşit	0	-	-	,114

* $p < 0,05$; ** $p < 0,001$; KBA = Kurallı büyük alan oyunu; KKA = Kurallı küçük alan oyunu; SBA = Serbest büyük alan oyunu; SKA = Serbest küçük alan oyunu; Sıra ort. = Sıra ortalaması; Sıra top. = Sıra toplamı.

Tablo 6'da küçük alan oyunlarında KAH bölgeleri (%70–80, %80–90 ve %90–100) açısından alan büyüklüğü (küçük-büyük) ve oyun biçimi (kurallı-serbest) değişkenlerine göre farklılaşma olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları sunulmuştur. Bulgulara göre, %70–80 (atım·dk⁻¹) bölgesinde oynanan oyunlarda, kurallı ve serbest biçimlerdeki küçük ve büyük alan oyunları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). %80–90 (atım·dk⁻¹) bölgesinde oynanan oyunlarda da alan büyüklüğü ve oyun biçimi faktörlerine göre anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p > 0,05$). %90–100 (atım·dk⁻¹) bölgesinde ise yalnızca SKA ile SBA oyunları arasında anlamlı fark saptanmıştır ($Z = 1,99$; $p = 0,047$). Genel olarak KAH bölgelerinin büyük ölçüde alan büyüklüğü ve oyun biçiminden bağımsız olarak benzer dağılım gösterdiğini, ancak yüksek yoğunlukta (%90–100) oynanan serbest biçimli oyunlarda alan büyüklüğünün fizyolojik yanıtı etkileyebileceğini göstermektedir.

TARTIŞMA

Bu araştırmanın amacı, küçük alan oyunlarının alan büyüklüğü ve oyun kurallarına göre fizyolojik etkilerini karşılaştırmaktır. Lisanslı 10 futbolcu, KKA, KBA, SKA ve SBA oyunları sırasında 5v5 oyun formatında fiziksel ve fizyolojik açısından değerlendirilmiştir.

Analiz sonuçları, futbolcuların oyun türlerine göre kat ettikleri toplam mesafelerde anlamlı farklar olduğunu göstermiştir. Özellikle KKA ile KBA oyunları arasındaki fark, KKA lehine anlamlı bulunmuştur. Benzer şekilde, SBA ile SKA oyunları arasındaki farkın da SKA lehine anlamlı olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3). Genel olarak sporcuların, kurallı ve serbest küçük alan oyunlarında daha fazla mesafe kat ettikleri belirlenmiştir. Bu bulgular, küçük alanların yüksek yoğunluklu tekrarlı koşulara olanak sağlamasıyla ilişkilendirilebilir. Buna göre yapılan bir çalışmada 24×36 m'lik küçük alan oyunlarında sporcuların toplam kat ettikleri mesafelerin daha küçük alan alanlarındakinden yüksek olduğunu rapor etmiştir (Teker, 2021). Bu durum, oyun alanının büyüklüğü arttıkça oyuncuların koşu yoğunluklarını artırdıklarını desteklemektedir.

Ortalama hız değerleri açısından yapılan analizlerde, KKA oyunları ile KBA oyunları arasındaki farkların KKA lehine anlamlı olduğu; aynı şekilde SBA ve SKA oyunları arasındaki farkların da anlamlı olduğu saptanmıştır (Tablo 4). Bu bulgular futbolcuların küçük alan oyunlarında ortalama hızlarının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Alan daraldığında oyun temposunun artması ve yön değiştirmenin sıklığı, bu hız farkının nedeni olabilir. (Dellal vd., 2012), 1 veya 2 top dokunuşuyla oynanan 4'e 4

küçük alan oyunlarının yüksek yoğunluklu koşu performansını artırdığını belirtmiştir.

Koşu hızı bölgelerine ilişkin analizler (Tablo 5), küçük alan oyunlarının düşük ve orta hız bölgelerinde farklı tepkiler oluşturduğunu göstermiştir. 13–17.9 km·s⁻¹ hız aralığında KKA oyunları lehine anlamlı fark tespit edilmiştir. 18–20.9 km·s⁻¹ hız aralığında KKA ve SKA oyunları lehine fark gözlenmiştir. ≥21 km·s⁻¹ hız aralığında KKA ve SKA oyunlarında koşu mesafeleri anlamlı düzeyde yüksektir. Bu sonuçlar, özellikle yüksek hız bölgelerinde (≥18 km·s⁻¹) küçük alan oyunlarının daha fazla yoğunluk oluşturduğunu göstermektedir. Oyun alanı büyüklüğünün artmasıyla birlikte toplam koşu mesafesi, ortalama hız ve egzersiz yükünde artış gözlemlenmiştir. Benzer biçimde, farklı oyun formasyonlarının da bu yüklenme düzeylerini etkileyebildiği bildirilmiştir. (Casamichana & Castellano 2010; Cetin vd. 2021; Yavuz & Saygın 2021). Ancak, farklı saha ölçülerinde (36×27 m ve 40×29 m) oynanan oyunlarda toplam mesafe ve KAH açısından anlamlı fark bulunmadığını belirtmiştir (Lemes vd., 2020). Bu farklılıklar, sporcuların elitlik düzeyi, oyun temposu ve yorgunluk eşiği gibi bireysel faktörlerden kaynaklanıyor olabilir.

KAH analizleri (Tablo 6), oyun alanı büyüklüğü ve oyun biçiminin ortalama kalp atım hızlarını anlamlı şekilde etkilemediğini göstermiştir. KBA ve KKA, SBA ve SKA oyunları arasındaki farklar istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0,05$). Ancak maksimal KAH incelendiğinde, KKA oyunlarında futbolcuların değerlerinin anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, küçük alanlarda yapılan kısa süreli ancak yüksek şiddetli sprintlerin kardiyovasküler sistemi daha fazla zorladığını göstermektedir. 30×40 m ve 40×50 m küçük alan oyunlarında genel kalp atım hızlarının benzer olduğunu ancak oyun süresinin uzamasıyla farkların anlamlı hâle geldiğini rapor etmiştir (Tessitore vd., 2006). Benzer biçimde, oyun alanı büyüklüğü ile KAH arasında pozitif ilişki bulunduğunu belirtmiştir (López-Fernández vd., 2018). Buna karşın, oyun kurallarında yapılan değişikliklerle egzersiz şiddetinin manipüle edilebileceğini ifade etmiştir (Kaya & Gürol 2021). Bununla birlikte küçük alan oyunlarının kısa süreli uygulamaları bile futbolcularda aerobik dayanıklılığı artırabilmektedir (Afyon vd., 2015). Bu araştırmalar, araştırma bulgularımızı destekler nitelikte olup, oyun alanı boyutu ve kuralların fizyolojik yükü modüle etmede etkili olduğunu göstermektedir. KAH bölgeleri incelendiğinde (Tablo 7), %70–80 (atım·dk⁻¹) ve %80–90 (atım·dk⁻¹) oyunlarında anlamlı farkların büyük ölçüde SKA lehine olduğu, %90–100 (atım·dk⁻¹) oyunlarında ise anlamlı farkın yalnızca SKA ile SBA oyunları arasında bulunduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, küçük alanların yüksek fizyolojik stres oluşturduğunu, özellikle serbest biçimli oyunlarda kardiyovasküler tepkinin arttığını göstermektedir.

Buna paralel olarak yapılan araştırmalar da oyun alanı boyutlarının azaltılması ve kural değişikliklerinin egzersiz yoğunluğunu artırdığını belirtmişlerdir (Hill-Haas vd., 2009; Ngo vd., 2012). Bulgularımız bu sonuçlarla örtüşmektedir. Genel olarak, elde edilen bulgular küçük alan oyunlarında alan büyüklüğü ve oyun kurallarının sporcuların koşu performansı ve fizyolojik tepkileri üzerinde anlamlı etkiler yarattığını göstermektedir. Küçük alanlarda oynanan serbest oyunların, yüksek hız bölgeleri ve KAH düzeylerinde daha yoğun fizyolojik yük oluşturduğu, dolayısıyla antrenman planlamasında oyun biçimi ve alan büyüklüğünün dikkatle seçilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

SONUÇLAR

Bu araştırmada, kurallı ve serbest biçimlerde oynanan küçük alan oyunlarının, alan büyüklüğüne göre oluşturduğu fizyolojik etkilerin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, elit düzeydeki 10 futbolcunun KKA, KBA, SKA ve SBA oyunları sırasında kalp atım sayıları ($\text{atım} \cdot \text{dk}^{-1}$), koşu mesafeleri (m), koşu hızları ($\text{km} \cdot \text{s}^{-1}$) ve algılanan zorlanma düzeyleri değerlendirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, futbolcuların genel olarak küçük alanlarda daha fazla mesafe kat ettikleri belirlenmiştir. Oyunun kural durumuna göre yapılan incelemelerde, serbest biçimde oynanan oyunlarda koşu mesafelerinin anlamlı düzeyde arttığı tespit edilmiştir. Bu bulgu, oyuncuların serbest oyunlarda hareket özgürlüğünün artmasıyla fiziksel yüklenme düzeylerinin de yükseldiğini göstermektedir. Ortalama ve maksimum hız performansları incelendiğinde, futbolcuların küçük alan oyunlarında ortalama koşu hızlarının daha yüksek olduğu, SKA oyunlarında ise yüksek hız bölgelerine daha sık ulaştıkları görülmüştür. Buna karşın, KBA oyunlarında sporcuların daha geniş koşu imkânına sahip olmalarına rağmen, ortalama hız değerlerinin küçük alan oyunlarından düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durum, küçük alanlarda yön değiştirme sıklığının fazla olması ve yoğun tempo gerektirmesiyle açıklanabilir. KAH bulguları incelendiğinde, oyun alanı boyutu ve oyun biçiminin ortalama kalp atım hızlarını anlamlı biçimde etkilemediği, ancak KKA oyunlarında maksimal kalp atım hızlarının anlamlı düzeyde yükseldiği görülmüştür. Bu sonuç, küçük alan oyunlarının kardiyovasküler yüklenmeyi artırdığını ve yüksek şiddetli egzersiz tepkilerine yol açtığını göstermektedir. Genel olarak, bu araştırma küçük alan oyunlarının alan boyutu ve oyun biçimi değişkenlerine göre farklı fizyolojik tepkiler ortaya çıkardığını göstermektedir. Özellikle küçük ve serbest biçimde oynanan oyunların daha yüksek koşu temposu ve KAH değerlerine neden olduğu, bu yönüyle antrenman yoğunluğunun ayarlanmasında etkili bir araç olabileceği sonucuna varılmıştır.

ÖNERİLER

Araştırmanın önerileri genel çerçevede ele alındığında, araştırmanın U16–U17 yaş grubundaki altyapı futbolcuları üzerinde yürütülmüş olması, elde edilen bulguların genellenebilirliğini sınırlamaktadır. Bu nedenle, farklı yaş gruplarına, elitlik düzeylerine ve futbol geçmişine sahip sporcularla benzer araştırmaların yürütülmesi önerilmektedir. Araştırma yalnızca fizyolojik değişkenlere odaklanmıştır; ancak küçük alan oyunlarının etkilerini daha kapsamlı biçimde ortaya koyabilmek için psikolojik, bilişsel ve performans temelli değişkenlerin de dâhil edildiği çok boyutlu araştırmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca araştırmanın yalnızca erkek futbolcularla gerçekleştirilmiş olması, cinsiyet temelli farklılıkların göz ardı edilmesine neden olabileceğinden, kadın futbolcular üzerinde yapılacak benzer araştırmalar önemli görülmektedir. Katılımcı sayısının sınırlı olması da sonuçların genellenebilirliğini kısıtlayan bir diğer unsurdur. Bu nedenle, daha geniş örneklem gruplarıyla, farklı pozisyon ve oyun rollerini kapsayan araştırmaların yapılması önerilmektedir. Gelecekteki araştırmalarda ise küçük alan oyunlarının uzun dönemli antrenman adaptasyonları üzerindeki etkileri incelenmeli; KAH, koşu yoğunluğu, toparlanma parametreleri ve antrenman yüklenmeleri birlikte değerlendirilerek daha bütüncül sonuçlara ulaşılmalıdır.

Kaynaklar

- Afyon, Y. A., Mulazimoglu, O., Hazar, K., Çelikkilek, S., Erdoğan, M., & Tokul, E. (2015). The effect of six-week period small-sided game training on the aerobic endurance performance among elite professional soccer players. *Journal of Education and Sociology*, 6(2), 93-93. <https://doi.org/10.7813/jes.2015/6-2/21>
- Aquino, R., Carling, C., Maia, J., Vieira, L. H. P., Wilson, R. S., Smith, N., Almeida, R., Gonçalves, L. G. C., Kalva-Filho, C. A., Garganta, J., & Puggina, E. F. (2020). Relationships between running demands in soccer match-play, anthropometric, and physical fitness characteristics: a systematic review. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 20(3), 534-555. <https://doi.org/10.1080/24748668.2020.1746555>
- Aquino, R., Puggina, E. F., Alves, I. S., & Garganta, J. (2017). Skill-related performance in soccer: A systematic review. *Human Movement*, 18(5), 3-24. <https://doi.org/10.1515/humo-2017-0042>
- Ari, E., Cihan, H., & Çetindemir, A. (2021). The effect on critical velocity of runnings with change of direction in soccer. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 13(3), 11-21. <https://doi.org/10.29359/BJHPA.13.3.02>
- Atıcı, M., & Bayrakdar, A. (2025). Effects of Core and Resistance Exercise on Sprint and Agility Outcomes in Adolescent Footballers: A Randomized Controlled Trial. *Yalova Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 4(2), 383-401. <https://doi.org/10.70007/yalovaspor.1760313>
- Atıcı, M., & Bayrakdar, A. (2025). The Effects of TRX-Based Functional Training on Sprint, Agility, and Balance in Youth Football Players: A Controlled Experimental Study. *Journal of Sport for All and Recreation*, 7(3), 578-587. <https://doi.org/10.56639/jsar.1735638>
- Aroso, J., Rebelo, A., & Gomes-Pereira, J. (2004). Physiological impact of selected game-related exercises. *Journal of Sports Sciences*, 6(22).
- Bakır, İ., Pehlivan, A., & Miçoogulları, B. O. (2021). Türkiye süper lig teknik direktörlerinin 1. bölgede kullanılan duran toplara karşı savunma taktikleri ve sonuçlarının incelenmesi. *Sportmetre*, 19, 149-163. <https://doi.org/10.33689/sportmetre.875848>
- Bedir Erişti, S. D., Kuzu, A., Kabakçı Yurdakul, I., Akbulut, Y., & Kurt, A. A. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (A. A. Kurt, Ed.). Anadolu Üniversitesi. www.matematikce.com
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2017). *Scientific Research Methods* (Pegem Akad.). <https://doi.org/10.14527/9789944919289>

- Capranica, L., Tessitore, A., Guidetti, L., & Figura, F. (2001). Heart rate and match analysis in pre-pubescent soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 19(6), 379-384. <https://doi.org/10.1080/026404101300149339>
- Casamichana, D., & Castellano, J. (2010). Time-motion, heart rate, perceptual and motor behaviour demands in small-sides soccer games: Effects of pitch size. *Journal of Sports Sciences*, 28(14), 1615-1623. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.521168>
- Cetin, O., Isik, O., Beyleroglu, M., Tokul, E., & Hazar, M. (2021). A comparison of two different defensive based playing formations on the running activity profiles of soccer teams. *Kinesiology Slovenica*, 27(2), 62-71.
- Clemente, F. M., Afonso, J., & Sarmiento, H. (2021). Small-sided games: An umbrella review of systematic reviews and meta-analyses. İçinde *PLoS ONE* (C. 16, Sayı 2 February). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247067>
- Costa, I. T. da, Garganta, J., Greco, P. J., Mesquita, I., & Seabra, A. (2010). Influence of relative age effects and quality of tactical behaviour in the performance of youth soccer players. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 10(2), 82-97. <https://doi.org/10.1080/24748668.2010.11868504>
- Dellal, A., Owen, A., Wong, D. P., Krusturup, P., van Exsel, M., & Mallo, J. (2012). Technical and physical demands of small vs. large sided games in relation to playing position in elite soccer. *Human Movement Science*, 31(4), 957-969. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2011.08.013>
- Diker, G., Özkamçı, H., & Kül, S. (2011). Genç futbolcularda sabit alanda, kontrol pas ve serbest oyun ile oynanan 4*4 küçük saha alıştırma larının kalp atım hızı ve topla buluşma sayısı üzerine etkisi. *Sportmetre*, 3, 105-110.
- Hill-Haas, S. V, Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. J. (2011). Physiology of small-sided games training in football a systematic review. *Sports Medicine*, 3(41), 199-220.
- Hill-Haas, S. V, Dawson, B. T., Coutts, A. J., & Rowsell, G. J. (2009). Physiological responses and time-motion characteristics of various small-sided soccer games in youth players. *Journal of Sports Sciences*, 27(1), 1-8.
- Hoff, J., Wisløff, U., Engen, L. C., & Kemi, O. J. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 218-221. www.bjsportmed.com
- Kaya, K., & Gürol, B. (2021). Futbolda dar alan oyunları değişkenlerinin incelenmesi. *Sportive*, 4(2), 117-131. <https://doi.org/10.53025/sportive.979126>
- Lemes, J. C., Luchesi, M., Diniz, L. B. F., Bredt, S. D. G. T., Chagas, M. H., & Praça, G. M. (2020). Influence of pitch size and age category on the physical and physiological responses of young football players during

- small-sided games using GPS devices. *Research in Sports Medicine*, 28(2), 206-216. <https://doi.org/10.1080/15438627.2019.1643349>
- López-Fernández, J., Sánchez-Sánchez, J., Rodríguez-Cañamero, S., Ubagó-Guisado, E., Colino, E., & Gallardo, L. (2018). Physiological responses, fatigue and perception of female soccer players in small-sided games with different pitch size and sport surfaces. *Biology of Sport*, 35(3), 291-299. <https://doi.org/10.5114/biolSport.2018.77829>
- Mendez-Villanueva, A., & Buchheit, M. (2011). Physical capacity-match physical performance relationships in soccer: Simply, more complex. İçinde *European Journal of Applied Physiology* (C. 111, Sayı 9, ss. 2387-2389). <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1868-5>
- Ngo, J. K., Tsui, M.-C., Smith, A. W., Carling, C., Orkid ; Chan, G.-S., & Wong, D. P. (2012). The effects of man-marking on work intensity in small-sided soccer games. İçinde *Journal of Sports Science and Medicine* (C. 11, Sayı 1). <http://clock.uclan.ac.uk/12241/http://www.uclan.ac.uk/research/www.clock.uclan.ac.ukhttp://www.jssm.org>
- Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Abt, G., Chamari, K., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2007). Factors influencing physiological responses to small-sided soccer games. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 659-666. <https://doi.org/10.1080/02640410600811858>
- Reilly, T. (2007). *The science of training-soccer*. Taylor & Francis.
- Sarmiento, H., Clemente, F. M., Harper, L. D., Costa, I. T. da, Owen, A., & Figueiredo, A. J. (2018). Small sided games in soccer—a systematic review. İçinde *International Journal of Performance Analysis in Sport* (C. 18, Sayı 5, ss. 693-749). Routledge. <https://doi.org/10.1080/24748668.2018.1517288>
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U. (2005). Physiology of Soccer An Update. İçinde *Sports Med* (C. 35, Sayı 6).
- Teker, K. (2021). *Genç futbolcularda dar alan oyunları ile anaerobik güç parametreleri arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Yüksek lisans tezi (yayımlanmamış)]. Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Tessitore, A., Meeusen, R., Piacentini, M. F., Demarie, S., & Capranica, L. (2006). Physiological and technical aspects of “6-a-side” soccer drills. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 1(46), 36-43.
- Tokul, E., & Mülazımoğlu, O. (2018). Analyzing the process from the initiation of attack to goal scoring touch in the EURO 2016. *Universal Journal of Educational Research*, 6(12), 2738-2742. <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.061206>
- Yavuz, M., & Saygın, Ö. (2021). Farklı Avrupa Liglerinde oynanan futbol müsabakalarında atılan gollerin teknik ve taktik analizi: Bundesliga, La Liga, Premier Lig. *International Journal of Sport, Exercise & Training Sciences*, 163-170. <https://doi.org/10.18826/usecabd.998178>

Hareket ve Antrenman Bilimi Perspektifinden Güncel Araştırmalar

Editör:

Dr. Öğr. Üyesi Soner AKGÜN